

DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA PARTES ELECTRO-MECÁNICAS
DE UN AUTOMÓVIL PARA CESVI COLOMBIA

JUAN MANUEL GALÁN RAMÍREZ
SANTIAGO CÁRDENAS MÉNDEZ

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BOGOTÁ D.C.
2.017

DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA PARTES ELECTRO-MECÁNICAS
DE UN AUTOMÓVIL PARA CESVI COLOMBIA

JUAN MANUEL GALÁN RAMÍREZ
SANTIAGO CÁRDENAS MÉNDEZ

Proyecto Integral de Grado para optar el título de
INGENIERO MECÁNICO

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BOGOTÁ D.C.
2.017

Nota de aceptación:

Presidente del jurado
Ing. Gabriel Hernando Rivera

Jurado 1
Ing. Edwin Rivera

Jurado 2
Ing. Víctor González

Bogotá D.C. Agosto, 2.017

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Jaime Posada Díaz

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectora Académica y de Posgrados

Dra. Ana Josefa Herrera Vargas

Secretario General

Dr. Juan Carlos Posada García-Peña

Decano Facultad de Ingenierías

Ing. Julio César Fuentes Arismendi

Director Programa Ingeniería Mecánica

Ing. Carlos Mauricio Veloza Villamil

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo de docentes no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden exclusivamente a los autores.

Este proyecto es dedicado a Dios por darme la oportunidad de estudiar y formarme intelectual y moralmente, a mi madre Rocío Ramírez por apoyarme en cada paso de este duro camino, e inculcarme valores como la responsabilidad, el respeto y la perseverancia; los cuales fueron fundamentales para afrontar los obstáculos que se presentaron a lo largo de mi carrera, a mi padre Rafael Galán por enfocarme desde muy joven en mi profesión, enseñándome a tener disciplina en la vida y pasión por lo que se hace, a mi hermana por su apoyo y compañía, porque siempre pude contar con ella a lo largo de este proceso de formación en la ingeniería mecánica.

Juan Manuel Galán Ramírez

Dedico de manera especial esta tesis a mi madre Lilia Méndez, quien estuvo a mi lado apoyándome en cada momento y, a lado de ella mi padre, Víctor Cárdenas, dándome fuerzas y consejos para no desfallecer en este camino. Mis hermanos Jaime y Alfonso Cárdenas que fueron un ejemplo a lo largo de mi vida para ser lo que soy hoy en día; mi tía Ana Cárdenas quien confió en mí y dio uno de los apoyos más grandes para poder cumplir mi sueño, el ser un profesional. Pero no estaría aquí escribiendo esta dedicatoria sin la fuerza que me da lo más importante en mi vida, mi mujer Katherine Ramírez y mi hija Martina Cárdenas, ellas significan todo por lo que quiero luchar, entre eso está, mi carrera.

Santiago Cárdenas Méndez

Es importante para nosotros agradecer a Dios primeramente por permitirnos llevar a cabo de forma exitosa los objetivos propuestos y necesarios para optar el título de Ingenieros Mecánicos.

En segunda instancia queremos agradecer a nuestras familias por darnos todo el apoyo necesario ante la oportunidad de formarnos en una carrera universitaria, su contribución a diario fue fundamental para el cumplimiento de nuestras metas y expectativas. Fueron una guía importante donde se destacaron los valores y principios del seno del hogar que aportaron inmensamente en nuestra evolución intelectual.

En tercera instancia agradecemos a los docentes, orientadores y a la empresa Cesvi Colombia por guiarnos en la realización de este proyecto, gracias por su confianza y por su enorme contribución a nuestro conocimiento y perfil profesional.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	18
1.1 MISIÓN	18
1.2 VISIÓN	18
1.3 ORGANIGRAMA	19
1.4 CESVIREPUESTOS	20
1.5 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	20
2. IDENTIFICACIÓN DE PARTES ELECTRO-MECÁNICAS	23
2.1 MOTORES DE ARRANQUE	23
2.1.1 Partes del motor de arranque	23
2.1.2 Funcionamiento del motor de arranque	30
2.1.3 Clases de motores de arranque	31
2.1.4 Pruebas de funcionamiento	33
2.2 ALTERNADORES	35
2.2.1 Partes del alternador	36
2.2.2 Funcionamiento del alternador	41
2.2.3 Pruebas de funcionamiento	44
2.3 COMPRESORES DE AIRE ACONDICIONADO	45
2.3.1 Partes del compresor	46
2.3.2 funciones del compresor	48
2.3.3 Pruebas de funcionamiento	56
3. DISEÑO CONCEPTUAL Y PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS	61
3.1 DISEÑO CONCEPTUAL DEL BANCO DE PRUEBAS	61
3.2 PLANTEAMIENTO DE LA ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO	62
3.3 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	67
4. DISEÑO A DETALLE DE LA ESTRUCTURA Y CALCULOS	68
4.1 CÁLCULO DE LA VIGA TRANSVERSAL	69
4.2 CÁLCULO DE VIGA LONGITUDINAL (COLUMNA)	80
4.3 CÁLCULOS DE SOLDADURA	82
4.4 CÁLCULO DE POTENCIA DEL COMPRESOR	84
4.5 CÁLCULO DE POTENCIA DEL ALTERNADOR	85
4.6 CÁLCULO DE POLEAS Y CORREAS	86
4.7 CÁLCULO DEL TORNILLO PARA LA BANCADA MOVIL	92
4.8 DISEÑO Y CALCULO DE BUJES PARA RIELES CILINDRICOS	103
5. EVALUACIÓN MEDIANTE MEF DE LA ESTRUCTURA	109

6. PLANOS DE FABRICACIÓN, ENSAMBLE, (parte de diseño)	113
6.1 PLANOS DE FABRICACIÓN	113
6.2 PLANOS DE ENSAMBLE	117
6.2.1 Diseño Del Soporte Y Los Anclajes	117
6.3 PLANOS OFICIALES DE MONTAJE, CON NORMA	120
7. MANUALES DE OPERACIÓN, MONTAJE Y MANTENIMIENTO	124
7.1 MANUALES DE OPERACIÓN	126
7.2 MANUALES DE MONTAJE	133
7.3 MANUALES DE MANTENIMIENTO	134
8. EVALUACIÓN Y FORMULACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO	135
8.1 INVERSIÓN	135
8.2 COSTOS DE OPERACIÓN Y DE MANTENIMIENTO	137
8.3 COSTOS ACTUALES DE OPERACIÓN	139
8.4 ANALISIS FINANCIERO	140
9. CONCLUSIONES	155
10.RECOMENDACIONES	156
BIBLIOGRAFIA	157
ANEXOS	159

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Tabla de resultados de practica para trazado de curvas	34
Tabla 2. Diagnóstico de compresores	58
Tabla 3. Factor de servicio	86
Tabla 4. Adicional, condiciones de funcionamiento	87
Tabla 5. Designación y largos primitivos	90
Tabla 6. Factor de corrección del arco de contacto	91
Tabla 7. Factor de corrección del largo	92
Tabla 8. HP por correa – Perfil A	93
Tabla 9. Correas por automóvil	101
Tabla 10. Resumen de resultados	113
Tabla 11. Colores de seguridad	126
Tabla 12. Costo de fabricación, montaje y adecuación	136
Tabla 13. Costos de ingeniería	136
Tabla 14. Costo de fabricación del equipo	137
Tabla 15. Costo de la prueba	137
Tabla 16. Consumo de energía	138
Tabla 17. Costo de servicio adicional	138
Tabla 18. Costo de operario	138
Tabla 19. Costo de ayudante	139
Tabla 20. Costos de mantenimiento anual	139
Tabla 21. Costos de operación	139
Tabla 22. Unidad actual de operación	140
Tabla 23. Cuadro comparativo	140

LISTA DE IMÁGENES

	pág.
Figura 1. Partes que componen un motor de arranque	23
Figura 2. Contactor	24
Figura 3. Conjunto piñón	24
Figura 4. Contactor en reposo	25
Figura 5. Posición de funcionamiento	25
Figura 6. Posición de los rodillos en la parte estrecha de la rampa	27
Figura 7. Posición de los rodillos en la parte ancha de la rampa	28
Figura 8. Conjunto piñón y horquilla	29
Figura 9. Bobinas inducidas	29
Figura 10. Bobina inductora, núcleo de hierro o masa molar	30
Figura 11. Conjunto de inductoras y masa polares	30
Figura 12. Colector de un motor eléctrico	31
Figura 13. Escobillas de un motor eléctrico	31
Figura 14. Sistemas de cargas	32
Figura 15. Tren de engranajes epicicloidales	33
Figura 16. Motor de arranque por inercia o Bendix	34
Figura 17. Curvas características del motor de arranque	37
Figura 18. Alternador	38
Figura 19. Bobinas inducidas de alternador trifásico	39
Figura 20. Conexión estrella	39
Figura 21. Conexión triángulo	40
Figura 22. Anillos conectados a los extremos de las bobinas inductoras	41
Figura 23. Conjunto de bobinas inductoras BOSCH	41
Figura 24. Tapa del lado de accionamiento	42
Figura 25. Tapa del lado del grupo regulador y anillos	43
Figura 26. Tapa con placa de diodos	43
Figura 27. Conexión en estrella	44
Figura 28. Conexión en triángulo	45
Figura 29. Alternador conectado a un banco de pruebas	46
Figura 30. Compresor de tipo volumétrico	48
Figura 31. Despiece embrague electromagnético de un compresor	49
Figura 32. Partes de un compresor	49
Figura 33. Vista en corte de un compresor tipo pistón	51
Figura 34. Diagrama de operación del compresor	52
Figura 35. Compresores de pistón de desplazamiento variable	53
Figura 36. Compresor de paletas rotativas	54
Figura 37. Compresor Scroll	55
Figura 38. Diagrama de operación de compresor Scroll	57
Figura 39. Conjunto típico de manómetros	60
Figura 40. Mangueras para R134a	61
Figura 41. Prueba de fugas de un compresor	62

Figura 42. Diseño conceptual del banco de pruebas	69
Figura 43. Alternativa 1	72
Figura 44. Alternativa 2	73
Figura 45. Alternativa 3	74
Figura 46. Evaluación de alternativas	75
Figura 47. Elemento viga sometido a mas cargas dentro del banco	76
Figura 48. Vista superior del elemento, dimensiones	77
Figura 49. Análisis de cargas distribuidas	78
Figura 50. Análisis de cargas puntuales	78
Figura 51. Cortes de la viga	79
Figura 52. Análisis del corte A-B	79
Figura 53. Análisis del corte A-C	80
Figura 54. Análisis del corte A-D	81
Figura 55. Diagramas cortante y de momento	82
Figura 56. Aceros estructurados	83
Figura 57. Perfiles	84
Figura 58. Restricciones de elementos cargados axialmente	86
Figura 59. Relación de esbeltez	88
Figura 60. Selección del perfil de la correa y diámetro de polea menor	94
Figura 61. Roscas para tornillos de potencia	102
Figura 62. Rosca cuadrada del tornillo	104
Figura 63. Clasificación de aceros ASTM	108
Figura 64. Dimensiones de los bujes	109
Figura 65. Buje de bronce	109
Figura 66. Buje de bronce LDD	111
Figura 67. Datos iniciales del análisis	112
Figura 68. Desplazamientos de la estructura	114
Figura 69. Fuerzas en eje "x"	114
Figura 70. Fuerzas en eje "y"	115
Figura 71. Fuerzas en eje "z"	115
Figura 72. Momentos en la estructura	116
Figura 73. Placa para sujeción de cojinetes	117
Figura 74. Soporte para alternador o compresor	117
Figura 75. Placa de sujeción, por dos	118
Figura 76. Soporte para motor de arranque	118
Figura 77. Vista frontal soporte para motores de arranque	119
Figura 78. Banco de pruebas	120
Figura 79. Bancada móvil	121
Figura 80. Soporte con placa anti desgaste	121
Figura 81. Detalle de los tornillos en A y B marcados en placa de la bancada	122
Figura 82. Base del soporte para anclaje	122
Figura 83. Placa para sujeción de motores de arranque	123
Figura 84. Plano eléctrico conceptual del banco de pruebas	125
Figura 85. Switch de Contactor Off-On	127

Figura 86. Interruptor principal de encendido Off-On	127
Figura 87. Regulador electrónico	128
Figura 88. Indicador de carga	128
Figura 89. Verificación de voltaje con carga	129
Figura 90. Verificación de voltaje sin carga	129
Figura 91. Interruptor principal de encendido On-Off	129
Figura 92. Switch de Contactor On-Off	130
Figura 93. Interruptor principal de encendido Off-On	130
Figura 94. Interruptor principal de encendido On-Off	131
Figura 95. Posición correcta de poleas y correa	131

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Motores eléctricos con carcasa de Aluminio de SIEMENS	159
Anexo B. Baterías de trabajo pesado MAC	162
Anexo C. Bombas de vacío DINKO	163
Anexo D. Procedimiento de cálculo de poleas y correas	164
Anexo E. Tornillería	167
Anexo F. Planos	178

RESUMEN

En este proyecto se llevó a cabo el diseño de un Banco de Pruebas para alternadores, compresores y motores de arranque, de Automóviles para la empresa Cesvi Colombia, con el propósito de poder realizar un diagnóstico del funcionamiento de dichos mecanismos.

En primera instancia se dio prioridad a las variables y necesidades de la empresa, realizando estudios para identificar las posibles soluciones a la problemática. Con la información obtenida y luego de conocer en detalle el funcionamiento de los mecanismos objeto de estudio; se plantearon alternativas de diseño con el fin de elegir la que mejor se ajustara al panorama planteado con respecto a funcionalidad, eficiencia y requerimientos de la empresa.

Utilizando la metodología de diseño mecánico se llevó a cabo la simulación de la estructura del Banco de Pruebas, mediante el método de elementos finitos MEF con el software NX 9.0; lo que permitió llegar al análisis de esfuerzos y a la identificación de variables que se deben contemplar en el diseño, como los materiales, dimensiones, anclajes, mecanismos de control, entre otros.

Por último se elaboraron los manuales y protocolos tanto de inspección previa de los mecanismos a probar, como de uso adecuado y disposición del montaje, mantenimiento y normas de operación. Así como los planos de fabricación del banco de pruebas.

PALABRAS CLAVE: Diseño, Banco de Pruebas, alternadores, compresores y motores de arranque.

INTRODUCCIÓN

La empresa, Cesvi Colombia S.A., desde el área de Cesvi-repuestos, exaltó la importancia de comenzar por lo particular para después trabajar aspectos generales, es decir, comenzar con el banco de pruebas para partes particulares como lo son los periféricos del motor (compresor de aire, motor de arranque y alternador) elementos que son muy requeridos en el mercado.

El origen de la solución trae a la empresa algunas ventajas como son:

El ingreso al mercado de las autopartes dando garantías de los elementos comercializados y evitando problemas con los clientes. Lo que es un cuidado directo de la reputación de la empresa. También el aprovechamiento de partes de motores que en muchas ocasiones por no tener la posibilidad de probarlas y/o repararlas se están perdiendo o almacenando en vano.

La proyección que tiene la empresa, apunta a que con el tiempo se puedan llegar a realizar pruebas de motores completos, y poder comercializar dichos motores para que cumplan su función; actualmente la empresa solo está comercializando los motores para repuestos, es decir, puede que se venda un motor completo, pero sin saber si funciona o no, sin saber el estado de sus componentes particulares, y el destino de dichos motores es ser desarmados y vendidos para repuestos individuales.

Para solucionar dicha problemática se trazó un objetivo general que es “Diseñar un banco de pruebas para partes electro-mecánicas de un automóvil”; para el cual se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- ◇ Identificar partes de cada elemento, su funcionamiento y pruebas que se le hacen a dichos elementos.
- ◇ Elaborar un diseño preliminar y parametrizar las cargas y variables que actúan sobre el banco de pruebas.
- ◇ Plantear y seleccionar las alternativas para el diseño del banco de pruebas.
- ◇ Diseñar el banco de pruebas.
- ◇ Realizar el análisis de la estructura del banco de pruebas por elementos finitos.
- ◇ Elaborar los manuales para el banco de pruebas.
- ◇ Hacer los planos del banco de pruebas.

- ◇ Realizar la evaluación y formulación financiera del proyecto.

El alcance del proyecto solo llegará al diseño del banco de pruebas para motores de arranque, alternadores y compresores de aire acondicionado sin la implementación de dicho banco. Se entregarán los planos y manuales para su construcción así como la simulación de la estructura mediante el método de elementos finitos.

Las limitaciones del proyecto son básicamente de especificaciones de diseño, teniendo en cuenta que se probarán mecanismos tanto mecánicos como eléctricos; y en el caso exclusivo del compresor, un mecanismo hidráulico. Esto lleva al estudio y dominio de los elementos de medición más representativos como lo son amperímetros, voltímetros, manómetros, entre otros. En cuanto a la implementación del proyecto, quedará a cargo de la empresa si así decide hacerlo.

La metodología empleada para la realización del proyecto involucra el diseño mecánico llevando a cabo la simulación de la estructura del Banco de Pruebas, y seleccionando, a partir de resultados concretos, la alternativa más óptima que satisfaga las necesidades presentes y objetivos planteados.

El significado del proyecto se traduce en el ingreso al mercado de las autopartes dando garantías de los elementos comercializados y evitando problemas con los clientes. Lo que apunta a que con el tiempo se puedan llegar a realizar pruebas de motores completos, y poder comercializar dichos motores para que cumplan su función.

La aplicación del banco de pruebas para partes electromecánicas dentro de Cesvi Colombia como único laboratorio de pruebas en el país, enfocado en los sectores automotor y de la reparabilidad, con lo último en tecnologías de medición, ampliará el campo de acción de la empresa dentro del campo de los repuestos.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Cesvi Colombia es fundada el 22 de Noviembre de 1.999, está constituido por 10 de las compañías aseguradoras más importante del país y Cesvimap, empresa del grupo asegurador español Mapfre.

“El Centro de Experimentación y Seguridad Vial Cesvi Colombia S.A. es una compañía de vanguardia, que mediante la investigación y experimentación en el área automotriz desde hace 18 años desarrolla productos y servicios, enfocados en las necesidades de la industria automotriz de Colombia y el continente.

Gracias a su importante trayectoria en la investigación de la cadena de valor del automóvil, Cesvi Colombia S.A. ha sido reconocida como Centro de Investigación y Experimentación por parte de Colciencias. En el ámbito internacional hacemos parte del RCAR, un organismo cuyo objetivo es reducir los costos humanos y económicos de las pérdidas de vehículos de motor.

Adicionalmente, Cesvi Colombia cuenta con la certificación ISO 9001.2008 en todos sus procesos, lo que nos compromete con la gestión integral y aplicación de mejores prácticas administrativas y de servicio”¹.

1.1 MISIÓN

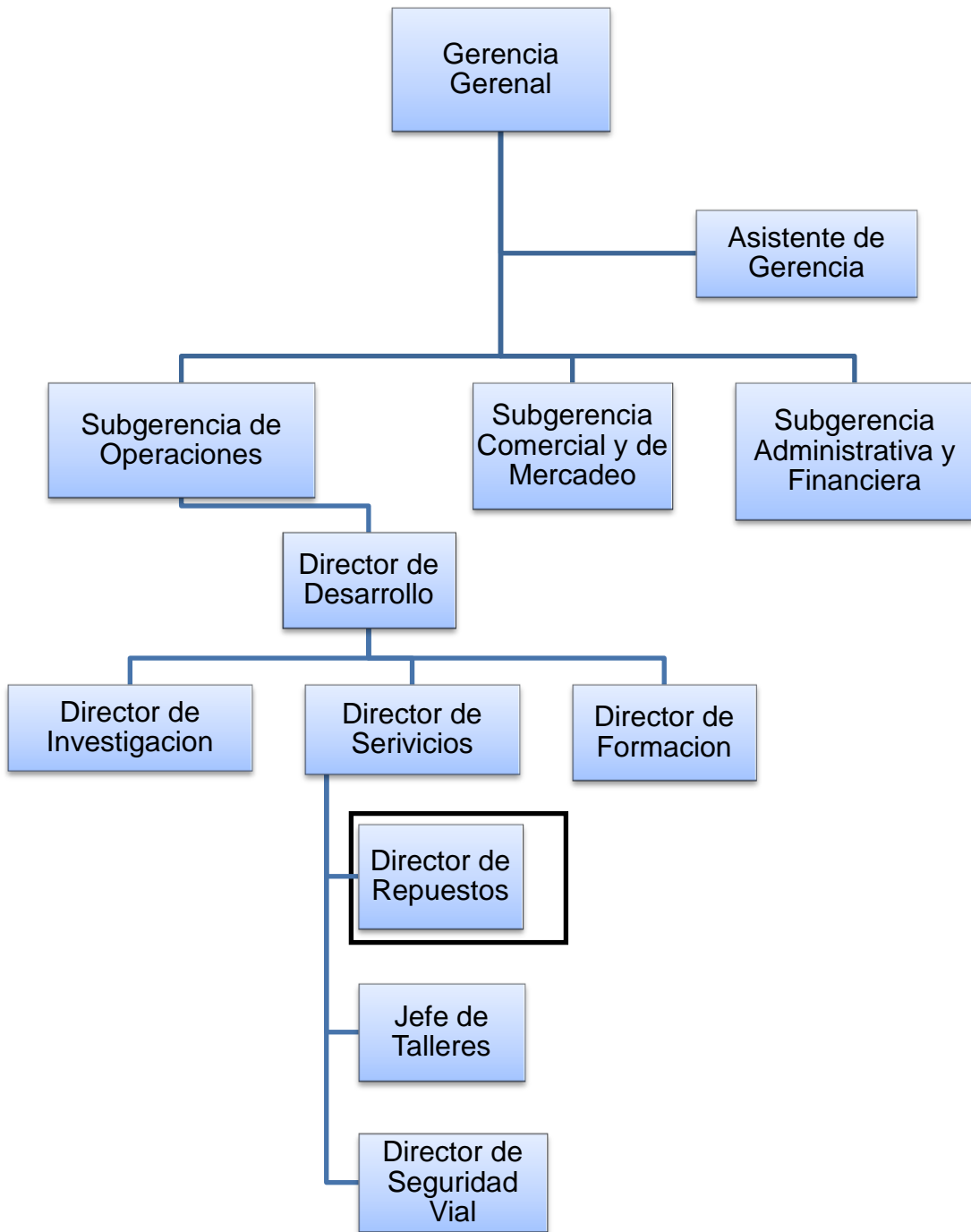
“Investigar y experimentar con el propósito de construir soluciones de mejora para los sectores asegurador, reparador y de la seguridad vial”.

1.2 VISIÓN

“En 2.017 ser líder y reconocida socialmente, generando soluciones integrales, competitivas y rentables para los sectores asegurador, reparador y de la seguridad vial.”

¹ Cesvi Colombia, [En línea] Disponible en Internet en: <http://www.cesvicolombia.com/cesvi/#nosotros> [citado en Noviembre 3 de 2.016].

1.3 ORGANIGRAMA



1.4 CESVIREPUESTOS

Es el único centro de tratamiento de vehículos fuera de uso en Colombia, el cual está dedicado a la recuperación de vehículos siniestrados para la comercialización de repuestos usados en buen estado y a un precio competitivo, asegurando la protección del medio ambiente. Vigilados y supervisados por la Superintendencia de Industria y Comercio².

1.5 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO

Cesvi Colombia cuenta con el único laboratorio de pruebas en el país, enfocado en los sectores automotor y de la reparabilidad, con lo último en tecnologías de medición. Todas sus investigaciones se basan en principios de confidencialidad, objetividad, imparcialidad e independencia.

Con el paso de los años la compañía ha venido realizando investigaciones con el fin de ampliar el desarrollo de aplicaciones específicas que respondan a una necesidad del cliente. Algunos ejemplos de proyectos de ingeniería ejecutados con éxito son:

- Análisis y caracterización técnica de vehículos electrónicos.
- Análisis de vehículos pesados.
- Compatibilidad de repuestos.

Con este tipo de proyectos de ingeniería la compañía propende por la optimización de los recursos, incrementando índices de productividad y eficiencia. La incorporación de nuevas tecnologías en el mercado ha elevado su estándar, llevando, por ejemplo a la realización de pruebas a equipos, herramientas y materiales particulares utilizados en este sector de la industria, permitiendo devolver las condiciones y acabados originales de vehículos y realizar ensayos en tapicería.

La problemática existente en Cesvi Colombia en cuanto a las garantías de las piezas tanto eléctricas como mecánicas (alternadores, compresores y motores de arranque), extraídas de vehículos siniestrados cada vez es más marcada y dirigida a los clientes, pues la comercialización de estas piezas se ve afectada justo en el momento en que un cliente manifiesta el interés de adquirir alguna de ellas y es difícil garantizar su funcionamiento o buen estado. Esta situación se ha prestado para inconvenientes que ponen en riesgo la reputación y honorabilidad de la empresa.

El área de la compañía encargada de este tipo de problemáticas es Cesvi Repuestos, Centro de Tratamiento de Vehículos fuera de uso (CTV) que busca

² Cesvi Colombia, [En línea] Disponible en Internet en: <http://www.cesvicolombia.com/repuestos/> [citado en Noviembre 3 de 2.016].

manejar los residuos de los vehículos al final de su vida útil, satisfaciendo las exigencias ambientales mediante la descontaminación de automóviles, minimizando el impacto ambiental que estos generan. Gracias al arduo trabajo de la compañía en cuanto a la prueba, separación y correcta disposición de algunos de los componentes de los vehículos se ha logrado llegar a la comercialización legal y confiable de partes de la carrocería de automóviles y cabinas de camiones, entre otros; catalogándolas como referencias integradas.

Las referencias Integradas son VFU (vehículos fuera de uso) que se comercializan en su totalidad como un conjunto de piezas que conforman el vehículo, entendiéndose que de estos vehículos son entregados al cliente final los conjuntos de piezas funcionales según los criterios de clasificación de producción y los residuos y conjuntos de piezas no funcionales son dispuestos ambientalmente para su tratamiento. Como resultado de este trabajo la empresa ha obtenido consideraciones puntuales para la comercialización:

- Cesvi Colombia S.A., venderá los conjuntos principales de los vehículos, completamente desarmados y en ningún caso se entregaran como un solo conjunto o unidad funcional.
- Las partes que conforman las carrocerías para el caso de los automóviles se entregaran de acuerdo a los cortes solicitados por el cliente pero en ningún caso completas.
- Para el caso de los vehículos tipo camión se entregara como un todo lo que se denomina Cabina. No obstante, todos los números de identificación que se encuentren en la cabina serán retirados. Se dispondrá de los bastidores como disposición final al área ambiental de Cesvi Repuestos.
- En la factura de venta se discriminaran las partes que se lograron aprovechar, sin embargo, no es compromiso de Cesvi entregar las piezas que no son recuperables.
- Se entiende que se facturan las partes como conjuntos principales y no como partes individuales.
- La venta de los conjuntos se realizará mediante fotografías donde queda evidenciado los conjuntos que son aprovechables y el cliente acepta que los no aprovechables se entregaran al área ambiental para la disposición final, de acuerdo a las políticas ambientales de Cesvi Colombia S.A.
- El cliente conocerá el inventario de entrada del vehículo a Cesvi Colombia S.A. y con base a esto se determinaran los conjuntos aprovechables y los no aprovechables.

- Conforme lo establecido en el Art. 15 de Ley 1480 de 2011, el cliente comprende y acepta que las partes y conjuntos suministrados corresponden a productos imperfectos, usados, reparados, re manufacturados re potencializados o descontinuados y por lo tanto la garantía legal no será exigible con relación al imperfecto o deterioro aceptado por el consumidor.
- En todos los casos los fletes van por cuenta del comprador.
- El precio al que se refiere es más IVA y no hace parte de la negociación con los canales de distribución ya establecido.

También cuenta con una plataforma virtual en donde es posible realizar la búsqueda de algún repuesto deseado, filtrando por tipos de vehículos y de repuestos a solicitar.

2. IDENTIFICACIÓN DE PARTES ELECTRO-MECÁNICAS

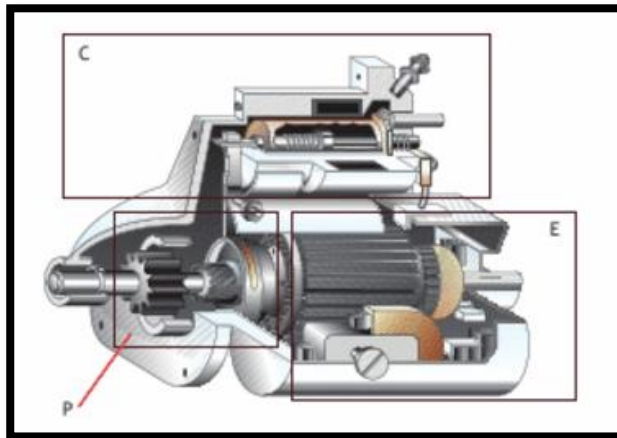
2.1 MOTORES DE ARRANQUE

Normalmente los motores de combustión interna pueden mantenerse en funcionamiento de forma autónoma, a régimen ralentí o variable según sea la carga, gracias a la potencia generada en los cilindros, pero necesitan de una fuerza externa para alcanzar un régimen mínimo de funcionamiento desde el momento en que el motor se encuentra apagado. Esta fuerza externa la genera el motor de arranque, motor eléctrico que transforma la energía eléctrica, proporcionada por la batería, a energía mecánica para poder hacer girar el cigüeñal del motor de combustión, esto por medio de un sistema de engranajes, piñón-corona.

El motor de arranque tiene un consumo eléctrico máximo al principio de su operación debido a que tiene que vencer la resistencia ofrecida por los elementos móviles del motor como el cigüeñal, pistones, bielas, etc., pero este consumo va disminuyendo a medida que el motor de combustión va alcanzando las revoluciones mínimas de funcionamiento, que son aproximadamente 150 rpm. Es evidente que el consumo eléctrico es superior en frío que con el motor en caliente.

2.1.1 Partes del motor de arranque. Este motor cuenta con un contactor, un conjunto piñón y un motor eléctrico. En la figura 1 se pueden identificar cada una de ellas.

Figura 1. Partes que componen un motor de arranque



Fuente: MARGARITA CALSINA FLETA. Sistemas de Carga y Arranque. p., 200

- Un contactor, C, que es el que conecta y desconecta el piñón con el volante de inercia y al mismo tiempo funciona como relé para disminuir la caída de

tensión entre el motor eléctrico y la batería. Este se puede apreciar en la figura 2.

Figura 2. Contactor



Fuente: MARGARITA CALSINA FLETA.
Sistemas de Carga y Arranque. p., 200

- Un conjunto piñón, P, que es el encargado de transmitir el giro al cigüeñal desde el motor eléctrico pasando por el volante de inercia. En la figura 3 se ven los elementos de los que consta, (1) el piñón propiamente dicho, (2) mecanismo de rueda libre, (3) el muelle coaxial y (4) acoplamiento para horquilla.

Figura 3. Conjunto piñón

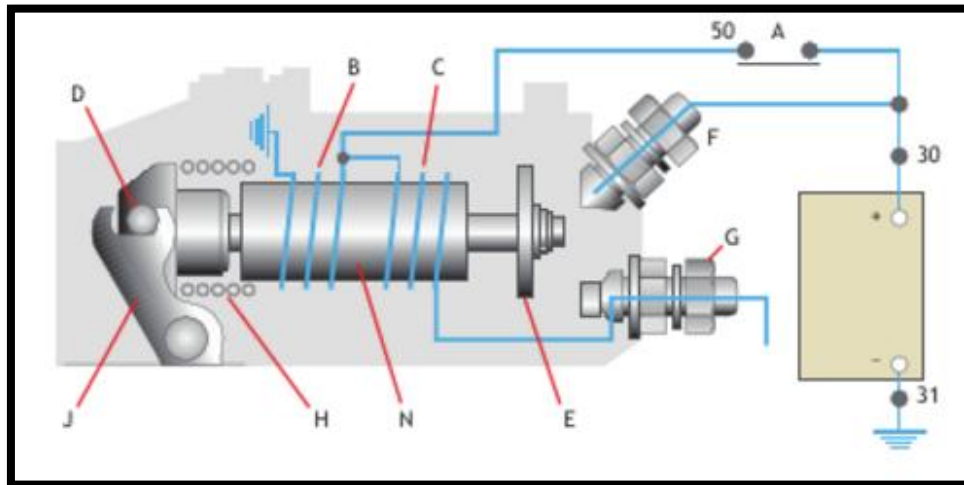


Fuente: MARGARITA
CALCINA FLETA. Sistemas de
Carga y Arranque. p., 200

- Un motor eléctrico, E, que es el encargado de transformar la energía eléctrica de la batería en un giro.

2.1.1.1 Contactor. También llamado automático o solenoide, está formado por dos bobinas, B y C, con un núcleo de hierro en su interior, N (figura 4). La bobina B es de retención y la bobina C es de activación. El núcleo de hierro tiene en uno de sus extremos una placa conductora, E, mientras que al otro extremo tiene un anclaje, D.

Figura 4. Contactor en reposo.



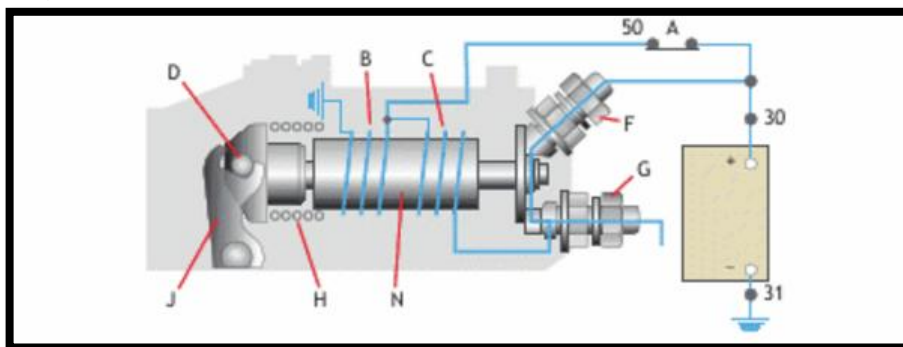
Fuente: HAYNES. Manual de electricidad automotriz. p., 5-7

Cuando la intensidad llega a las dos bobinas (B y C) se crea un campo magnético, debido a esto el núcleo de hierro se desplaza hacia la derecha arrastrando con él los elementos:

- Por un extremo arrastra la horquilla, J, que es la encargada de desplazar al conjunto piñón sobre el eje del motor eléctrico.
- Por el otro lado del núcleo de hierro arrastra la placa conductora, E, que con su desplazamiento unirá eléctricamente a los terminales F y G permitiendo el paso de electricidad directamente de la batería al motor eléctrico.

Una vez desplazado el núcleo de hierro (figura 5) la electricidad llega al motor eléctrico a través del terminal F, la placa E y el terminal G, con lo que empieza a girar, al mismo tiempo que el piñón ha sido desplazado para engranar con el volante de inercia.

Figura 5. Posición de funcionamiento.



Fuente: HAYNES. Manual de electricidad automotriz. p., 7-8

En estas condiciones, la corriente deja de pasar a través de la bobina de activación C para atravesar únicamente a través de la bobina de retención B. Se crea en ella, de este modo, un único campo magnético, suficiente para mantener el núcleo de hierro desplazado. La bobina de activación C se halla en este momento paralelo con los terminales F y G y ha quedado cortocircuitada.

Cuando el motor de combustión se ha puesto en funcionamiento, comienza a escucharse el sonido característico, el muelle H hace retroceder el núcleo de hierro a su posición inicial y, con él, el contacto E y la horquilla J. El conductor suelta la llave de contacto o deja de oprimir el botón, se abre así el contacto A, con lo que desaparece el campo magnético en la bobina de retención B.

2.1.1.2 Conjunto piñón. Como se ha mencionado anteriormente, el conjunto piñón está formado por todos los elementos y mecanismos que acompañan al piñón en su desplazamiento hacia el volante de inercia, los cuales son:

➤ Piñón. Este está situado en el eje del motor eléctrico, tiene casi siempre nueve dientes, achaflanados en su extremo exterior para facilitar su engrane con el volante de inercia, este volante tiene unos ciento diecinueve dientes. Al existir esta diferencia en el número de dientes entre el volante y el piñón se disminuye la velocidad de giro pero se aumenta el par torsional (fuerza de giro).

Hoy en día, para poner a funcionar el motor de combustión de algunos automóviles, hay que mantener el pedal del embrague apretado. En el momento en que el motor de combustión se ponga en funcionamiento, girara a mínimo 900 rpm, velocidad de ralentí, el cálculo de las rpm (n) a las que tendrá que girar el eje del motor eléctrico es:

$$900 \text{ rpm} * 119 \text{ dientes} = n \text{ rpm} * 9 \text{ dientes}$$

$$\frac{900 \text{ rpm} * 119 \text{ dientes}}{9 \text{ dientes}} = n \gg n = 11900 \text{ rpm}$$

Como se puede ver, cuando el motor de combustión gira a 900 rpm, el eje del motor eléctrico tendrá que girar a 11900 rpm y a medida que aumentan las revoluciones del motor de combustión las del motor eléctrico aumentaran de forma exponencial, es por esta razón que no se puede dejar engranados estos dos.

➤ Mecanismo de rueda libre. Al momento que el motor de combustión empieza a funcionar, el conductor suelta la llave de contacto o el pulsador, dependiendo del tipo de automóvil, se corta el paso de electricidad al motor eléctrico y el piñón vuelve a su posición inicial. Esto puede tardar cierto tiempo, dependiendo de la agilidad del conductor y lo que se tarden las bobinas en dejar de crear el campo magnético.

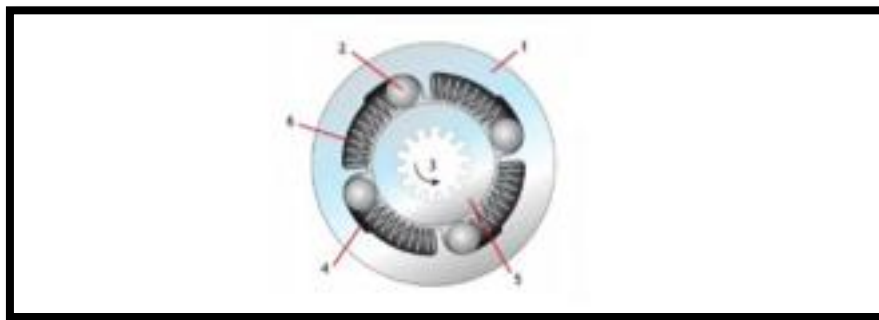
Por tal motivo, para evitar que el volante de inercia arrastre al inducido del motor eléctrico, si dispone en el eje del mismo, el mecanismo de rueda libre.

El mecanismo de rueda libre transmite el giro del piñón al volante de inercia cuando es el motor eléctrico el que va a mayor velocidad y, así mismo, no transmite el giro del volante de inercia cuando es el motor de combustión quien va a mayor velocidad.

Los elementos que componen el mecanismo de rueda libre son (figura 6):

- ✓ Una corona circular (1) con cuatro rampas en su cara inferior (4).
- ✓ Cuatro rodillos (2).
- ✓ Un cilindro (5), solidario al piñón (3).
- ✓ Muelles (6).

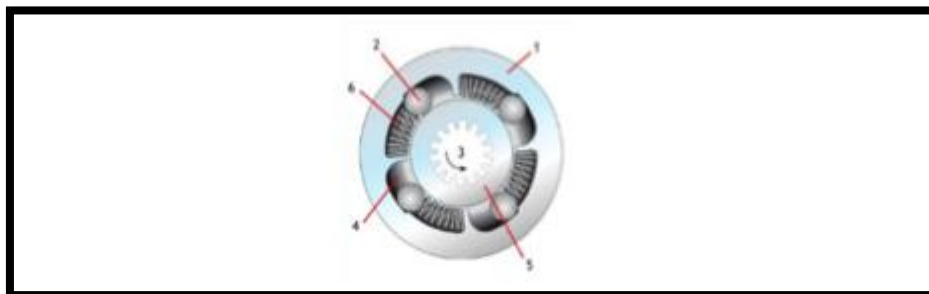
Figura 6. Posición de los rodillos en la parte estrecha de la rampa.



Fuente: Fuente: HAYNES. Manual de electricidad automotriz. p., 4-3

Cuando es el piñón inducido del motor eléctrico quien va a mayor velocidad, los rodillos se desplazan hacia la parte estrecha de la rampa haciendo que la función de las cuñas y arrastrando así con su giro al volante de inercia (figura 6).

Figura 7. Posición de los rodillos en la parte ancha de la rampa.



Fuente: HAYNES. Manual de electricidad automotriz. p., 4-3

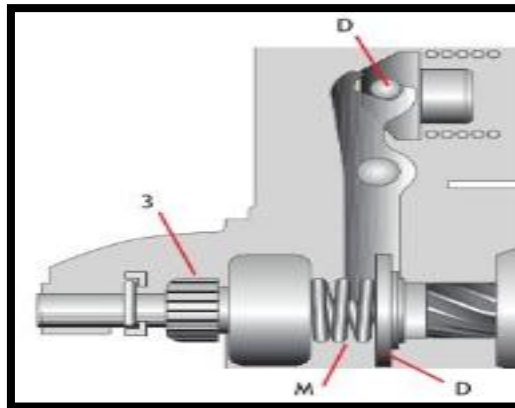
Cuando el motor de combustión se ha puesto en funcionamiento y por tanto el volante de inercia gira a mayor velocidad, los rodillos se desplazan a la parte ancha de la rampa y giran sobre sí mismos sin transmitir el giro al inducido del motor eléctrico (figura 7).

➤ Muelle coaxial. Cuando el piñón avanza hacia el volante de inercia, se puede encontrar con dos situaciones distintas: Que el piñón engrane sin dificultad debido a que sus dientes coinciden con los huecos del engranaje del volante de inercia. Y Que el piñón no engrane porque los dientes del piñón no coinciden con los del volante de inercia.

El muelle coaxial, M, situado sobre el eje del inducido del motor eléctrico (figura 8), viene a solucionar el problema cuando el piñón y el volante de inercia no engranan, el muelle se comprime, momento en el cual se inicia el giro del motor eléctrico y, con él, el del piñón. Al girar el piñón, la presión del muelle hace que este engrane en cuanto los dientes lleguen a los huecos del engranaje del volante de inercia.

➤ Acoplamiento para la horquilla. El acoplamiento para la horquilla es el disco circular a través del cual la horquilla hace presión al conjunto del piñón para desplazarlo hasta el volante de inercia, como se puede ver en la figura 8.

Figura 8. Conjunto piñón y horquilla.



Fuente: MARGARITA CALSINA FLETA.
Sistemas de Carga y Arranque. p., 52

2.1.1.3 Motor eléctrico. El motor eléctrico es el encargado de transformar la energía eléctrica de la batería en un giro. Todos los motores de automóvil son de corriente continua. Este consta de bobinas inducidas, bobinas inductoras, colector y escobillas.

Las bobinas inducidas son el conjunto de espiras que se encuentran en el interior del campo magnético, como podemos observar en la figura 9. Este elemento del

motor eléctrico se denomina igualmente como el rotor, ya que es la parte de la maquina que gira o rota.

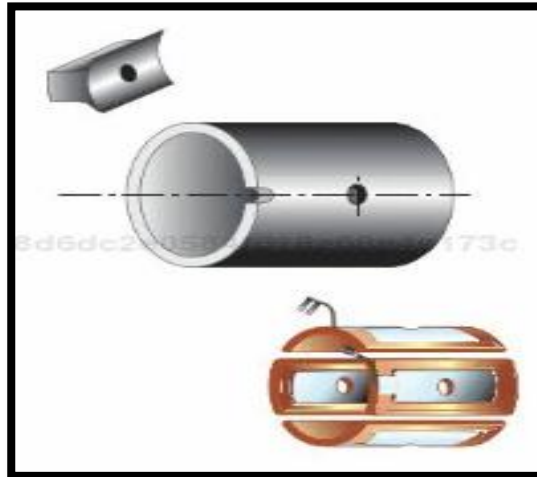
Figura 9. Bobinas inducidas.



Fuente: MARGARITA CALSINA FLETA. Sistemas de Carga y Arranque. p., 53

La bobina inductora es el campo magnético exterior, el cual puede estar formado por imanes permanentes o por electroimanes. En el motor de arranque del coche suelen emplearse electroimanes, mientras que en el motor de arranque de las motos acostumbran a ser imanes permanentes. Estas bobinas también son denominadas estator.

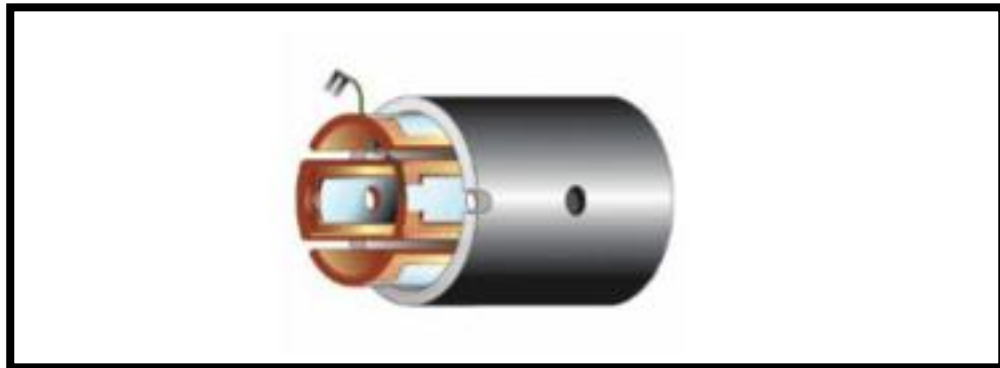
Figura 10. Bobina inductora, núcleo de hierro o masa polar y carcasa donde van sujetos los elementos anteriores.



Fuente: HAYNES. Manual de electricidad automotriz. p., 7-8

Estas bobinas están enrolladas alrededor de núcleos de hierro para reforzar su campo magnético y es a través de estos núcleos que se fijan a las paredes de la carcasa formando dos o cuatro polos (figura 10 y figura 11). El hilo conductor está enrollado en distintos sentidos según se trate del polo norte o del polo sur.

Figura 11 Conjunto de inductoras y masas polares montadas en el interior de la carcasa.

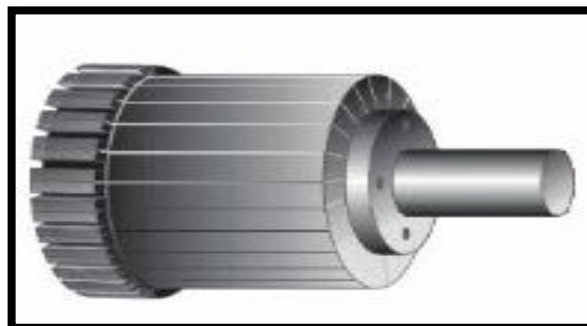


Fuente: HAYNES. Manual de electricidad automotriz. p., 7-8

El conjunto de colector y escobillas es el sistema utilizado para dar la intensidad a las bobinas inducidas. El problema planteado es como hacer llegar la corriente a las bobinas inducidas, ya que estas están girando. Si se recurre a un simple cable, este se enrollaría hasta rompiese.

Para solucionar este problema se coloca en cada extremo de la espira un contacto llamado delga, que gira con la espira, mientras que, en contacto con el hilo conductor por donde recibe la corriente, pondremos un escobilla. Las delgas de cada espira se colocan alternadas con las de las otras espiras siguiendo un forma cilíndrica. El conjunto formado por las delgas es el cilindro colector (figura 12).

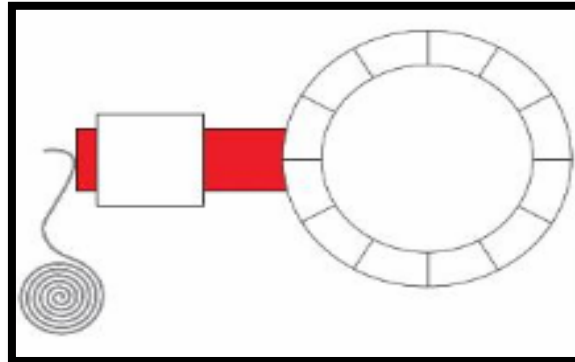
Figura 12. Colector de un motor eléctrico.



Fuente: HAYNES. Manual de electricidad automotriz. p., 7-8

La escobilla esta hecha de carbono, que es un material conductor (figura 13), y está en permanente contacto con el colector gracias a la presión que ejerce un muelle. Hay dos escobillas, la positiva y la negativa o masa.

Figura 13 Escobillas de un motor eléctrico.



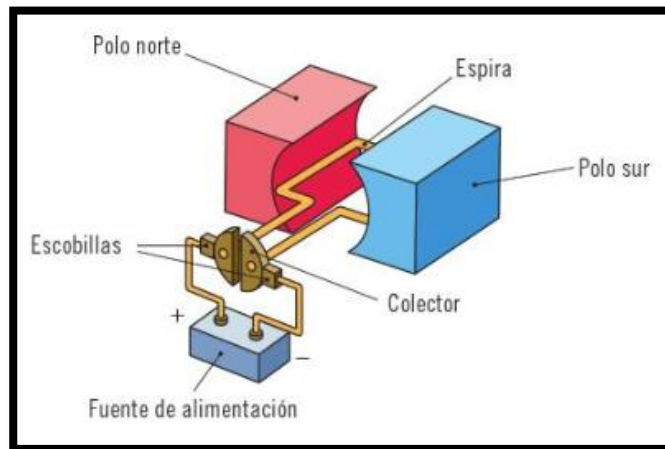
Fuente: HAYNES. Manual de electricidad automotriz. p., 7-8

2.1.2 Principio de funcionamiento del motor de arranque. El principio de funcionamiento del motor de arranque de corriente continua se basa en las fuerzas de atracción y repulsión de dos campos magnéticos generados por una corriente eléctrica. Los imanes tienen la propiedad de atraer y ser atraídos al colocarse uno dentro del campo magnético del otro (fuerzas de atracción y repulsión) de forma que los polos del mismo nombre se repelen y polos contrarios se atraen.

Si se hace circular una corriente eléctrica continua por una espira, en ella se crea un campo magnético cuyas líneas de fuerza son perpendiculares al plano de la espira, el campo se polariza en ambas caras de la espira determinando los polos norte (N) y sur (S). Si se coloca esta espira dentro de otro campo magnético, tendera a ubicarse de manera que las líneas de fuerza del campo entren por su cara sur y salgan por su cara norte, originándose un par de rotación (polos opuestos se atraen y polos iguales se repelen como se ha mencionado anteriormente).

Si esta espira es colocada sobre un nucleo magnético giratorio, rotor, y a su vez este campo magnético es introducido en un magnético estático, estator, el polo sur del rotor es atraído por el polo norte del estator y al revés, generándose un par de rotación que origina el rotor. Si se coloca una espira desfasada con respecto a la primera y conectadas ambas a delcas opuestas del colector, por las que se les proporciona corriente eléctrica continua, al orientarse la primera espira deja de alimentarse, pasa a alimentarse la segunda creando un nuevo campo magnético y un nuevo par de rotación, consiguiendo el movimiento giratorio del rotor.

Figura 14. Sistema de fuerzas.



Fuente: MARGARITA CALSINA FLETA. Sistemas de Carga y Arranque. p., 54

En los motores de arranque se colocan el número de espiras necesarias para conseguir un movimiento suave y continuo ocupando las ranuras del rotor y uniendo el extremo de cada espira a una delga en el colector, desfasada un ángulo determinado.

Los extremos de la espira pueden unirse a unos semianillos, aislados entre sí, sobre los cuales rozan dos escobillas fijas a través de las cuales circula la corriente de la espira.

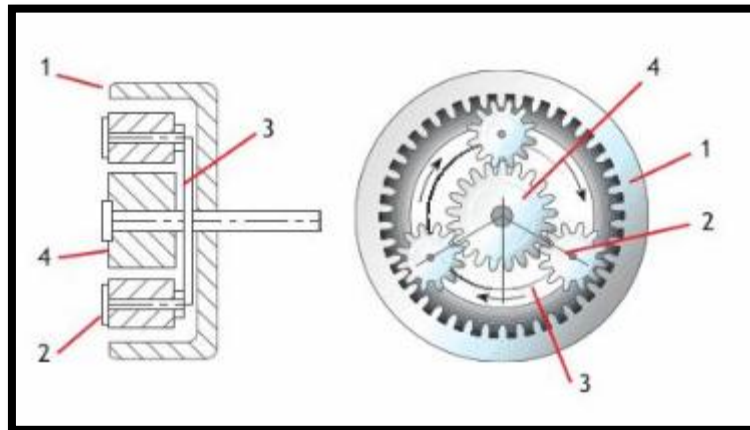
2.1.3 Tipos de motor de arranque. Hay distintos motores de arranque utilizados, los más utilizados son el motor de arranque por contactor y horquilla, motor de arranque por contactor, horquilla y reductora; y el motor de arranque por inercia o Bendix.

2.1.3.1 Motor de arranque por contactor y horquilla. El motor de arranque por contactor y horquilla es el que se ha estudiado con detalle a lo largo de esta unidad y es el utilizado en la actualidad en los turismos.

2.1.3.2 Motor de arranque por contactor, horquilla y reductora. Este tipo de motor de arranque es un caso particular del motor anteriormente mencionado, con la única diferencia de que incorpora una marcha reductora para disminuir sus revoluciones y así aumentar su par o fuerza de giro. Se utiliza en motores diésel de mediana y gran potencia.

La reductora (figura 15) se sitúa sobre el eje del inducido del motor eléctrico y está constituida por un tren de engranajes epicicloidales.

Figura 15. Tren de engranajes epicicloidales.



Fuente: MARGARITA CALSINA FLETA. Sistemas de Carga y Arranque. p., 55

El tren de engranajes epicicloidales está compuesto por un piñón central (4), una corona exterior con dientes en su interior (1), y un conjunto de piñones (satélites, 2) unidos entre sí por un portasatélites (3).

2.1.3.3 Motor de arranque por inercia o Bendix. Estos tipos de motores de arranque son mas usados en motocicletas por su gran sencillez y pequeño tamaño.

Figura 16 Motor de arranque por inercia o Bendix



Fuente: MARGARITA CALSINA FLETA. Sistemas de Carga y Arranque. p., 55

Este cuenta con un motor electrico de corriente continua con el inductor formado por imanes permanentes, una reductura que esta conformada por dos engranajes

(un piñón de 11 dientes a la salida del motor eléctrico y un engranaje de 60 dientes que va acoplado al conjunto piñón) y el conjunto piñón que lo forma un piñón de 14 dientes, en cuyo interior se ha practicado un filete de rosca igual al del eje.

2.1.4 Pruebas que se le realizan al motor de arranque en la actualidad. La prueba expuesta en este subcapítulo corresponde a un antecedente llevado a cabo por un fabricante de motores de arranque. Es importante resaltar el uso del volante de inercia como mecanismo que simula la fuerza real que debe vencer el motor de arranque dentro del motor de un vehículo y que es posible implementarlo en pruebas de una marca específica de motores de arranque pero no en todas las existentes. A pesar de que las pruebas descritas en este apartado no se van a realizar en su totalidad en el desarrollo del proyecto debido a la variación en cuanto a los volantes de inercia para cada marca de motor de arranque; si es de interés el tema de las mediciones eléctricas de corriente y voltaje, tomando valores de comparación que serán llevados al manual de operaciones del banco que se diseñara en este proyecto. La prueba estudiada en forma de antecedente consiste en:

Antes de montar el motor de arranque sobre el banco de pruebas se debe seguir los siguientes pasos: elección y cambio de corona en el banco de pruebas, fijación del motor de arranque sobre el banco eléctrico y, finalmente, realización de las conexiones eléctricas entre el motor de arranque y el banco de pruebas.

2.1.4.1 Elección y cambio de corona. El banco de pruebas debe hacer las funciones de resistencia al giro equivalentes a las que hace el motor de combustión al momento de que el motor de arranque lo pone en funcionamiento.

Las características que vienen marcadas las diferentes coronas son: Z (número de dientes) y M (módulo y característica relacionada con la forma de los mismos). Teniendo en cuenta esto, se decide que no se harán pruebas con coronas debido a que existen gran cantidad de motores de arranque en el mercado.

2.1.4.2 Elección de la corona. Para escoger la corona del respectivo piñón del motor de arranque hay que tener en cuenta que el módulo tiene que coincidir entre los dos. Para el módulo de la corona debe facilitarlo el fabricante del motor de arranque.

En caso de que el módulo del piñón del motor de arranque no sea suministrado por el fabricante del mismo, se puede hacer una aproximación usando la siguiente ecuación:

$$M = \frac{\text{Diámetro del piñón}}{\text{Número de dientes del piñón}}$$

Se escoge la corona cuyo modulo tenga el valor inmediatamente inferior obtenido en la anterior operación.

2.1.4.3 Cambio de la corona. El cambio de la corona se debe realizar usando dos tornillos de cabeza Allen situados en la parte delantera del tambor.

2.1.4.4 Fijacion del motor de arranque. Existen varias formas de sujetar el motor de arranque al banco de pruebas, para que su aseguramiento al banco sea seguro y optimo para cada una de las pruebas a realizar se debe cumplir:

- La distancia entre la superficie del piñon y la de la corona debe oscilar entre 3 y 5 mm.
- La distancia entre el pie del diente de la corona y la cabeza del piñon debe oscilar entre 0,2 y 0,5 mm.

2.1.4.5 Pruebas del motor de arranque con desplazamiento por contactor y horquilla. Las pruebas que se desarrollarán en el banco de pruebas eléctrico serán: prueba del motor en vacío, medida del par de arranque y trazado de las curvas características.

Prueba del motor en vacío. La prueba en vacío se realiza sin carga exterior, es decir, sin ninguna resistencia que frene su giro. Para ello, se debe retirar la corona, evitando así que se realice el engrane al avanzar el piñón.

A continuación, se pondrá en funcionamiento el banco eléctrico y se efectuará la lectura del régimen de giro (rpm) y de la intensidad que lo alimenta. Ambos valores deberán estar comprendidos dentro de los valores que marca el fabricante. Esta comprobación se debe realizar con rapidez, ya que, al girar el motor eléctrico en vacío, los conductores del rotor podrían salir despedidos por la fuerza centrífuga.

Medida del par de arranque. Para realizar esta comprobación, se debe impedir el giro de la corona mediante el pedal de freno del banco eléctrico. En estas condiciones, se conecta el motor de arranque.

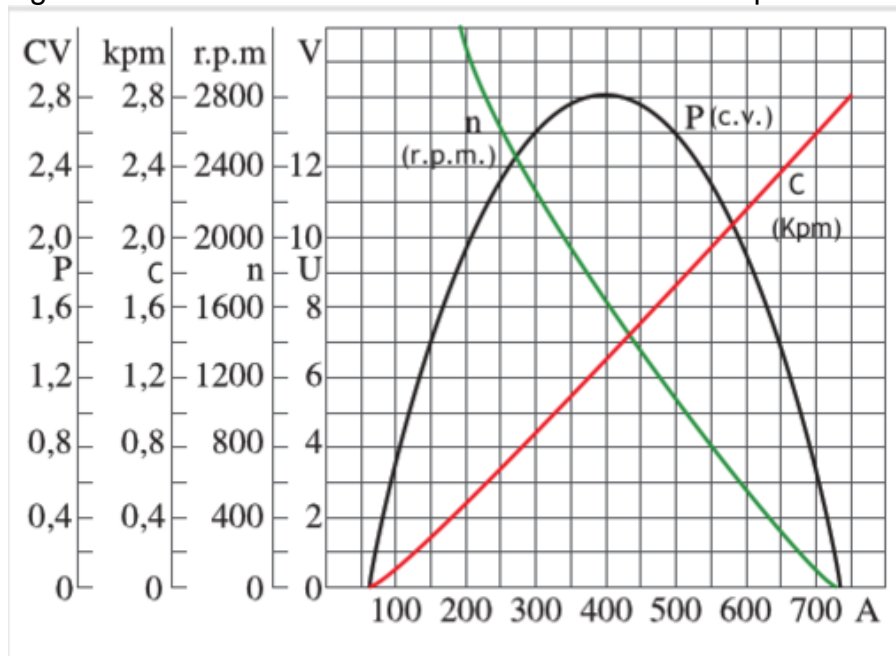
Seguidamente, se leen los valores de la intensidad y el par que indica el banco. El inducido del motor eléctrico no deberá girar al quedar bloqueado por el mecanismo de rueda libre. Esta prueba deberá ser rápida (alrededor de 4 segundos) para evitar que el motor eléctrico se caliente excesivamente.

Trazado de curvas características. Se hace a través de una práctica donde situaremos el motor de arranque en vacío y trazaremos unas curvas, de acuerdo a eso y basandonos en la practica desarrollada por los autores del libro de Sistemas de carga y arranque:

Inmediatamente, se presiona ligeramente el freno y, cuando la intensidad marque 100 A, se realiza la lectura de las revoluciones y el par. Se repiten las lecturas a los 200 A, 300 A, 400 A, 500 A, 600 A y 700 A. Se irán anotando en una tabla los valores que van saliendo. Para el cálculo de la potencia, deberemos realizar la siguiente operación:

$$Potencia = \frac{rpm * 2}{60 * 75} * Par$$

Figura 17. Curvas características del motor de arranque.



Fuente: HAYNES. Manual de electricidad automotriz. p., 35

A continuación, se pasan los valores obtenidos a una gráfica y se obtendrán las curvas características de los distintos motores de arranque, que siempre deberán coincidir con las que suministra el fabricante. (r.p.m.) C 7.39.

2.2 ALTERNADOR

En el automóvil, el alternador constituye la fuente del circuito de carga, ya que se encarga de crear la electricidad necesaria para suministrarla a los distintos servicios y cargar la batería.

Figura 18. Alternador.



Fuente: MARGARITA CALSINA FLETA.
Sistemas de Carga y Arranque. p., 72

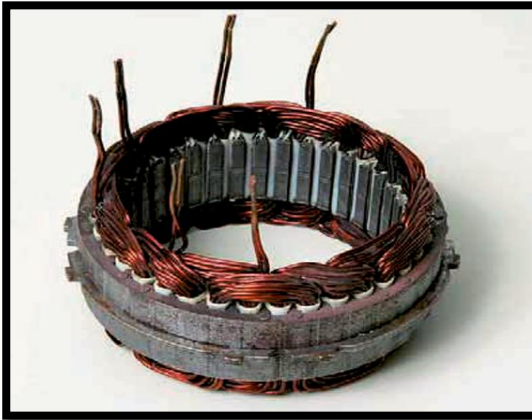
Para generar dicha electricidad es necesario un campo magnético, un conductor que esté bajo la influencia del campo magnético y un movimiento relativo entre ambos, generalmente un giro.

2.2.1 Partes del alternador. A diferencia de la dinamo, en el alternador las bobinas inducidas ocupan la parte exterior del alternador, constituyendo así el estator (parte estática o quieta), mientras que en la parte central nos encontramos con las bobinas inductoras o rotor (parte rotativa o que gira).

2.2.1.1 Bobinas inducidas. Son el conjunto de espiras que se encuentran afectadas por un campo magnético variable, en las cuales se genera por tanto electricidad. En los alternadores de los automóviles, el conjunto inducido lo componen tres bobinas, llamadas también fases, por lo que recibe el nombre de alternador trifásico.

Cada una de estas bobinas están compuestas por hilo de cobre recubierto por una capa de barniz aislante y transparente que forma un conjunto de espiras en forma de corona circular.

Figura 19. Bobinas inducidas de alternadores trifásicos.

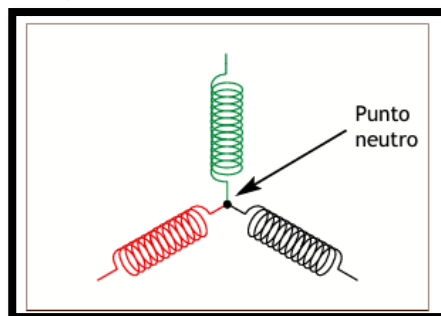


Fuente: MARGARITA CALSINA FLETA.
Sistemas de Carga y Arranque. p., 52

Los polos magnéticos creados en las bobinas inducidas cuando circula electricidad por ellas contrarrestan los polos magnéticos creados en la bobinas inductoras, quedando de este modo las bobinas inducidas bajo el efecto de un campo magnético de menor intensidad, lo que disminuye la tensión generada en el alternador y con ella la intensidad máxima de salida del mismo. Existen dos formas de hacer la conexión de extremos entre las tres bobinas:

- Conexión en estrella, las bobinas están conectadas en estrella cuando todas ellas tienen un extremo común. En este tipo de conexión, la electricidad puede salir al exterior desde el punto de unión común, denominado punto neutro, como también puede salir a través de los tres extremos libres de las bobinas.

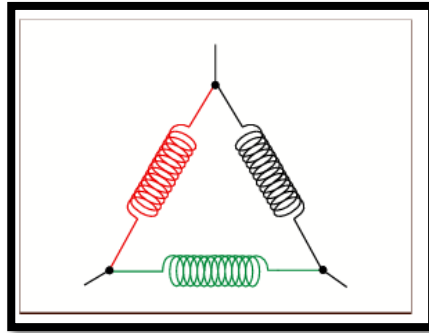
Figura 20. Conexión estrella.



Fuente: MARGARITA CALSINA FLETA.
Sistemas de Carga y Arranque. p., 211

- Conexión en triángulo, es cuando sus extremos están conectados dos a dos. En este tipo de conexión, la electricidad sale al exterior a través de los tres puntos de unión de las bobinas.

Figura 21. Conexión triángulo.



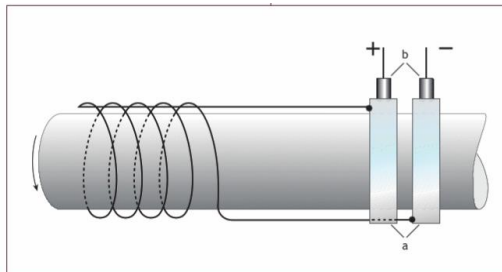
Fuente: MARGARITA CALSINA FLETA. Sistemas de Carga y Arranque. p., 211

Hoy en día se conectan hasta seis bobinas en vez de las tres tradicionales, debido a la alta demanda de energía existente en el vehículo.

2.2.1.2 Bobinas inductoras. En el alternador de automóviles, el campo magnético necesario para generar electricidad lo proporciona un electroimán, que son las denominadas bobinas inductoras. La intensidad que recorre las bobinas inductoras es conocida como corriente de excitación y en los esquemas eléctricos viene presentada por EXC. Estas bobinas están enrolladas alrededor del eje con el que giran.

En la figura 22 se puede ver que los extremos de las bobinas inductoras están a dos anillos (a) por donde les llega la electricidad gracias a unas escobillas (b). De esta forma, se consigue llevar la corriente sin que los conductores de las bobinas inductoras, que están en permanente giro, se líen y acaben rompiendo.

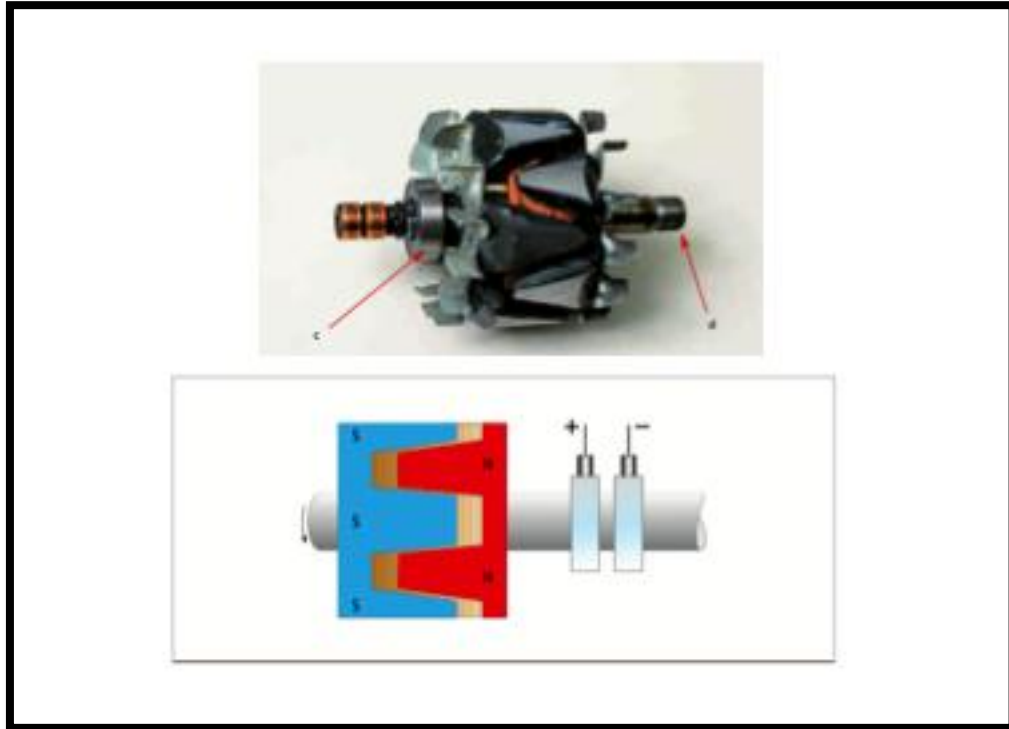
Figura 22. Anillos conectados a los extremos de las bobinas inductoras.



Fuente: MARGARITA CALSINA FLETA. Sistemas de Carga y Arranque. p., 207

Las bobinas inductoras son unos hilos conductores de cobre aislados entre sí por una capa de barniz transparente y se encuentran cubiertas por dos masas polares, una donde se concentran las líneas de fuerza del polo sur del campo magnético que se crea y la otra masa, donde se concentran las líneas de fuerza del polo norte.

Figura 23. Conjunto de bobinas inductoras BOSCH Y Bobinas inductoras con masas polares



Fuente: MARGARITA CALSINA FLETA. Sistemas de Carga y Arranque. p., 208

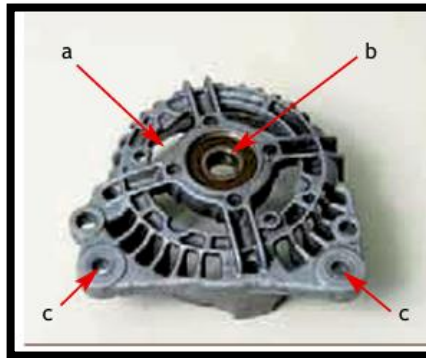
Sobre el eje de las bobinas inductoras también se encuentra un cojinete (c), que a través de este, el alternador se apoya en la tapa junto al grupo regulador y el portaescobillas. En el otro extremo hay una rosca (d) donde se fija a través de una tuerca a la polea.

2.2.1.3 Carcasa del alternador. La carcasa del alternador esta constituida por dos tapas, por una parte, la del lado de accionamiento, y por otra parte, la del lado del grupo regulador con el portaescobillas. Esta carcasa esta fabricada en fundición de aluminio y va provista de grandes orificios para facilitar el paso de aire como refrigeración.

Sobre esta carcasa se encuentran los anclajes que la sujetan al motor de combustión interna del vehículo.

- Tapa del lado de accionamiento. En este se encuentran grandes orificios (a) para su ventilación, los anclajes (c) para sujetar el alternador al motor, en la parte central esta el orificio previsto para el cojinete (b), donde se apoya el eje del conjunto inductor.

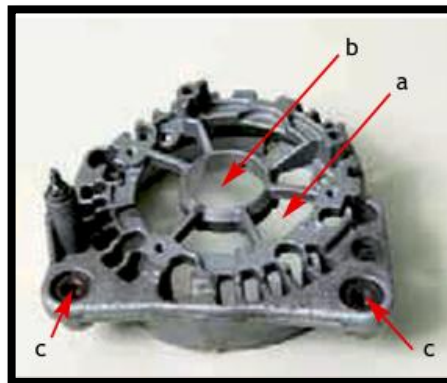
Figura 24. Tapa del lado de accionamiento.



Fuente: MARGARITA CALSINA FLETA. Sistemas de Carga y Arranque. p., 213

- Tapa del lado del grupo regulador y anillos. En esta tapa se encuentran los mismo orificios de ventilacion (a), los anclajes para sujetar el alternador al motor de combustion (c) y el orificio donde se apoya el eje del conjunto inductor con su cojinete (b).

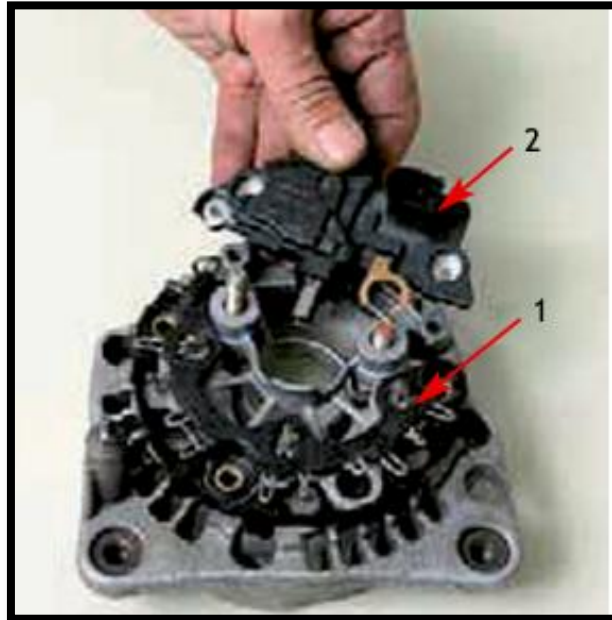
Figura 25. Tapa del lado del grupo regulador y anillos.



Fuente: MARGARITA CALSINA FLETA. Sistemas de Carga y Arranque. p., 213

La parte exterior de esta tapa sirve también de alojamiento para la placa de diodos (1) y al conjunto regulador y portaescobillas (2).

Figura 26. Tapa con placa de diodos y grupo regulador con portaescobillas.



Fuente: MARGARITA CALSINA FLETA. Sistemas de Carga y Arranque. p., 213

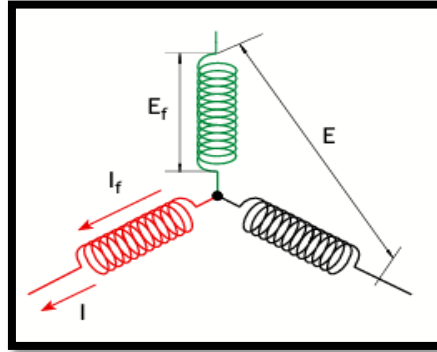
2.2.2 Principio de funcionamiento del alternador. El principio de funcionamiento del alternador se basa en que, al girar el conductor en el interior del campo magnético, corta sus líneas de fuerza y se genera electricidad en el conductor. Este giro, estando en el automóvil, es recibido por el alternador del motor de combustión a través de una correa. Dicha correa hace girar una polea situada sobre el mismo eje del rotor.

En modelos antiguos, la misma correa que se usaba para impulsar el alternador servía para hacer funcionar la bomba de agua para la refrigeración, hoy en día para impulsar el compresor de aire acondicionado, es así, que la correa no solo mueve el alternador sino también otros sistemas.

2.2.3 Características eléctricas del alternador. En este apartado se estudiará el comportamiento de la f.e.m., la intensidad máxima y la potencia que es capaz de desarrollar el alternador dependiendo de si sus bobinas inducidas están conectadas en estrella o en triángulo.

2.2.3.1 Conexión en estrella. En la figura 27 se representa el valor de la f.e.m. de cada fase como E_f y la f.e.m. de salida del alternador como E . De la misma manera, I_f será la intensidad que puede circular por una fase e I la intensidad de salida del alternador.

Figura 27. Conexión en estrella



Fuente: MARGARITA CALSINA
FLETA. Sistemas de Carga y
Arranque. p., 215

La relación exacta que hay entre la f.e.m. de salida del alternador (E) y la f.e.m. de cada fase (E_f) es:

$$E = \sqrt{3}E_f$$

La intensidad de salida del alternador (I) es igual a la intensidad que pasa por cada fase (I_f) debido a que entre la fase y la salida no hay conexiones por donde puedan entrar o salir amperios:

$$I = I_f$$

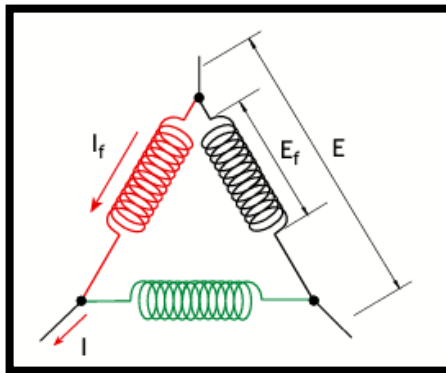
Por último, la potencia que es capaz de desarrollar el alternador viene dada por:

$$P = V * I = E * I = \sqrt{3}E_f * I_f$$

2.2.3.2 Conexión en triángulo. La f.e.m. de salida del alternador (E) es igual a la f.e.m. de cada fase (E_f):

$$3. E = E_f$$

Figura 28. Conexión en triángulo.



Fuente: MARGARITA CALSINA
FLETA. Sistemas de Carga y
Arranque. p., 215

Ya que en cada salida del alternador hay dos bobinas conectadas, la intensidad de salida del alternador (I) y la intensidad que circula por una fase (I_f) viene dada por:

$$I = \sqrt{3}I_f$$

Por último, la potencia que el alternador es capaz de desarrollar viene dado por:

$$P = V * I = E * I = E * \sqrt{3}I_f$$

Ya comparando los resultados, se puede apreciar que, partiendo de las mismas bobinas, la f.e.m. obtenida es mayor si se conecta en estrella que en triángulo.

3.1.1 El Regulador. Debido a que el giro del motor de combustión, que es el que le da el giro al alternador, no es constante y por lo tanto tampoco lo es la f.e.m., el alternador siempre tiene que ir acompañado del regulador, ya que es el encargado de mantener constante la tensión generada para que pueda ser empleada en el automóvil.

Si se llegase a utilizar la tensión tal cual como sale del alternador, esta podría hacer que los consumos no funcionen debido a que no es la tensión necesaria establecida por el fabricante incluso, podría llegar a quemar los insumos debido a que la tensión sobrepasa los límites establecidos por el fabricante.

Para mantener la tensión del alternador dentro de los márgenes establecidos por el fabricante, el regulador solo podrá actuar sobre el campo magnético, puesto que, una vez construido el alternador, no se puede actuar sobre el número de espiras de las bobinas inducidas ni de las bobinas inductoras. Esto lo hace modificando la intensidad que circula por las bobinas inductoras, ya sea disminuyendo o anulándola.

3.1.1.1 Tipos de reguladores. A lo largo del tiempo, los reguladores de alternador han ido variando de forma y componentes. Los primeros reguladores estaban formados por una o dos bobinas que accionaban interruptores mecánicos.

La regulación de la tensión se obtenía actuando sobre un tornillo, el cual actuaba directamente sobre la presión del muelle que mantenía errados los contactos.

Regulador electromagnético de dos bobinas. Cuando el regulador disponía de dos bobinas, una de ellas era el regulador de tensión y la otra actuaba de disyuntor anulando la tensión inversa a que estaban sometidos los diodos cuando el alternador no estaba generando electricidad.

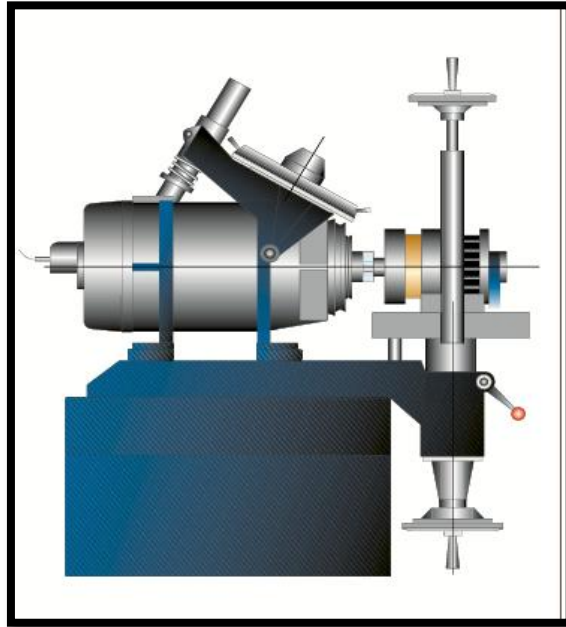
Regulador transistorizado. Con este tipo de regulador se cambiaron todos los contactos por componentes electrónicos.

3.1.2 Pruebas que se le realizan al alternador en la actualidad. La prueba expuesta en este subcapítulo corresponde a un antecedente llevado a cabo por un fabricante de alternadores. A pesar de que las pruebas descritas en este apartado no se van a realizar en su totalidad en el desarrollo del proyecto debido a la variación en cuanto a los reguladores para cada marca de alternadores; si es de interés el tema de las mediciones eléctricas de corriente y voltaje, tomando valores de comparación que serán llevados al manual de operaciones del banco que se diseñará en este proyecto. La prueba estudiada en forma de antecedente consiste en:

En el banco de pruebas se sabrá si existen irregularidades en el funcionamiento del alternador y su regulador, por lo tanto las pruebas que se harán en dicho banco son: prueba de funcionamiento del regulador y unas pruebas de carga y máxima potencia.

3.1.2.1 Prueba de funcionamiento del regulador. Se conectará el alternador con su regulador incorporado como se muestra en la figura 29.

Figura 29. Alternador conectado a un banco de pruebas.



Fuente: MARGARITA CALSINA FLETA.
Sistemas de Carga y Arranque. p., 215

Se tiene que poner en funcionamiento el motor eléctrico del banco para hacer girar lentamente el conjunto hasta que el alternador genere 14 V, momento en el que deberá proporcionar intensidad de carga y, por tanto, se apaga la lámpara de control.

Se seguirá aumentando la velocidad hasta alcanzar 4000 rpm y se fijará, gracias a las resistencias del banco y a su manivela 8, la corriente de carga a 5 A, comprobando que la tensión de regulación se mantiene constante.

En el dado caso de que no se mantenga constante la tensión, se debe pasar a sustituir el regulador, ya que este no admite ni regulación ni reparación.

3.1.2.2 Prueba de carga y máxima potencia. Para realizar esta comprobación, se hace girar el alternador en primer lugar a 2500 rpm, regulando la tensión en bornes con las resistencias 9 del banco a 14 V. En estas condiciones, deberá dar el valor de la intensidad que figura en las fichas características del alternador facilitadas por el fabricante y que pueden oscilar entre 10 A y 30 A.

Posteriormente, se hace girar el alternador a 5000 rpm, regulando tensión en bornes con las resistencias 9 del banco a 14 V. En estas condiciones, debe dar el valor de la intensidad que figura en las fichas características del alternador

facilitadas por el fabricante, que son del orden de entre 5 A y 15 A, y en caso de que los valores no estén acordes a los valores del fabricante, se pasara a desmontar el alternador y comprobar parte por parte.

3.2 COMPRESORES DE AIRE ACONDICIONADO

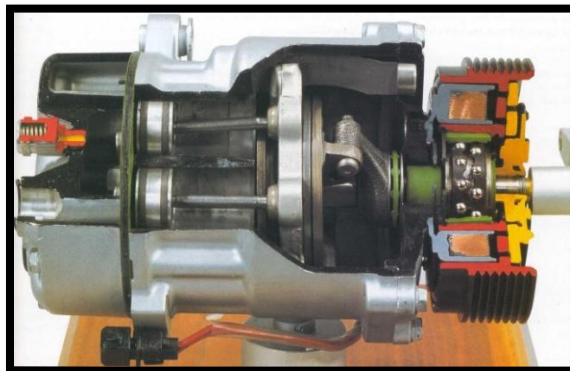
El compresor es el corazón del sistema de aire acondicionado de un automóvil, ya que hace circular el refrigerante que es vital para un funcionamiento correcto. Es una máquina de precisión, con tolerancias internas críticas que son tan precisas como las de cualquier motor de carrera.

El compresor es una máquina que transforma la energía mecánica suministrada por el motor del vehículo, de forma que aspira el fluido refrigerante, procedente del evaporador y bajo la forma de vapor a baja presión y temperatura, para después impulsarlo hacia el condensador, en forma de vapor a alta presión y temperatura. El fluido sufre pues un incremento de presión y temperatura en el compresor.

Los compresores varían considerablemente en su diseño, pero todos cumplen las mismas dos funciones: bombeo de refrigerante a través del sistema aumentando su presión y temperatura para que se condense y libere calor. Los siguientes párrafos darán una breve idea de cómo funcionan los dos tipos básicos de compresores. Dado que no se dará cobertura a la reconstrucción del compresor, este conocimiento rudimentario debe ser suficiente.

Para la climatización del automóvil se utilizan compresores de tipo volumétrico, como el que se puede ver en la figura siguiente:

Figura 30. Compresor de tipo volumétrico



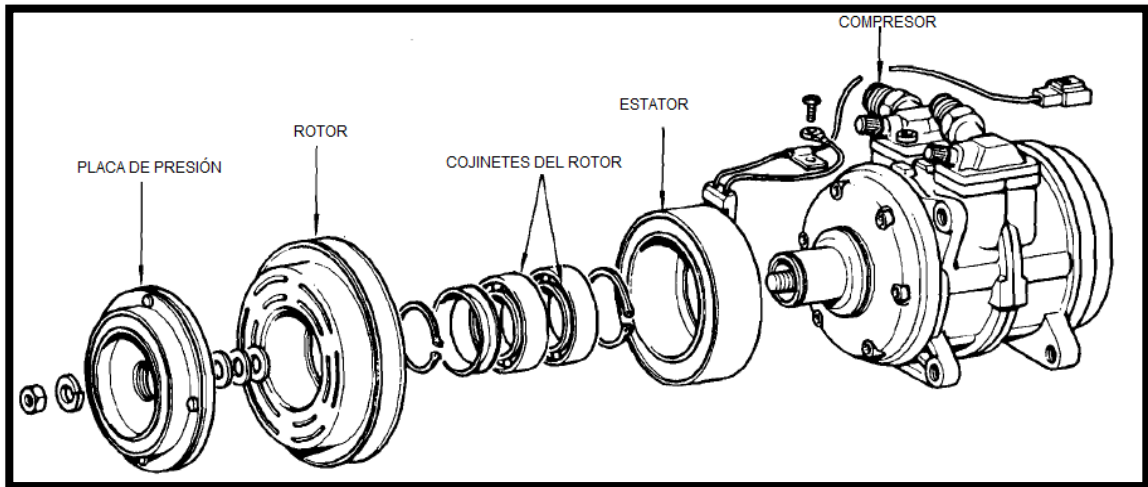
Fuente: HAYNES. Manual de Sistemas de Calefacción y Aire Acondicionado. p., 24

3.2.1 Partes del compresor Embrague del compresor. Todos los compresores de aire acondicionado para automóviles son accionados por una correa desde el cigüeñal del motor. El embrague electromagnético (figura 31) desacopla el compresor de la correa cuando el funcionamiento del compresor es innecesario o no deseado.

El embrague es acoplado o desacoplado tanto por el panel de control en el tablero como por las demandas reales del sistema. En algunos sistemas, el embrague constantemente "cicla" el funcionamiento del compresor. En otros, el compresor funciona continuamente mientras el sistema se enciende. Los compresores más viejos tenían un diseño del embrague de "bobina rotatoria".

La bobina magnética que engancha o desacopla el compresor está montada dentro de la polea y gira con ella. Las conexiones eléctricas para el funcionamiento del embrague en el conjunto de cepillo estacionario y anillos deslizantes giratorios, hacen parte de la bobina de campo. El diseño de bobina fija se emplea en todos los compresores de aire acondicionado contemporáneos. En este tipo, la bobina magnética está montada en el extremo del compresor y las conexiones eléctricas se hacen directamente a los cables de la bobina.

Figura 31. Despiece embrague electromagnético de un Compresor volumétrico



Fuente: HAYNES. Manual de Sistemas de Calefacción y Aire Acondicionado. p., 21

Figura 32. Partes de un compresor



Fuente: Denso auto partes. En línea. <http://densoautoparts.com/es>.
02 enero 2016

1. Pistones
2. cojinetes de empuje
3. Válvula, eje y placas oscilantes
4. Aceite
5. Puntas tóricas y sellos
6. Anillos elásticos

3.2.2 Tipos de compresores y su funcionamiento. Básicamente, todos los compresores caen en una de dos categorías: de tipo pistón y de tipo paletas rotativas. Como su nombre lo indica, los compresores de tipo pistón tienen uno o más (hasta diez) pistones dispuestos en una configuración en línea, axial, radial o v. Los compresores rotativos no tienen pistones.

Los compresores se subdividen en base al modo en el que comprimen el gas refrigerante, distinguiéndose dos tipos principales, los compresores volumétricos y los turbocompresores (axiales y centrífugos).

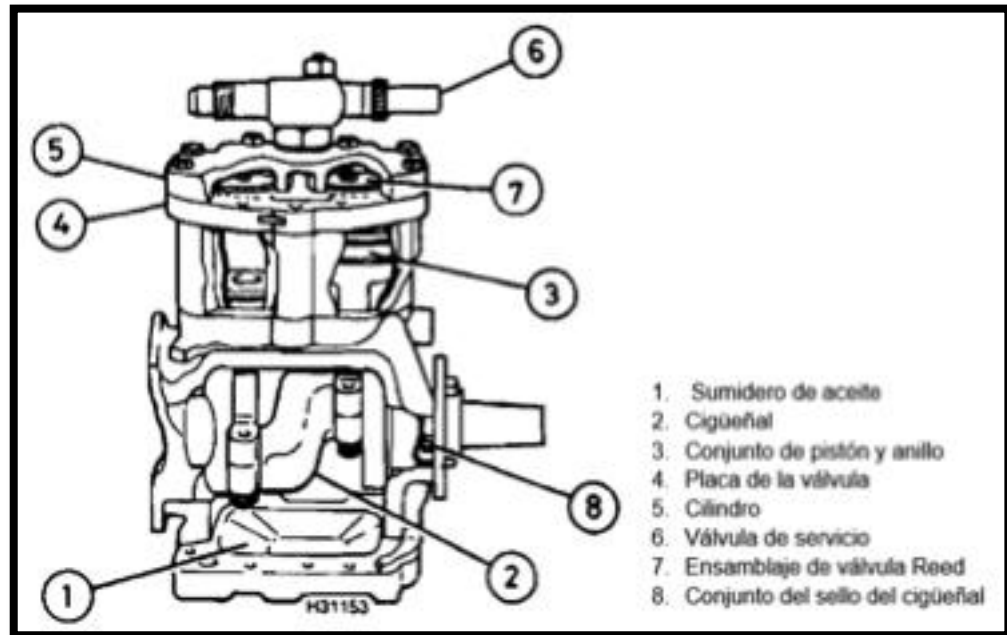
Como se ha indicado anteriormente, en climatización del automóvil se utilizan los compresores volumétricos, que se clasifican en:

- Compresores de pistones, Alternativos o reciprocantes: se encuentran actualmente en el mercado de pistones con sistema biela-manivela y de pistones tipo revólver.
- Rotativos: o también conocidos como compresores de paletas.
- Pseudo Rotativos: De espirales (scroll).

El compresor es la bomba que hace circular el refrigerante a través del sistema. El lado de succión del compresor tira de refrigerante en una forma de baja presión y baja temperatura. A continuación, el refrigerante es bombeado a través del compresor hasta el lado de descarga o salida donde se comprime, elevando su temperatura. Ahora está listo una vez más para condensar y liberar calor. El vapor refrigerante presurizado y calentado es forzado a salir del compresor, a través de la línea de alta presión, al condensador.

- Los compresores de tipo pistón (figura 33) pasan por una carrera de admisión y una carrera de compresión para cada cilindro. En la carrera de admisión, el refrigerante desde el lado inferior (lado del evaporador) del sistema se introduce en el compresor. La entrada de refrigerante ocurre a través de válvulas de láminas. Estas válvulas unidireccionales controlan el flujo de vapores de refrigerante dentro del cilindro.

Figura 33. Vista en corte de un compresor tipo pistón de dos cilindros

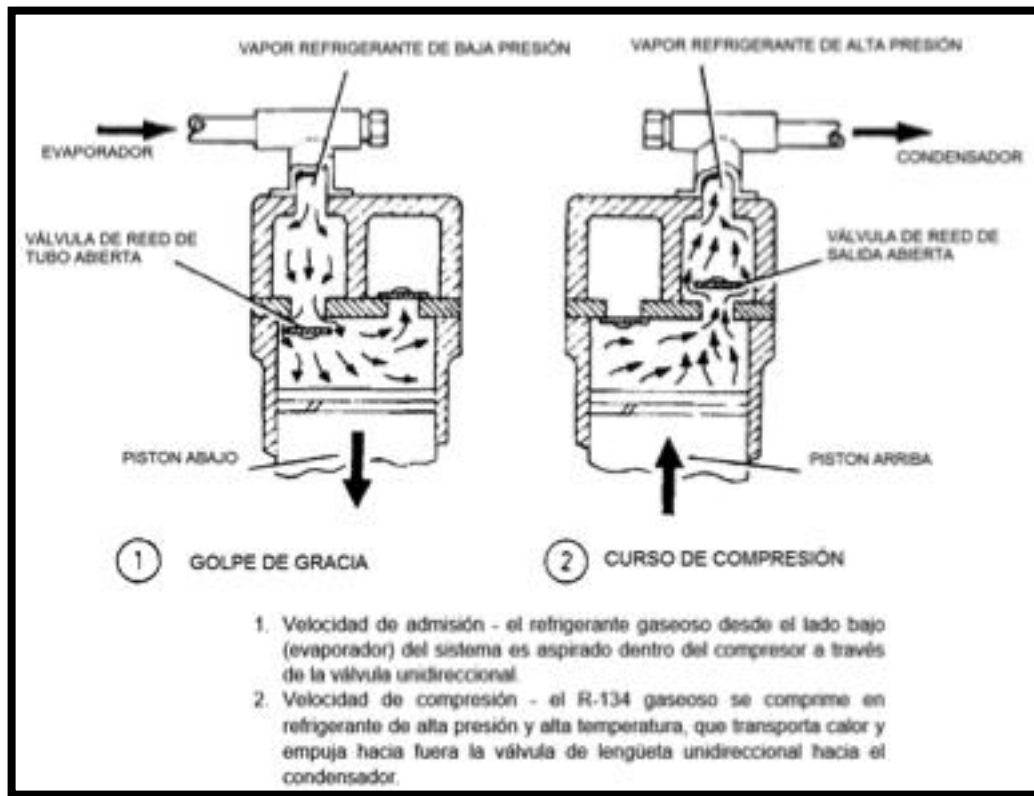


Fuente: HAYNES. Manual de Sistemas de Calefacción y Aire Acondicionado. p., 25

Durante la carrera de compresión, el refrigerante gaseoso se comprime. Esto aumenta tanto la presión como la temperatura del refrigerante que lleva calor. Las válvulas laterales de láminas de salida (descarga) se abren para permitir que el refrigerante se mueva dentro del condensador. Las válvulas de red de salida pueden considerarse el comienzo del lado alto del sistema.

Los compresores de pistón más comunes tienen pistones múltiples (figura 34), accionados por una "placa de pulverización" unida al eje del compresor. A medida que el eje gira, la placa aplastadora mueve los pistones para comprimir el refrigerante. Muchos compresores utilizan varios conjuntos de pistones gemelos, opuestos horizontalmente.

Figura 34. Diagrama de operación del compresor



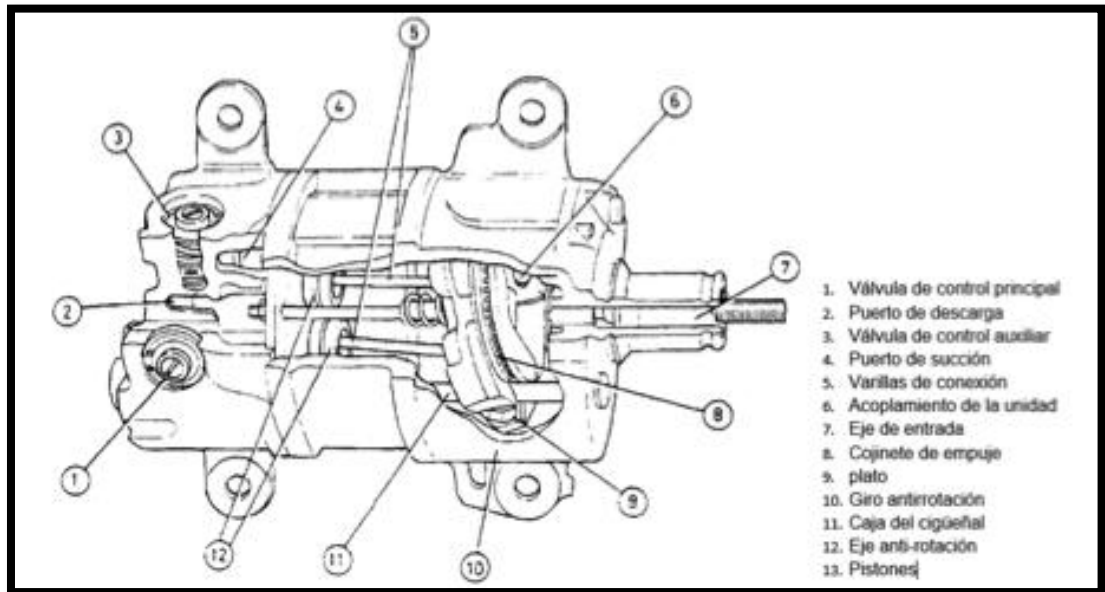
Fuente: HAYNES. Manual de Sistemas de Calefacción y Aire Acondicionado. p., 25

Compresores de pistón de desplazamiento variable. En la mayoría de vehículos modernos se utilizan compresores de pistón de desplazamiento variable (figura 35).

Los compresores de desplazamiento variable funcionan constantemente cuando el sistema de aire acondicionado está conectado y el flujo de refrigerante es controlado cambiando efectivamente el desplazamiento del compresor para adaptarse a las condiciones de funcionamiento predominantes.

Este tipo de compresor utiliza una placa de chapa de ángulo variable para accionar los pistones. El ángulo de la placa de pulverización se controla generalmente a través de una válvula de control, montada en el compresor, que permite que varias cantidades de refrigerante de alta presión entren en el cárter del compresor. La válvula de control detecta la presión de succión en el lado inferior del compresor, que varía de acuerdo con la temperatura del evaporador y la velocidad del compresor.

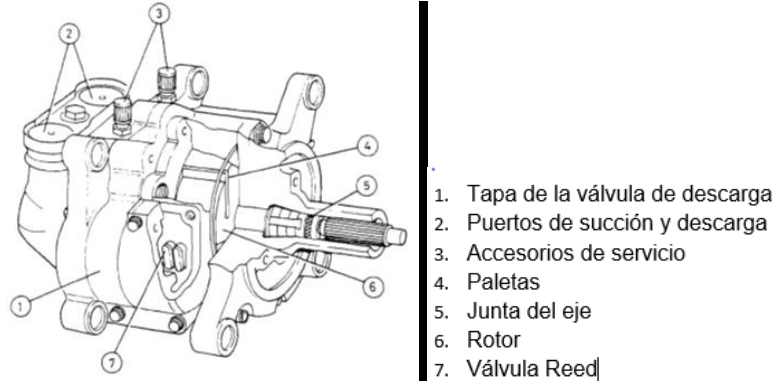
Figura 35. Compresores de pistón de desplazamiento variable



Fuente: HAYNES. Manual de Sistemas de Calefacción y Aire Acondicionado. p., 27

Los compresores de paletas rotativas consisten en un rotor con varias paletas y una carcasa de forma precisa (figura 35). A medida que gira el eje del compresor, las paletas y el alojamiento forman cámaras. El refrigerante es atraído a través de la entrada de succión hacia las cámaras, que se hacen más pequeñas a medida que el rotor gira. El puerto de descarga está situado en el punto donde el gas está completamente comprimido.

Figura 36. Compresor de Paletas Rotativas

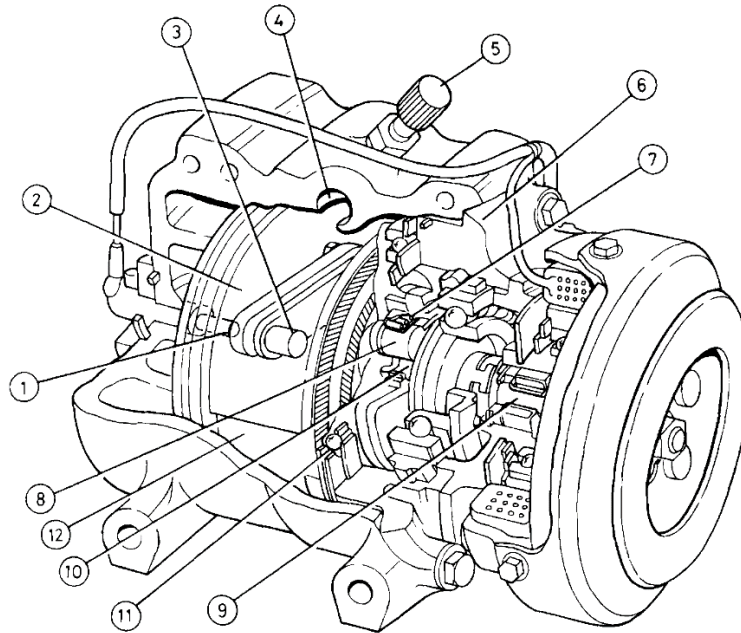


Fuente: HAYNES. Manual de Sistemas de Calefacción y Aire Acondicionado. p., 27

El compresor de tipo de paletas no emplea anillos de sellado. Las aletas están selladas contra la carcasa mediante la fuerza centrífuga y el aceite lubricante. El cárter de aceite está situado en el lado de descarga, por lo que la presión alta tiende a forzarlo alrededor de las paletas en el lado de baja presión. Esta acción asegura la lubricación continua. Debido a que depende de un suministro constante de aceite, el compresor de tipo de paletas es susceptible de sufrir daños si se pierde la carga del sistema. Por lo general, se emplea algún tipo de dispositivo de protección para desenganchar el embrague si la presión del sistema cae demasiado bajo.

- Los compresores de tipo Scroll (figura 36) tienen dos pergaminos metálicos, uno fijo y otro móvil, que proporcionan un movimiento excéntrico. A medida que el eje del compresor gira, un casquillo excéntrico en el eje acciona el rollo móvil, y el refrigerante es forzado contra el rollo fijo y hacia su centro. El movimiento crea un aumento en la presión hacia el centro del rollo.

Figura 37. Compresor Scroll

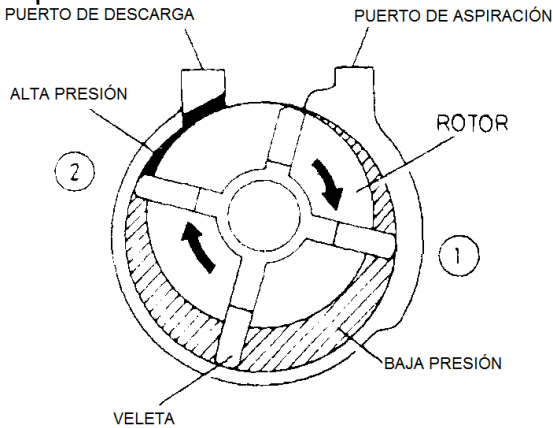


1. Sensor de temperatura del refrigerante
2. Desplazamiento móvil
3. Puerto de entrega
4. Puerto de admisión
5. Válvula de servicio de baja presión
6. Placa frontal
7. Rodamiento de agujas
8. Perno pin
9. Cigüeñal
10. Casquillo excéntrico
11. Acoplamiento de bola
12. Desplazamiento fijo

Fuente: HAYNES. Manual de Sistemas de Calefacción y Aire Acondicionado. p., 28

El vapor refrigerante se mueve en un patrón circular, y su presión aumenta a medida que se mueve hacia el centro del rollo. El refrigerante de alta presión se libera a través de un puerto de suministro situado en el centro de la espiral (figura 37). Los compresores de tipo scroll ofrecen una carrera de compresión efectiva más larga y un arranque más suave que otros diseños de compresores y producen menos vibración.

Figura 38 Diagrama de operación de compresor scroll



1 Entrada - A medida que una cámara de baja presión barre por el orificio de succión, el refrigerante gaseoso desde el lado bajo (evaporador) del sistema se extrae a través de una válvula de láminas unidireccional.

2 Escape - Al girar el rotor, la cámara disminuye de tamaño, comprimiendo el refrigerante. A medida que la cámara barre por el orificio de descarga, el refrigerante presurizado es expulsado a través de la válvula de láminas unidireccional y las cabezas del condensador.

Fuente: HAYNES. Manual de Sistemas de Calefacción y Aire Acondicionado. p., 28

3.2.3 Función del refrigerante. Se debe notar que los compresores NO PUEDEN bombear refrigerante líquido (un líquido no puede ser comprimido). Están diseñados para funcionar con el refrigerante VAPOR. Si el refrigerante líquido entra en el compresor, puede dañar las válvulas de láminas. Además, también puede dañar los pistones. Es por eso que cada sistema está equipado con un acumulador o un receptor-secador (ambos cubiertos posteriormente) para absorber el exceso de humedad y proteger el compresor.

Como el compresor se encuentra fijado directamente sobre el bloque motor, y es accionado normalmente por la correa que mueve la bomba de líquido de refrigeración y el alternador; es fundamental que el montaje se haga de forma correcta ya que si se rompiera el soporte, debido a la situación del compresor, las consecuencias podrían ser muy graves.

El compresor es la línea divisoria que separa los lados de alta y baja presión del sistema. Dentro del evaporador el R-134a absorbe una gran cantidad de calor. Este hierve y sale en forma de vapor. Aunque la manguera de succión se sienta fría, la temperatura del refrigerante es mucho más alta que la correspondiente a su punto de ebullición, o sea -29.8°C (-21.6°F).

El refrigerante penetra al compresor donde será comprimido a un volumen cada vez más pequeño. A medida que esto ocurre, las moléculas del refrigerante son apretadas unas contra otras, haciendo que se eleve la temperatura. Algo parecido

a lo que ocurre con una bomba de aire que se calienta cuando se inflan las llantas de una bicicleta.

Cuando aumentan la presión y la temperatura, aumenta también el punto de ebullición. A continuación, el refrigerante pasa al condensador. La función del compresor es elevar la presión, temperatura y punto de ebullición del refrigerante, por encima de los del aire circundante

3.2.4 Controles del compresor. Los compresores utilizados en los modernos sistemas de aire acondicionado de vehículos están diseñados para funcionar constantemente, cada vez que el sistema está encendido, o para encender y apagar según sea necesario para mantener la temperatura deseada dentro del vehículo. La mayoría de los sistemas modernos de funcionamiento constante utilizan un compresor de desplazamiento variable porque el flujo de refrigerante puede controlarse sin encender y apagar el compresor.

Tenga en cuenta que los compresores de funcionamiento continuo siguen utilizando un embrague compresor para permitir que el compresor se desenganche cuando el sistema de aire acondicionado se apaga y cuando sea necesario por razones de seguridad (baja o excesiva presión del sistema, por ejemplo).

El compresor se puede encender y apagar controlando la fuente de alimentación a la bobina del embrague del compresor. El apagado y encendido del compresor puede utilizarse para evitar presiones de funcionamiento del sistema excesivamente altas o bajas, respectivamente, para evitar que el sistema sobrecargue el interior del vehículo y para proteger al propio compresor de daños causados por condiciones de funcionamiento extremas.

Los controles de compresor más utilizados son:

- Interruptor de corte de baja presión
- Interruptor de corte de alta presión
- Interruptor trinario
- Interruptor de temperatura ambiente
- Interruptor de detección de presión (de ciclo)
- Interruptor térmico del fusible / sobrecalentamiento
- Interruptor termostático
- Válvula de control de presión del cárter del compresor (Compresores de desplazamiento variable).

Pueden usarse otros controles de compresor, particularmente en vehículos modernos con sistemas de gestión de motores, en los que el embrague del compresor es a menudo controlado por la unidad de control electrónico del sistema de gestión del motor (ECU) o el módulo de control del tren motriz (PCM).

2.3.5 identificación del refrigerante R-134a. Los sistemas que usan R-134a son similares en apariencia y función al sistema usando R-12. A pesar de que utilizan compresores, condensadores y evaporadores físicamente más grandes, más pesados, condensadores y evaporadores, embrague de ciclos, tubos de orificios, interruptores de presión, secadores de recepción, etc., son prácticamente idénticos a las piezas utilizadas en los sistemas R-12. ¡Pero no son intercambiables! Instalar un componente diseñado para un sistema R-12 en un sistema construido para usar R-134 a - o viceversa - puede causar fallas de componentes y podría dañar el sistema.

Si está trabajando en un vehículo de 1992 o más reciente, siempre determine si se usa R-12 o R-134a antes de darle servicio o solucionarlo. ¿Cómo sabes si el sistema de tu vehículo usa R-12 o R-134a? Busque etiquetas especiales de identificación o etiquetas en los componentes principales. Por ejemplo, algunos modelos 1992 y posteriores de Ford Taurus con un motor 3.0L utilizan un sistema R-134a. Ford distingue estos modelos con una etiqueta amarilla especial que dice "R-134a NO-CFC" en ella. Estos modelos también tienen un compresor de color dorado, y anillos teóricos de color verde se utilizan en todo el sistema.

Otros fabricantes utilizan medios similares para identificar los sistemas R-134a. ¿Qué más debe buscar? Los accesorios de servicio de lado alto y de lado bajo en un sistema R-134a son completamente diferentes de los usados en un sistema R-12. En un sistema R-12, el accesorio de servicio de lado alto es un 3/8-inch 24 para atornillar acopladores; El accesorio de lado bajo es un 7/16-pulgadas 20 (también conocido como una llamada de 1 1/4 pulgadas).

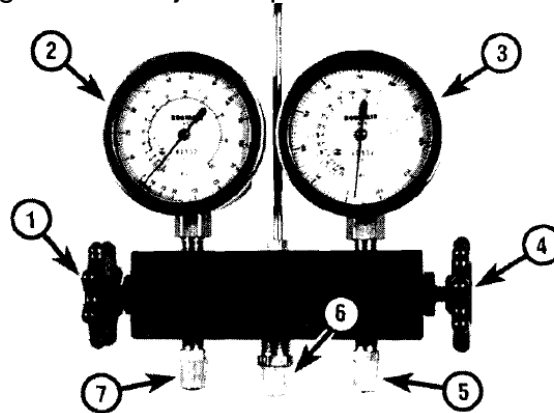
En un sistema R-134a, los accesorios de servicio de lado alto y de lado bajo son accesorios especiales de Acme de 1M-pulgada sin roscas externas. Tienen hilos internos, pero son para los casquillos especialmente diseñados para los sistemas R-134a; La válvula de servicio de lado bajo utiliza un acoplador de servicio especial de liberación rápida que también es exclusivo de los sistemas R-134a. Y los núcleos de la válvula en ambos accesorios son también únicos a los sistemas de R-134a. En otras palabras, no hay posibilidad de confundir estos accesorios con los usados en sistemas R-12 anteriores.

En 1991, Saab introdujo un modelo 1992 como el primer vehículo a utilizar un sistema de aire acondicionado diseñado para R-134a. En 1992, Chrysler, Ford, GM, Infiniti, Mercedes, Nissan, Saab y Volvo debutaron modelos usando R-134a. En 1993, la mayoría de los vehículos implementaron los sistemas con refrigerante R-134a.

2.3.6 Pruebas de funcionamiento. EL Juego de manómetros (Medidores de prueba). El conjunto de manómetros (figura 38) es sin duda la herramienta más importante utilizada en el servicio del sistema de aire acondicionado. Casi todo el

trabajo de servicio realizado en sistemas de aire acondicionado para automóviles requiere el uso de medidores de prueba.

Figura 39 Conjunto típico de manómetros



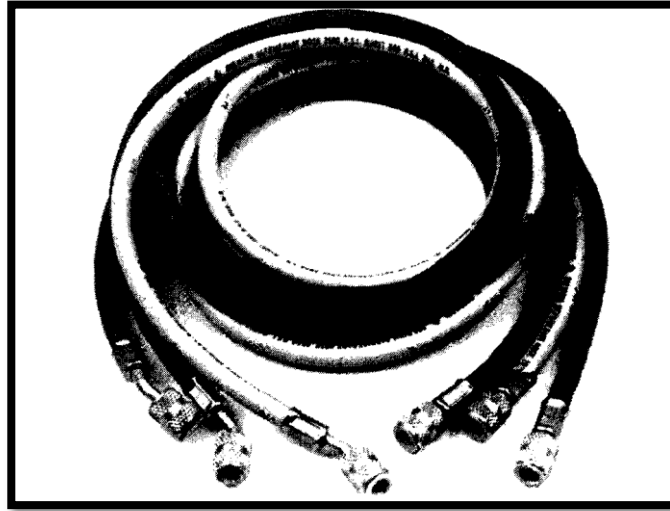
1. Una válvula manual para el lado inferior del sistema
2. Un indicador para el lado inferior del sistema
3. Un indicador para el lado superior del sistema
4. Una válvula manual para el lado superior del sistema
5. Una válvula para fijar la manguera de servicio lateral alta
6. Una válvula de servicio para unir dispositivos tales latas de refrigerante bombas de vacío
7. Una válvula para fijar la manguera de servicio lateral baja

Fuente: HAYNES. Manual de Sistemas de Calefacción y Aire Acondicionado. p., 41

Los calibradores de prueba permiten al técnico determinar el lado de presión alto (cabeza) y el vacío del lado inferior (succión) del sistema, determinar la carga de refrigerante correcta, realizar procedimientos de diagnóstico y ayudar a determinar si el sistema está funcionando eficientemente. Debido a que las presiones deben ser comparadas para determinar cómo funciona el sistema, el conjunto de medida está diseñado para permitir que los lados alto y bajo se lean al mismo tiempo.

Las mangueras que se eligen son tan importantes como los calibradores que las usan. Para el desarrollo de la prueba en el banco, utilice únicamente mangueras para R134a. Una manguera de construcción barata puede estallar, causando lesiones graves, así que asegúrese de comprar mangueras de alta calidad de un fabricante de renombre (también, trate de comprar mangueras que son lo suficientemente largas y tienen las guarniciones correctas para el sistema que usted desea servir). Las mangueras para los sistemas R-134a tienen accesorios diferentes, y una franja negra en cada manguera.

Figura 40 . Mangueras para R134a

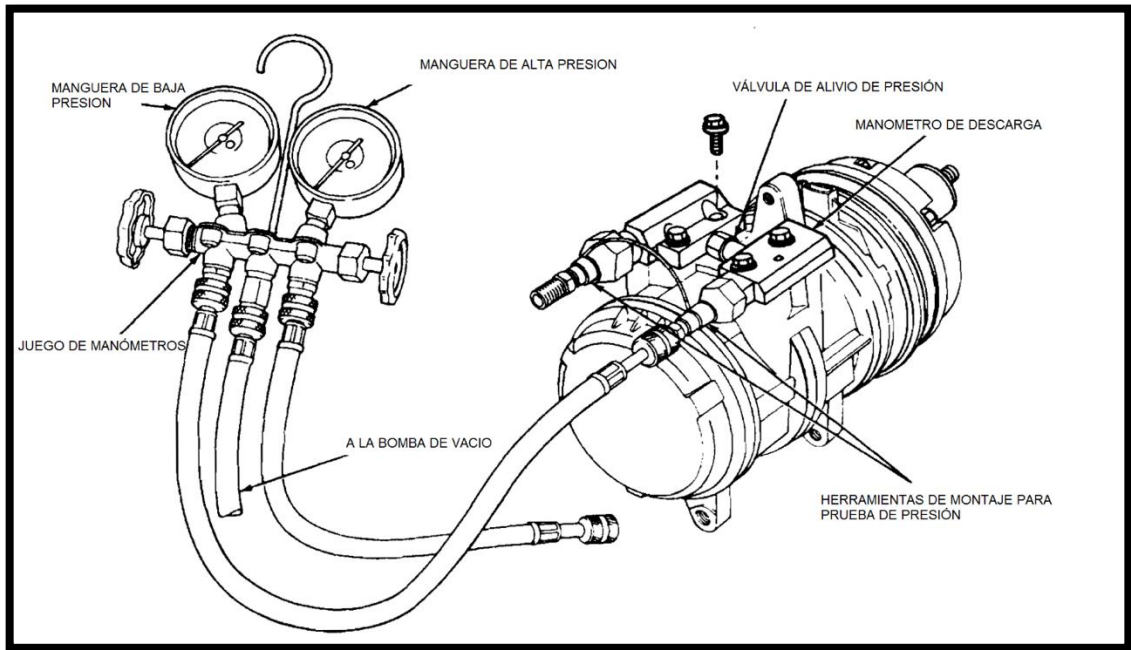


Fuente: HAYNES. Manual de Sistemas de Calefacción y Aire Acondicionado. p., 41

Prueba de fugas de un compresor.

- Fije las mangueras laterales altas y bajas a los accesorios correspondientes en los compresores. (Figura 40).
- Conecte la manguera del medidor central a una bomba de vacío.
- Abra las válvulas de baja y alta presión del manómetro, permitiendo que el compresor reduzca el vacío.
- Cierre las válvulas y compruebe que la aguja del manómetro esté estable y que el vacío se mantenga. Mueva el eje del compresor hacia arriba y hacia abajo para comprobar los sellos del eje.

Figura 41. Prueba de fugas de un compresor.



Fuente: HAYNES. Manual de Sistemas de Calefacción y Aire Acondicionado. p., 523

Tabla 2. Diagnóstico de compresores de aire acondicionado

Síntoma	Condición	Causa posible	Solución
Presión de descarga anormalmente alta.	Succión de aire del ventilador del radiador es pobre.	Correa del ventilador dañada o suelta.	•Volver a ajustar o reemplazar.
		Condensador o aletas del radiador cubiertos con polvo o suciedad.	Limpiar el condensador y el radiador.

Fuente: Denso auto partes. [<http://densoautoparts.com/es>]

Tabla 2. Diagnóstico de compresores de aire acondicionado (Continuación)

Síntoma	Condición	Causa posible	Solución
Presión de descarga anormalmente alta.	No aparecen burbujas en el visor cuando se enfría el condensador con agua.	Se cargó demasiado refrigerante.	Descargar el refrigerante hasta la cantidad adecuada.
	Presión en el lado de alta presión anormalmente alta. Después de detener el compresor, la presión cae rápidamente a alrededor de unos 28 psi.	Entró aire en el ciclo de refrigeración.	Descargar refrigerante y, después de evacuar lo suficiente, volver a cargar refrigerante.
Presión de succión anormalmente alta.	Anormalmente frío alrededor de la manguera de baja presión y de la válvula de servicio en el lado de baja presión.	• Apertura demasiado grande de la válvula de expansión.	Volver a instalar o reemplazar.
		• El tubo de sensibilización de calor tiene un contacto pobre.	

Fuente: Denso auto partes. [<http://densoautoparts.com/es>]

Tabla 2. Diagnóstico de compresores de aire acondicionado (Continuación)

Síntoma	Condición	Causa posible	Solución
Presión de succión anormalmente alta.	Carga de calor demasiado grande.	Temperatura de aire exterior anormalmente alta.	Intentar enfriar el condensador.
	Lado de alta presión con presión alta pero la presión de succión cae cuando se enfría el condensador.	Se cargó demasiado refrigerante.	Descargar el refrigerante hasta la cantidad adecuada.
	Después de detener el compresor, las presiones del lado de alta y baja presión se equiparan.	<ul style="list-style-type: none"> • Explosión en la junta de salida. • Las válvulas de alta y baja presión están dañadas o hay un objeto extraño atrapado en la válvula. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar. • Reemplazar la válvula o retirar el objeto extraño.

Fuente: Denso auto partes. [<http://densoautoparts.com/es>]

Tabla 2. Diagnóstico de compresores de aire acondicionado(Continuación)

Síntoma	Condición	Causa posible	Solución
Presión de descarga anormalmente baja.	• La presión del lado de baja presión es demasiado baja.	• Pérdida de gas en el tubo de sensibilización de calor.	Reemplazar.
	• Las tuberías de baja presión no están frías.	• Válvula de expansión congelada o defectuosa.	
	Paso de muchas burbujas en el visor.	Sin suficiente refrigerante.	Cargar la cantidad adecuada.
	Si se detiene el compresor, las presiones del lado de alta y baja presión se equiparan inmediatamente.	Descarga del compresor o válvula de succión dañada. Objeto extraño atorado en la válvula de descarga del compresor.	<ul style="list-style-type: none"> • Reparar o reemplazar. • Desmontar y retirar.
Presión de succión anormalmente baja.	Paso de muchas burbujas en el visor.	Cantidad insuficiente de refrigerante.	Cargar la cantidad adecuada.

Fuente: Denso auto partes. [<http://densoautoparts.com/es>]

Tabla 2. Diagnóstico de compresores de aire acondicionado (Continuación)

Síntoma	Condición	Causa posible	Solución
Presión de succión anormalmente baja.	La presión del lado de alta presión es demasiado baja.	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de gas en el tubo de sensibilización de calor. 	Reemplazar.
	Las tuberías de baja presión no están frías.	<ul style="list-style-type: none"> • Válvula de expansión congelada o defectuosa. 	
	Baja temperatura del puerto de descarga; no sale aire.	Evaporador congelado.	<ul style="list-style-type: none"> • Ajustar relé estabilizador.
			<ul style="list-style-type: none"> • Operar correctamente (combinación de velocidad del ventilador y control de temperatura).
Válvula de expansión congelada.	La válvula de expansión tiende a obstruirse.	Limpiar (quitar la humedad) o reemplazar.	

Fuente: Denso auto partes. [<http://densoautoparts.com/es>]

Tabla 2. Diagnóstico de compresores de aire acondicionado (Continuación)

Síntoma	Condición	Causa posible	Solución
Presión de succión anormalmente baja.	Diferencia de temperatura en el frente del receptor y en las tuberías traseras. Cuando es excesiva, las tuberías traseras del receptor se congelan.	Receptor obstruido.	Reemplazar.
Presiones de descarga y succión altas.	Demasiada suciedad y polvo en las aletas del condensador.	Refrigeración insuficiente del condensador.	Lavar la suciedad y el polvo para mejorar el paso del aire.
	No pasan burbujas por el visor cuando se vierte agua en el condensador.	Carga excesiva de refrigerante.	Descargar el refrigerante hasta la cantidad adecuada.
Presiones de descarga y succión bajas.	Paso de muchas burbujas en el visor.	Cantidad insuficiente de refrigerante.	Cargar la cantidad adecuada.

Fuente: Denso auto partes. [<http://densoautoparts.com/es>]

Tabla 2. Diagnóstico de compresores de aire acondicionado (Continuación)

Síntoma	Condición	Causa posible	Solución
Pérdida de gas.	El sello del eje está visiblemente sucio y las juntas pierden.	Pérdida de gas del sello del eje.	Reemplazar sello del eje.
	Los pernos se manchan con aceite.	Pérdida de gas de partes con pernos.	Volver a ajustar los pernos.
	Las juntas se manchan con aceite.	Pérdida de gas de las juntas.	Reemplazar la junta.
	Pérdida de una parte agrietada.	Pérdida de gas de partes.	Reemplazar parte agrietada.

Fuente: Denso auto partes. [<http://densoautoparts.com/es>]

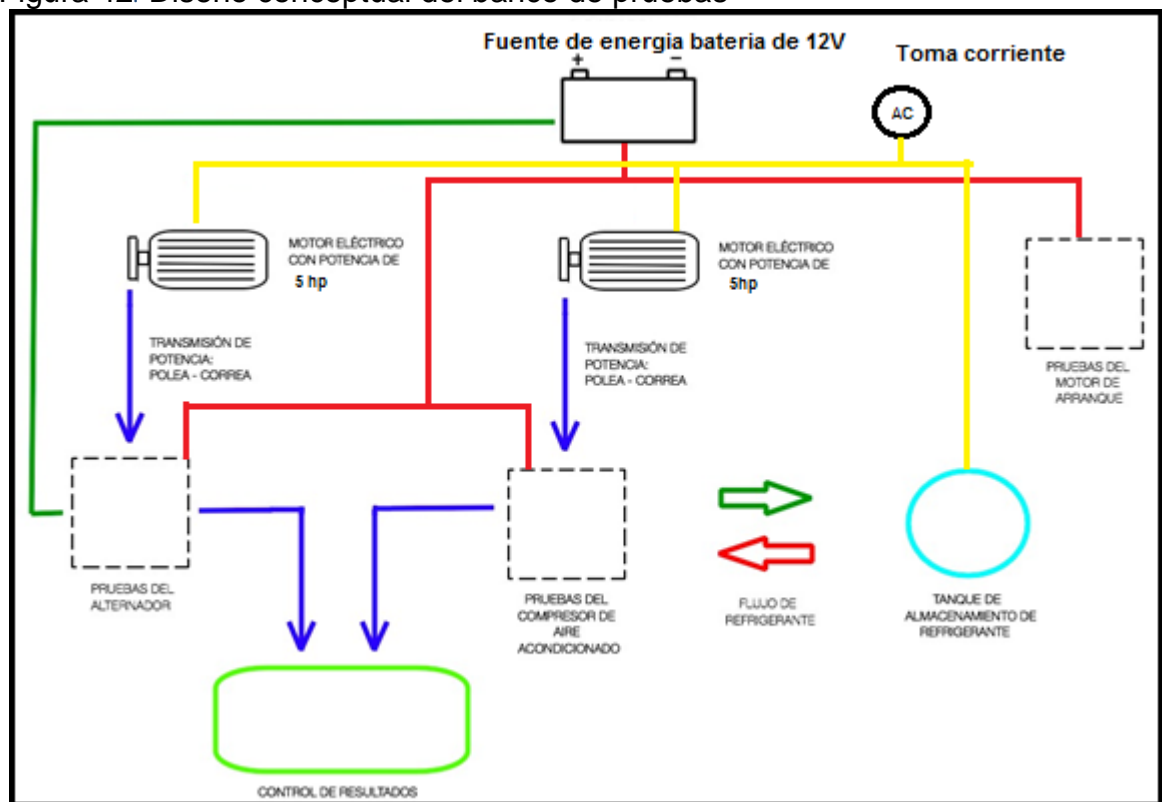
4. DISEÑO CONCEPTUAL Y PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

En este capítulo se presenta de forma general el diseño del banco, exponiendo sus componentes básicos y tres diferentes alternativas para solucionar el problema que presenta la empresa. Seguido se tiene la evaluación de alternativas, donde se consideran los criterios propuestos desde un comienzo por la empresa y así, poder escoger la alternativa que más se acomode a sus necesidades.

4.1 DISEÑO CONCEPTUAL DEL BANCO DE PRUEBAS

El proyecto consta de una batería de 12 voltios que alimentará el banco para hacer cada una de sus pruebas, se encuentran en el mismo banco todos los sistemas de sujeción para los elementos a probar y, para el caso de los alternadores y compresores de aire acondicionado, se tiene motor o motores eléctricos de 5 HP, potencia necesaria para hacer las pruebas hallada por cálculos que se encuentran en el siguiente capítulo. Estos motores al trabajar con corriente alterna son alimentados por la toma corriente industrial de 220 voltios al. Como se mencionó en el capítulo anterior, El motor de arranque no cuenta con volante de inercia para pruebas de potencia, debido a la gran cantidad de motores de arranque que existen en el mercado.

Figura 42. Diseño conceptual del banco de pruebas



Las variables a medir para cada uno de los mecanismos a probar son:

VARIABLES ELÉCTRICAS: por un lado la intensidad de corriente que está circulando por el circuito eléctrico del alternador, compresor o motor de arranque antes y durante la prueba, medido directamente de sus conexiones positivas con un amperímetro digital. Y la diferencia de potencial entre dos puntos del circuito eléctrico de cada mecanismo con un voltímetro digital.

VARIACIONES DE PRESIÓN: presión de succión o aspiración del compresor, presiones de descarga del compresor.

Para el compresor: se medirán variables eléctricas, gracias al ensamble por medio de la correa y las poleas entre el compresor y el motor provisto en el banco; y variables de presión, haciendo referencia a la presión de succión y de salida. Gracias al pequeño circuito hidráulico provisto en el banco. El componente que permitirá realizar correctamente el diagnóstico de compresores es la máquina de vacío.

Para el alternador: se medirán variables eléctricas, gracias al ensamble por medio de la correa y las poleas entre el alternador y el motor provisto en el banco

Para el motor de arranque: se medirán variables eléctricas.

4.2 PLANTEAMIENTO DE LAS ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO

Para el diseño del banco de pruebas para alternadores, compresores y motores de arranque se tuvo en cuenta el inventario de dichos mecanismos del cual dispone la empresa Cesvi en el área de Cesvirepuestos.

Para la realización de las pruebas para alternadores, compresores y motores de arranque, se estudiaron detalladamente los componentes y el funcionamiento de los mismos, con el fin de predecir el correcto funcionamiento del banco, los elementos que componen el banco son:

- Motor eléctrico de 5 HP con variador de velocidad: gracias a los cálculos realizados en el capítulo 4.4 y 4.5 se obtiene el criterio adecuado para escoger un motor Siemens de 5 HP 210 voltios AC, con su respectiva protección, cuyas especificaciones están en el anexo 2.
- Estructura: al realizar el análisis del elemento sometido a mayores cargas en el capítulo 4.1 se selecciona una estructura en acero ASTM A500 cuyo esfuerzo de falla es de 320 MPa, con un perfil cuadrado de 60x60 mm.

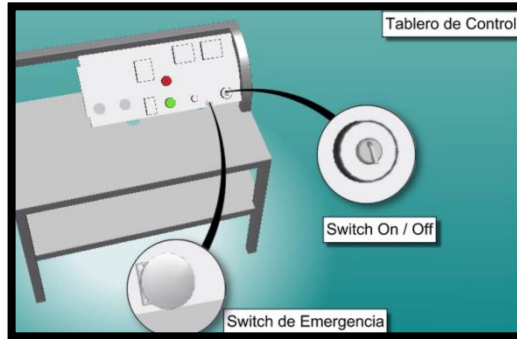
- Correa de 30 cm acanalada (4 canales): Transmisión de una única correa. Esto evita cualquier problema debido a la diferencia de longitud entre las correas. Peso y dimensiones reducidas. Alta relación de transmisión. Alta potencia transmitida. Elevada velocidad lineal (hasta 60 m/s). Reducción de vibraciones y ruidos. Sin recalentamiento.
- Soporte con placas anti desgaste anclado a la bancada móvil para disposición de compresores y alternadores. Este soporte es el que le va a permitir al operario sujetar tanto alternadores como compresores a la bancada móvil, y su diseño se puede observar en el capítulo 6.2, y sus planos en el anexo 1.
- Bancada móvil con ejes de mediana precisión para tensionar correa. La importancia de esta bancada móvil radica en la tensión de la correa ya que le va a permitir al operario acercar o alejar tanto el alternador como el compresor al motor antes de la prueba, así la tensión de la correa se asemeja a la real dentro del vehículo.
- Soporte independiente con placas anti desgaste, para disposición de motor de arranque. Consiste en una placa con ranuras en forma de W a la cual se sujetaran los motores de arranque para el momento de la prueba. Su diseño se puede observar en el capítulo 6.2, y sus planos en el anexo 1.
- Cable #10 de 2 bornes, 4 metros, de dos colores. Este tipo de cable es ideal para realizar el montaje eléctrico del banco de pruebas, conexiones para las mediciones de corriente y voltaje, conexiones del motor con la batería, etc.
- Batería de 100 amperios, 12 voltios. Consiste en una o más celdas electroquímicas que pueden convertir la energía química almacenada en electricidad para alimentar los diferentes dispositivos y el motor del banco de pruebas.
- Terminales para sujeción de conectores. Un conector en cada punta, que se usa normalmente para interconectar entre sí los componentes en una placa de pruebas. Se utilizan de forma general para transferir señales eléctricas de cualquier parte de la placa de prototipos a los pines de entrada/salida del amperímetro o voltímetro.
- Manómetros análogos: Esta herramienta especializada se compone de 2 manómetros, un manifold, mangueras y sus características son las siguientes:
 - ✓ Manómetro Azul: Está diseñado para medir la presión de succión o aspiración del compresor. En su escala, del cero hacia arriba nos mide

presión por encima de la atmosférica y del cero hacia abajo nos mide vacío, es decir, presiones por debajo de la atmosférica. Su rango de medición es de cero a 250 PSIG y de cero hasta 29,9 In de Hg. Igualmente dispone de sus equivalencias correspondientes en Kg/cm² y mm de H.

- ✓ Manómetro Rojo: Diseñado para medir las presiones de descarga del compresor. Su rango es de cero hasta 500 PSIG (libras por pulgada cuadrada manométricas). Igualmente pueden leerse las presiones en el sistema decimal de cero a 35 Kg. /cm².
- Mangueras para refrigerante R134a. Estos instrumentos sin importar la marca, vienen acompañados de 3 mangueras (especialmente diseñadas, el parámetro estándar de trabajo en las mangueras es de 600 Psig) de color azul, rojo y amarillo, con el fin de adquirir la disciplina de conectarlas así:
 - ✓ Azul: Del puerto de servicio de la válvula de succión del compresor al manómetro de Baja presión.
 - ✓ Roja: Del puerto de servicio de la válvula de descarga del compresor al manómetro de Alta Presión.
 - ✓ Amarilla: Se conecta a la conexión central del juego de manómetros y se emplea para efectuar todos los servicios requeridos por el sistema: efectuar vacío, presurizar con Nitrógeno, inyectar refrigerante, etc.
- Válvulas: Cada uno de los manómetros viene provisto de una válvula, cuya función es la de abrir el paso hacia o desde la conexión de servicio (conexión central). Cuando se van a conectar las mangueras a los respectivos manómetros las válvulas deben estar cerradas para impedir escapes hacia la conexión de servicio.
- Máquina o bomba de vacío. La bomba de vacío es una herramienta que como su propio nombre indica lo que hace es crear un vacío dentro del circuito de prueba de compresores de aire acondicionado, sacando la humedad y el aire de este.
- Amperímetro y voltímetro análogo. Se conectan en serie con la rama del circuito cuya corriente o voltaje se desea medir. Para hacer esto, se debe cortar el circuito e insertar en él al amperímetro o al voltímetro. Por lo tanto el amperímetro mide la corriente que pasa a través de él; y el voltímetro el voltaje entre los puntos a medir.

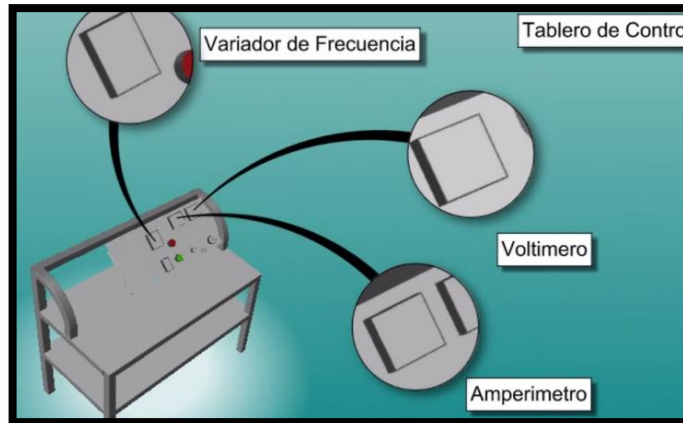
- Tablero de control.

Figura 43. Switches del banco



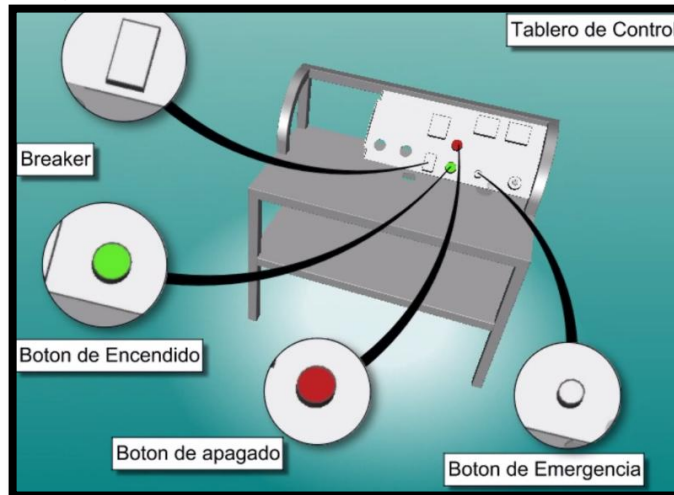
Cuenta con un switch on/off el cual activa el master de seguridad de la batería y un switch de emergencia para desactivar el master de seguridad de la batería.

Figura 44. Variador de frecuencia, voltímetro y amperímetro



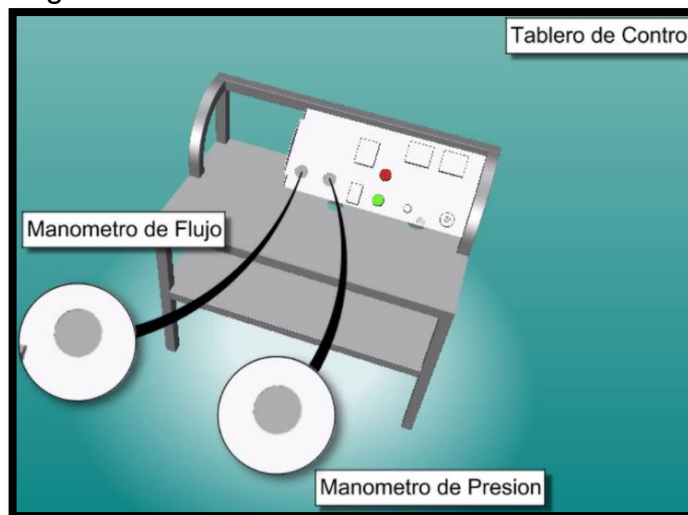
Cuenta con el display para las lecturas de corriente y voltaje realizadas por el amperímetro y el voltímetro. Y un variador de frecuencia.

Figura 45. Botones del banco



Botón de encendido y apagado para accionar o desactivar el interruptor del motor de forma separada, junto con un breaker o interruptor cuya función es la misma pero en forma de pulsador. También un botón de emergencia el cual desactiva únicamente el motor.

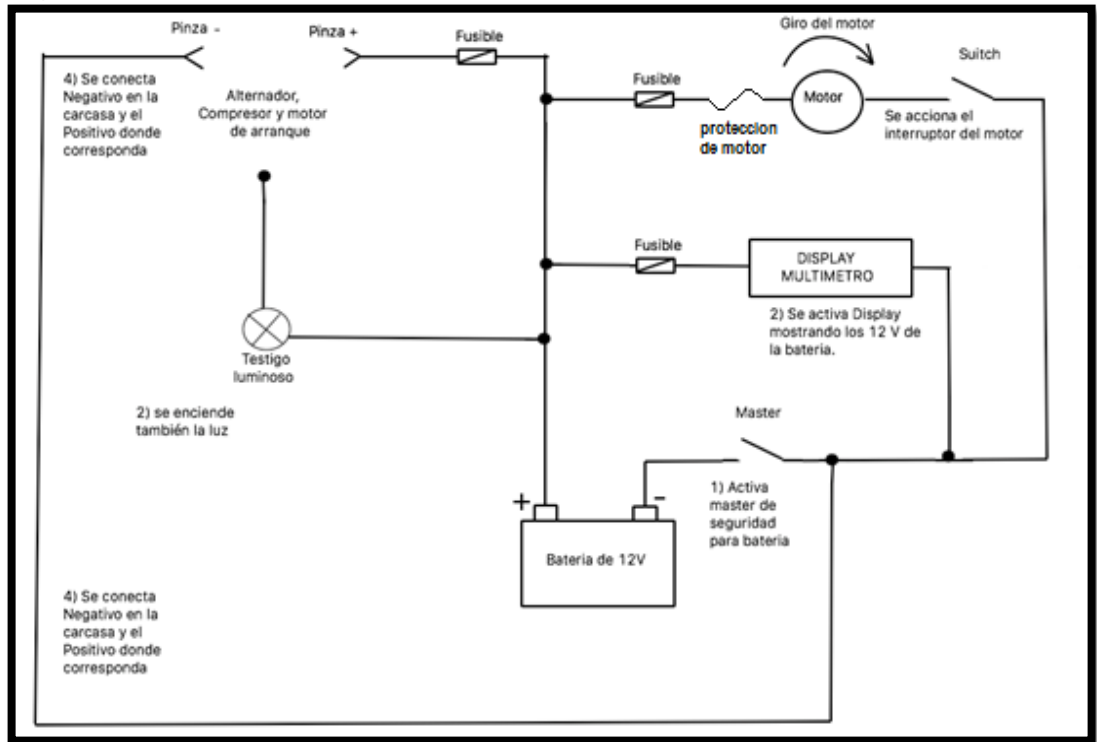
Figura 46. Manómetros del banco



Manómetro de flujo y manómetro de presión, para registrar las lecturas de presión de succión y de descarga en la prueba del compresor.

Plano eléctrico del banco de pruebas. Las conexiones eléctricas cumplen el papel más importante dentro del banco de pruebas ya que son estas variables las que darán el diagnóstico inicial del estado del mecanismo. Se debe conectar la pinza negativa a la carcasa y la positiva a la entrada positiva de cada elemento.

Figura 47. Plano eléctrico conceptual del banco de pruebas.



Pasos para iniciar la operación eléctrica del banco de prueba. (Alternador, compresor o motor de arranque ya verificado, montado y listo para probarse)

- Verificar el estado de las conexiones en los bornes de la batería.
- Activar el master de seguridad para la batería.
- Se enciende el display del multímetro a la espera de una medición por medio de las pinzas y a la vez el testigo luminoso que se conecta directamente a la entrada de testigo de cada mecanismo.
- Activar el switch de inicio del motor eléctrico lo que da paso de corriente positiva al mismo poniéndolo en marcha y a la vez dando paso de corriente a la pinza positiva para hacer las mediciones.
- Se cuenta con fusibles antes del motor, antes del display y antes del componente a probar como sistema de prevención ante una sobrecarga de energía.

3.2.1 Criterios de diseño. El análisis de las diferentes alternativas de diseño se basará en algunos criterios de evaluación como costo de fabricación, versatilidad, facilidad de uso, seguridad para el operario, facilidad en mantenimiento, entre

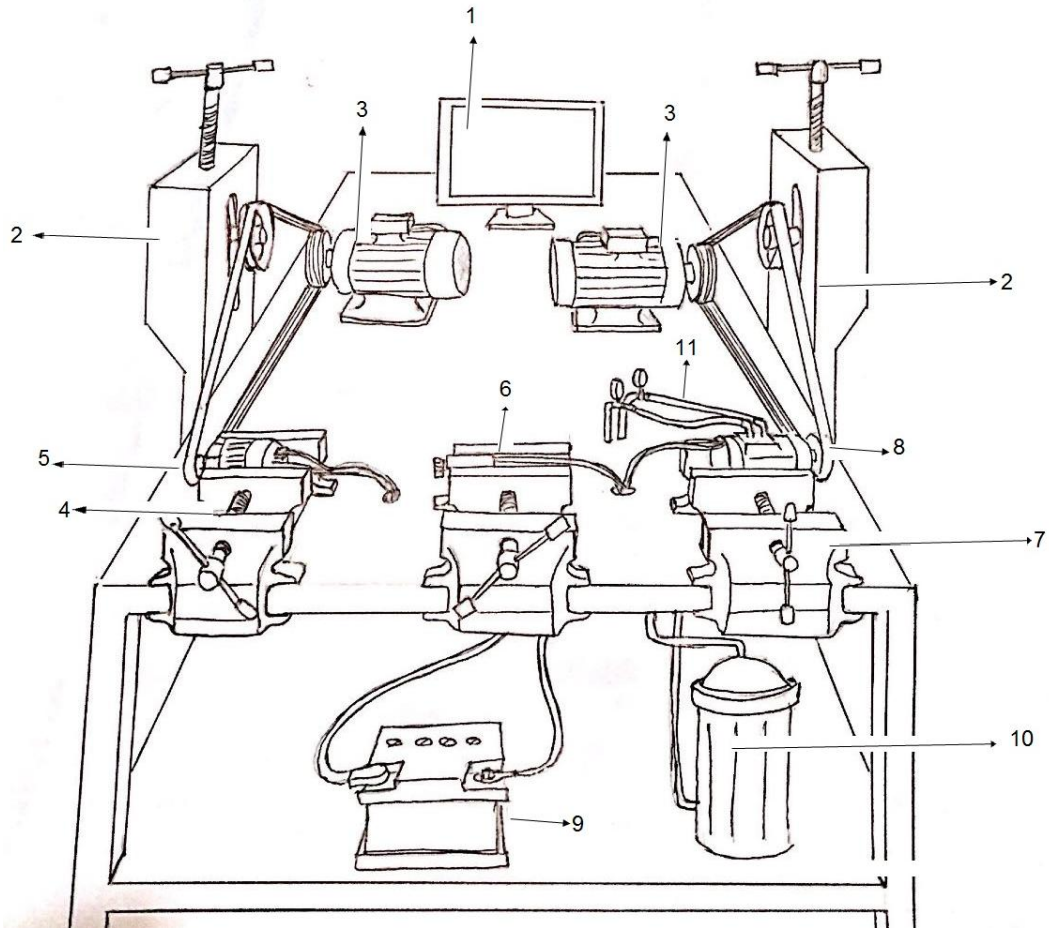
otros; un factor muy importante para el criterio de diseño fue la tensión de la correa para la prueba de compresores y alternadores, ya que es de vital importancia asemejar dicha tensión a la real dentro del motor del vehículo. De acuerdo con los requerimientos y la disposición de CESVIREPUESTOS frente al proyecto; la exigencia tecnológica o automatización del banco no debe ser alta, por lo cual se proponen diseños “sencillos”, mecánicos y fáciles de operar.

A continuación se muestran las alternativas de diseño en forma de bosquejos elaborados por los autores a mano alzada, y cada uno de sus componentes enumerados.

3.2.2 Alternativas de diseño. Para evaluar las diferentes opciones de diseño se presentan tres alternativas.

En la alternativa 1, los elementos 1, 3, 5, 8, 9, 10 y 11 se tiene conocimiento, el elemento 2 que son los tensores de correa y los elementos 4,6 y 7 que son las prensas no han sido especificados en apartados anteriores y se explicaran a continuación.

Figura 48. Alternativa 1.



1. Control
2. Tensor de correa
3. Motor
4. Prensa para alternador
5. Alternador
6. Prensa para motor de arranque
7. Prensa para compresor
8. Compresor
9. Batería
10. Tanque de refrigerante
11. Mangueras de alta y baja presión

El tensor de correa es una de las partes más fundamentales para conseguir un funcionamiento correcto de la correa del alternador y/o el compresor, dado que garantiza que esta tenga la presión oportuna. Permite los movimientos que producen la energía mecánica y eléctrica del alternador. En este sentido, se puede asegurar que la función de mantenimiento de la tensión de la correa del alternador o compresor, que llevan a cabo estos elementos, resulta imprescindible para mantener, en todo momento, la operatividad del generador y motor y, en líneas

generales, la seguridad de un vehículo. Su función principal es garantizar un alto rendimiento en condiciones de elevada velocidad y temperatura.

El tensor de correa es un mecanismo que hace óptimo el comportamiento y trabajo del compresor o alternador dentro del motor de un carro, utilizar este tipo de tensores en el banco de pruebas puede ser óptimo pero un poco exagerado y costoso ya que la prueba tanto de alternadores como de compresores tarda unos cuantos segundos y los tensores están diseñados para funcionar largos periodos de tiempo. Dicha tensión podría asemejarse para el caso del banco de pruebas, con otro mecanismo que no implique tanto gasto tanto de obtención como de mantenimiento.

El otro elemento a analizar en la descripción de la alternativa 1 es la prensa de taller utilizada para sujetar los alternadores, compresores y motores de arranque en el momento de la prueba. Esta máquina sujeta materiales mediante la aplicación de presión, el contacto se da directamente entre las mordazas metálicas cuya superficie es rugosa y el elemento a sujetar.

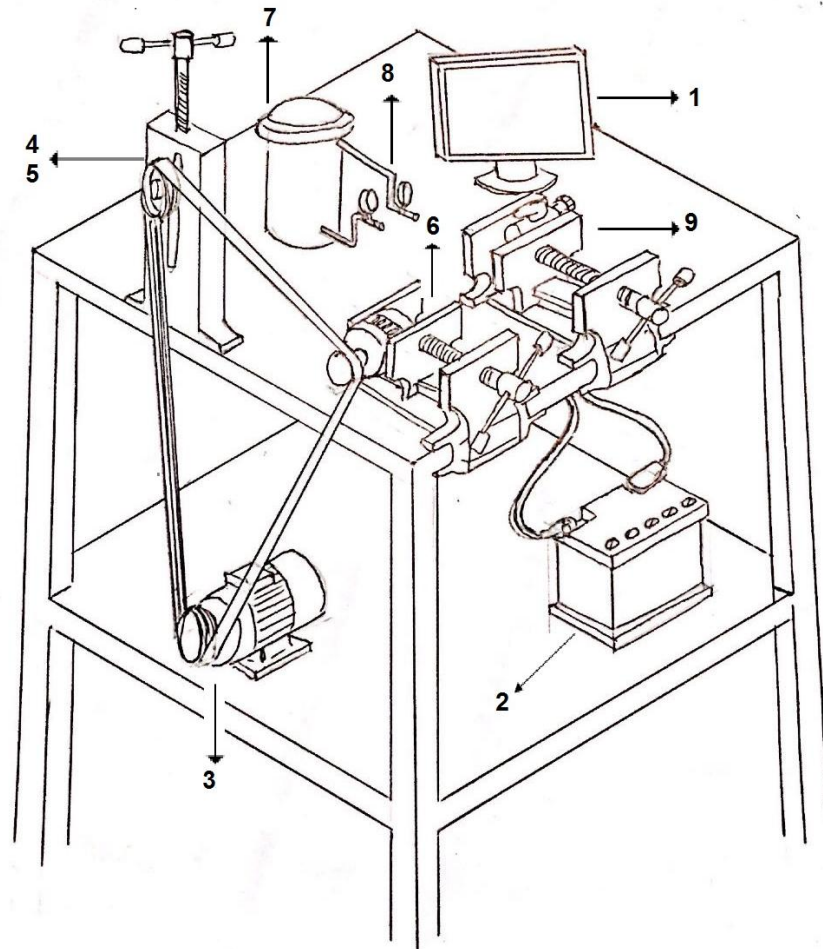
El giro producido por los motores y transmitido por la correa a través de los tensores hacia el alternador o compresor sujetado por la prensa, obliga al operario a realizar la suficiente presión en la prensa para que el mecanismo no se mueva en el momento en que los motores comiencen su marcha; esta presión excesiva es una limitante ya que podría averiar la carcasa del alternador o del compresor.

En las tres alternativas el banco cuenta con el mismo tablero de control con un switch on/off un switch de emergencia, un botón de encendido, un botón de apagado, display o caratula de voltímetro y amperímetro, y caratulas de manómetros de alta y baja presión, con los cuales se controla el banco desde el comienzo hasta el final correspondiente a la toma de datos.

En esta alternativa se debe sujetar cada mecanismo por separado en las prensas, luego tanto al alternador como al compresor se le acopla la correa y luego se tensionan con los respectivos tensores de correa. Activando el switch on/off se da paso de corriente desde la batería y con el botón de encendido de cada motor se ponen en marcha los mismos. Se permite el giro durante aproximadamente dos minutos mientras que con las pinzas del voltímetro y el amperímetro se hacen las mediciones de corriente y voltaje de cada uno de los elementos. También se abren las válvulas de los manómetros para tomar la lectura de presión de succión y descarga del compresor. Una vez se tienen los valores de comparación se procede a apagar los motores con el botón de apagado desde el tablero de control y a desmontar los elementos probados.

En la alternativa 2 se cuenta con un solo tensor de correa que posee las características descritas en la alternativa 1, y cuenta con los demás elementos descritos desde el comienzo del capítulo. La sujeción se realiza por medio de prensas.

Figura 49. Alternativa 2.



1. Control
2. Batería
3. Motor eléctrico
4. Tensor de correa
5. Polea tensora de correa
6. Prensa para alternador y/o compresor
7. Tanque de refrigerante
8. Mangueras
9. Prensa para motor de arranque

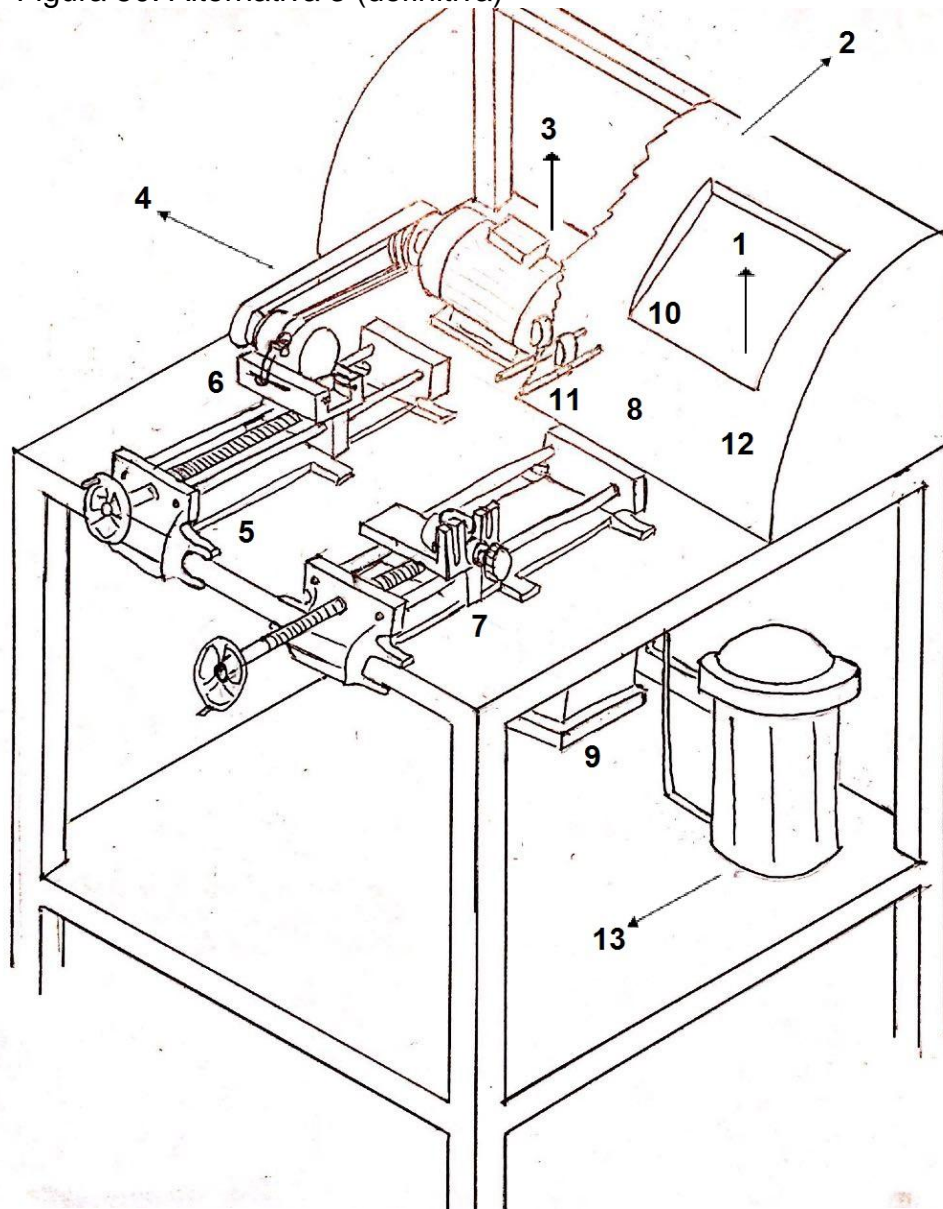
La diferencia en esta alternativa radica en que las pruebas para el alternador y el compresor se realizan en la misma posición, es decir, no se pueden realizar de forma simultánea. Mientras se prueba alternador o el compresor en la prensa 6, se

puede probar el motor de arranque en la prensa 9. Las mediciones de corriente y voltaje se toman de la misma manera que en la alternativa 1, y la disposición del único tensor de correa también es la misma.

La razón por la cual se elimina un tensor de correa y por ende un motor en esta alternativa es la optimización de precios de fabricación, operación y mantenimiento del banco, factores que son muy importantes para la empresa.

En la alternativa 3 se sigue probando compresor y alternador en la bancada 5 y de forma simultánea los motores de arranque en el soporte 7. La novedad de esta alternativa son los mecanismos de sujeción. Para el caso de la bancada móvil con ejes de mediana precisión se tiene un soporte con placas modificables en el cual se pueden sujetar tanto alternadores como compresores de diferentes geometrías por medio de un tornillo y su tuerca. La bancada permite el movimiento trasversal de todo el montaje con el fin de acercar y alejar el mismo al motor y así acomodar la correa y tensionarla lo necesario para la prueba.

Figura 50. Alternativa 3 (definitiva)



- | | |
|---|---|
| 1. Tablero de Control | 7. Soporte independiente con placas anti desgaste, para disposición de motor de arranque. |
| 2. Carcasa protectora de batería, motor, polea de motor y correa. | 8. Cable #10 de 2 bornes, 4 metros, de dos colores. |
| 3. Motor eléctrico | 9. Batería de 100 amperios, 12 voltios. |
| 4. Correa | 10. Testigo luminoso. |
| 5. Bancada móvil con ejes de mediana precisión para tensionar correa. | 11. Terminales para sujeción de conectores |
| 6. Soporte anclado a la bancada móvil con placas anti desgaste, para disposición de alternador y compresor. | 12. Caja de repartición de cables |
| | 13. Tanque de refrigerante |

La sujeción para motores de arranque se hace por medio de una placa con tres ranuras en las cuales se acomodan las diferentes geometrías de carcasas de motores de arranque. Como en la prueba este componente no estará sometido a ningún giro externo no es necesaria una sujeción exigente.

La puesta en marcha del banco se realiza mediante el tablero de control explicado en el capítulo anterior tomando los datos referentes a corriente, voltaje y presión de cada uno de los indicadores presentes en el.

4.3 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Criterios de selección de alternativas. Los principales criterios de selección tenidos en cuenta para la evaluación de alternativas son:

- Versatilidad: el criterio de versatilidad en el banco de pruebas puede ser un concepto relativo, por tal motivo se define la versatilidad desde el punto de vista de la necesidad del área de la empresa encargada de implementar el banco, Cesvi Repuestos; cuyo concepto de versatilidad radica en la rapidez con que puedan ser probados los mecanismos de forma óptima, simultánea y con el máximo de ahorro tanto en consumo de energía como en operarios, pues al poder probar tres mecanismos diferentes en el banco se puede suponer que se prueban por separado con tres operarios a cargo de cada dependencia del banco, pero la empresa ve esto como algo innecesario que generara costos adicionales. Por tales motivos el banco será versátil si lo operan uno o máximo dos operarios, con tiempos de trabajo óptimos y consumo energético bajo.
- Consumo energético: la existencia de más de un motor en el banco es un factor que incrementa considerablemente el consumo eléctrico, aunque alguna de las alternativas presente mayor versatilidad al permitir probar alternador y compresor por separado, gracias a la existencia de dos motores y demás accesorios para la prueba; no se puede dejar de lado el criterio del consumo y como solución se debe encontrar un punto medio en el diseño que le permita al banco ser versátil pero que a la tenga un consumo bajo.
- Seguridad: en este criterio se habla específicamente de la seguridad para los operarios, teniendo en cuenta lo descrito en el criterio anterior de versatilidad, si el banco es operado por uno o dos operarios, se debe realizar un diseño que vele por la seguridad de los mismos, que pueda utilizarse de forma simultánea en al menos dos pruebas sin ver comprometida la integridad de quien(es) operen el banco. Así, el banco será seguro para los operarios si las operaciones realizadas en simultánea no exceden las capacidades de quienes lo operan (máximo 2 operarios).

- Costo de fabricación: este es uno de los aspectos más importantes para la empresa ya que su requerimiento es un banco que con el mínimo de inversión logre realizar el diagnóstico correcto del funcionamiento del mecanismo. Para este criterio se tiene en cuenta la cantidad de elementos a utilizar en banco y el precio de cada uno de ellos obtenido mediante cotizaciones.
- Costo de mantenimiento: en este criterio también se toma en cuenta la cantidad de componentes con los que cuenta cada alternativa, en el caso de motores, tensores de correas, poleas y correas; si una alternativa determinada cuenta con 2 o más de estos componentes, representa un mayor costo de mantenimiento en relación con las demás alternativas.
- Facilidad de uso: este criterio también es de gran importancia para la empresa, ya que el banco para ser versátil y seguro debe ser fácil de usar, con mecanismos de sujeción de las piezas a probar que permitan hacer el montaje y desmontaje de forma rápida para economizar tiempo y consumo eléctrico, sin entrar en detalle en cuanto al funcionamiento tanto del alternador como del compresor como del motor de arranque, simplemente realizando una prueba rápida que permita verificar si estos funcionan o no funcionan.

Figura 51. Evaluación de alternativas

	Peso	Alternativa N°1		Alternativa N°2		Alternativa N°3	
		Puntaje (1-5)	Subtotal	Puntaje (1-5)	Subtotal	Puntaje (1-5)	Subtotal
COSTO FABRICACION	20%	2	0,4	3	0,6	3	0,6
COSTO MANTENIMIEN	10%	2	0,2	3	0,3	3	0,3
CONSUMO	25%	1	0,25	2	0,5	4	1
VERSATILIDAD	10%	4	0,4	4	0,4	3	0,3
FACILIDAD DE USO	15%	4	0,6	4	0,6	4	0,6
SEGURIDAD	20%	3	0,6	4	0,8	5	1
TOTALES	100%		2,45		3,2		3,8

CARACTERISTICAS	Alternativa N°1	Alternativa N°2	Alternativa N°3
CANTIDAD DE MOTORES ELECTRICOS	2	1	1
CANTIDAD DE BANCOS	3	2	1
FACILIDAD DE USO	BAJO	MEDIO	ALTO
NUMEROS DE OPERADORES MAXIMO	3	2	1
NIVEL DE ESTUDIO DE (LOS) OPERADOR (ES)	TECNICO	TECNICO	TECNICO
FUENTE DE ENERGIA	BATERIAS	TOMA CORRIENTE	TOMA CORRIENTE
CANTIDAD DE ELEMENTOS ESTUDIADOS	3	2	1
FACILIDAD DE MANTENIMIENTO	BAJO	MEDIO	ALTO

1 = MALO
 2 = REGULAR
 3 = ACEPTABLE
 4 = BUENO
 5 = EXCELENTE

Mediante el método de scoring se evidencia que la alternativa con mayor puntuación es la Alternativa 3.

Descripción y análisis de la alternativa 1. Como se puede apreciar en la figura 43 en la alternativa 1 se podría probar cada elemento por separado, el costo sería mayor al existir más componentes como tensores de correa y motores, entre otros. Adicionalmente es una alternativa que no brinda suficiente seguridad al operario al estar las correas y tensores totalmente expuestos.

Descripción y análisis de la alternativa 2. Como se puede apreciar en la figura 44 se podría probar a la vez o, alternador y motor de arranque, o compresor y motor de arranque, es decir, existiría solo una prensa para pruebas de alternador y compresor, con una sola correa, y un solo tensor con polea tensora. La seguridad sigue siendo mínima al estar totalmente expuesta la correa. Pero los costos disminuirían en comparación a la alternativa 1. Sin embargo la ergonomía en ambas alternativas es reducida.

Descripción y análisis de la alternativa 3. En esta alternativa se aprecia el cumplimiento de los criterios de evaluación como costo de fabricación, versatilidad, facilidad de uso, seguridad para el operario, facilidad en mantenimiento, entre otros; es importante resaltar que el diseño del mecanismo de Bancada móvil con guías de mediana precisión para tensionar la correa, evita el uso de tensores, factor muy importante para el criterio de diseño ya que es de vital importancia asemejar dicha tensión a la real dentro del motor del vehículo; y los dos soportes, uno anclado a la bancada móvil con placas anti desgaste, para disposición de alternador y compresor, y la placa con ranuras para la disposición de motores de arranque evitan el anticuado uso de prensas.

5. DISEÑO A DETALLE DE LA ESTRUCTURA Y CALCULOS

En este capítulo se hacen los diferentes análisis de la estructura, basados en los resultados de la viga expuesta a más carga con el fin de dimensionar toda la estructura. Se calcula la potencia necesaria para hacer girar cada componente en prueba y el sistema de transmisión de la misma. Por último, se escogen los materiales para todos los sistemas de anclaje de los elementos en prueba al banco.

5.1 CÁLCULO DE VIGA TRANSVERSAL

Para la selección del perfil estructural se realiza un análisis de cargas y esfuerzos al elemento considerado crítico, miembro que está sometido a mayor efecto de cargas.

Dicho elemento se encuentra soportando la mayoría de cargas, el peso de Bancada móvil con ejes de mediana precisión para tensionar la correa, el peso del soporte anclado a la bancada móvil para disposición de alternador y compresor, el peso del compresor o el alternador cuando alguno de estos este montado y el peso del soporte independiente para disposición de motor de arranque. Adicional se debe considerar la reacción del momento que genere el giro del motor una vez se pone en funcionamiento.

El elemento viga se encuentra anclado o soldado a los extremos de la estructura lo que genera todas las reacciones en estos dos apoyos.

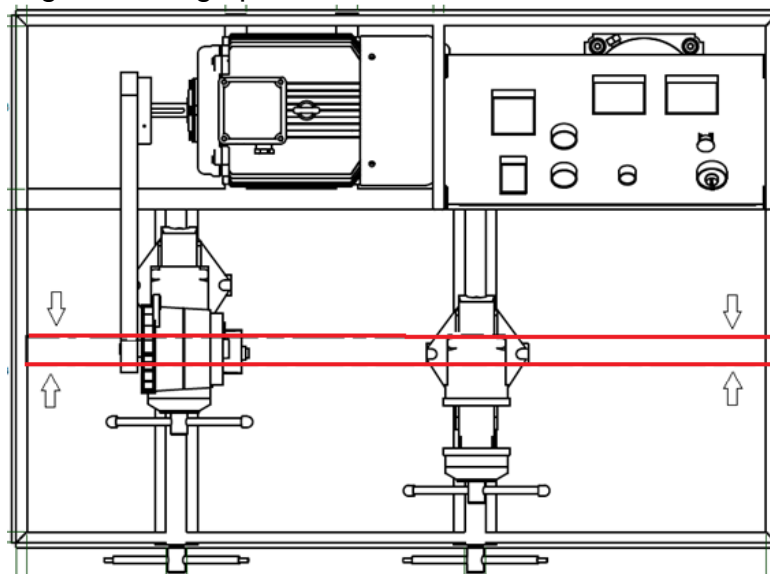
Para saber que elementos se encuentra sometido a mayor carga debemos saber el peso de cada uno de los elementos significativos que se encuentran en el banco, uno de ellos es el motor eléctrico, por su gran potencia y de acuerdo a los catálogos de SIEMENS se escogió un motor de 5 HP que tiene un peso de 29 Kg.

Otro elemento de importancia es la bomba de vacío, viendo los catálogos de RUBILABOR, sobre bombas de vacío DINKO se escogió la bomba R-400 que tiene un peso de 6,2 Kg. La batería eléctrica tiene un peso de 23,56 Kg, este sacado de un catalogo de baterías MAC. Ahora, para el peso de las bancadas se tiene encuentra el peso tanto de las prensas como el de los elementos a probar (alternadores, compresores y motores de arranque). Para saber el peso de las prensas se recurrió a un catalogo de IRWIN, donde hay diferentes prensas en acero y la mas semejante a la del banco de pruebas es la de 6 pulgadas con un peso de 70 Lb o 35 Kg; el peso de un alternador varía entre 1 y 2 Kg, el peso del motor de arranque varía entre 2 y 3 Kg, y el peso del compresor varía entre 5 y 6 Kg.

Para los cálculos se utilizara el peso máximo que en este caso sería el del compresor que, sumado con el de la prensa se tendría un total de 41 Kg.

Teniendo así los pesos más elevados en el motor eléctrico (29 Kg) que se encuentra apoyado en dos vigas, es decir, 14,5 Kg en cada viga; y la prensa que se encuentra apoyada en tres vigas, es decir, 13,67 Kg en cada una, pero como se trata de dos prensas, cada viga tendría que soportar un peso de 27,34 Kg. La viga seleccionada se encuentra especificada en la siguiente imagen.

Figura 52. Viga para cálculos de la estructura



Ya teniendo el elemento a estudiar, procedemos a elaborar el diagrama de cuerpo libre con las cargas y reacciones sobre dicho elemento – viga. Para los siguientes cálculos se utilizó el método de secciones para generar el diagrama cortante y de momento.

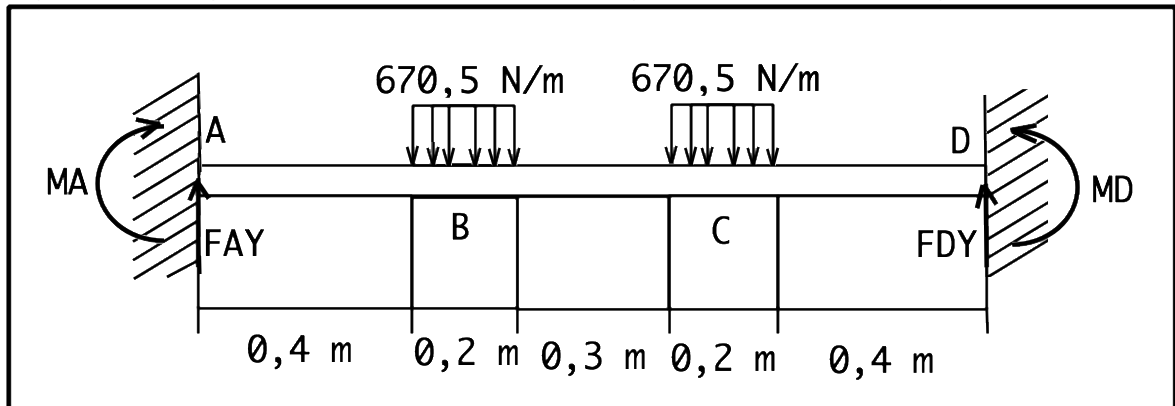
Como se había mencionado anteriormente, sobre la viga actúa un peso de 13,67 Kg de forma puntual por cada bancada móvil, lo primero que toca hacer es pasarlo a unidades de Newton y de forma distribuida por las dimensiones de la bancada móvil.

$$Carga = 13,67 \text{ Kg} * 9,81 \text{ m/s}^2 = 134,1 \text{ N}$$

Ahora para que sea de forma distribuida se divide por la distancia, que en este caso es el ancho de la bancada móvil.

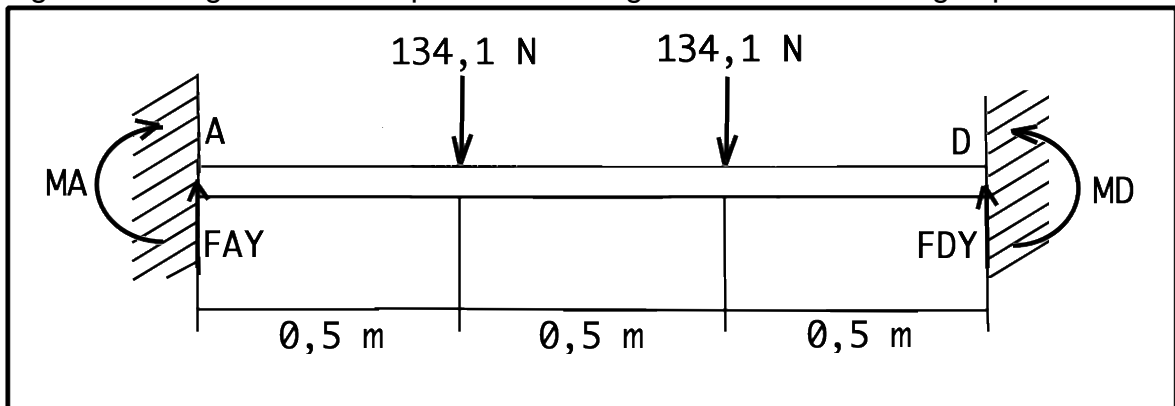
$$Carga_{distribuida} = \frac{134,1 \text{ N}}{0,2 \text{ m}} = 670,5 \text{ N/m}$$

Figura 53. Diagrama de cuerpo libre de la viga en estudio con cargas distribuidas



Para los cálculos necesitamos esas cargas distribuidas las necesitamos como cargas puntuales, para ello se multiplica por la distancia (0,2 m) quedando así nuevamente 134,1 N.

Figura 54. Diagrama de cuerpo libre de la viga en estudio con cargas puntuales



Como se trata de una viga simétrica, las reacciones en los apoyos empotrados serán iguales:

$$M_A = M_D$$

$$F_{Ay} = F_{Dy}$$

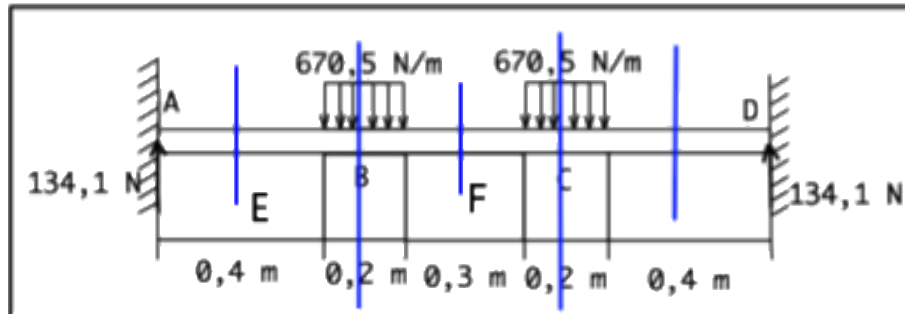
$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$-(2 * 134,1 \text{ N}) + 2F_{Ay} = 0$$

$$F_{Ay} = 134,1 \text{ N}$$

$$F_{Dy} = 134,1 \text{ N}$$

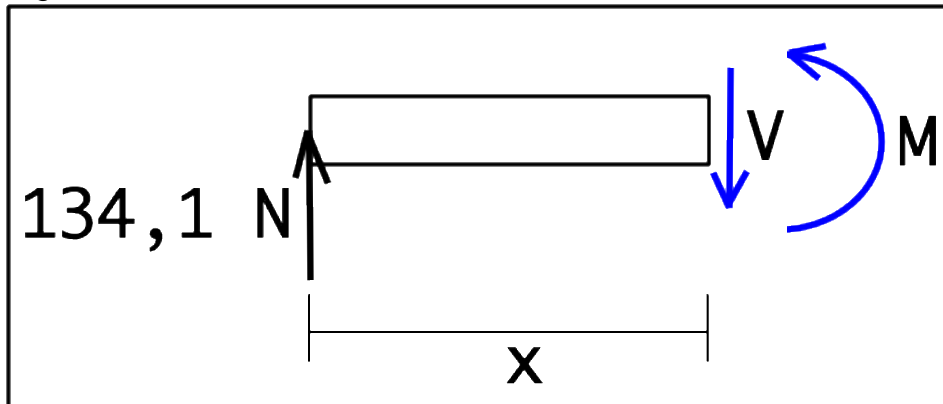
Figura 55. Diagrama de cuerpo libre con cortes señalados



Por método de secciones y haciendo cinco cortes (A-B, A-E, A-C, A-F y A-D) en la viga y haciendo sumatoria de fuerzas y momentos se encuentran las ecuaciones para graficar el diagrama cortante y el diagrama de momento.

Corte A-E; $0 < x < 0,4 \text{ m}$

Figura 56. Corte A-E



$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$134,1 - V = 0$$

$$V = 134,1$$

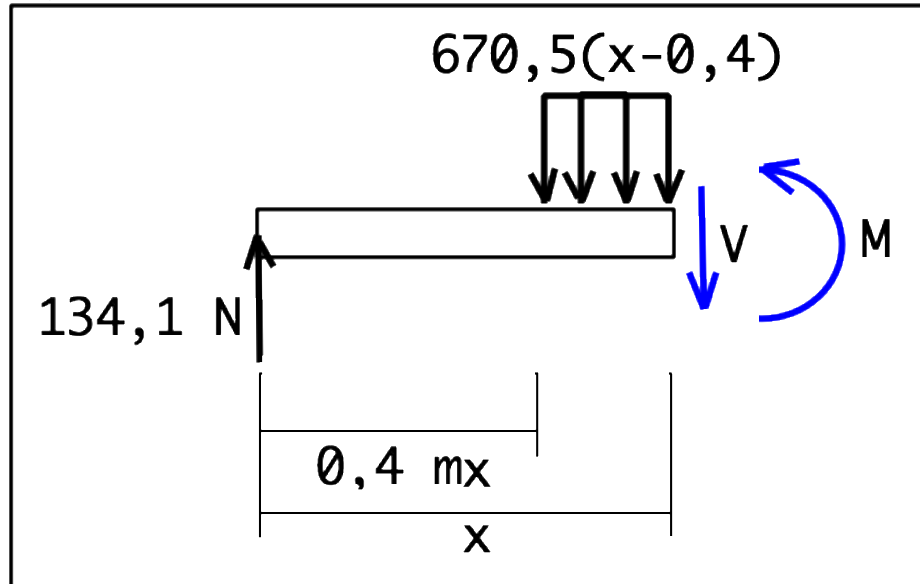
$$+\circlearrowright \sum M_{\text{Corte}} = 0$$

$$M - 134,1x = 0$$

$$M = 134,1x$$

Corte A-B; $0,4 \text{ m} < x < 0,6 \text{ m}$

Figura 57. Corte A-B



$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$134,1 - 670,5x + 268,2 - V = 0$$

$$V = -670,5x + 402,3$$

$$+\circlearrowleft \sum M_{\text{corte}} = 0$$

$$M + \left[(670,5(x - 0,4)) * \left(\frac{x - 0,4}{2} \right) \right] - [134,1 * x] = 0$$

$$M = 134,1x - \left((670,5x - 268,2) * \left(\frac{x}{2} - 0,2 \right) \right)$$

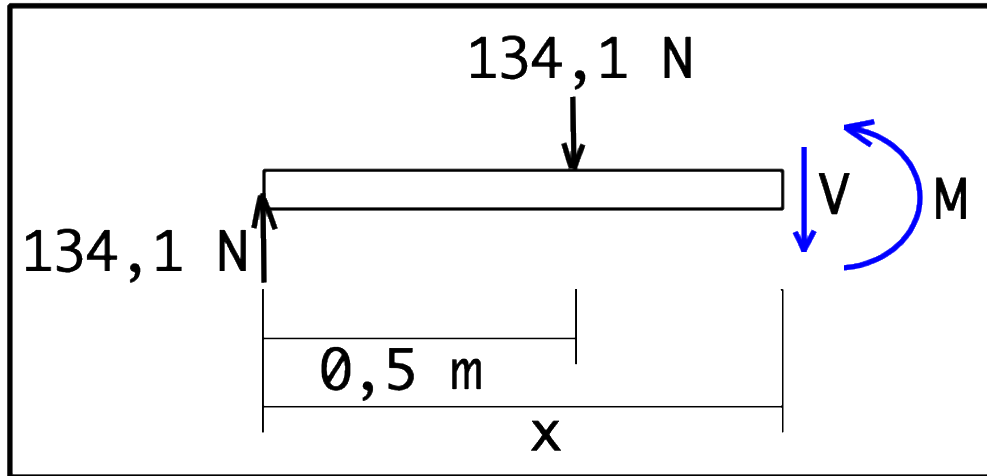
$$M = 134,1x - (335,25x^2 - 134,1x - 134,1x + 53,64)$$

$$M = 134x - 335,25x^2 + 134,1x + 134,1x - 53,64$$

$$M = -335,25x^2 + 402,3x - 53,64$$

Corte A-F; $0,6 \text{ m} < 0,9 \text{ m}$

Figura 58. Corte A-F



$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$134,1 - 134,1 - V = 0$$

$$V = 0$$

$$+\cup \sum M_{Corte} = 0$$

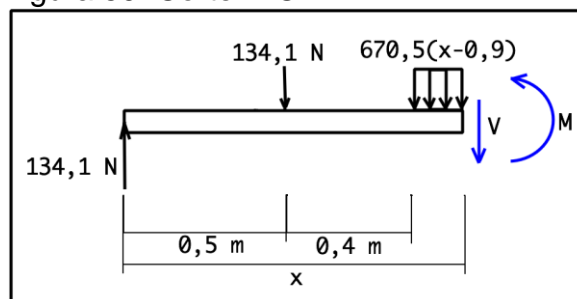
$$M + (134,1 * (x - 0,5)) - 134,1x = 0$$

$$M = -134,1x + 67,05 + 134,1x$$

$$M = 67,05$$

Corte A-C; $0,9 \text{ m} < x < 1,1 \text{ m}$

Figura 59. Corte A-C



$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$134,1 - 134,1 - 670,5x + 603,45 - V = 0$$

$$V = -670,5x + 603,45$$

$$+\cup \sum M_{Corte} = 0$$

$$M + \left[(670,5(x - 0,9)) * \frac{x - 0,9}{2} \right] + [134,1 * (x - 0,5)] - [134,1 * x] = 0$$

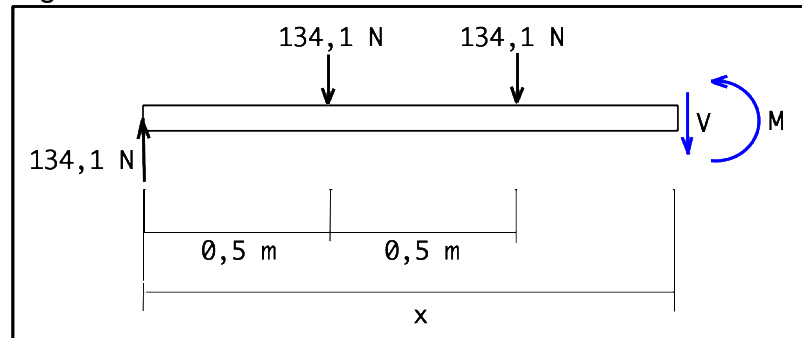
$$M = - \left((670,5x - 603,45) * \left(\frac{x}{2} - 0,45 \right) \right) + 134,1x - 67,05 - 134,1x$$

$$M = -(335,25x^2 - 301,73x - 301,73x + 271,55) - 67,05$$

$$M = -335,25x^2 + 603,45x - 338,6$$

Corte A-D; 1,1 m < x < 1,5 m

Figura 60. Corte A-D



$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$134,1 - 134,1 - 134,1 - V = 0$$

$$V = -134,1$$

$$+\cup \sum M_{Corte} = 0$$

$$M + 134,1(x - 1) + 134,1(x - 0,5) - 134,1x = 0$$

$$M = -134,1x + 134,1 - 134,1x + 67,05 + 134,1x$$

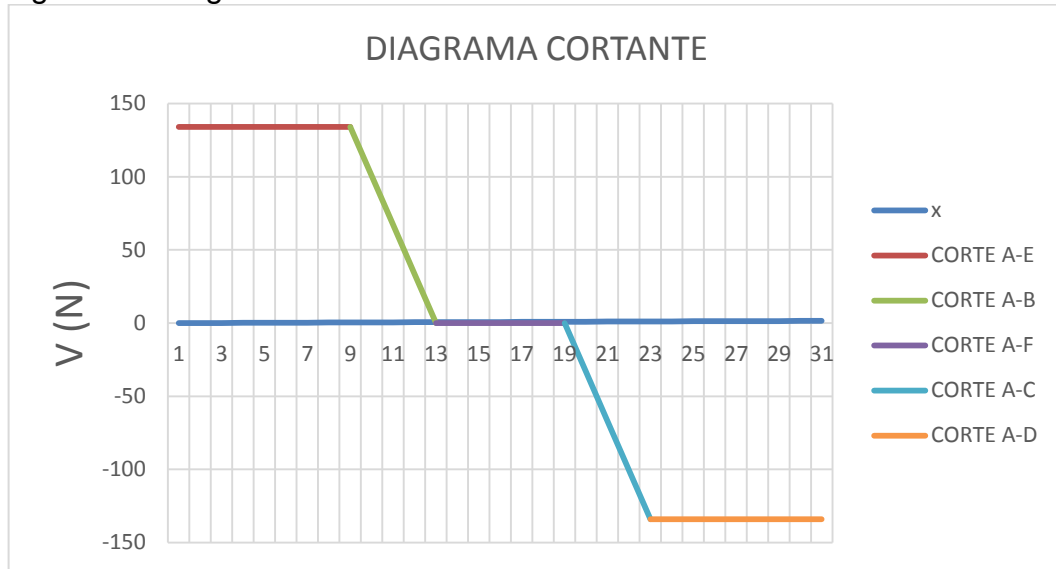
$$M = -134,1x + 201,15$$

Por medio del software Excel se tabuló y grafica los diagramas cortante y de momento, estos se encuentran a continuación:

Tabla 3. Tabulación de resultados para diagrama cortante

Tabla para diagrama cortante					
x	CORTE A-E	CORTE A-B	CORTE A-F	CORTE A-C	CORTE A-D
0	134,1				
0,05	134,1				
0,1	134,1				
0,15	134,1				
0,2	134,1				
0,25	134,1				
0,3	134,1				
0,35	134,1				
0,4	134,1	134,1			
0,45		100,575			
0,5		67,05			
0,55		33,525			
0,6		0	0		
0,65			0		
0,7			0		
0,75			0		
0,8			0		
0,85			0		
0,9			0	0	
0,95				-33,525	
1				-67,05	
1,05				-100,575	
1,1				-134,1	-134,1
1,15					-134,1
1,2					-134,1
1,25					-134,1
1,3					-134,1
1,35					-134,1
1,4					-134,1
1,45					-134,1
1,5					-134,1

Figura 61. Diagrama cortante

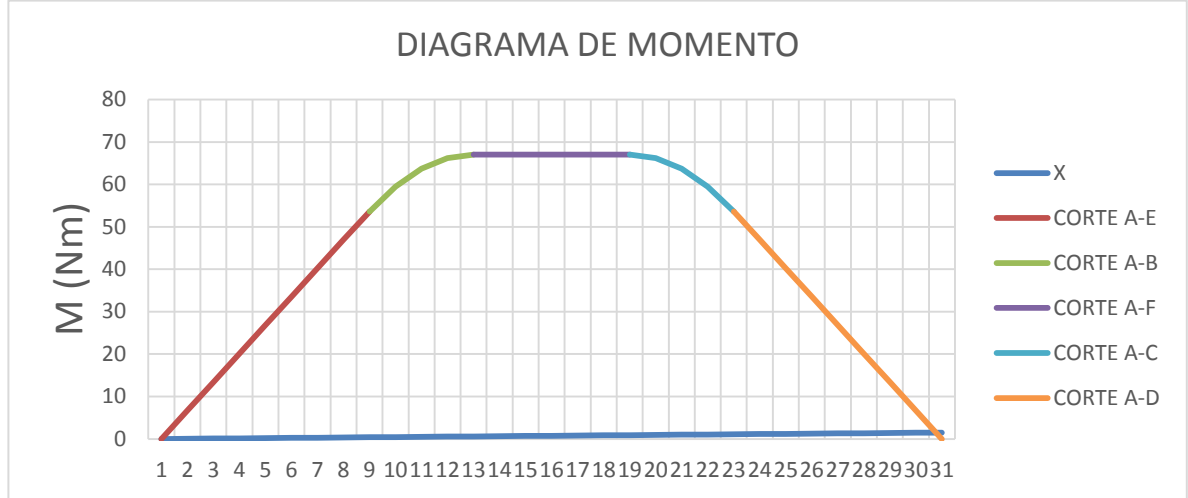


Con base a este diagrama se puede afirmar que la fuerza cortante máxima en la viga es de 134,1 N.

Tabla 4. Tabulación de resultados para diagrama de momento

Tabla para diagrama de momento					
X	CORTE A-E	CORTE A-B	CORTE A-F	CORTE A-C	CORTE A-D
0	0				
0,05	6,706				
0,1	13,41				
0,15	20,115				
0,2	26,82				
0,25	33,525				
0,3	40,23				
0,35	46,936				
0,4	53,64	53,64			
0,45		59,506875			
0,5		63,6975			
0,55		66,211875			
0,6		67,06	67,06		
0,65			67,06		
0,7			67,06		
0,75			67,06		
0,8			67,06		
0,85			67,06		
0,9			67,06	67,06	
0,95				66,211875	
1				63,6975	
1,05				59,506875	
1,1				53,64	53,64
1,15					46,936
1,2					40,23
1,25					33,525
1,3					26,82
1,35					20,115
1,4					13,41
1,45					6,706
1,5					0

Figura 62. Diagrama de momento



Con base a este diagrama se puede afirmar que el momento máximo presente en la viga es de 67,05 Nm, este se usa para hallar el módulo de sección requerido para dicha viga.

Para la selección del material se tuvo en cuenta un catálogo de GERDAU CORSA, empresa mexicana de aceros, de este catálogo se tomó la decisión de utilizar para la estructura el acero ASTM A 500, ya que es un acero utilizado para columnas y vigas de perfiles huecos, ya sea cuadrados, rectangulares o circulares.

Tabla 5. Propiedades de aceros estructurales

CORRELACION DE LAS NMX Y ASTM DE ACEROS ESTRUCTURALES					
Nomenclatura		F _y ⁽³⁾		F _u ⁽⁴⁾	
NMX (1)	ASTM (2)	MPa	Kg/cm ²	MPa	Kg/cm ²
B-254	A 36	250	2,530	400 a 550	4,080 a 5,620
	A 529	345	3,515	485	4,950
		380	3,880	485	4,950
B-282	A 242	320	3,235	460	4,710
		345	3,515	485	4,920
		290	2,950	414	4,220
B-284	A 572	345	3,515	450	4,570
		414	4,220	515	5,270
		450	4,570	550	5,620
	A 992	345	3,515	450 a 620	4,570 a 6,330
B-177	A 53	240	2,460	414	4,220
B-199	A 500 (5)	320	3,235	430	4,360
B-200	A 501	250	2,530	400	4,080
	A 588 (6)	345	3,515	483	4,920
	A 709	250	2,550	400	4,080
		345	3,515	450	4,590
		485	4,950	585	5,965
		690	7,036	585	7,750
		620	6,322	690	7,040
	A 913 (7)	345 a 483	3,515 a 4,920	448 a 620	4,570 a 6,330

Fuente: Catálogo de selección de aceros GERDAU CORSA

El acero A500 tiene un esfuerzo de fluencia de 320 MPa y un esfuerzo ultimo de 430 MPa. La fórmula para hallar el esfuerzo permisible, σ_p es la siguiente:

$$\sigma_p = \frac{\sigma_u}{FS}$$

Donde σ_u es el esfuerzo ultimo o de falla y FS es el factor de seguridad.

Al tratarse de un material dúctil se recomienda hacer el cálculo con el esfuerzo de fluencia, ya que después de este el material se deforma y eso no es lo que se busca con la estructura, de esta forma, el esfuerzo permisible seria:

$$\sigma_p = \frac{\sigma_y}{FS}$$

La otra incógnita existente es el factor de servicio, FS, pero para ello se basó en la teoría o clasificación según Robert Mott, en su libro, Diseño de elementos de máquinas, que dice: El factor de ingeniería o factor de seguridad se encuentra entre 2,5 y 4 en “diseños de estructuras estáticas o elementos de máquinas bajo cargas dinámicas con incertidumbre acerca de las cargas, propiedades de los materiales, análisis de esfuerzos o el ambiente”.

Se escoge entonces este rango debido a que en el banco se harán pruebas de diferentes elementos y estos tienen diferentes cargas; y el factor de seguridad, a criterio de los autores será de 3.

$$\sigma_p = \frac{320 \text{ MPa}}{3} = 106,67 \text{ MPa}$$

Ya teniendo el esfuerzo permisible y el momento máximo de la viga, se procede a calcular el módulo de sección requerido para dicha viga:

$$S_{req} = \frac{M_{max}}{\sigma_p} = \frac{67,05 \text{ Nm}}{106,67 \times 10^6 \text{ Pa}} = 6,286 \times 10^{-7} \text{ m}^3 = 0,6286 \text{ cm}^3$$

Mirando catálogos de SABIMET encontramos un tubo estructural de sección cuadrada con 60 mm de lado y un espesor de 2,25 mm.

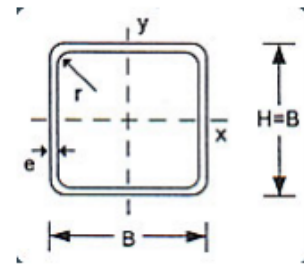
Tabla 6. Perfil tubular cuadrado



• TUBERIA ESTRUCTURAL:

TUBERIA ESTRUCTURAL CUADRADA

Tolerancias dimensionales ASTM A 500 grado C
Calidades del acero ASTM A572 grado 50



Perfiles de Sección Cuadrada mm	Dimensiones (mm)				Area cm ²	Peso Kg/m	Momento Respecto a los Ejes		
	h	b	e	r			I cm ⁴	S cm ³	R cm
60 x 60	60.00	60.00	2.25	3.38	5.02	3.98	27.40	9.13	2.34
70 x 70	70.00	70.00	2.25	3.38	2.92	4.65	44.60	12.74	2.75
90 x 90	90.00	90.00	2.50	3.75	8.54	6.70	107.46	23.88	3.55
100 x 100	100.00	100.00	3.00	4.50	11.33	8.89	175.10	35.02	3.94
110 x 110	110.00	110.00	3.40	5.10	14.10	11.07	263.04	47.82	4.33
120 x 120	120.00	120.00	4.00	6.00	18.01	14.14	397.30	66.22	4.74
135 x 135	135.00	135.00	4.30	6.45	21.85	17.15	612.27	90.71	5.28
155 x 155	155.00	155.00	4.50	6.75	26.39	20.72	982.43	126.77	6.10
175 x 175	175.00	175.00	5.50	8.25	36.25	28.46	1709.23	195.34	6.87
200 x 200	200.00	200.00	5.50	8.25	41.75	32.77	2597.67	259.77	7.89
200 x 200	200.00	200.00	7.00	10.50	52.36	41.10	3194.10	319.41	7.81
220 x 220	220.00	220.00	7.00	10.50	57.96	45.50	4314.30	392.21	8.63
220 x 220	220.00	220.00	9.00	13.50	73.18	57.45	5317.27	483.39	8.52
260 x 260	260.00	260.00	9.00	16.50	87.58	68.75	9.038.52	695.27	10.16
260 x 260	260.00	260.00	11.00	16.50	105.41	82.74	10.656.87	819.76	10.06

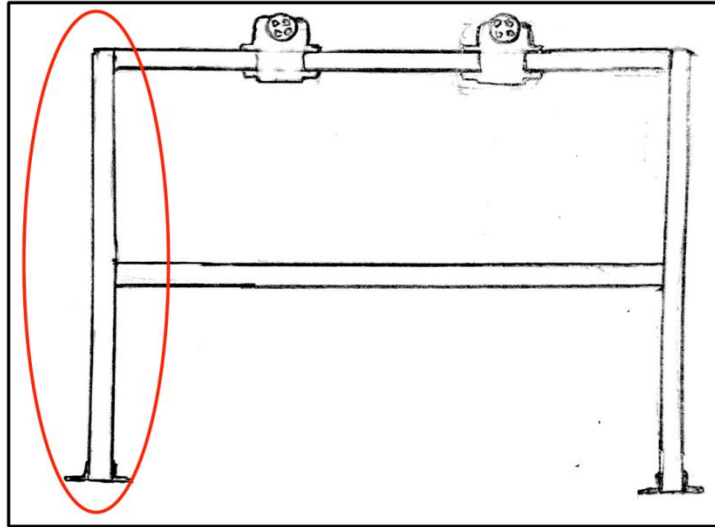
Fuente: Catálogo de perfiles de SABIMET

4.2 CALCULO DE LA VIGA LONGITUDINAL

Por medio del método del LRFD (Load and Resistance Factor Design - Diseño por factores de carga y de resistencia) y Resistencia de diseño donde se hará el chequeo por esbeltez se llevara a cabo la comprobación del material y perfil escogidos anteriormente.

La viga seleccionada se encuentra plasmada en la figura 63 donde se puede visualizar que la viga se encuentra a compresión y empotrada en ambos lados:

Figura 63. Columna a estudiar



Lo primero que se debe saber cuál es la combinación de carga mayor (P_u), teniendo en cuenta lo especificado en el apartado del cálculo de la viga horizontal donde se obtuvo la gran mayoría de cargas. Para el banco se tienen cargas muertas, que son todos los elementos fijos a dicho banco y cargas vivas, aquellas que no pertenecen al banco.

Cargas muertas D:

- Motor eléctrico: 29 Kg
- Bomba de vacío: 6,2 Kg
- Batería eléctrica: 23,56 Kg
- Bancadas móvil: 35 Kg cada una, 70 Kg total
- Elementos de control y medición: 10 Kg

Se hace la suma y se pasa a unidades Newton:

$$D = (29 + 6,2 + 23,56 + 70 + 10)Kg = 138,76 Kg * 9,81 \frac{m}{s^2}$$

$$D = 1361,24 N$$

Cargas vivas L:

- ✓ Alternadores: 2 Kg
- ✓ Motores de arranque: 3 Kg
- ✓ Compresores de aire acondicionado: 6 Kg
- ✓ Herramienta general: 15 Kg

Se hace la suma y se pasa a unidades de Newton:

$$L = (2 + 3 + 6 + 15)Kg = 26 Kg * 9,81 \frac{m}{s^2}$$

$$L = 255,06 N$$

Ahora se hace la combinación de carga para saber cuál es la mayor:

$$Pu_1 = 1,4D = 1,4 * 1.361,24 N = 1905,74 N$$

$$Pu_2 = 1,2D + 1,6L = (1,2 * 1.361,24 N) + (1,6 * 255,06 N) = 2041,58 N$$

$$Pu = 2041,58 N \div 4 \text{ columnas} = 510,4 N$$

Se obtuvo que la carga mayor Pu es de 510,4 N y ya teniendo esta carga se procede a hacer el cálculo de resistencia por diseño, para esto se determina primero si la columna es larga o corta, ya que en las largas se presentan pandeo. Para determinar si es larga o corta se tiene la siguiente expresión:

$$\lambda = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E}}$$

Donde:

- K: Factor de longitud efectiva, que es 0,5 por estar empotrada en ambos lados (mirar grafica ())
- L: longitud del elemento, por diseño es de 100 cm
- r: radio de giro mínimo, que es de 2,34 cm por el perfil escogido anteriormente
- σ_y : esfuerzo de fluencia, que es de 320 MPa por el acero A500
- E: Modulo de elasticidad, que es de 200000 MPa, información tomada por tesis de ingeniero civil, "VALIDACIÓN EN UNA ARMADURA DE ACERO"

A500 DE LAS DEFORMACIONES UNITARIAS Y DEPLAZAMIENTOS OBTENIDOS EN LABORATORIO”

$$\lambda = \frac{(0,5)(1 m)}{\pi(0,0234m)} \sqrt{\frac{320 \times 10^6 Pa}{200000 \times 10^6 Pa}} = 0,27$$

El teorema dice que si el valor de λ es menor o igual a 1,5 es una columna corta, pero si es mayor a 1,5 es una columna larga. Comparando, se define que en este caso se trata de una columna larga, se procede a calcular el esfuerzo crítico σ_{cr} . Este esfuerzo, dado que es una columna larga esta dado por la siguiente ecuación:

$$\sigma_{cr} = (0,658^{\lambda^2}) \sigma_y$$

$$\sigma_{cr} = (0,658^{0,27^2}) 320 MPa = 310,38 MPa$$

El esfuerzo crítico debe ser menor que el esfuerzo de fluencia:

$$\sigma_{cr} < \sigma_y$$

$$310,38 MPa < 320 MPa$$

A continuación se calcula la máxima carga que puede soportar la columna, R_d :

$$R_d = \phi * A_g * \sigma_{cr}$$

Donde:

- ϕ : Factor de resistencia, 0,85, constante
- A_g : Área gross
- σ_{cr} : Esfuerzo crítico

El área gross es la que tiene contacto con la carga:

$$A_g = (0,06 * 0,06) m^2 - \left((0,06 - 2(0,0225)) * (0,06 - 2(0,0225)) \right) m^2 = 0,00359 m^2$$

$$R_d = 0,85 * 0,00359 m^2 * 310,38 \times 10^6 Pa = 947124,57 N$$

La carga máxima que puede resistir la columna debe ser mayor o igual que la carga mayor a la que se encuentra sometida:

$$R_d > P_u$$

$$947124,57 N > 510,4 N$$

Siendo así, la columna resistirá una carga de 947124,57 N, eso en kilos son aproximadamente 96546,8 Kg.

Ahora se hace un chequeo por esbeltez para ver si la columna tendrá pandeo, para que no exista dicho pandeo se debe cumplir la siguiente relación:

$$\frac{KL}{r} \leq 200$$

En esta relación se manejan pulgadas, así que se deben pasar los cm a in.

$$L = 100 \text{ cm} * \frac{1 \text{ in}}{2,54 \text{ cm}} = 39,37 \text{ in}$$

$$r = 2,34 \text{ cm} * \frac{1 \text{ in}}{2,54 \text{ cm}} = 0,92 \text{ in}$$

$$\frac{0,5 * 39,37}{0,92} \leq 200$$

$$21,4 \leq 200$$

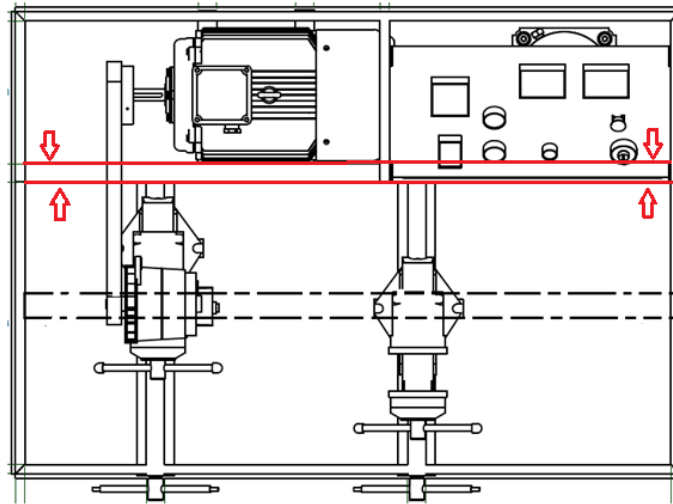
Se concluye que la columna no presentará pandeo.

4.3 CÁLCULO DE SOLDADURA

Las vigas y columnas que componen la estructura del banco de prueba, así como las nervaduras que ayudan a minimizar los esfuerzos que recaen en el soporte del plato y la sujeción estarán sujetos mediante uniones soldadas, para ello se realiza el cálculo de dichas soldaduras que recaerán sobre los extremos de cada una de las vigas.

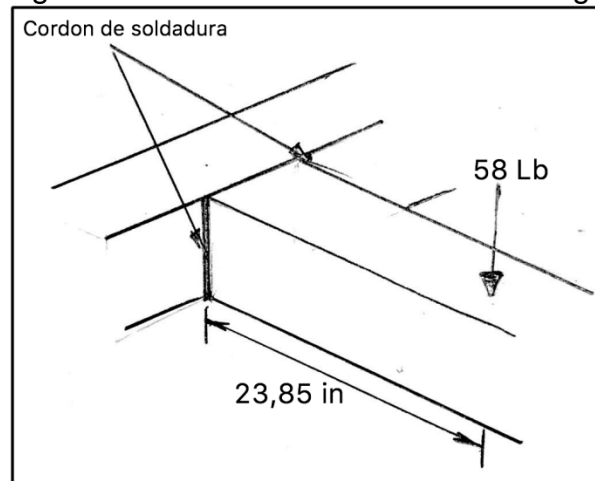
Para este cálculo se siguió el procedimiento general para diseñar uniones soldadas, expuesta en el libro de Diseño de elementos de máquinas de Robert Mott. Mediante la figura 1 se aprecia la zona de la soldadura a calcular y seguido de ello, los tipos de cargas que actúan sobre la misma.

Figura 64. Viga con soldadura a estudiar



Se tomó esta viga debido a que la viga con la que se hicieron los cálculos para la estructura soporta dos cargas (dos prensas) y es perfecto para ese caso, pero en el caso de la soldadura se tendría que dividir las cargas, eso quiere decir que quedaría solo la carga de una prensa, la cual el motor eléctrico supera, por tal motivo se toma la viga que soporta el motor eléctrico con el fin de dar seguridad en los cálculos de la soldadura. En la figura 2 se muestra la carga y la zona de soldadura.

Figura 65. Zona de la soldadura con carga



Las 58 libras son el peso del motor eléctrico y la distancia que hay desde la soldadura hasta la mitad de la longitud del motor eléctrico, que es de 16,2 in, es de 23,85 in.

Los tipos de carga que actúan sobre la soldadura son cortante y de flexión, a dichas cargas se les hace el cálculo de fuerza sobre pulgada de soldadura mediante las siguientes ecuaciones:

Cortante vertical directa $f_{CORTANTE} = V/A_w$

Flexión $f_{FLEXIÓN} = M/S_w$

A continuación se escoge el tipo de electrodo a utilizar, en el caso de la estructura, se cuenta con un acero estructural A500 y como está en la tabla 7, el tipo de electrodo será el E60.

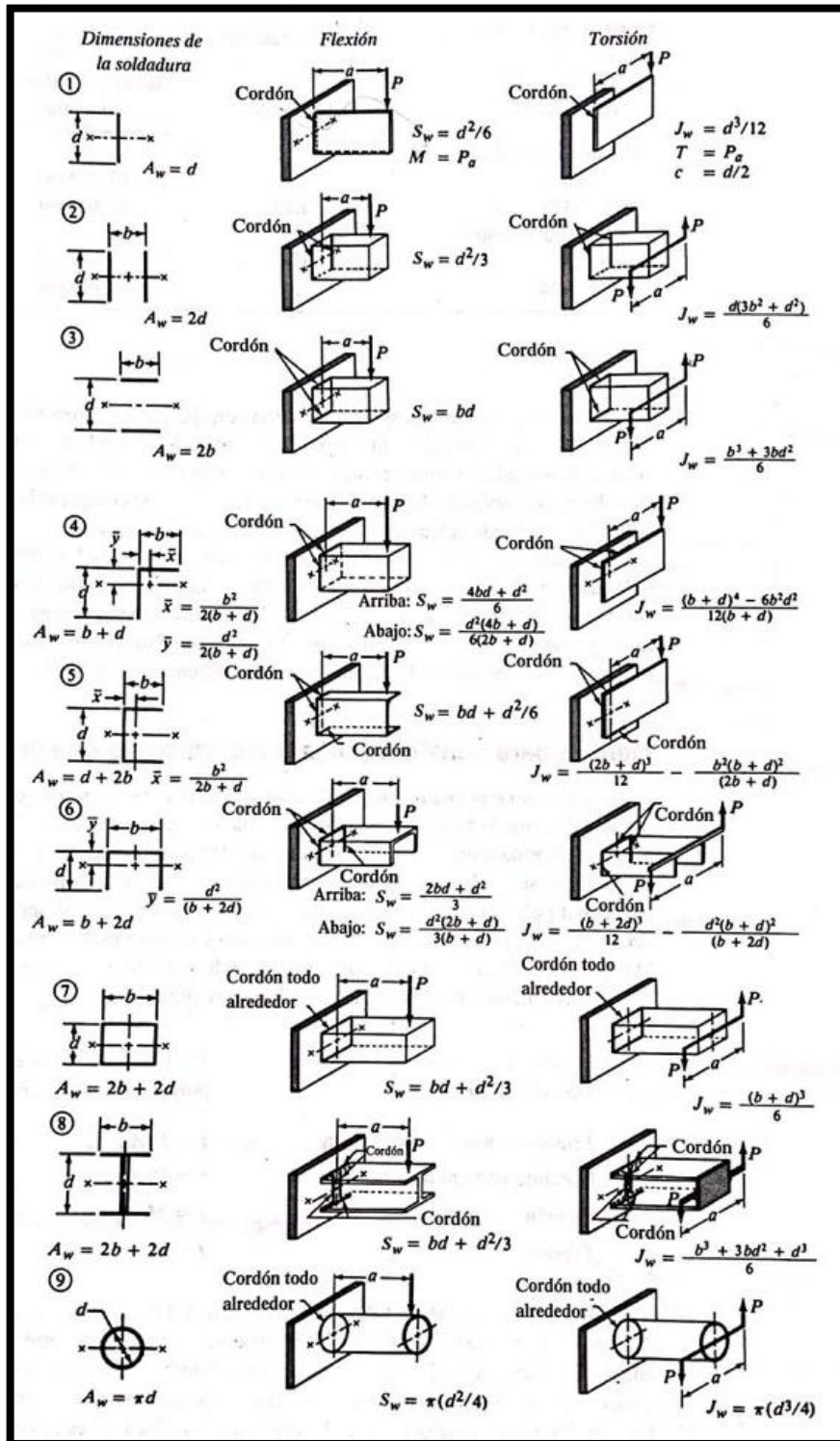
Tabla 7. Esfuerzos cortantes admisibles sobre soldaduras de chaflán

A. Acero										
Tipo de electrodo	Metales típicos que se unen (grado ASTM)				Esfuerzo cortante admisible					
E60	A36, A500				18 ksi (124 MPa)					
E70	A242, A441				21 ksi (145 MPa)					
E80	A572, Grado 65				24 ksi (165 MPa)					
E90					27 ksi (186 MPa)					
E100					30 ksi (207 MPa)					
E110					33 ksi (228 MPa)					
B. Aluminio										
Aleación de aporte										
		1100		4043		5356		5556		
Esfuerzo cortante admisible										
Metal unido	ksi		MPa		ksi		MPa		ksi	
	ksi	MPa	ksi	MPa	ksi	MPa	ksi	MPa	ksi	MPa
1100	3.2	22	4.8	33						
3003	3.2	22	5.0	34						
6061			5.0	34	7.0	48	8.5	59		
6063			5.0	34	6.5	45	6.5	45		

Fuente: Robert L. Mott, Diseño de elementos de maquinas.

Ahora se necesita saber los factores geométricos, A_w y S_w , para el análisis de soldadura, para ello se usa la figura 66.

Figura 66. Factores geométricos para el análisis de soldaduras



Fuente: Robert L. Mott, Diseño de elementos de máquinas.

Como se pudo apreciar en la figura 66, la soldadura va en los costados y según la figura 67 el factor geométrico que sirve es el número dos y la forma de hallar A_w y S_w es la siguiente, pero antes hay que recordar que el perfil de la viga es cuadrado de 60x60 mm:

$$A_w = 2d$$

$$S_w = \frac{d^2}{3}$$

Donde

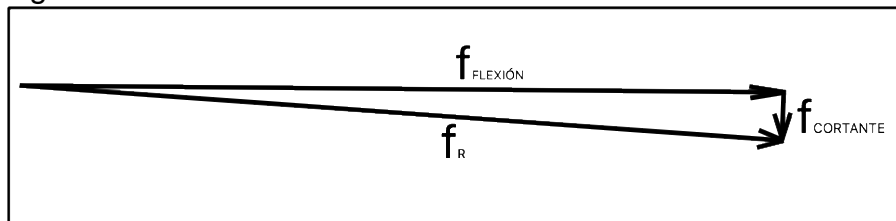
$$d = 60 \text{ mm} * \frac{1 \text{ cm}}{10 \text{ mm}} * \frac{1 \text{ in}}{2,54 \text{ cm}} = 2,36 \text{ in}$$

$$A_w = 2(2,36 \text{ in}) = 4,72 \text{ in}$$

$$S_w = \frac{(2,36 \text{ in})^2}{3} = 1,86 \text{ in}^2$$

Ahora se procede a combinar vectorialmente las fuerzas en la unión, este procedimiento se muestra en la figura 67.

Figura 67. Combinación vectorial de las fuerzas



Fuerza cortante:

$$V = 58 \text{ Lb}$$

$$f_{CORTANTE} = \frac{58 \text{ Lb}}{4,72 \text{ in}} = 12,29 \text{ Lb/in}$$

Fuerza de flexión:

$$f_{FLEXIÓN} = \frac{(58 \text{ Lb}) * (23,85 \text{ in})}{1,86 \text{ in}^2} = 743,71 \text{ Lb/in}$$

Fuerza resultante, f_R :

$$f_R = \sqrt{f_{CORTANTE}^2 + f_{FLEXIÓN}^2}$$

$$f_R = \sqrt{12,29^2 + 743,81^2} \text{ Lb/in} = 743,81 \text{ Lb/in}$$

Por último, para hallar el lado requerido del cordón se divide la fuerza resultante entre la fuerza admisible del electrón que se encuentra en la tabla 8.

Tabla 8. Esfuerzos cortantes y fuerzas sobre soldaduras

Grado ASTM del metal base	Electrodo	Esfuerzo cortante admisible	Fuerza admisible por pulgada de lado
Estructuras de edificios:			
A36, A441	E60	13 600 psi	9600 lb/pulg
A36, A441	E70	15 800 psi	11 200 lb/pulg
Estructuras de puentes			
A36	E60	12 400 psi	8800 lb/pulg
A441, A242	E70	14 700 psi	10 400 lb/pulg

Fuente: Robert L. Mott, Diseño de elementos de maquinas.

$$w = \frac{743,81 \text{ Lb/in}}{9600 \text{ Lb/in por in de lado}} = 0,077 \text{ in}$$

4.4 CALCULO DE POTENCIA DEL COMPRESOR DE AIRE ACONDICIONADO

Para el cálculo de la potencia lo primero que se debe tener en cuenta son las presiones normales a la que trabaja un compresor de aire acondicionado con el refrigerante R134a, es decir, presión de alta, presión de baja y la presión atmosférica de trabajo. Los datos de presiones de alta y baja son tomados de un manual de mantenimiento de sistemas de climatización (MF0628_2),

Presión de baja: 1,2 – 2,5 Bar

Presión de alta: 14 – 16 Bar.

Por medio de la página de WORLDMETEO la presión atmosférica en Bogotá es de 752,12 hPa. Se utiliza esta presión ya que las pruebas se van a realizar en CESVI y este lugar queda a los alrededores de esta ciudad; hay que tener en cuenta que se debe hacer una conversión de unidades, de hPa a Bar para que todo quede en las mismas unidades.

$$P_{atm} = 752,12 \text{ hPa} * \frac{0,001 \text{ Bar}}{1 \text{ hPa}} = 0,75 \text{ Bar}$$

Según los conocimientos adquiridos en Neumática y oleodinámica en la universidad, y siguiendo los cálculos en el libro de Neumática e Hidráulica tenemos que la potencia del compresor está dada por la siguiente ecuación:

$$Pot_{compresor} = 8,01Q * [RC^{0,286} - 1]$$

Donde Q es el caudal del fluido, RC es una relación de compresión entre las presiones manométricas y atmosféricas, el resto son constantes de la ecuación.

Para el cálculo de relación de compresión se tiene en cuenta como presión manométrica la presión de alta del compresor ya que es la mayor:

$$RC = \frac{P_{man} - P_{atm}}{P_{atm}} = \frac{16 \text{ Bar} - 0,75 \text{ Bar}}{0,75 \text{ Bar}} = 20,33$$

Para el caudal se tuvo en cuenta los conocimiento de un mecánico especializado en aire acondicionado de automóviles, el cual afirma que para un sistema de una camioneta HYUNDAI - Tucson se necesita alrededor de 500 g de refrigerante R134a, este lo debemos multiplicar por la densidad de dicho refrigerante, densidad que fue tomada de una ficha técnica de GASSERVEI y es de 5,28 Kg/m³.

$$v = \frac{Masa}{Densidad} = \frac{500 \text{ g} * \frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ g}}}{5,28 \text{ Kg}/m^3} = 0,095 \text{ m}^3$$

El volumen anterior debe ser multiplicado por una unidad de tiempo, para este caso será por un minuto, ya que para la ecuación de potencia se necesita en estas unidades, por tal motivo el caudal Q es:

$$Q = 0,095 \frac{m^3}{min}$$

Ahora se procede a calcular la potencia del compresor:

$$Pot_{compresor} = 8,01(0,095) * [20,33^{0,286} - 1] = 1,04 \text{ HP}$$

Por último, para hallar la potencia del motor eléctrico se tiene la siguiente ecuación:

$$Pot_{motor} = \frac{Pot_{compresor}}{\eta_{ME}}$$

Donde η_{ME} es la eficiencia del motor eléctrico, la cual varía entre 80 y 85 %, teniendo en cuenta los catálogos de motores eléctricos de SIEMENS. Para este cálculo se tomará un motor con una eficiencia en peor de los casos de 80%.

$$Pot_{motor} = \frac{1,04 \text{ HP}}{0,8} = 1,3 \text{ HP}$$

4.5 CÁLCULO DE POTENCIA DEL ALTERNADOR

Para hacer el cálculo de potencia del motor que sea capaz de girar cualquier tipo de alternador, nos basamos en un catálogo de la empresa BOSCH sobre alternadores para automóviles. En dicho catalogo encontramos gran variedad de alternadores y para el cálculo que se desarrollará en este apartado se utilizó un alternador de 200 A y 12 V utilizado en automóviles Mercedes ya que es uno de los más potentes. Al tener este alternador y siendo uno de los más potentes se tendrá la plena confianza que el motor podrá cumplir con su trabajo si ningún problema, sea cual sea el alternador que se vaya a probar. Para el cálculo de la potencia se utiliza la siguiente ecuación:

$$Pot = V * I$$

Reemplazando los valores tenemos que la potencia es de:

$$Pot = 12V * 200A = 2400W$$

Se puede apreciar que se necesita un motor de 2400 W de potencia, pero para encontrarlo de forma más fácil en el mercado se tiene que pasar a HP, pero es no es todo, puede que otro fabricante tenga alternadores con un poco más de amperaje, se va a tener un margen de trabajo del 70% para evitar imprevistos con las pruebas:

$$Pot = 2400 \text{ W} * \frac{1 \text{ HP}}{745,7 \text{ W}} = 3,22 \text{ HP} * \frac{1}{0,7} = 4,6 \text{ HP}$$

Comparando los resultados de los cálculos de potencia para alternadores y compresores, se toma la decisión de tomar la potencia obtenida en los alternadores y mirando catálogos de SIEMENS, fabricante de motores eléctricos, se puede apreciar que motores de corriente continua (DC) solo existen con potencia hasta de 2 HP, por tal motivo toca un motor trifásico de 5 HP. Dicho motor es tipo GP10A (uso general carcasa de aluminio para reducir el peso del mismo). Este tiene una velocidad de giro de 3600 rpm, un voltaje entre 208 y 230 V y un peso de 29 Kg. Las demás especificaciones están en el catalogo de motores que se encuentra de forma resumida en los anexos.

4.6 CÁLCULO DE POLEAS Y CORREAS

Este procedimiento se hace para un alternador, ya que la potencia del motor dio más potente para mover los alternadores, como se mencionó en el capítulo anterior, un alternador empieza a trabajar a 1300 rpm, pero el motor alcanza una velocidad hasta de 3600 rpm, así que los cálculos se llevarán con los datos del motor de 5 HP a 3600 rpm.

Para estos cálculos se utilizó el catálogo “CÁLCULOS Y RECOMENDACIONES PARA CORREAS MULTI-V-3-T” de Good Year, siguiendo los siguientes pasos:

Hallar la potencia del proyecto, utilizando la siguiente fórmula:

$$HP_{proyecto} = (HP_{motor} * Fs) + Adicional$$

Donde:

Fs= Factor de servicio de la maquina tomado de tablas.

Adicional= Valores de condiciones de uso tomados de tablas.

El factor de servicio se encuentra en la tabla 9, donde es un compresor con corriente alterna y jaula de ardilla, con arranque normal.

Tabla 9. Factor de servicio

APLICACIONES	MOTORES ELÉCTRICOS										Motores a explosión		
	Corriente alternada								Corriente continua		Gas-Diesel		
	Jaula de ardilla			Rotor enrollado	Sincronos	Mono-fásico		Excitación en derivación	Excitación en compound	4 o más cilindros con más de 700 rotaciones	4 o más cilindros con menos de 700 rotaciones	Máquinas a vapor	Con ligación directa o con eje intermediario
	Arranque normal	Arranque estrella o triángulo	De alta potencia de arranque (jaula doble)			La repulsión con fase auxiliar de arranque	La inducción con arranque a condensador						
AGITADORES													
Para líquidos	1,0	1,0	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Para semilíquidos	1,2	1,0	1,4	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BOMBAS													
Centrifugas, de engranajes, rotativas	1,2	1,2	1,4	1,4	—	1,2	1,2	1,2	—	1,2	—	—	—
De pistón: de 3 o más cilindros	1,2	1,2	—	1,4	1,6	—	—	—	—	1,8	—	1,8	—
De pistón: de 1 ó 2 cilindros	1,4	1,4	—	1,6	1,8	—	—	—	—	2,0	—	2,0	—
De pistón: para dragar	1,4	1,4	—	1,4	—	—	—	—	—	2,0	—	2,0	—
COMPRESORES													
Centrifugos y rotativos	1,2	1,2	—	1,4	1,4	1,2	1,2	1,2	—	1,2	—	—	—
Alternativos con 3 o más cilindros	1,2	1,2	—	1,4	1,4	—	—	1,2	—	—	—	—	—
Alternativos con 1 o 2 cilindros	1,4	1,4	—	1,5	1,5	—	—	1,2	—	—	—	—	—
EJES DE TRANSMISIÓN	1,4	1,4	—	1,4	1,8	1,4	1,4	1,4	1,4	1,6	—	1,6	1,6
ASPIRADORES Y VENTILADORES													
Centrifugos y succión indirecta	1,2	1,2	—	1,4	—	—	—	1,4	—	1,2	—	1,5	1,5
Helicoidales	1,4	1,4	2,0	1,6	2,0	—	—	1,4	—	1,4	—	—	—
Sopladores	1,6	1,6	—	2,0	2,0	—	—	—	—	1,6	—	—	—
GRUPOS GENERADORES	1,4	—	—	—	—	—	—	1,4	—	—	—	1,6	1,6
MÁQUINAS PARA INDUSTRIA DE CAUCHO													
Calandra, "Bamouy", mezcladores	1,4	1,4	1,4	1,4	1,8	—	—	—	—	—	—	—	—
MÁQUINAS PARA INDUSTRIA DE CERÁMICA Y DE ACEITE													
Cortadoras, granuladoras	—	1,2	1,4	1,4	—	—	—	1,4	—	—	—	—	2,0
Amasadoras, picadoras	1,5	1,3	1,8	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mezcladoras, prensas	—	1,2	1,6	1,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
MÁQUINA PARA INDUSTRIA GRÁFICA													
Rotat., offset, dobladoras, cortadoras, Prensa plana, linotipo	1,2	1,2	—	1,2	—	—	—	1,2	—	—	—	—	—
MÁQUINA PARA INDUSTRIA DE PAPEL													
Máquinas Jordan - holandesas	1,5	1,3	1,8	1,5	1,8	—	—	1,5	1,5	—	—	—	1,8
Trituradoras	1,4	1,4	—	1,4	—	—	—	1,5	1,5	—	—	—	1,8
Calandras, secadores, enrolladoras	1,2	1,2	—	1,2	—	—	—	1,2	1,2	—	—	—	1,8

Fuente: Catalogo de GoodYear, cálculos y recomendaciones para correas multi-v3-T

Los adicionales se encuentran en la tabla 10, donde se trabaja en un ambiente con polvo y la polea motriz con diámetro mayor que el de la polea conducida.

Tabla 10. Adicional

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO		ADICIONAL	
Ambiente con polvo		+0,1	
Ambiente húmedo		+0,1	
Uso de poleas tensoras	en la parte floja	internamente	+0,1
		externamente	+0,1
	en la parte tensa	internamente	+0,1
		externamente	+0,2
Polea motriz con diámetro mayor que el de la polea conducida		+0,2	

Fuente: Catalogo de GoodYear, cálculos y recomendaciones para correas multi-v3-T

$$HP_{proyecto} = (5 * 1,2) + 0,1 + 0,2 = 6,3 HP$$

Perfil de la correa y el diámetro de la polea menor. Para este apartado se tiene la figura 60 donde por la velocidad del eje más rápido (el del alternador cuando el motor se encuentre a 3600 rpm) y el HP del proyecto se obtiene el perfil de la correa y el diámetro de la polea menor.

Cálculo de relación de velocidades, se hace teniendo en cuenta la velocidad del eje más rápido, en este caso la entrada al alternador y la velocidad del eje más lento, en este caso la salida del motor. Se conoce que la velocidad ralenti de un motor de combustión es de aproximadamente 800 rpm y que el alternador empieza a trabajar a las 1300 rpm, entonces con esta información hallamos la relación de velocidades:

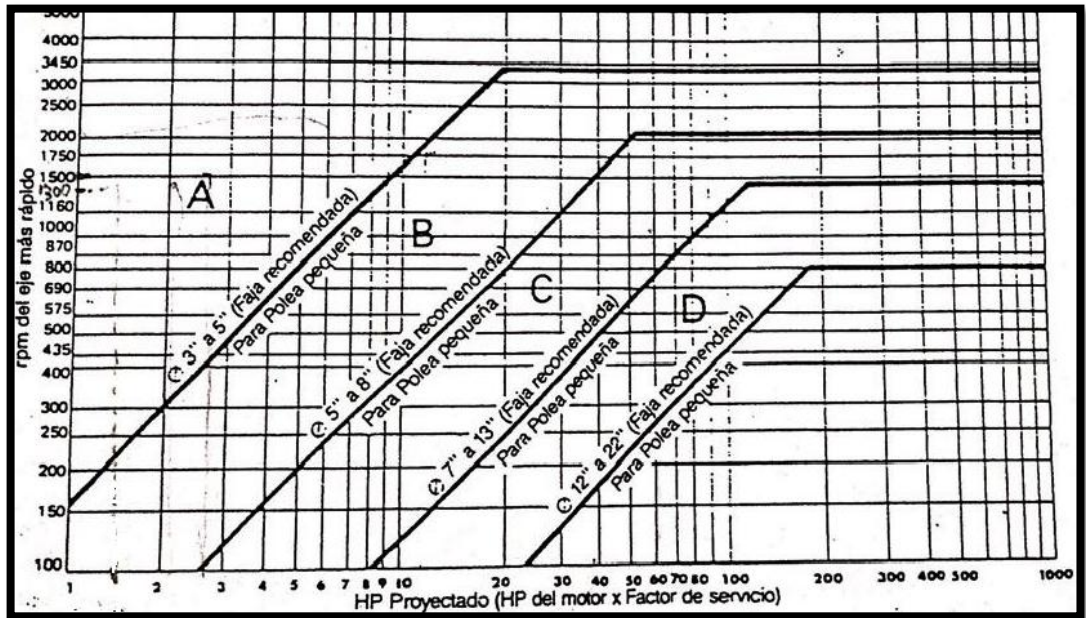
$$R = \frac{rpm1}{rpm2} = \frac{1300}{800} = 1,63$$

Ya teniendo esta relación de velocidades se procede a calcular la velocidad del alternador cuando el motor gira a 3600 rpm:

$$1,63 = \frac{rpm1}{3600 rpm}$$

$$rpm1 = 1,63 * 3600 rpm = 5868 rpm$$

Figura 68. Selección del perfil de la correa y diámetro de polea menor.



Fuente: Catalogo de GoodYear, cálculos y recomendaciones para correas multi-v3-T

Perfil de la correa = A
 Diámetro de la polea = $d = 3$ in.

Calculo del diámetro de la polea mayor, teniendo la relación de velocidades (R) y el diámetro de la polea menor (d) se reemplaza en la siguiente ecuación:

$$D = d * R = 3 \text{ in} * 1,63 = 4,9 \text{ in}$$

Verificar que la velocidad sea menor o igual que 6000 ft/min.

$$V = \frac{\pi * d * N}{12}$$

Donde:

d= diámetro de la olea menor.
 N= velocidad del eje más rápido.

$$V = \frac{\pi * 3 \text{ in} * 5868 \text{ rpm}}{12 \text{ in/ft}} = 4608,72 \text{ ft/min}$$

$$4608,72 \text{ ft/min} \leq 6000 \text{ ft/min}$$

Distancia entre centros, esto es la distancia mínima aproximada que debe haber entre los centros de los ejes en transmisión.

$$C = \frac{D + 3d}{2} = \frac{4,9 \text{ in} + (3 * 3 \text{ in})}{2} = 6,95 \text{ in}$$

Calculo de l_p

$$L_p = 2C + 1,57(D + d) + \frac{(D - d)^2}{4C}$$

$$L_p = (2 * 6,95 \text{ in}) + 1,57 * (4,9 \text{ in} + 3 \text{ in}) + \frac{(4,9 \text{ in} - 3 \text{ in})^2}{4 * 6,95 \text{ in}} = 26,43 \text{ in}$$

Selección de correa, que por medio de la tabla 11 y guiándonos por el perfil, obtenemos la designación de largo primitivo L_p .

Tabla 11. Designación y largos primitivos.

SECCIÓN A		SECCIÓN B				SECCIÓN C				SECCIÓN D			
Dimensiones Nominales Ancho Superior: 1/2" - 13 mm Espesor: 5/16" - 8 mm Ángulo: 40° ± 1°		Dimensiones Nominales Ancho Superior: 21/32" - 17 mm Espesor: 13/32" - 11 mm Ángulo: 40° ± 1°				Dimensiones Nominales Ancho Superior: 7/8" - 22 mm Espesor: 17/32" - 14 mm Ángulo: 40° ± 1°				Dimensiones Nominales Ancho Superior: 1 1/4" - 32 mm Espesor: 3/4" - 19 mm Ángulo: 40° ± 1°			
Tamaño	Largo Externo (pul)	Tamaño	Largo Externo (pul)	Tamaño	Largo Externo (pul)	Tamaño	Largo Externo (pul)	Tamaño	Largo Externo (pul)	Tamaño	Largo Externo (pul)		
A-22	24,0	61	63,0	B-26	29,0	78	81,0	C-47	51,0	105	109,0	D-120	125,0
23	25,0	62	64,0	27	30,0	80	83,0	50	54,0	111	115,0	128	133,0
24	26,0	63	65,0	30	33,0	81	84,0	51	55,0	112	116,0	136	141,0
25	27,0	64	66,0	32	35,0	83	86,0	53	57,0	119	123,0	144	149,0
26	28,0	65	67,0	34	37,0	84	87,0	54	58,0	120	124,0	158	163,0
27	29,0	66	68,0	35	38,0	85	88,0	55	59,0	128	132,0	162	167,0
28	30,0	67	69,0	36	39,0	88	91,0	56	60,0	131	135,0	164	169,0
29	31,0	68	70,0	37	40,0	89	92,0	57	61,0	136	140,0	173	178,0
30	32,0	69	71,0	38	41,0	90	93,0	59	63,0	138	142,0	180	185,0
31	33,0	70	72,0	39	42,0	92	95,0	60	64,0	140	144,0	195	200,0
32	34,0	71	73,0	40	43,0	93	96,0	62	66,0	143	147,0	210	215,0
33	35,0	74	76,0	41	44,0	95	98,0	63	67,0	144	148,0	225	227,5
34	36,0	75	77,0	42	45,0	96	99,0	64	68,0	147	151,0	240	242,5
35	37,0	78	80,0	43	46,0	97	100,0	67	71,0	148	152,0	250	252,5
36	38,0	79	81,0	44	47,0	100	103,0	68	72,0	149	153,0	270	272,5
37	39,0	80	82,0	45	48,0	103	106,0	70	74,0	151	155,0	300	302,5
38	40,0	82	84,0	46	49,0	105	108,0	71	75,0	156	160,0	330	332,5
39	41,0	84	86,0	47	50,0	111	114,0	72	76,0	158	162,0	360	362,5
40	42,0	85	87,0	48	51,0	112	115,0	73	77,0	160	164,0	390	392,5
41	43,0	89	91,0	49	52,0	119	122,0	74	78,0	161	165,0	420	422,5
42	44,0	90	92,0	50	53,0	120	123,0	75	79,0	162	166,0	480	482,5
43	45,0	92	94,0	51	54,0	123	126,0	76	80,0	163	167,0		
44	46,0	95	97,0	52	55,0	124	127,0	77	81,0	166	170,0		
45	47,0	96	98,0	53	56,0	126	129,0	78	82,0	169	173,0		
46	48,0	104	106,0	54	57,0	128	131,0	79	83,0	170	174,0		
47	49,0	105	107,0	55	58,0	130	133,0	80	84,0	172	176,0		
48	50,0	111	113,0	56	59,0	131	134,0	81	85,0	173	177,0		
49	51,0	112	114,0	57	60,0	136	139,0	82	86,0	180	184,0		
50	52,0	119	121,0	58	61,0	138	141,0	84	88,0	195	199,0		
51	53,0	120	122,0	59	62,0	144	147,0	85	89,0	210	214,0		
52	54,0	126	128,0	60	63,0	158	161,0	88	92,0	225	227,0		
53	55,0	128	130,0	62	65,0	162	165,0	89	93,0	240	242,0		
54	56,0	136	138,0	63	66,0	173	176,0	90	94,0	255	257,0		
55	57,0	144	146,0	64	67,0	174	177,0	91	95,0	270	272,0		
56	58,0	158	160,0	65	68,0	178	181,0	95	99,0	300	302,0		
57	59,0	162	164,0	67	70,0	180	183,0	96	100,0	315	317,0		
58	60,0	173	175,0	68	71,0	195	198,0	97	101,0	330	332,0		
59	61,0	180	182,0	70	73,0	210	213,0	98	102,0	360	362,0		
60	62,0			71	74,0	225	226,5	99	103,0	390	392,0		
				72	75,0	240	241,5	100	104,0	420	422,0		
				73	76,0	249	250,5	104	106,0				
				74	77,0	270	271,5						
				75	78,0	300	301,5						
				76	79,0	330	331,5						
				77	80,0	360	361,5						

Fuente: Catalogo de GoodYear, cálculos y recomendaciones para correas multi-v3-T

Lp listado = 26, A-28

Corrección de la distancia entre centros.

$$C_1 = C - \frac{Lp \text{ calculado} - Lp \text{ listado}}{2} = 6,95in - \frac{(26,46 - 26)in}{2}$$

$$C_1 = 6,72 \text{ in}$$

Arco de contacto

$$Ac = 180^\circ - \frac{(D - d)60}{C_1} = 180^\circ - \frac{(4,9 \text{ in} - 3 \text{ in}) * 60}{6,72 \text{ in}}$$

$$Ac = 163,04^\circ$$

Factor de corrección del arco. Este factor se busca en la tabla 12, teniendo el arco de contacto.

Tabla 12. Factor de corrección del arco de contacto.

$\frac{Dp - dp}{C}$	Arco de Contacto en Grados Ac	Factor de corrección F_{Ac}	
		V-V	V-Plana
0.00	180	1.00	0.75
0.10	174	0.99	0.76
0.20	169	0.97	0.78
0.30	163	0.96	0.79
0.40	157	0.94	0.80
0.50	151	0.93	0.81
0.60	145	0.91	0.83
0.70	139	0.89	0.84
0.80	133	0.87	0.85
0.90	127	0.85	0.86
1.00	120	0.82	0.82
1.10	113	0.80	0.80
1.20	106	0.77	0.77
1.30	99	0.73	0.73
1.40	91	0.70	0.70
1.50	83	0.65	0.65

Fuente: Catalogo de GoodYear, cálculos y recomendaciones para correas multi-v3-T

El factor de arco de contacto para 163 es de 0,96, es aproximadamente igual a la de 163,04:

$$F_{AC} = 0,96$$

Factor de corrección del largo que se encuentra en la tabla 5, buscando por el largo L_p del listado.

Tabla 13. Factor de corrección del largo.

Designación del tamaño	Perfil/Factor de corrección F_{LP}				
	A	B	C	D	E
26	0.78				
31	0.82				
35	0.85	0.80			
38	0.87	0.82			
42	0.89	0.84			
46	0.91	0.86			
51	0.93	0.88	0.80		
55	0.95	0.89			
60	0.97	0.91	0.83		
68	1.00	0.94	0.85		
75	1.02	0.96	0.87		
80	1.04				
81		0.98	0.89		
85	1.05	0.99	0.90		
90	1.07	1.00	0.91		
96	1.08		0.92		
97		1.02			
105	1.10	1.03	0.94		
112	1.12	1.05	0.95		
120	1.13	1.06	0.96	0.86	
128	1.15	1.08	0.98	0.89	
144		1.10	1.00	0.91	
158		1.12	1.02	0.93	
173		1.14	1.04	0.94	
180		1.15	1.05	0.95	0.92
195		1.17	1.06	0.96	0.93
210		1.18	1.07	0.98	0.95
240		1.22	1.10	1.00	0.97
270		1.24	1.13	1.02	0.99
300		1.27	1.15	1.04	1.01
330			1.17	1.06	1.03
360			1.18	1.07	1.04
390			1.20	1.09	1.06
420			1.21	1.10	1.07
480				1.13	1.09
540				1.15	1.11
600				1.17	1.13
660				1.18	1.15

Fuente: Catalogo de GoodYear, cálculos y recomendaciones para correas multi-v3-T

Mirando la tabla 13 se saca el factor de corrección del largo:

$$F_{LP} = 0,78$$

HP Adicional

$$\begin{aligned} 5800 &\rightarrow 0,69 \\ 5868 &\rightarrow HP \text{ Adicional} \\ 6000 &\rightarrow 0,71 \end{aligned}$$

$$HP \text{ Adicional} = 0,6968$$

HP clasificado

$$HP \text{ Clasificado} = HP \text{ Basico} + HP \text{ Adicional} = 2,0996 + 0,6968$$

$$HP \text{ Clasificado} = 2,7964$$

HP efectivo

$$HP \text{ Efectivo} = HP \text{ Clasificado} * F_{AC} * F_{LP}$$

$$HP \text{ Efectivo} = 2,7964 * 0,96 * 0,78 = 2,094 \text{ HP}$$

Número de canales

$$\# \text{Canales} = \frac{HP \text{ Proyecto}}{HP \text{ Efectivo}} = \frac{6,3}{2,094} = 3,01 = 4 \text{ Canales}$$

A pesar de que el resultado fue muy cercano a tres se aproxima a cuatro porque así se maneja en el catálogo debido a la seguridad y confiabilidad de estos cálculos. Al tener estandarizada la información técnica de correas y poleas, se manejará un catálogo de estos componentes teniendo en cuenta las características de los vehículos más recurrentes en la empresa en los últimos años.

Para la tabla presentada a continuación se tomó la información suministrada por Cesvi referente a la concurrencia de vehículos recibidos en el año 2016, como base para elegir las marcas y referencias de vehículos con los que más se trabaja dentro de la empresa para, así mismo, identificar las principales marcas de fabricantes de alternadores, compresores y motores de arranque presentes en dichos vehículos. Como anexo se encuentra dicho compendio de vehículos.

El resultado de dicha labor es la toma de decisiones en cuanto a las correas empleadas en el banco de pruebas, específicamente de compresores y alternadores. Al ser todas las correas acanaladas (entre 3 y 6 canales) se puede decidir utilizar una única polea en el motor, con el máximo de canales y correas

con el mismo numero de canales o inferior, dependiendo el tiepo de compresor o alternador que se desee probar.

La caractística respresentativa del uso de las correas en el motor de un vehiculo es que este uso se encuentra estrechamente ligado a el tamaño del motor (su potencia). Es una relacion directamente proporcional en la cual a mayor potencia mayor numero de acanaladuras en la correa. Dicho esto se entiende que el uso de determinada correa tiene su razon de ser partiendo de la potencia del motor del vehiculo, y que esta característica (los canales de la correa) puede garantizar el trabajo optimo de la correa en todas las situaciones. Pero en el caso del banco de pruebas no es tan exigente el uso puntual de cada tipo de correa, para cada tipo de polea presente en la diversidad de alternadores y compresores analizados, pues la prueba se realiza en un tiempo corto a revoluciones de ralenti y la necesidad durante unos segundos es transmitir el torque minimo con el que estos elementos muestran cambio en las variables electricas y mecanicas de medición.

Tabla 15. Correas según vehiculos

AUTOMOVIL (ES)	CORREA EMPLEADA		ALTERNADOR
RENAULT SANDERO RENAULT LOGAN	3PK740	MEDIDAS: 3X740 TRES CANALES	AMPERAJE: 70A POLEA DE TRES CANALES VOLTAJE: 12V
CHEVROLET SPARK HYUNDAI ACCENT HYUNDAI ATOS RENAULT TWINGO KIA PICANTO KIA SOUL	4PK668	MEDIDAS: 4X668 CUATRO CANALES	AMPERAJE: 90A POLEA DE CUATRO CANALES VOLTAJE: 12V
CHEVROLET AVEO HYUNDAI i10 KIA RIO RENAULT MEGANE	5PK1450	MEDIDAS: 5X1450 CINCO CANALES	AMPERAJE: 105A POLEA DE CINCO CANALES VOLTAJE: 12V
RENAULT CLIO RENAULT DUSTER CHEVROLET CORSA	6PK1130	MEDIDAS: 6X1130 SEIS CANALES	AMPERAJE: 105A POLEA DE SEIS CANALES VOLTAJE: 12V

Fuente. DAYCO. [<https://catalogodayco.com/>]

4.7 CÁLCULO DEL TORNILLO PARA PRENSA

CALCULO DEL TORNILLO DE POTENCIA PARA LAS PRENSAS

Primero hay que saber que tensión ejercer para tensionar las correas para las pruebas de alternadores y compresores de aire acondicionado, ya que es la función de las prensas de banco de pruebas. Recordando entonces que el diámetro de la polea del alternador (polea pequeña) es de 3 pulgadas y de perfil A. Para el cálculo de la tensión de las correas se usa un catalogo de "Intermec".

La tensión sale de la siguiente tabla, pero primero se pasa las 3 pulgadas a milímetros para poder hacer la búsqueda:

$$d = 3 \text{ in} * \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ in}} * \frac{10 \text{ mm}}{1 \text{ cm}} = 76,2 \text{ mm}$$

Tabla 16. Fuerza de deflexión para medir tensión.

Perfil de la correa	Diámetro de la polea pequeña [mm]	Fuerza de deflexión	
		Correas nuevas [Kg]	Correas trabajadas [Kg]
A	75-90	1.5	1.0
	91-120	1.9	1.3
	121 o mayores	1.3	1.5
AX	75-90	1.9	1.3
	91-120	2.3	1.5
	121 o mayores	2.7	1.8
B	85 - 105	1.8	1.2
	106 - 140	2.7	1.8
	141 o mayores	3.2	2.4
BX	85 - 105	2.4	1.6
	106 -140	3.2	2.2
	141 o mayores	4.1	2.7
C	175 - 230	5.1	3.4
	231 o mayores	7.2	4.8
CX	175 - 230	6.2	4.1
	231 o mayores	8.0	5.4
D	305 - 400	11.2	7.5
	201 o mayores	15.0	10.0
E	505 - 610	21.8	14.5
3V	60 - 90	2.7	1.8
	91 o mayores	3.2	2.3
3VX	55 - 90	3.2	2.3
	91 o mayores	3.6	2.7
5V	170 - 275	7.3	4.6
	276 o mayores	9.1	5.7
5VX	110-275	8.2	5.5
	276 o mayores	10.0	6.8
8V	315 - 430	16.4	10.3
	431 o mayores	18.2	11.4

Fuente: Catálogo de Intermec, tensión de correas

Como se puede apreciar, la fuerza de deflexión para tensionar las correas es de 1,5 Kg para correas nuevas y 1 Kg para correas usadas. Para los cálculos del tornillo se empleara la fuerza para correas nuevas, ya que es la mayor.

A continuación se halla la velocidad de giro y la potencia necesaria para girar el tornillo de potencia. Para tensionar las correas y con el fin de que las pruebas sean lo mas rápido posible, se quiere que el elemento a probar recorra 3 pulgadas en 2,5 segundos. Entonces la velocidad lineal es:

$$V = \frac{3 \text{ in}}{2,5 \text{ s}} = 1,2 \text{ in/s}$$

La velocidad de giro necesaria sería:

$$n = \frac{1,2 \text{ in}}{\text{s}} * \frac{1 \text{ rev}}{0,25 \text{ in}} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 288 \text{ rpm}$$

Para encontrar la potencia necesaria para impulsar cada tornillo se siguió el modelo de Robert Mott, en su libro, Diseño de elementos de maquinas, entonces dicha potencia estaría dada por siguiente expresión:

$$P = \frac{Tn}{63000}$$

Donde el par torsional esta dado por:

$$T = \frac{FDp}{2} \left[\frac{(f - \tan\lambda)}{(1 + f \tan\lambda)} \right]$$

Donde:

F: Fuerza a mover

Dp: Diámetro de paso del tornillo

f: Coeficiente de fricción

λ : Ángulo de avance

La fuerza a mover F es:

$$F = 1,5 \text{ Kg} * \frac{2 \text{ Lb}}{1 \text{ Kg}} = 3 \text{ Lb}$$

Para el diámetro del tornillo se tuvo en cuenta el dimensionamiento de la placa en la que va insertado, se opto por un tornillo con un diámetro con diámetro máximo

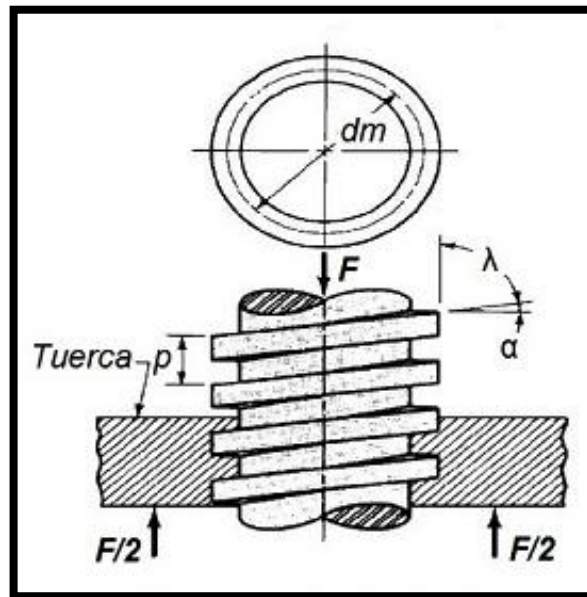
de 1,4 cm y mínimo de 1,2 cm. Teniendo estas dimensiones se obtienen más de acuerdo a la siguiente figura:

Figura 69. Roscas para tornillos de potencia.

Rosca d	M 1	M 1,2	M 1,4	M 1,6	M 2	M 2,5	M 3	M 3,5	M 4	M 5	M 6	M 7
p	0,25	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1
d_a min	1	1,2	1,4	1,6	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7
d_a max	1,15	1,4	1,6	1,84	2,3	2,9	3,45	4	4,6	5,75	6,75	7,75
d_w min	2	2,1	2,1	2,4	3,2	4,1	4,5	5	5,8	6,8	8,8	9,5
e min	2,71	3,28	3,28	3,48	4,38	5,45	6,01	6,58	7,66	8,79	11,05	12,12
m max	0,8	1	1,2	1,3	1,6	2	2,4	2,8	3,2	4	5	5,5
m min	0,55	0,75	0,95	1,05	1,35	1,75	2,15	2,55	2,9	3,7	4,7	5,2
m'	0,44	0,6	0,76	0,84	1,08	1,4	1,72	2,04	2,32	2,96	3,76	4,16
s max	2,5	3	3	3,2	4	5	5,5	6	7	8	10	11
s min	2,4	2,9	2,9	3,08	3,88	4,82	5,32	5,82	6,78	7,78	9,78	10,73

Fuente: Pagina web: "<http://lim.ii.udc.es/docencia/din-sismec/Tornillos.pdf>"

Figura 70. Rosca cuadrada del tornillo.



Fuente: Pagina web: "<http://lim.ii.udc.es/docencia/din-sismec/Tornillos.pdf>"

Donde:

A: Ángulo de hélice que será de $0,02^\circ$

Λ : Ángulo de avance que será de 25°

P: Paso o avance del tornillo que será de 3 mm

d_m : Diámetro medio del tornillo (también denominado diámetro de paso) que será de 10 mm

F: suma de todas las fuerzas axiales que actúan sobre el tornillo (representa la carga a elevar o descender)

Ahora bien, para un correcto funcionamiento del tornillo se debe cumplir la siguiente condición:

$$f > \tan\lambda$$

$$f > \tan(25)$$

$$f > 0,47$$

Para hallar el par torsional necesario para mover la carga se tiene un coeficiente de fricción de 0,5, lo cual ya nos permite hallar dicho par torsional:

$$T = \frac{(3 \text{ lb}) * \left(10 \text{ mm} \frac{1 \text{ in}}{25,4 \text{ mm}}\right)}{2} \left[\frac{(0,5 - \tan(25))}{(1 + 0,5\tan(25))} \right]$$

$$T = 0,016 \text{ Lb. in}$$

Ya teniendo el torque necesario para mover la carga se procede a calcular la potencia:

$$P = \frac{(0,016 \text{ Lb. in}) * (288 \text{ rpm})}{63000} = 0,000073 \text{ HP}$$

Para la carga axial, en este caso de tensión, se utiliza la siguiente ecuación:

$$St = \frac{F}{At}$$

Donde At es el área de esfuerzo de tracción y esta dado por:

$$At = \frac{\pi}{4} \left(\frac{dm + dr}{2} \right)^2$$

$$At = \frac{\pi}{4} \left(\frac{1,4 \text{ cm} + 1,2 \text{ cm}}{2} \right)^2 = 1,33 \text{ cm}^3 = 0,081 \text{ in}^3$$

$$St = \frac{3 \text{ Lb}}{0,081 \text{ in}^3} = 37,04 \text{ psi} = 0,037 \text{ Ksi}$$

Figura 71. Clasificación de aceros ASTM.

Clasificación de los aceros, según ASTM	Límite elástico		Tensión de rotura	
	Ksi	MPa	Ksi	Mpa
ASTM A36	36	250	58-80	400-550
ASTM A53 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A106 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A131 Gr A, B, CS, D, DS, E	34	235	58-71	400-490
ASTM A139 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A381 Grado Y35	35	240	>60	>415
ASTM A500 Grado A	33	228	>45	>310
Grado B	42	290	>58	>400
ASTM A501	36	250	>58	>400
ASTM A516 Grado 55	30	205	55-75	380-515
Grado 60	32	220	60-80	415-550
ASTM A524 Grado I	35	240	60-85	415-586
Grado II	30	205	55-80	380-550
ASTM A529	42	290	60-85	415-550
ASTM A570 Grado 30	30	205	>49	>340
Grado 33	33	230	>52	>360
Grado 36	36	250	>53	>365
Grado 40	40	275	>55	>380
Grado 45	45	310	>60	>415
Grado 50	50	345	>65	>450
ASTM A709 Grado 36	36	250	58-80	400-550
API 5L Grado B	35	240	60	415
Grado X42	42	290	60	415

Fuente: Pagina web: "<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn101.html>"

4.8 SELECCIÓN DE BUJE PARA BANCADA MOVIL

Los bujes trabajarán con cierta fricción y se necesita un material que reduzca esto, estos bujes separan los rieles de los sujetadores para cada uno de los elementos a probar. Por este motivo se escoge un buje en bronce ASTM B-438 Grado 1 auto lubricado, cilíndrico y que cuenta con las siguientes características

Tabla 17. Propiedades del material auto lubricante

Las características mecánicas son las siguientes:			
	Valores típicos	Valores límites	
		Mínimo	Máximo
Densidad en gr/cc	--	6,4	6,8
Contenido de aceite en %	--	19	--
Porosidad (indicativo) en %	22	--	--
Resistencia Tracción en N/mm	99	--	--
Dureza (indicativo) en HRH	50	--	--
Características de funcionamiento:			
Velocidad del eje en m/s	Carga permisible en N/mm ²		
Baja o intermitente	10		
0,13 a 0,25	10		
0,25 a 0,51	3,4		
0,51 a 0,76	2,2		
0,76 a 1,01	2,5		
1 a 3	2,5		

Fuente: pagina web:

“<http://www.abina.com/Catalogos/125/Cojinetes%20AUTOLUBRICADOS%20SELFOIL.pdf>”

Y teniendo las medidas normalizadas, las cuales se encuentran en los anexos y se concluye que se necesita un buje con diámetro interior 25, exterior de 30 mm y un largo de 40 mm.

5. ANALISIS DE LA ESTRUCTURA POR EL METODO DE ELEMENTOS FINITOS

En este capítulo se hace todo el análisis por medio de elementos finitos de toda la estructura, conservando los resultados obtenidos en el capítulo anterior, donde se obtuvo la dimensión de los perfiles de la viga para toda la estructura y el material de esta, y por el tipo de material de todos los componentes se encontraron los pesos de estos, es decir, la carga que actúa sobre toda la estructura. Gracias a el programa Solid Edge se hizo este análisis, y a continuación se muestra el procedimiento y los resultados.

Se somete estructura a una serie de fuerzas que son las que ejercen los pesos de cada elemento fijo al banco, tales como las bancadas móvil o prensas, el motor eléctrico, la batería eléctrica y la bomba de vacío. El estudio es de tipo estático arrojando como resultados los desplazamientos o deformaciones de las vigas que pueden existir y el factor de seguridad.

Información del modelo. Estructura conformada por tubos cuadrados en acero estructural ASTM A500, fija al piso y en las uniones de cada uno de dichos tubos. La estructura tiene un largo de 86 cm, un ancho de 162 cm y un alto de 140 cm.

Tabla 18. Propiedades del estudio

Propiedad del estudio	Valor
Nombre del estudio	Estudio estático
Tipo de estudio	Estático lineal
Tipo de mallado	Tetraédrico
Solucionador iterativo	Activado
Verificación de geometría de NX Nastran	Activado
Opción de sólo resultados de superficie	Activado

Geometría del estudio

Tabla 19. Sólidos

Nombre del sólido	Material	Descripción
Viga 1	Acero estructural ASTM A500	60x60x2,25x1500 mm
Viga 2	Acero estructural ASTM A500	60x60x2,25x740 mm
Columna 1	Acero estructural ASTM A500	60x60x2,25x1000 mm
Columna 2	Acero estructural ASTM A500	60x60x2,25x1400 mm

Propiedades del material

Tabla 20. Acero, estructural

Propiedad	Valor
Densidad	7833,000 kg/m ³
Coefficiente de expansión térmica	0,0000 /C
Conductividad térmica	0,032 kW/m-C
Calor específico	481,000 J/kg-C
Módulo de elasticidad	199947,953 MPa
Coefficiente de Poisson	0,290
Límite elástico	262,001 MPa
Tensión de rotura	358,527 MPa
% de elongación	0,000

Tabla 21. Cargas

Nombre de carga	Tipo de carga	Valor de carga	Distribución de carga	Dirección de carga	Opción de dirección de carga
Bancada móvil 1	Fuerza	134,10 N	Por entidad	Eje y	A lo largo del vector
Bancada móvil 2	Fuerza	134,10 N	Por entidad	Eje y	A lo largo del vector
Motor eléctrico	Fuerza	283,94 N	Por entidad	Eje y	A lo largo del vector
Batería eléctrica	Fuerza	235,33 N	Por entidad	Eje y	A lo largo del vector
Bomba de vacío	Fuerza	133,98 N	Por entidad	Eje y	A lo largo del vector

Tabla 22. Restricciones

Nombre de restricción	Tipo de restricción	Grados de libertad
Fijo 1	Fijo	GRADOS DE LIBERTAD DISPONIBLES: Ninguno
Fijo 2	Fijo	GRADOS DE LIBERTAD DISPONIBLES: Ninguno
Fijo 3	Fijo	GRADOS DE LIBERTAD DISPONIBLES: Ninguno
Fijo 4	Fijo	GRADOS DE LIBERTAD DISPONIBLES: Ninguno

Tabla 23. Información de mallado

Tipo de mallado	Tetraédrico
Número total de cuerpos mallados	21
Número total de elementos	138.638
Número total de nodos	274.215
Tamaño subjetivo de malla (1-10)	9

Resultados

Tabla 24. Resultados del desplazamiento

Componente de resultados: Traslación total					
Extensión	Valor	X	Y	Z	
Mínima	0 mm	1530,000 mm	570,000 mm	940,000 mm	
Máxima	0,0704 mm	780,000 mm	800,000 mm	470,000 mm	

Figura 72. Desplazamiento total

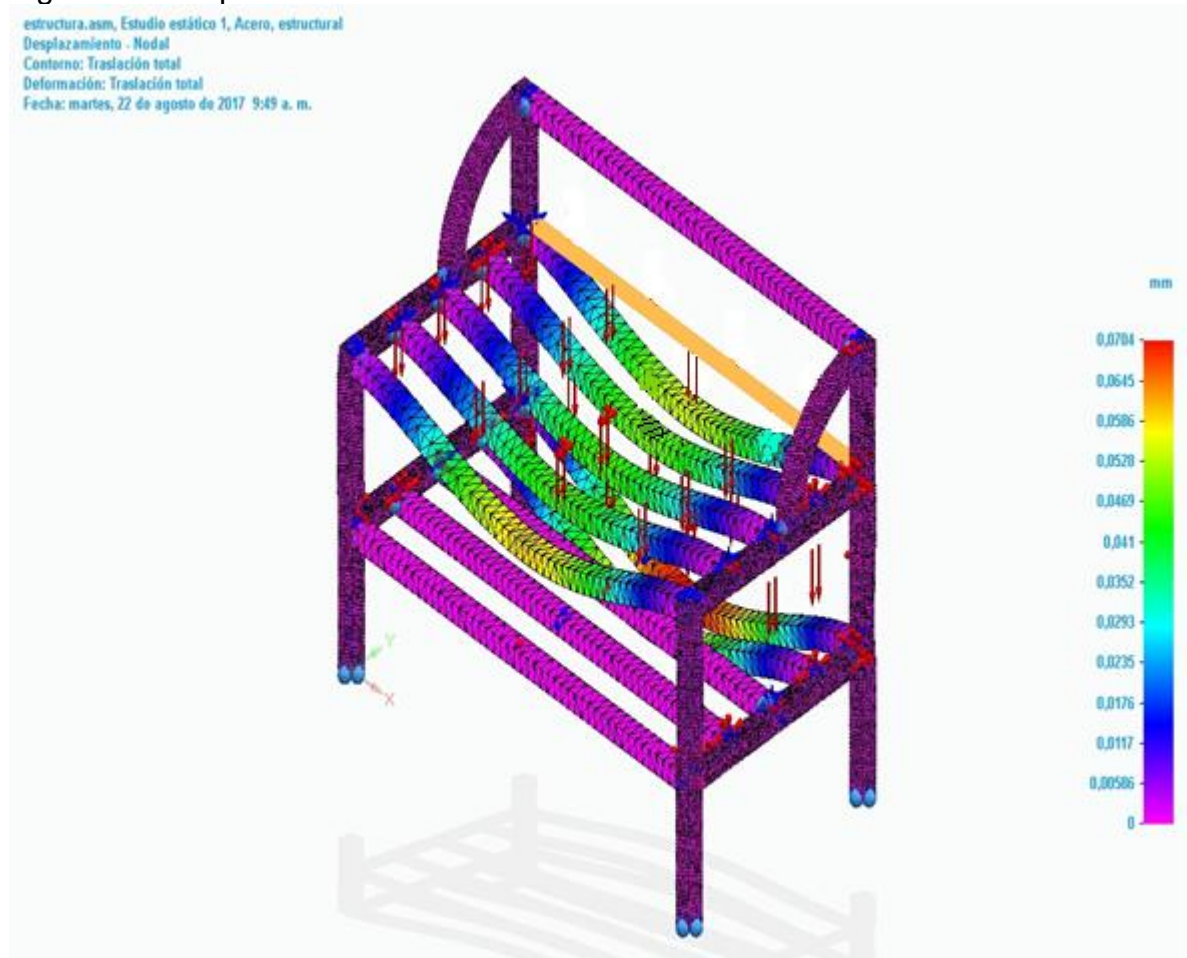


Tabla 25. Resultados de tensión

Componente de resultados: Von Mises					
Extensión	Valor	X	Y	Z	
Mínima	2,86e-005 MPa	1030,000 mm	172,250 mm	414,500 mm	
Máxima	14,8 MPa	30,000 mm	770,000 mm	412,250 mm	

Figura 73. Von Mises

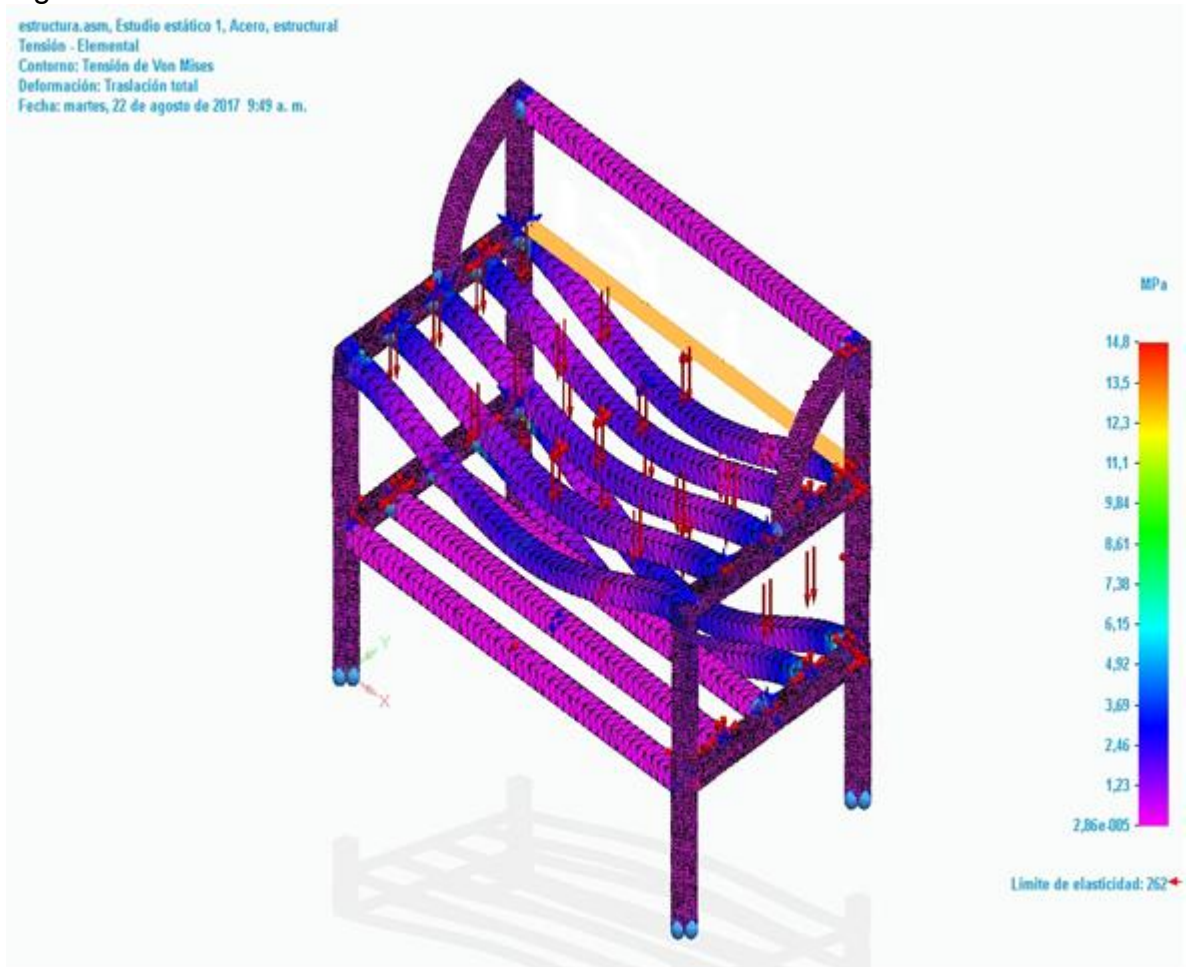
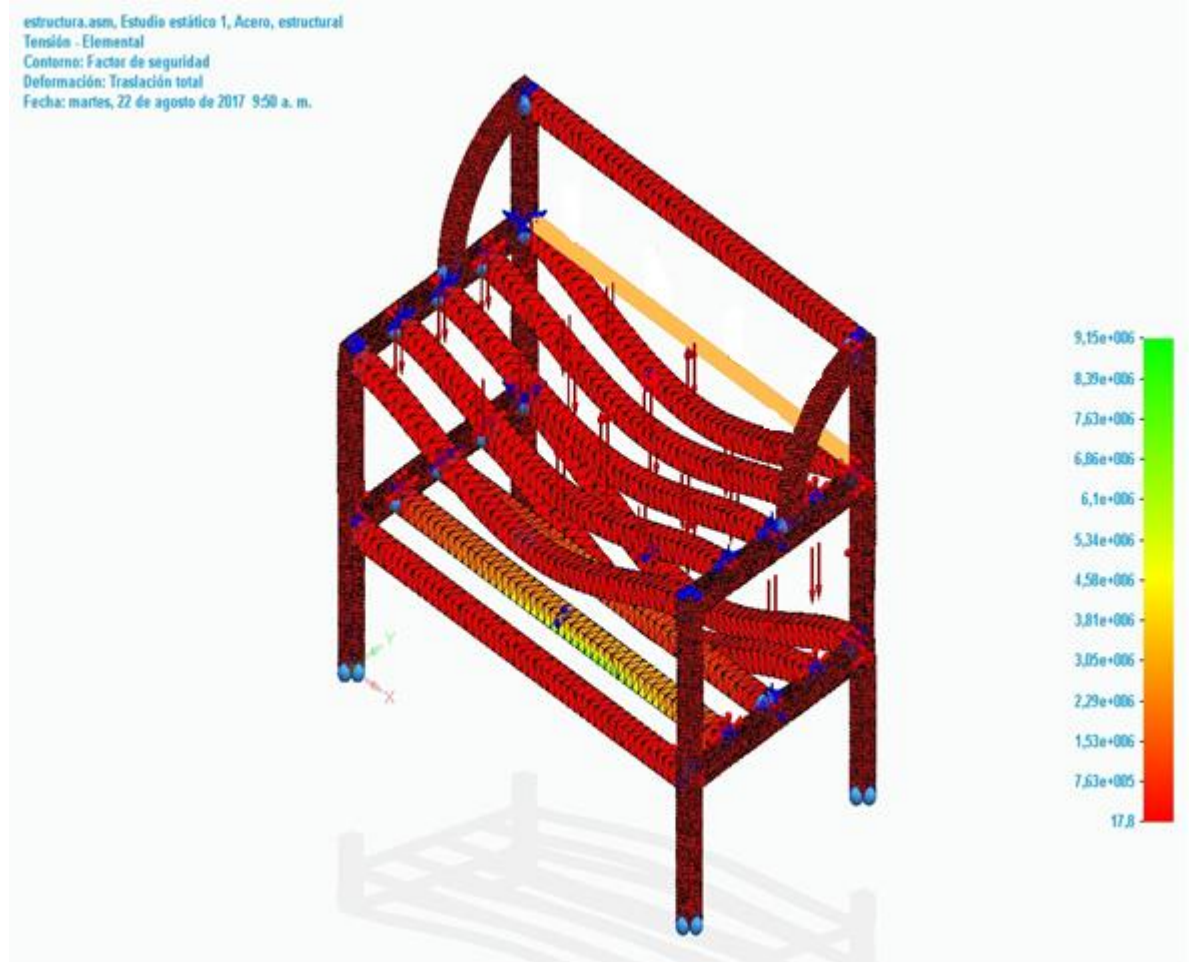


Tabla 26. Resultados del factor de seguridad

Componente resultante: Factor de seguridad					
Extensión	Valor	X	Y	Z	
Mínima	17,8	30,000 mm	770,000 mm	412,250 mm	
Máxima	9,15e+006	1030,000 mm	172,250 mm	414,500 mm	

Figura 73. Factor de seguridad



Conclusión. El desplazamiento o deformación máxima que sufre la estructura es una viga transversal de 0,0704 mm, es aceptable para el banco y no traerá problemas en dicha estructura, el factor de seguridad mínimo existente es de 17,8 indicando que el diseño es seguro.

6. PLANOS DE FABRICACIÓN, ENSAMBLE, MONTAJE

En este capítulo se encuentran los planos en forma conceptual para la fabricación y ensamble, estos hechos a mano con sus dimensiones. Todos los planos se encuentran en los anexos del proyecto, estos fueron creados en el programa Solid Edge.

6.1 PLANOS DE FABRICACIÓN

Figura 74. Placa para sujeción de cojinetes

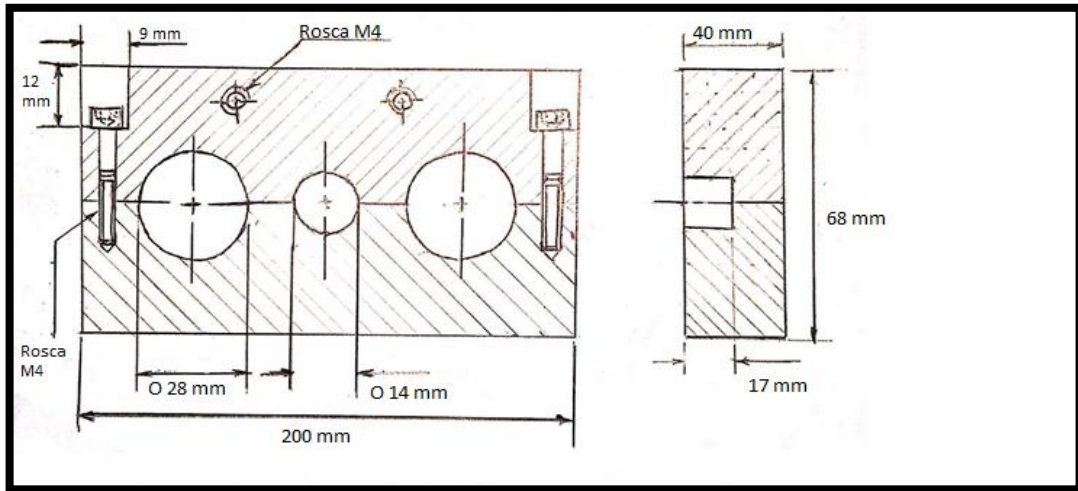


Figura 75. Soporte para alternador o compresor.

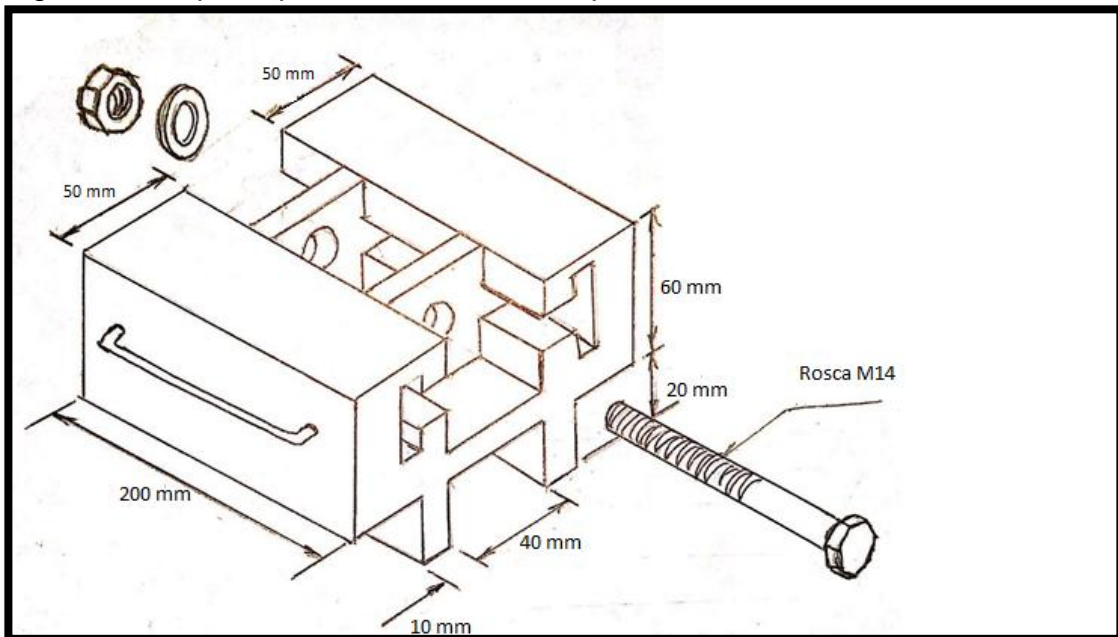


Figura 76. Placa de sujeción, por dos.

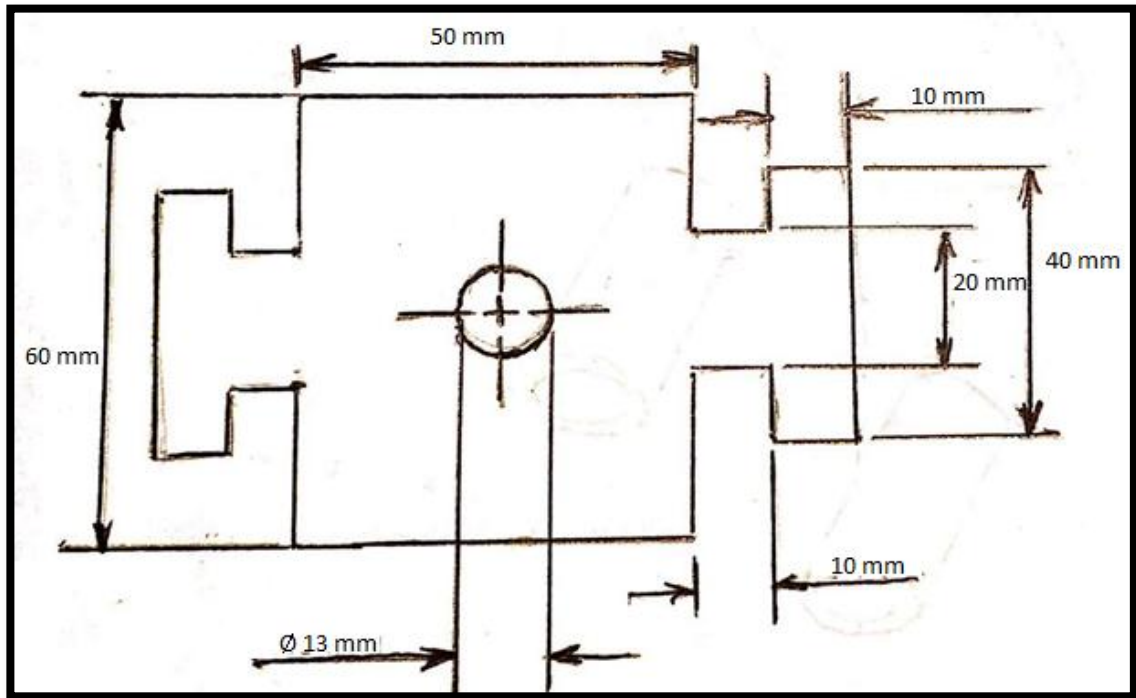


Figura 77. Soporte para motor de arranque

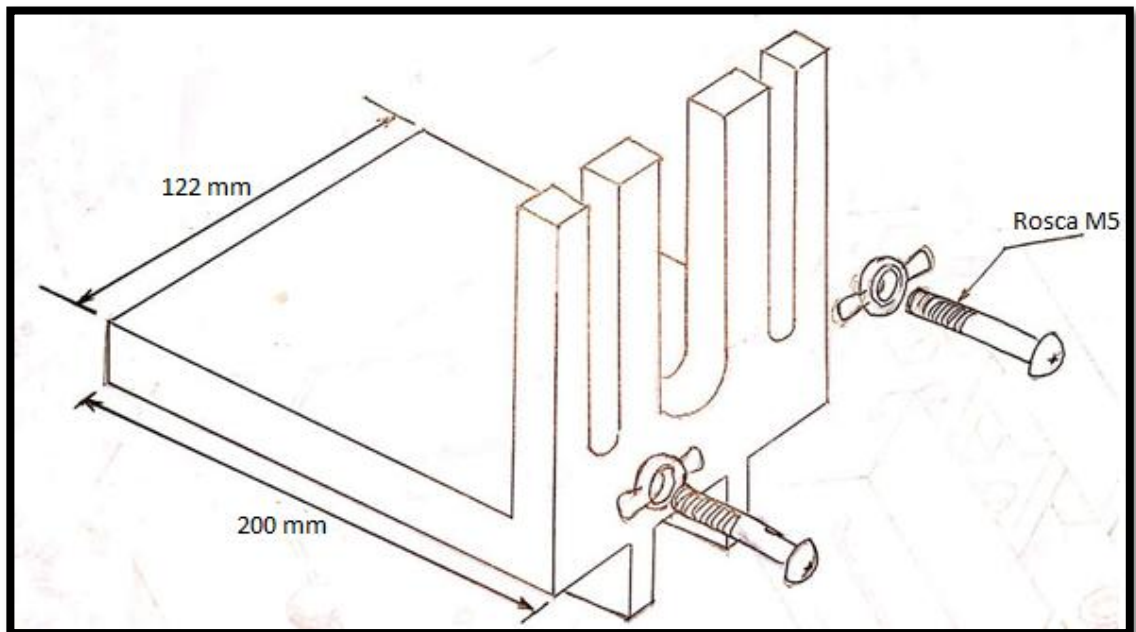
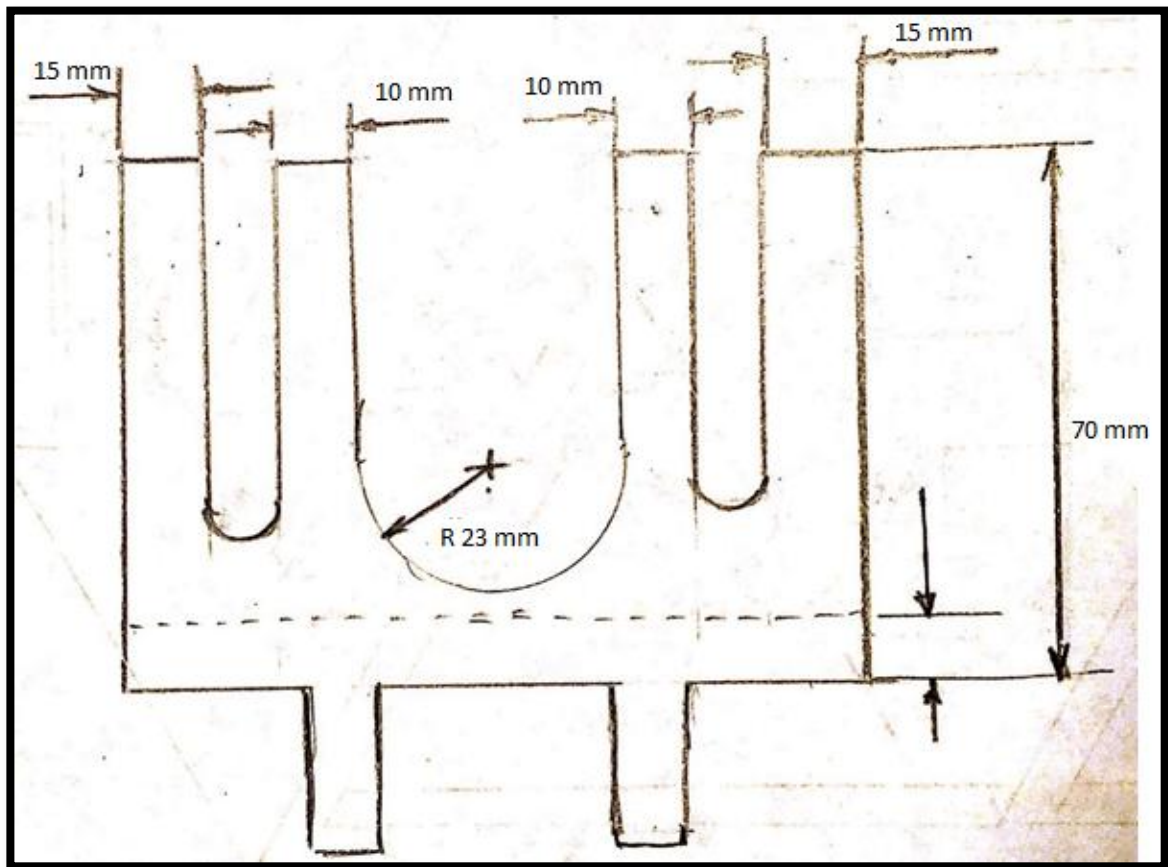


Figura 78. Vista frontal soporte para motores de arranque

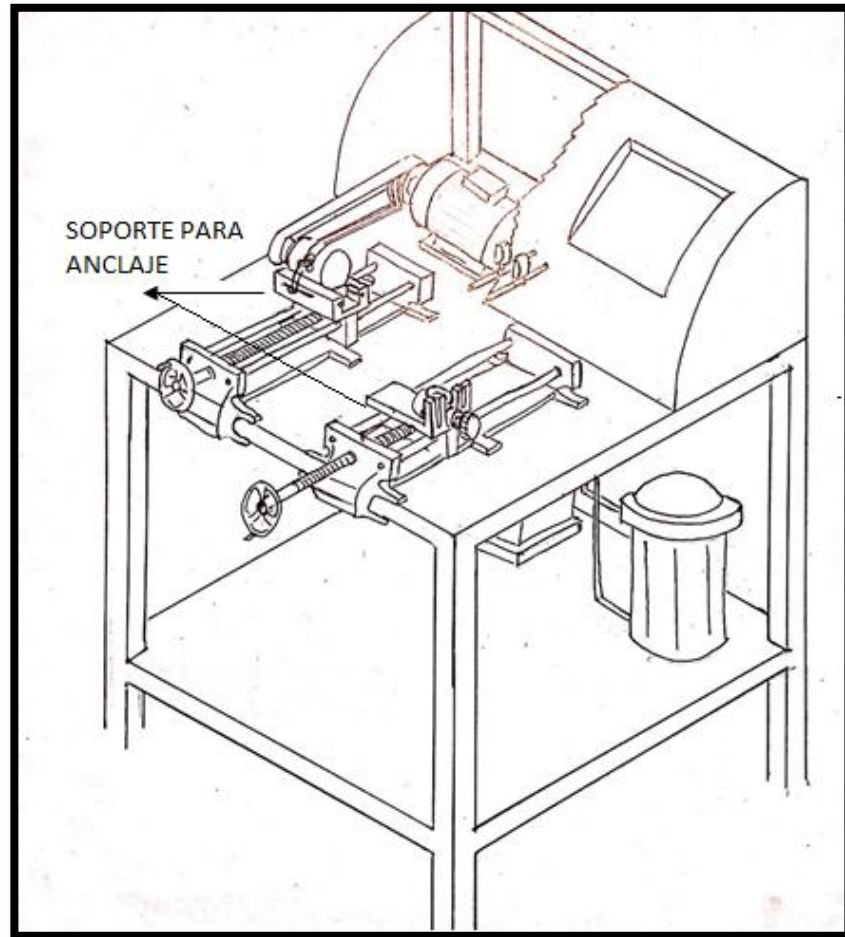


Estos planos son para la fabricación de los sistemas de agarre para cada uno de los elementos que se probaran, basados en los datos obtenidos por la empresa, con los tipos de alternadores, motores de arranque y compresores de arranque que mas ingresaron durante el año.

6.2 PLANOS DE ENSAMBLE

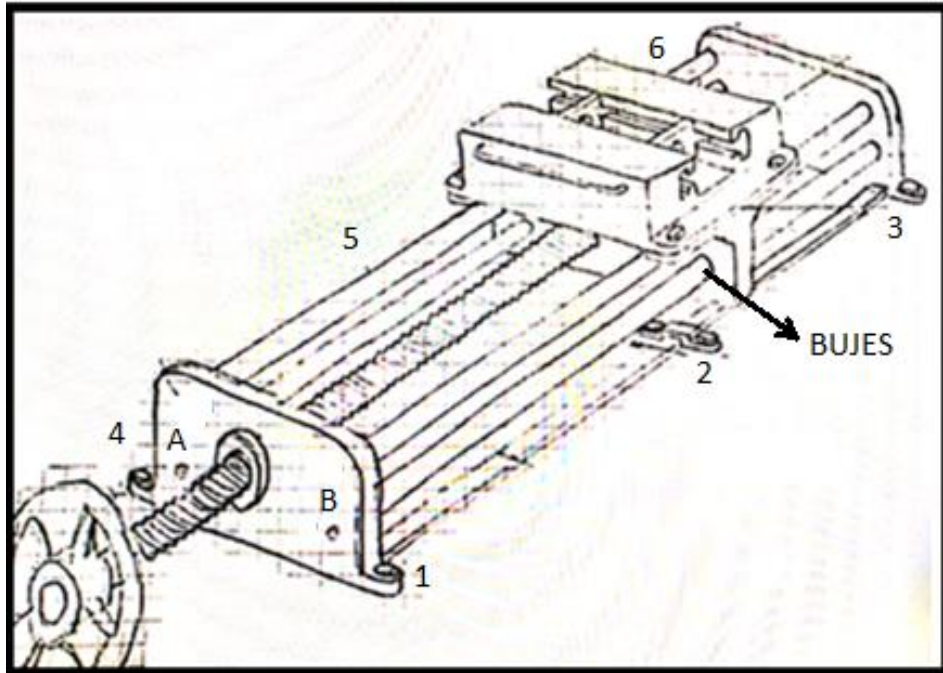
6.2.1 Diseño conceptual del soporte y los anclajes

Figura 79. Banco de pruebas



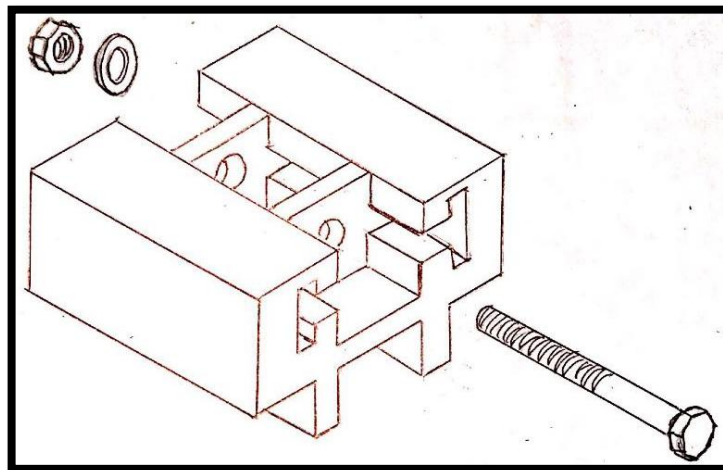
Para el diseño de la bancada móvil con ejes de mediana precisión para tensionar correa se utilizaron rieles cilíndricos de 22 mm de diámetro y 60 cm de largo, cuatro tornillos Bristol para asegurar los rieles cilíndricos, un tornillo sin fin con un diámetro de 3 cm, dos cojinetes o bujes donde se apoyaran los rieles cilíndricos y seis pernos hexagonales (1, 2, 3, 4, 5, 6) con sus respectivas tuercas para asegurar la bancada a la estructura. Como se muestra en el bosquejo 64.

Figura 80. Bancada móvil



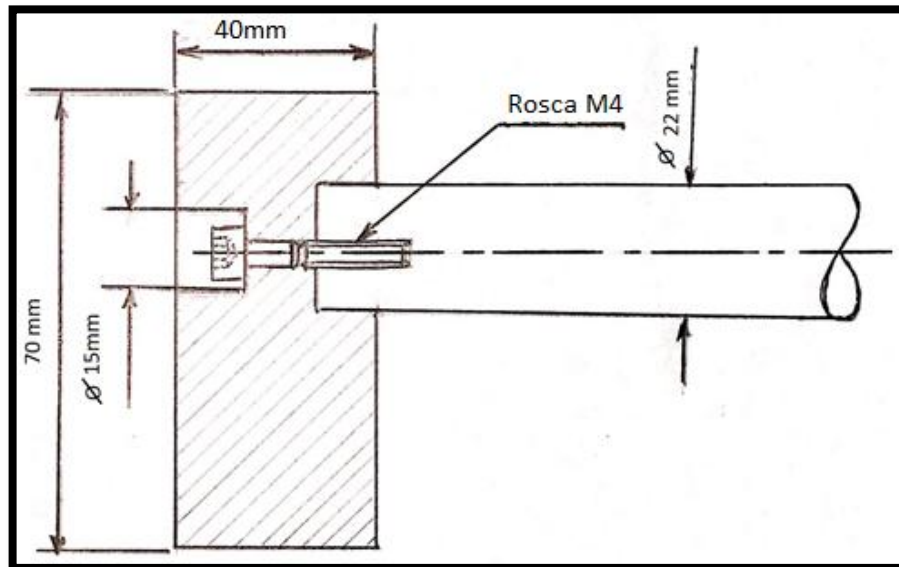
El diseño del soporte anclado a la bancada móvil con placas anti desgaste, para disposición de alternador y compresor consta de una estructura en acero, dos laminas también de acero, una de ellas graduable con el fin de acomodarse a las diferentes geometrías existentes de cada componente que allí se sujetará. Se utilizara un tornillo bristol de media pulgada para hacer el ajuste del elemento.

Figura 81. Soporte con placa anti desgaste



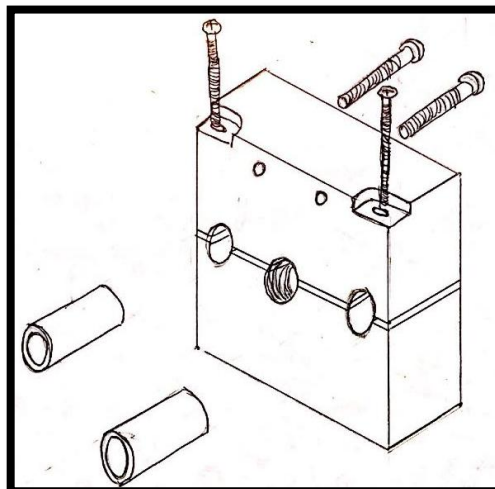
Los tornillos BRISTOL ALLEN de rosca M4 que encajan en los agujeros A Y B tienen una longitud total de 30 mm, y un diámetro de 4 mm. Su función es asegurar las guías en las placas frontal y trasera del sistema de bancada móvil.

Figura 82. Detalle de los tornillos en A Y B marcados en la placa de la bancada



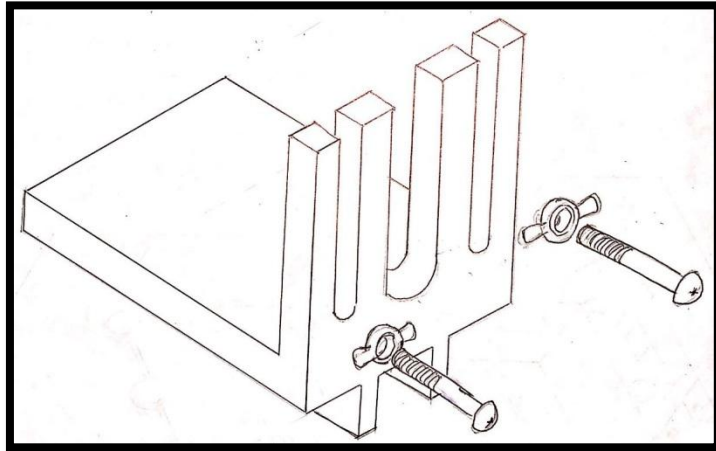
La base del soporte va anclada a los rieles de mediana precisión por medio de dos cojinetes o bujes de 1 pulgada los cuales permitirán el movimiento de toda la estructura a través de los rieles. Dicho soporte irá atornillado con 4 tornillos brístol; dos transversales que sujetan la estructura superior y dos longitudinales que ajustan las dos placas de sujeción de cojinetes.

Figura 83. Base del soporte para anclaje



Para la sujeción de motores de arranque se utiliza la placa mostrada a continuación que consta de un mecanizado con tres ranuras en w, a través de las cuales pasan los dos tornillos brístol de media pulgada.

Figura 84. Placa para sujeción de motores de arranque



6.3 PLANOS OFICIALES DE MONTAJE, CON NORMA.

Estos planos se encuentra en los anexos, los cuales son los de montaje final, en ellos se encuentran todos los elementos sobre el banco.

7. MANUALES DE OPERACIÓN, MONTAJE Y MANTENIMIENTO

Verificación previa de componentes. El operario debe realizar la inspección visual, manual del mecanismo a probar antes de montarlo en el banco para evitar daños en el banco.

En el caso de los alternadores y compresores se debe verificar el giro libre de la polea y el rodamiento, si la polea gira libremente y sin ruido, se puede proceder a montar el alternador o compresor en el banco para realizar la prueba. Por el contrario, si dicha polea se opone al giro es porque el rodamiento está frenado y no vale la pena probar el alternador o compresor, pues este es un síntoma que indica un daño reparable en sus rodamientos lo cual no corresponde a la misión del banco de pruebas.

Actualmente la mayoría de fabricantes de alternadores añaden a la polea un dämper cuya función es amortiguar las vibraciones ocasionadas por el impacto que por el tensor automático de correa recibe la polea. De esta manera el dämper protege los rodamientos y extiende la vida útil de los mismos.

Para los alternadores con dämper en la polea cuando este se encuentra averiado, la polea presenta un movimiento oscilatorio anormal, el cual va a desgastar la carcasa del alternador (movimiento de “bote”). Si se observa dicha oscilación se debe descartar la prueba en el banco y enviar el alternador a reparación. Es obligatorio realizar una lista de inspección en la que se especifique el diagnóstico prematuro.

7.1 MANUALES DE OPERACIÓN

Para estos manuales primero se tiene en cuenta algunas normas de seguridad industrial, donde se exponen los elementos de protección personal y normas o códigos antes de tener acceso al banco de pruebas, estas normas son exigibles para evitar accidentes laborales.

Elementos de protección personal. Bajo la ley 9 de 1979. Título iii, artículos 122 a 124 y la resolución 2400 de 1979 disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad industrial en establecimientos de trabajo. Título iv. De la ropa de trabajo – equipos y elementos de protección, estos son cualquier equipo o dispositivo destinado para ser utilizado o sujetado por el trabajador, para protegerlo de uno o varios riesgos y aumentar su seguridad o su salud en el trabajo. Para el caso del banco de pruebas, es necesario que los operadores que tengan acceso a este utilicen los siguientes elementos personales:

- Careta con visor. Esta tiene cabezal graduable y visor en acrílico. El visor es intercambiable óptico, transparente y bordes cuadrados; su largo es de 26 cm. Aproximadamente, lo cual permite cubrir la cara y el cuello. Se utiliza

para evitar que, si en dado caso se tatee la correa durante la prueba y salga disparada, golpee al operador en el rostro.

- Protectores auditivos anatómicos. Pueden ser elaborados en polímeros o en silicona. Son de inserción.
- Guantes dieléctricos. Se utilizan para realizar labores de manipulación de líneas energizadas de baja y media tensión. Están elaborados en la parte exterior de cuero con palma reforzada y en el interior por polímero resistente a diferencias de potencial de baja y media tensión.
- Botas dieléctricas. Son botas elaboradas en material de cuero y ofrecen un alto nivel de protección contra descargas eléctricas para trabajadores que se exponen a riesgo eléctrico.

Normas y técnicas de señalización. Bajo norma técnica colombiana NTC 1461 higiene y seguridad - Colores y señales de seguridad, se dan a conocer los colores y significado que cada uno tiene, esa información esta en la tabla 28.

Tabla 28. Colores de seguridad.

Color de seguridad	Significado	Usos en el banco
Rojo	Pare, Prohibición	Paradas de emergencia Señales de prohibición
Azul	Acción de mando	Obligación a vestir equipo de protección personal.
Amarillo	Precaución, riesgo de peligro	Indicaciones de peligro (fuego explosión, radiación, intoxicación, etc.)
Verde	Condición de seguridad	Salidas de emergencia, estaciones de primeros auxilios y rescate.

Fuente: Norma técnica colombiana. Higiene y seguridad. Colores y señales de seguridad. NTC 1461. 1987

Teniendo todos los elementos de seguridad personales y el conocimiento de las normas industriales, se empieza ejecutar los pasos de operación, los cuales se encuentran a continuación para cada una de las pruebas.

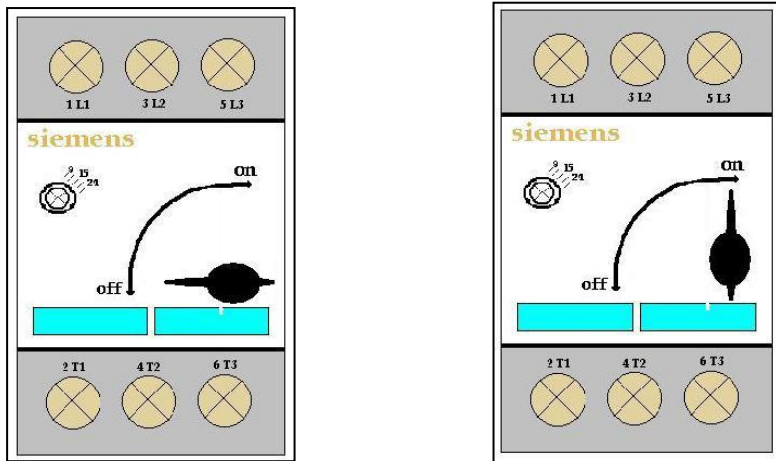
Pasos para la operación del banco de pruebas:

- Revisar cada uno de los elementos a probar, teniendo en cuenta lo expuesto en la introducción de este capítulo.
- Inspeccionar estado del banco de pruebas, como las conexiones a la batería, conexiones correctas a la bomba de vacío, etc.

Para la prueba de alternadores:

- Ubicarse frente a la bancada para alternadores y compresores.
- Instalar el alternador en el sujetador.
- Alinear la faja con la polea del motor y tensarla.
- Conectar el alternador a sus respectivos terminales.
- Gire el contactor a la posición de encendido y espere que cargue el variador (5 segundos)

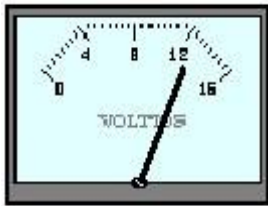
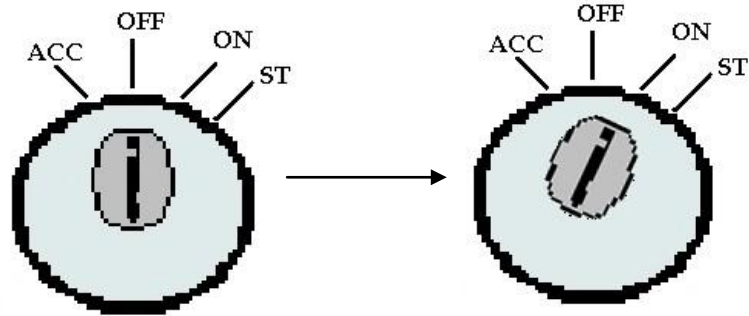
Figura 85. Switch de Contactor Off-On



Fuente: Software Mitchell1 Ondeman5

- Gire el interruptor principal a la posición de encendido verificando el voltaje de batería

Figura 86. Interruptor principal de encendido Off-On



**NOTA: SI EL VOLTÍMETRO NO
VOLTAJE SUPERIOR A 12 VOLTIOS NO
REALICE LA PRUEBA**

Fuente: Software Mitchell1 Ondeman5

Seleccione con el interruptor de palanca el tipo de alternador a probar (ya sea con regulador electrónico o electromecánico) verificando que se encienda la luz de carga.

Figura 87. Regulador electrónico



Fuente: Software Mitchell1 Ondeman5

- Invierta el giro del motor con el botón del panel y luego presione el botón de encendido también ubicado en el panel del variador.



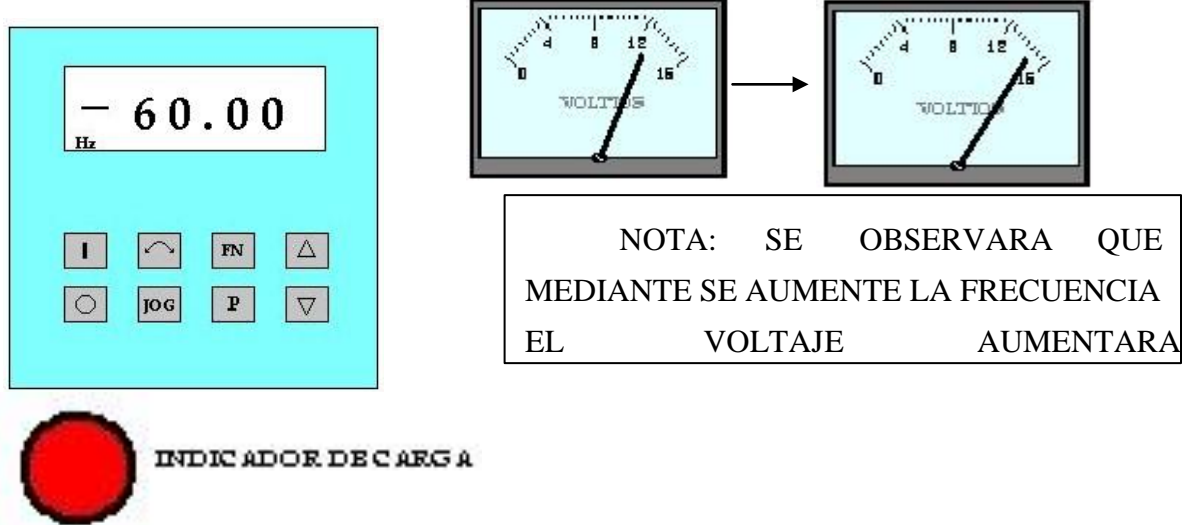
CAMBIO DE GIRO



ENCENDIDO

- Incremente la frecuencia del variador hasta llegar a su máximo y verifique el voltaje de carga y la luz indicadora que se apague.

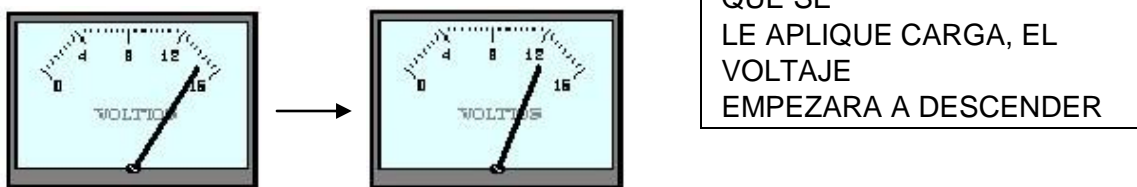
Figura 88. Indicador de carga



Fuente: Software Mitchell1 Ondeman5

- Aplique carga al alternador girando la perilla ubicada en la parte media del frente del banco verificando la caída de voltaje en el voltímetro (con un máximo de 30 segundos.)

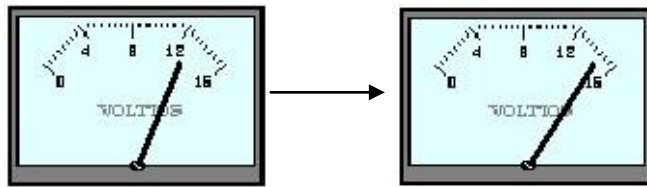
Figura 89. Verificación de voltaje con carga



Fuente: Software Mitchell1 Ondeman5

- Quite la carga aplicada anteriormente y observe la recuperación en el voltímetro.

Figura 90. Verificación de voltaje sin carga



NOTA: SE OBSERVARA QUE EL VOLTAJE INCREMENTA NUEVAMENTE

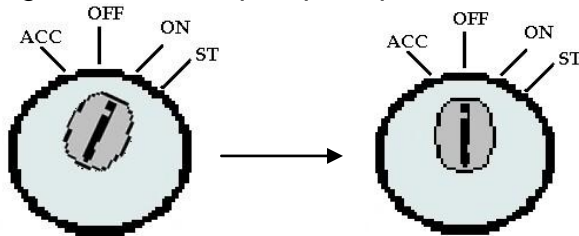
Fuente: Software Mitchell1 Ondeman5

- Apague el variador de frecuencia con el botón en el panel de control.



- Apague el interruptor principal y desmonte el alternador.

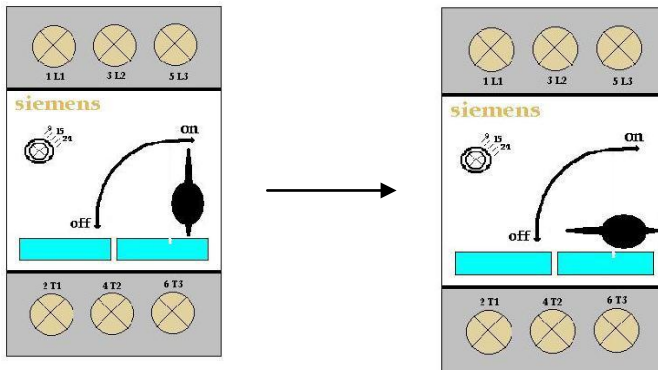
Figura 91. Interruptor principal de encendido ON-Off



Fuente: Software Mitchell1 Ondeman5

- Gire el contactor a la posición de apagado y desconéctelo.

Figura 92. Switch de Contactor On-Off



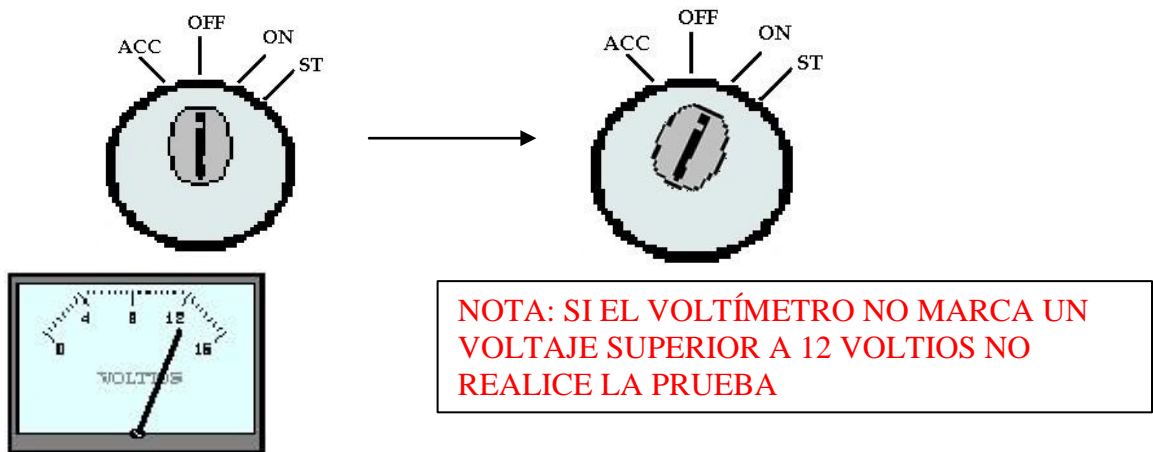
Fuente: Software Mitchell1 Ondeman5

- Limpie y ordene el banco.

Para pruebas al motor de arranque.

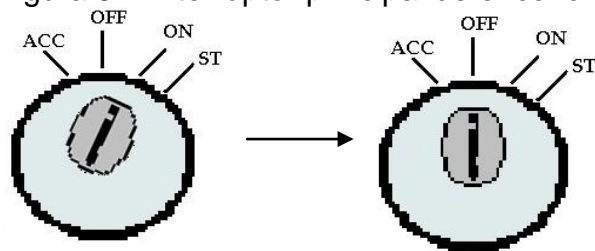
- Ubicar el motor de arranque en la prensa.
- Conectar la línea de alimentación al terminal bat del motor de arranque 5. Conectar la alimentación al terminal 50 del motor de arranque.
- Llevar la llave del interruptor principal a posición ON verificando el voltaje de batería

Figura 93. Interruptor principal de encendido Off-On



- Gire la llave del interruptor principal a la posición de START y verifique el correcto funcionamiento del motor de arranque. NOTA: SI AL MOMENTO DE DAR ARRANQUE ESTE NO FUNCIONA VERIFIQUE QUE LA LUZ VERDE SE ESTA ENCENDIENDO, DE NO HACERLO EL FUSIBLE DE ARRANQUE ESTA QUEMADO.
- Apague el equipo, desmonte el motor de arranque.

Figura 94. Interruptor principal de encendido On-Off



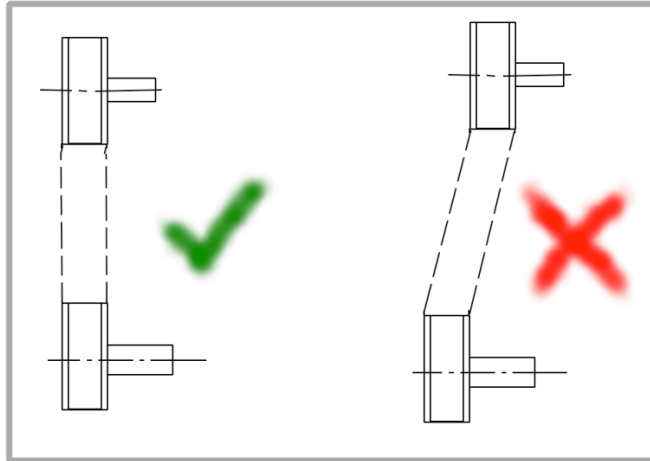
Fuente: Software Mitchell1 Ondeman5

- Limpie y ordene el banco.

Para pruebas del compresor de aire acondicionado

- Posicionar el compresor de tal forma que las poleas, tanto del compresor como del motor eléctrico, queden alineadas para que no se presente ninguna falla por desbalanceo o desalinamiento.

Figura 95. Posición correcta de poleas-correa



- Ajustar el compresor al acople diseñado, donde se asegura con el tornillo con tuerca y por medio de una eslinga se le da un mejor agarre, para que este, al momento de empezar a girar el motor no vibre demasiado y pueda ocasionar un accidente.
- Se procede a colocar la correa que une al compresor con el motor eléctrico, luego, gracias a la bancada movедiza, se logra tensionar dicha correa para que la transmisión de potencia se dé más eficiente y no haya peligro de que la correa se salga y atente contra la vida de los demás.
- Conectar las mangueras al compresor con la máquina de vacío, estas mangueras son para soportar el refrigerante R134A, si se desea otro tipo de refrigerante se debe tener al alcance las mangueras correspondientes para llevar a cabo su prueba.
- Gire el contacto a la posición de encendido y espere que cargue el variador (5 segundos).
- Gire el interruptor principal a la posición de encendido verificando el voltaje de batería, si dicho voltaje está por encima de 12 V se recomienda no hacer la prueba.

- Cuando ya se encuentre el compresor asegurado y conectado mecánicamente, se inicia a hacer la prueba, donde se mandaran pulsos eléctricos para que el clutch trabaje y el compresor empiece a comprimir el gas o refrigerante R134A.
- Verificar el funcionamiento de la máquina de vacío y que el compresor este generando las presiones de alta =200 psi y de baja de 30 psi, presiones que indican su funcionamiento normal.
- Gire el interruptor principal de encendido a la posición de apagado.
- Finalmente se hace un informe con los resultados obtenidos en las pruebas.
- Ordene y limpie el banco de pruebas.

7.2. MANUALES DE MONTAJE

Revisando los planos que se encuentran en los anexos se puede guiar para ver el orden en el que van cada uno de los componentes del banco de pruebas. Estando la estructura ya soldada y cada uno de los elementos de sujeción mecanizados se arranca el montaje en el taller.

Primero se presenta una lista de herramientas útiles a la hora de la instalación:

- Llaves Bristol con cabeza Allen
- Llaves de boca fija o rache con diferentes diámetros
- Taladro con broca para concreto
- Destornilladores de estrella y pala

Pasos para el montaje del banco de pruebas:

- Según las guías de los anclajes del banco, se demarca el piso y se taladra, se ancla el banco por medio de tornillos de cabeza hexagonal. media rosca utilizando llaves de boca fija o rache.
- Con los tornillos Bristol se ensambla la placa con los bujes al sujetador del alternador, compresor de aire acondicionado y por aparte el del motor de arranque.

- Se toman las placas que se anclan a la estructura, por medio de tornillos de cabeza hexagonal de media rosca, luego se toman los rieles, se pasan por la parte del sujetador ya ensamblado y luego por las placas, ya ancladas a la estructura. Estos rieles se aseguran con tornillos Bristol.
- Se ingresa el tornillo sin fin y se asegura al sujetador por presión.
- Guiándose por el plano eléctrico se hacen las conexiones eléctricas de la parte del display y el control del banco eléctrico.
- Se ancla la bomba o maquina de vacío en la parte inferior del banco, junto a la batería de 12 voltios, tal cual se ve en los planos del anexo. Se monta la tubería hacia la parte superior del banco cerca de la prensa para las pruebas del compresor.
- Se rectifican todas las conexiones, que no hayan fugas en los circuitos del refrigerante y que ningún cable de la conexión eléctrica tenga contacto con la estructura, ya que de ser así, pueden presentarse cortos.

7.3. MANUALES DE MANTENIMIENTO

El tipo de mantenimiento que se empleara para este banco será uno preventivo, con el fin de alargar su vida útil, para llevar a cabo este mantenimiento se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- Limpiar el banco cada vez que este se utilice.
- Revisar terminales de batería por posible corrosión y los niveles de líquido de esta.
- Revisar todos los cables eléctricos para evitar posibles cortos.
- Revisar las conexiones hacia la bomba de vacío para evitar fugas del refrigerante.
- Lubricar tornillos sin fin con lubricante seco.

8. EVALUACIÓN FINANCIERA

En este capítulo se realizará el estudio financiero para determinar la viabilidad de este proyecto, para esto se comparó el costo de operación actual con el proyecto realizado, por medio del costo anual equivalente CAE. Este se evaluará con un horizonte en el tiempo de 5 años.

Para realizar la evaluación financiera se debe tener en cuenta en que se evaluara el proyecto, en pesos corrientes o pesos constantes. Para el proyecto se evaluará en pesos constantes ya que el proyecto no se verá afectado por la inflación en cada periodo.

8.1 INVERSIÓN

Para empezar, se calculó el costo de fabricación del banco de pruebas. Para determinar se hicieron cotizaciones en diferentes empresas que se encuentra en el anexo Q y se verán resumidas en la siguiente tabla.

Tabla 29. Costo de fabricación, montaje y adecuación

Nombre del Insumo	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
BARRAS DE ACERO A500 PERFIL 60X60 PARA LA FABRICACION DE LA MESA	14	6000	\$ 84.000,00
MOTOR DE 1.5 CABALLOS	1	943000	\$ 943.000,00
CORREAS PARA PRUEBA DE ALTERNADOR DE 30CM 4 CANALES	4	7000	\$ 28.000,00
CABLE NUMERO 10 DOS COLORES	4	1000	\$ 4.000,00
BATERIA DE 100 AMPERIOS, 12 VOLTIOS	1	95000	\$ 95.000,00
TERMINALES PARA SUJECION DE CONECTORES	12	400	\$ 4.800,00
TESTER MULTIMETRO PROFESIONAL	3	48000	\$ 144.000,00
BANCADA MÓVIL CON EJES DE MEDIANA PRECISIÓN	2	1800000	\$3.600.000,00
SOPORTE ANCLADO A LA BANCADA MÓVIL CON PLACAS ANTI DESGASTE	1	480000	\$ 480.000,00
SOPORTE ATORNILLABLE	1	85000	\$ 85.000,00
MANOMETROS	2	30000	\$ 60.000,00
MANGUERAS PARA REFRIGERANTE	4	25000	\$ 100.000,00
EQUIPO PARA MEDICION DE PRESIONES	1	290000	\$ 290.000,00
MAQUINA DE VACIO	1	500000	\$ 500.000,00
ELEMENTOS DE CONTROS	1	40000	\$ 40.000,00
CONTRATACION EXTERNA PARA LA FABRICACION	1	360000	\$ 360.000,00
TOTAL			6'617800

El costo de fabricación del proyecto considerando todos los gastos que debe realizar la empresa es de: 6'617800

Para los costos de ingeniería se calcula la cantidad de horas utilizadas y los recursos que fueron necesarios para el desarrollo de este proyecto como se muestra en la siguiente tabla;

Tabla 30. Costos de ingeniería

Tipo	unidad	cantidad	V/ unitario	V / total
Ingeniería	Horas	800	\$ 7.000	\$ 3'600.000
Informes	unidad	8	\$ 120.000	\$ 550.000
Planos	unidad	101	\$ 8.000	\$ 720.000
Total				\$ 4'870.000

Tabla 31. Costo de fabricación del equipo

Tipo	Valor
Costo de fabricación, montaje y adecuación	\$ 6'617.800
Costos de ingeniería	\$ 4'870.000
Total	\$11.487.800

De acuerdo a los costos de fabricación del equipo se necesita una inversión de \$\$11.487.800 a este valor se le suma 10% para la puesta en marcha;

$$V_{total} = \$11.487.800 \times 0,1 = \$ 1'148.780$$

$$V_{total} = \$11.487.800 + \$1'148.780 = \$ 12'636.580$$

8.2 COSTOS DE OPERACIÓN Y DE MANTENIMIENTO

Para los costos de operación se avaluó el consumo anual de energía, operarios y servicios adicionales. Para esto se tomó como referencia el número de alternadores, compresores y motores de arranque a probar en un año el cual está entre 480 y 500 de cada mecanismo. Lo que le cuesta a la empresa realizar cada prueba se resume en la siguiente tabla:

Tabla 32. Costo de la prueba

Parte	Costo de prueba individual	Costo de 500 pruebas
Compresores	\$1800	\$900000
Alternadores	\$1200	\$600000
Motores de arranque	\$800	\$400000
Total		1'900.000

El tiempo empleado para cada prueba será de media hora promedio. Desde la verificación del mecanismo, montaje del mismo, puesta en marcha en el banco (1 minuto), toma y consignación de datos.

Tabla 33. Consumo de energía

CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA	Valor	Unidad	Unidad
hora equivalente de trabajo	1/2	hora	
costo por kWh (mes de mayo)	447,38	\$/ kWh	
consumo del equipo	2	hp	1.5kW
consumo por operación de extracción	1.4914	kWh	
costo por operación	\$ 667,2225	\$/Operacion	
Costo de operación anual	\$ 253.544,55	\$/año	

Tabla 34. Costo de servicio adicional

Descripción	Valor	unidad
costo de montacargas	\$25.000,00	\$/operación
Costo anual por servicio	\$ 9.900.000	\$/año

Tabla 35. Costo del operario

Descripción	Valor	Unidad
S.M.L.V	\$ 850.000	\$
Auxilio de Trasportes	\$ 73.240	\$
Total Salario	\$ 923.240	\$/mes
Total salario	\$ 3.847	\$/operación
Total anual	\$ 1.461.860	\$/año
CARGOS PRESTACIONALES		
Prima de servicios Junio-Enero	\$ 923.240	\$
Vacaciones	\$ 677.043	\$
Cesantías	\$ 923.240	\$
Intereses sobre cesantías	\$ 110.789	\$
EPS y pensiones	\$ 2.691.922	\$
Dotación	\$ 100.000	\$
Total	\$ 5.426.233	\$
Cargo prestacional	\$ 2.339	\$/operación
Costo prestacional	\$ 888.820	\$/ año
Costo total más prestaciones	\$ 2.350.680	\$/ año

Tabla 36. Costo del ayudante

Descripción	Valor	
S.M.L.V	\$ 644.336	\$
Auxilio de Trasportes	\$ 73.240	\$
Total Salario	\$ 717.576	\$
Total salario	\$ 2.990	\$/ operación
Total	\$ 1.136.200	\$/año
CARGOS OPERACIONALES		
Prima de servicios Junio-Enero	\$ 717.576	\$
Vacaciones	\$ 526.222	\$
Cesantías	\$ 717.576	\$
Intereses sobre cesantías	\$ 86.109	\$
EPS y pensiones	\$ 2.691.922	\$
Dotación	\$ 100.000	\$
Total	\$ 4.839.406	\$
Cargo prestacional	\$ 2.086	\$/ operación
Cargo prestacional	\$ 792.680	\$/ año
Costo total más prestaciones	\$ 1.928.880	\$/ año

Tabla 37. Costos de mantenimiento anual

Descripción	Valor	unidad
Mano de obra	\$ 2.350.680	\$/ año
Cambio de bujes	\$ 400.000	\$/ año
Grasa Gulf Crown LC EP	\$ 420.000	\$/ año
Total	\$ 3'170.680	\$/ año

Tabla 38. Costos de operación

Descripción	Unidad	Valor
Costo de energía	\$/ año	\$ 253.544,55
Servicio adicional	\$/ año	\$ 9.900.000
Costo de operario total	\$/ año	\$ 2.350.680
Costo de ayudante total	\$/ año	\$ 1.928.880
Costo de mantenimiento	\$/ año	\$ 3'170680
Total	\$/ año	\$ 17'603784

8.3 COSTOS ACTUALES DE OPERACIÓN

Actualmente la empresa no realiza pruebas de funcionamiento a los mecanismos tratados en este proyecto, lo que se traduce en una comercialización de los mecanismos a precios extremadamente bajos. Al no existir un proceso actual de pruebas electromecánicas de alternadores, compresores y motores de arranque; la única manera de evidenciar la mejoría en cuanto a costos actuales sería suponiendo un precio de venta de los componentes, por encima del precio actual.

Inicialmente este precio podría incrementarse en un 50% teniendo en cuenta que ya se puede dar garantías de los componentes.

Tabla 39. Utilidad actual de operación

Descripción	Unidad	Valor
Costo de pruebas	\$/ año	\$ 0
Utilidad de venta	\$/ año	\$ 120.000.000
Total	\$/ año	\$ 120.000.000

Tabla 40. Cuadro comparativo

Descripción	Unidad	Valor
Proceso actual	\$/ año	\$ 120.000.000
Costo del Proyecto	\$/ año	\$ -17'603784
Ganancia representativa del 50%	\$/ año	\$ 60'000.000
Utilidad del primer año	\$/ año	\$ 162'366216

Se puede observar que con la implementación del proyecto la empresa genera (162'366.216-120'000.000) \$42'366.216 más de utilidad en comparación al año anterior en el que el proyecto no había sido implementado; con una inversión de 17'603.784.

8.4 ANALISIS FINANCIERO

En este punto se analiza si el proyecto es viable económicamente por el método que se mencionó anteriormente CAE costo anual equivalente, para esto se halla un valor de salvamento que tiene un 20% sobre el valor inicial del equipo ya que por el costo inicial de este proyecto se debe tener en cuenta, se estima un periodo de 5 años, con la siguiente ecuación;

$$valor\ de\ salvamento = \frac{valor\ inicial - (valor\ inicial * \% \text{ salvamento})}{tiempo\ de\ depreciacion}$$

$$valor\ salvamento = \frac{\$ 12'636.580 - (2'527.316)}{5} = \$ 2'021.852$$

$$valor\ salvamento = \$2'021.852$$

La tasa de oportunidad (TIO) que define la compañía es del 15%, con esto se calcula el factor de anualidades como se determina en la siguiente ecuación;

$$\frac{1}{(1 + 0,15)} + \frac{1}{(1 + 0,15)^2} + \frac{1}{(1 + 0,15)^3} + \frac{1}{(1 + 0,15)^4} + \frac{1}{(1 + 0,15)^5} = 3,3521$$

$$factor\ de\ anualidades = 3,3521$$

Después de determinar el valor de las anualidades y el factor actual, este es el último periodo de los cinco que fueron seleccionados, de acuerdo a la siguiente ecuación;

$$factor\ actual = \frac{1}{(1 + 0,15)^5} = 0,4971$$

$$factor\ actual = 0,4971$$

En la actualidad para Cesvi los costos por pruebas electromecánicas de los mecanismos estudiados en el proyecto son nulos, es por esto que se ven en la obligación de vender a precios muy bajos. El objetivo del proyecto es dar a la empresa ganancia adicional.

$$VA = C + CO \times FA - VS \times FA$$

Donde;

VA = Valor actual

C = Costo de la maquina

CO = Costo de operación

FA = Factor de anualidades

VS = valor de salvamento

FA = factor actual

Valor con proyecto;

$$VA\ con = \$ 12'636.580 + \$ 17'603784 \times (3,3521) - \$ 2'021.852 \times (0,4971) \\ = \$ 70'655.516$$

Valor sin proyecto;

$$VA\ sin = 0 + \$ 120'000.000 \times (3,3521) - 0 \times (0,4971) = 402'252.000$$

Hallado el valor actual se puede hallar el costo anual equivalente para poder hacer la comparación de acuerdo a la siguiente ecuación;

$$CAE = \frac{Valor\ actual}{Factor\ de\ anualidades}$$

Con proyecto;

$$CAE = \frac{\$ 70'655.516}{3.3521} = \$ 21'077.985$$

Sin proyecto;

$$CAE = \frac{\$ 402'252.000}{3.3521} = \$ 120'000.000$$

Teniendo el CAE de cada proyecto se comparan los valores y se determina si es viable económicamente el proyecto para la compañía;

$$\begin{aligned} &\text{Con proyecto} < \text{Sin proyecto} \\ &\$ 21'077.985 < 120'000.000 \end{aligned}$$

Comparando los costos anuales equivalentes CAE se determina que el proyecto propuesto es viable económicamente, y sin proyecto no es viable; se determina esto ya que el costo del proyecto es menor que el proceso actual.

9. CONCLUSIONES

- Este proyecto es viable económicamente ya que la empresa podrá comercializar los alternadores, compresores y motores de arranque dando garantías de los mismos con precios 50% más altos con \$42'366.216 más de utilidad en comparación al año anterior en el que el proyecto no se había implementado.
- Según los cálculos de poleas y correas el número adecuado de acanaladuras de las correas a utilizar en el banco es 3. Pero por cuestiones de seguridad se decide que dichas correas sean de 4 acanaladuras para que la correa trabaje por encima del promedio óptimo de mecanismos a probar.
- Se realizaron cálculos detallados para hacer los análisis de resistencia y dimensionamiento de todos los componentes para luego ser modelados en Solid Edge y así poder validar los cálculos realizados. Obteniendo que el factor de seguridad es bastante alto lo que indica que el diseño de esta estructura es seguro y que su comportamiento es el ideal frente a las cargas a las que está sometido.
- Teniendo en cuenta la recopilación de información y los requerimientos iniciales de la empresa se concluye que el diseño realizado permite el diagnóstico inicial de alternadores, compresores y motores de arranque sin tener que implementar instrumentos de automatización y control sofisticados.
- Ya realizada la simulación se observa en los resultados que la estructura tiene un buen comportamiento a las cargas generadas por los componentes del banco y la fuerza generada por el motor en movimiento. Los esfuerzos de von mises no superan el esfuerzo de fluencia lo que significa que la estructura soportará muy bien en condiciones de operación.

10.RECOMENDACIONES

- Ofrecer capacitaciones sobre el uso correcto del banco a los empleados que estén al mando del mismo, con el fin de que hagan buen uso y no ocurran accidentes por falta de conocimiento.
- El proyecto esta para probar compresores que utilicen refrigerante R134a, en dado caso que se quiera probar un compresor con un refrigerante diferente, tiene que llegar con las mangueras debido a que manejan diferentes presiones y diámetros.
- Cuando la bateria se descarga totalmente, se tiene que revisar si hay algun corto por donde se este escapando la electricidad o si es por uso excesivo, se tiene que cargar en un lugar especial.
- Para un mejor mantenimiento se recomienda usar camara termografia que ayudara a dar diagnosticos mas exactos.

BIBLIOGRAFÍA

ACEDO ZAMBRANA, Miguel Ángel. Mantenimiento de sistemas de climatización. Primera Edición. Andalucía – España. IC Editorial, 2012.

ARIZA ELENA, Jesús. Mantenimiento del sistema de carga con alternador. Primera Edición. Andalucía – España. IC Editorial, 2012.

CALSINA FLETA, Margarita. Sistemas de carga y arranque. Editorial, Macmillan Iberia, S.A. 2009.

Cesvi Colombia, [En línea] Disponible en Internet en: <http://www.cesvicolombia.com/repuestos/> [citado en Noviembre 3 de 2.016].

DAYCO. [<https://catalogodayco.com/>] [Citado 1 de marzo de 2017]

Denso auto partes. [<http://densoautoparts.com/es>] [Citado 12 de febrero de 2017]

Echebarria suministros.

[<http://www.echebarriasuministros.com/images/catalogo/13-tornilleria-y-remaches.pdf>]

GONZÁLEZ PÉREZ, Joaquín. Montaje y mantenimiento de máquinas eléctricas rotativas: montaje y mantenimiento de instalaciones eléctricas de baja tensión (UF0897). Primera Edición. Andalucía – España. IC Editorial, 2012.

HAYNES. Manual de Sistemas de Calefacción y Aire Acondicionado. Primera Edición. Buenos aires - argentina. Norma Editorial, 2015.

HAYNES. Manual de electricidad automotriz. Cuarta Edición. Buenos aires - argentina. Norma Editorial, 2013.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Documentación: presentación de tesis, trabajo de grado y otros trabajos de investigación. Bogotá: ICONTEC, 2008. 41p. (NTC 1486)

_____. Referencias bibliográficas. Contenido, forma y estructura. Bogotá D.C. NTC 5613. 2008. 38 p.

_____. Normas y técnicas de señalización y demarcación. Colores y señales de seguridad. Bogotá, 2006. (NTC 1461).

_____. Referencias documentales para fuentes de información electrónica. Bogotá D.C. NTC 4490. 1998. 38 p.

MARGARITA CALSINA FLETA. Sistemas de Carga y Arranque. 2 edición. Ciudad de Quito – Ecuador. RJ EDITORIAL, 2014

MECANICO AUTOMOTRIZ. Manual de compresor del aire acondicionado para automóviles [en línea]. <<http://www.mecanicoautomotriz.org/66-manual-compresor-vehiculo>> [Citado 05 de Octubre de 2016]

ROBERT L. MOTT. Diseño de elementos de máquinas. 4 Ed. México: PEARSON EDUCATION, 2006.

SANCHEZ GUTIERREZ, Mariano. Mantenimiento del sistema de arranque del motor del vehículo. Primera Edición. Andalucía – España. IC Editorial, 2012.

ANEXO A

MOTORES ELECTRICOS CON CARACASA DE ALUMINIO DE SIEMENS

Motores tipo GP10A (uso general carcasa de aluminio)

Los motores GP10A son ideales para aplicaciones en equipos de manejo de materiales, bombas, ventiladores, compresores y aplicaciones generales en la industria.

Especificaciones técnicas

- 1 a 20 HP
- Factor de servicio de 1.15, a 40°C ambiente
- 2, 4, 6 y 8 polos
- Trifásicos, 60 Hz, 208-230/460 V de operación
- Cumplen con estándares de eficiencia NOM-016-ENER 2002
- Aislamiento clase F, elevación de temperatura Clase B @ 1.0 F.S.
- Diseño NEMA B, servicio continuo
- Armazones 143T al 256T

Características para una larga vida útil

Carcasa y Escudos – Construidos en fundición de aluminio para una excepcional disipación de calor e integridad estructural. Equipados con patas desmontables (atornillables) para flexibilidad en el montaje. Provisto de drenes de condensación. Dispositivos de izaje integrados a la carcasa. Su exclusivo diseño de aletas en carcasa maximiza el enfriamiento.

Rotor – El diseño único en el rotor provee mejoras en la eficiencia. Barras más largas y anillos de corto reducen pérdidas por resistencia. Cada rotor es dinámicamente balanceado con el propósito de alargar la vida de los rodamientos y se incluye una flecha fabricada en acero al carbón (C1045) para ofrecer un máximo desempeño.

Estator – Fabricado con laminaciones de acero con grado eléctrico Premium y alambre magneto de cobre para así reducir pérdidas y elevar la eficiencia. El diseño único en el paquete de laminaciones del estator disminuye la densidad de flujo e incrementa la capacidad de enfriamiento. Una mayor sección transversal en los conductores per-

mite reducir las pérdidas por resistencia en el estator.

Aislamiento – Motores provistos con un sistema de aislamiento para uso con inversor Clase F no higroscópico con elevación de temperatura NEMA Clase B @ F. S. 1.0, que proporciona un margen extra respecto a la vida térmica de los devanados. El sistema de barnizado utilizado asegura una máxima penetración en los devanados obteniendo protección contra la humedad, corrosión y sobrecargas eléctricas. Este sistema de aislamiento cumple o excede con lo requerido por la norma NEMA MG1-2006, parte 31, logrando hacer todos los motores adecuados para uso con variador de frecuencia.

Ventilación – Un ventilador bi – direccional antichispas es colocado en la flecha del motor. Su diseño de baja inercia reduce pérdidas y ruido, mejora el flujo de aire obteniendo una óptima ventilación. Los motores son provistos con capuchón metálico en todos los tamaños.

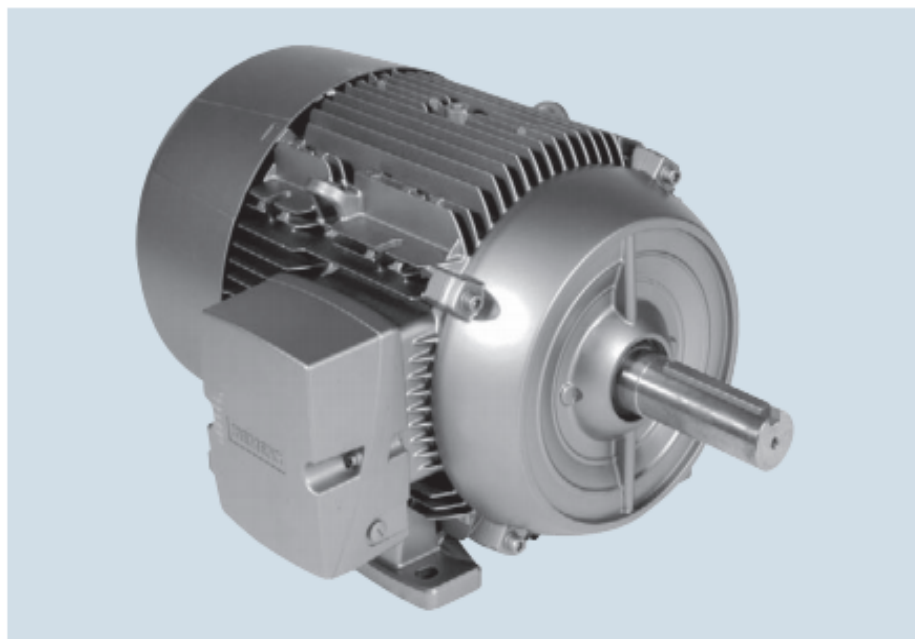
Rodamientos – Son sobredimensionados, prelubricados y con protección externa.

Lubricación – Grasa a base de poliurea especialmente formulada para altas temperaturas es utilizada para proporcionar hasta cuatro veces la vida de lubricación de otras grasas.

Caja de conexiones – Construida en fundición de aluminio, con dimensiones mayores a los estándares industriales, seccionada en forma diagonal y con capacidad de girar en intervalos de 90° para facilitar y agilizar su conexión. Dispositivo de puesta a tierra dentro de la caja y terminales clara y permanentemente marcadas.

Resistencia a la corrosión – Construcción en fundición de aluminio, ventilador de polipropileno, capuchón metálico, tornillería galvanizada, pintura esmalte mejor que epóxica y placa de datos de aluminio resistente a la corrosión.

Modificable – Los motores Siemens GP10A cuentan con una amplia variedad de modificaciones que hacen posible cumplir con el motor específico que usted necesita.



Motores tipo GP10A (uso general carcasa de aluminio)

- Totalmente cerrados con ventilación exterior
- Montaje: Horizontal con patas (F-1)
- Aislamiento clase F
- Diseño NEMA B según Norma MG-1
- 33°C temp. ambiente a una altitud de 2300 msnm
- 40°C temp. ambiente a una altitud de 1000 msnm
- Factor de servicio: 1.15

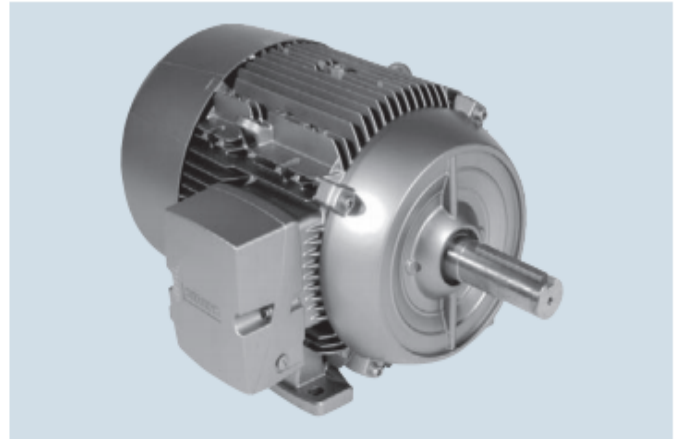


Tabla de selección

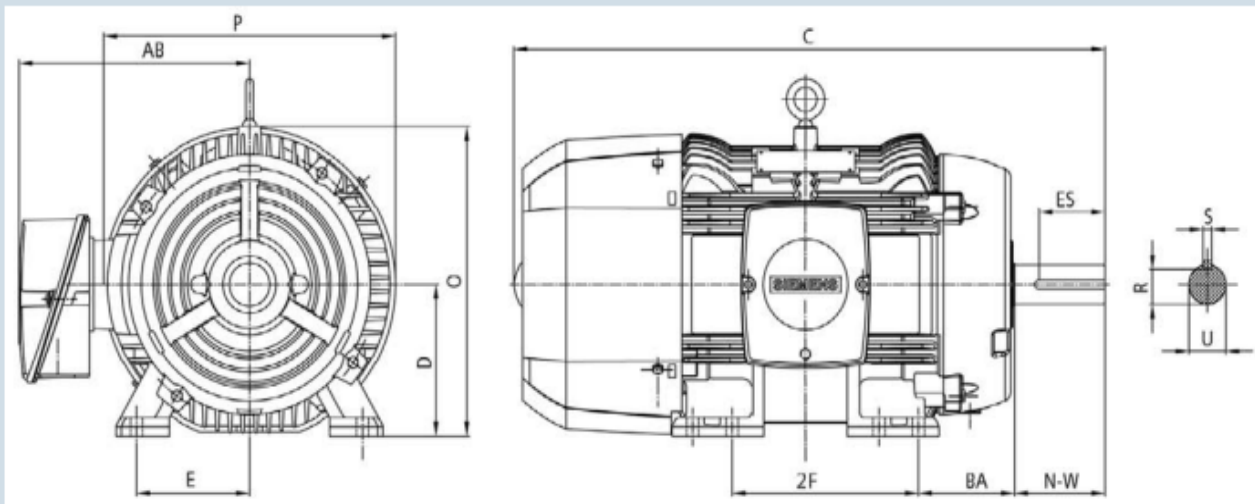
Potencia en HP	RPM	Voltaje	Armazón	GP10 Uso General Catálogo Spiridon	Corriente Nominal A	Eficiencia Nominal %	Peso Kg
1	3600	208-230/460	143T	A7B10000012633	1,4	80,0	15
	1800	208-230/460	143T	A7B10000012637	1,5	82,5	16
	1200	208-230/460	145T	A7B10000012650	1,6	80,0	16
	900	208-230/460	182T	*	2,1	81,5	26
1.5	3600	208-230/460	143T	A7B10000012634	2,0	82,5	15
	1800	208-230/460	145T	A7B10000012638	2,2	84,0	18
	1200	208-230/460	182T	A7B10000012655	2,4	85,5	25
	900	208-230/460	184T	*	3,0	82,5	33
2	3600	208-230/460	145T	A7B10000012636	2,6	84,0	16
	1800	208-230/460	145T	A7B10000012639	3,0	84,0	19
	1200	208-230/460	184T	A7B10000012656	3,1	86,5	30
	900	208-230/460	213T	*	3,3	84,0	34
3	3600	208-230/460	182T	A7B10000012651	3,7	85,5	26
	1800	208-230/460	182T	A7B10000012653	4,0	87,5	27
	1200	208-230/460	213T	A7B10000012662	4,2	87,5	39
	900	208-230/460	215T	*	4,8	85,5	41
5	3600	208-230/460	184T	A7B10000012652	6,2	87,5	29
	1800	208-230/460	184T	A7B10000012654	6,7	87,5	30
	1200	208-230/460	215T	A7B10000012663	6,8	87,5	46
	900	208-230/460	254T	*	8,8	86,5	72
7.5	3600	208-230/460	213T	A7B10000012657	9,0	88,5	44
	1800	208-230/460	213T	A7B10000012659	9,5	89,5	47
	1200	208-230/460	254T	A7B10000012668	10,5	89,5	74
	900	208-230/460	256T	*	13,0	87,5	86
10	3600	208-230/460	215T	A7B10000012658	11,5	89,5	52
	1800	208-230/460	215T	A7B10000012660	12,5	89,5	52
	1200	208-230/460	256T	A7B10000012669	13,5	89,5	80
15	3600	208-230/460	254T	A7B10000012664	18,0	90,2	77
	1800	208-230/460	254T	A7B10000012666	19,0	91,0	76
20	3600	208-230/460	256T	A7B10000012665	23,5	90,2	82
	1800	208-230/460	256T	A7B10000012667	25,0	91,0	84

* Sobre pedido especial
Verificación nacional NOM-016-ENER-2002
Fabricación certificada ISO 9001

Motores tipo GP10 estándar, brida C y brida D

Dimensiones en pulgadas

Armazón	S	R	ES	C	E	2F	BA	N-W	O	P	AB	U
143T	0,188	0,771	1,41	12,74	2,75	4	2,25	2,25	7,5	8,2	6,9	0,875
145T	0,188	0,771	1,41	13,89	2,75	5	2,25	2,25	7,5	8,2	6,9	0,875
182T	0,25	0,986	1,82	15,19	3,75	4,5	2,75	2,75	9,2	8,78	7,8	1,125
184T	0,25	0,986	1,82	16,2	3,75	5,5	2,75	2,75	9,2	8,78	7,8	1,125
213T	0,312	1,201	2,44	18,56	8.5/2	5,5	3,5	3,38	10,67	10,32	9,45	1,375
215T	0,312	1,201	2,44	20,05	8.5/2	7	3,5	3,4	10,67	10,32	9,45	1,375
254T	0,375	1,416	2,91	23,79	5,00	8,25	4,25	3,96	12,75	12,33	9,45	1,625
256T	0,375	1,416	2,91	25,54	5,00	10	4,25	4	12,75	12,33	9,45	1,625
284T	0,5	1,59	3,25	27,4	6	9,5	4,75	4,63	14,27	14,42	12,69	1,875
286T	0,5	1,59	3,25	28,9	5,50	11	4,75	4,63	14,27	14,42	12,69	1,875
284TS	0,375	1,42	1,88	26	5,50	9,5	4,75	3,25	14,27	14,42	12,69	1,625
286TS	0,375	1,42	1,88	27,5	5,50	11	4,75	3,25	14,27	14,42	12,69	1,625
324T	0,5	1,85	3,88	32	6,25	10,5	5,25	5,25	15,9	15,88	13,62	2,125
326T	0,5	1,85	3,88	32	6,25	12	5,25	5,25	15,9	15,88	13,62	2,125
324TS	0,5	1,59	2	30	6,25	10,5	5,25	3,75	15,9	15,88	13,62	1,875
326TS	0,5	1,59	2	30	6,25	12	5,25	3,75	15,9	15,88	13,62	1,875
364T	0,625	2,02	4,25	34,2	7,00	11,25	5,88	5,88	17,81	17,71	16,93	2,375
365T	0,625	2,02	4,25	34,2	7,00	12,25	5,88	5,88	17,81	17,71	16,93	2,375
364TS	0,5	1,59	2	32,1	7,00	11,25	5,88	3,75	17,81	17,71	16,93	1,875
365TS	0,5	1,59	2	32,1	7,00	12,25	5,88	3,75	17,81	17,71	16,93	1,875
404T	0,75	2,45	5,63	39,5	8,00	12,25	6,62	7,25	19,6	19,56	17,68	2,875
405T	0,75	2,45	5,63	39,5	8,00	13,75	6,62	7,25	19,6	19,56	17,68	2,875
404TS	0,5	1,85	2,75	36,5	8,00	12,25	6,62	4,25	19,6	19,56	17,68	2,125
405TS	0,5	1,85	2,75	36,5	8,00	13,75	6,62	4,25	19,6	19,56	17,68	2,125
444T	0,875	2,88	6,88	45,6	9,00	14,5	7,5	8,5	21,8	21,75	19,63	3,375
445T	0,875	2,88	6,88	45,6	9,00	16,5	7,5	8,5	21,8	21,75	19,63	3,375
444TS	0,625	2,02	3	41,8	9,00	14,5	7,5	4,75	21,8	21,75	19,63	2,375
445TS	0,625	2,02	3	41,8	9,00	16,5	7,5	4,75	21,8	21,75	19,63	2,375
447T	0,875	2,88	6,88	49,1	9,00	20	7,5	8,5	21,8	21,75	19,63	3,375
447TS	0,625	2,02	3	45,4	9,00	20	7,5	4,75	21,8	21,75	19,63	2,375
449T	0,875	2,88	6,88	54,1	9,00	25	7,5	8,5	21,8	21,75	22	3,375
449TS	0,625	2,02	3	50,3	9,00	25	7,5	4,75	21,8	21,75	22	2,375



ANEXO B

BATERÍAS ELECTRICAS DE TRABAJO PESADO MAC



LÍNEA PREMIUM / MAC® GOLD PLUS

BATERÍAS DE ARRANQUE SLI Y PARA VEHÍCULOS COMERCIALES 12 VOLTIOS

Referencia					CCA (0°F)	Reserva (min)	Terminal	Figura	Medidas (mm)			Peso (con ácido)		Unidades Cantidad por nivel	Niveles por estiba			Fotografía
BCI	JIS	DIN	Grupo	Ref.					Largo	Ancho	Alto	Kgs	Libras		3	4	5	
51 / 51R	N40, NS60 / N40L NS60L		NS60 / NS60L	NS60ZZ	490	85	B,A	1 / 2	236	127	223	13,12	28,92	36	108	144		1
99 / 99R		LBN1, T4	LBN1 PMV	LBN1600	420	70	A	3 / 4	207	175	175	10,86	23,93	30	90	120	150	2
L1		LN1, H4	LN1 PMV	LN1600	420	75	A	3 / 4	207	175	190	11,98	26,41	30	90	120	150	3
42, 90, 96R		LBN2, T5	LBN2 PMV	LBN2750	520	88	A	3 / 4	242	175	175	13,02	28,69	24	72	96	120	4
				LBN2800	550	100						13,54	29,85					
47		LN2, H5	47 / 47R	47800	575	115	A	5 / 6	242	175	190	15,48	34,13	24	72	96	120	5
40R, 91		LBN3, T6	LBN3 PMV	LBN3900	600	115	A	3 / 4	278	175	175	15,60	34,38	21	63	84	105	6
75			75	75600	420	73	E	7	230	179	181	13,42	29,58	28	84	112	140	7
85 / 86			85 / 86	85/86750	520	88	A	8 / 9	230	173	200	14,50	31,97	28	84	112	140	8
25 / 35	55D23 / 55D23L		25 / 35	25/35750	555	105	A	9 / 8	230	173	225	16,55	36,48	30	90	120		9
78			78	78950	740	130	E	7	260	179	181	17,72	39,06	24	72	96	120	10
78 DT			78DT	78/34950	740	130	A,E	10	260	179	200	17,80	39,23	24	72	96	120	11
34 / 34R			34 / 34R PMV	34PMV1000	680	145	A	11 / 12	260	173	200	18,11	39,92	24	72	96	120	12
24, 24H, 24T / 24R, 24F	NS0, NS70, NX110 / NS0L NS70L NX110L		24 / 24R	24950	690	135	A	9 / 8	260	173	220	19,26	42,46	24	72	96		13
27 / 27R			27 / 27R	271000	710	155	A	9 / 8	305	173	225	21,96	48,41	21	63	84		14
49 / 49R		LN5, H8	LN5 PMV	LN51100	850	150	A	3 / 4	350	175	190	21,50	47,40	18	54	72		15
65			65	651000	700	130	A	13	286	190	192	18,66	41,13	18	54	72	90	16

BATERÍAS DE ARRANQUE SLI PARA TRABAJO PESADO 12 VOLTIOS

Referencia					CCA (0°F)	Reserva (min)	Terminal	Figura	Medidas (mm)			Peso (con ácido)		Unidades Cantidad por nivel	Niveles por estiba			Fotografía
BCI	JIS	DIN	Grupo	Ref.					Largo	Ancho	Alto	Kgs	Libras		3	4	5	
30H			30H	30H1100	800	185	A	14	329	171	238	24,36	53,70	18	54	72		17
31S, 31A			31T / 310	31T1100	900	200	C,D	14	329	171	238	25,94	57,18	18	54	72		18

ANEXO C
BOMBAS DE VACÍO DINKO

Bomba de vacío R-400

Vacuum Pump R-400



BOVT 0400

Bomba de vacío impulsada por pistón, sin aceite, destacando la tecnología innovadora electrónica y mecánica.

La R-400 es adaptable a muchas exigencias de laboratorio.

- Vibración baja y silenciosa.
Motor directamente conducido sin el mecanismo de transmisión y pies de caucho de calidad que mantiene el nivel de ruido solo en aproximadamente 50 dB.
- Peso compacto y ligero.
El molde de aluminio y su precisa construcción hacen la R-400 tan pequeña y compacta, con un peso de solamente 5.2 kg.
- Limpieza y mantenimiento.
El diseño sin aceite hace la R-400 limpia y libre de mantenimiento. Garantizamos el suministro gratis de repuestos durante dos años de 3.000 horas de trabajo (excepto filtro de humedad).

Piston-powered vacuum pump, oil-free, featuring innovative electronic and mechanical technology. The R-400 is adaptable to many laboratory requirements.

- Quiet and low vibration
Directly motor driven without transmission mechanism and quality rubber feet keep the noise level only at approx 50 dB.
- Compact and light weight
Aluminium die-cast and precise construction make the R-400 so small and compact, weight only 5.2 kg.
- Clean and maintenance free
Oil-free design makes the R-400 clean and maintenance free, we guarantee two years of 3000 working hours of free service parts (excluding moisture filter).

REFERENCIA CAT. NUMBER	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TECHNICAL SPECIFICATIONS
BOVT 0400	Vacío max. / Max. vacuum: 650 mm. Hg
	Velocidad vacío (2.5 L tanque) / Vacuum speed (2.5 L tank):
	0 mm.Hg: 34 l/min = 1.2 CFM
	100 mm.Hg: 31 l/min = 1.09 CFM
	200 mm.Hg: 29 l/min = 1.02 CFM
	300 mm.Hg: 23 l/min = 0.81 CFM
	400 mm.Hg : 19 l/min = 0.67 CFM
	500 mm.Hg : 13 l/min = 0.46 CFM
	600 mm.Hg : 4 l/min = 0.14 CFM
	Voltaje / Power : 220 V / 50 Hz
	Caudal max. / Max. flow rate : 13 l / min
	Rotación motor / Motor rotation: 1450 rpm
	Potencia / Horse power: 1/6 CV / HP
	Nº polos / Pole: 4 P
Peso bruto / Gross weight 6.2 kg.	
Peso neto / Net weight : 5.2 kg.	
Rosca entrada / Port thread: 1/8 PS	
Nivel de ruido / Noise level: 50 db	

ANEXO D

PROCEDIMIENTO CALCULO DE POLEAS Y CORREAS

Secuencia de cálculo

1º Paso - Determinación de la Potencia del Proyecto (Potencia Calculada)

a) Factor de servicio (Fs)

Procure en las tablas 1, 2, 3 ó 4 los Factores de Servicio para las más diversas situaciones. Para la situación del ejemplo, verifique el factor de servicio que más se aproxima. En ese caso, el factor será $F_s = 1,4$.

b) Potencia de Proyecto

Se calcula la potencia de proyecto por la fórmula 33.

$$\text{Potencia de Proyecto} = 30 \times 1,4 = 42 \text{ HP.}$$

2º Paso - Determinación del Perfil de la Correa

a) Entre en la tabla 5 por la horizontal, con HP proyectado, y en la vertical con rpm del eje más rápido.

La intersección de las dos líneas indicará el perfil recomendado y la faja de diámetros primitivos mínimos para la polea del eje más rápido.

En el ejemplo, 42 HP y 1.170 rpm determinan el perfil C, con diámetros Primitivos de la polea menor entre 7" y 13".

3º Paso - Cálculo de la Relación de Velocidades R_T

a) Se calcula la relación de velocidad, dividiendo la rotación del eje más rápido por la rotación del eje más lento, de acuerdo a la fórmula 30.

$$\text{Así, tenemos en el ejemplo: } R_T = \frac{1170}{280} \approx 4,18$$

4º Paso - Elija los Diámetros primitivos Recomendados (D_p , d_p)

a) Si el diámetro de la polea menor o de la mayor es conocido, se parte de ese diámetro. No siendo conocido ninguno de esos diámetros, se parte del diámetro medio de la faja indicada en el 2º paso.

$$\text{Así, en el ejemplo: } d_p = \frac{7 + 13}{2} = 10'' \text{ (diámetro primitivo de la polea menor)}$$

Como $D_p = R_T d_p$, de acuerdo a la fórmula 31, tenemos:

$$D_p = 4,18 \times 10 = 41,8'' \text{ (diámetro primitivo de la polea mayor)}$$

b) Cuando se necesitan diámetros diferentes a los indicados en la faja de la tabla 5, verifique indicaciones en la tabla 6.

5º Paso - Cálculo de la Velocidad Periférica (V)

a) La velocidad de la correa en pies por minuto (ppm) es obtenida por la fórmula 26.

$$\text{Así, en el ejemplo: } V = 0,262 \times d_p \times \text{rpm} = \\ V = 0,262 \times 10 \times 1.170 = 3.065 \text{ ppm}$$

b) La velocidad encontrada no debe ultrapasar 6000 ppm. En caso que suceda eso, use otro diámetro, de acuerdo a la tabla 6, para la polea menor. No siendo posible alterar el diámetro, y considerando la relación de transmisión, estudie una alteración en la rotación del motor o de la máquina accionada.

6º Paso - Determinación de la Distancia Entre Centros de los Ejes (C) y del Largo Primitivo de la Correa (L_p)

a) No siendo dada la distancia entre ejes, ésta puede ser estimada a través de la fórmula 27 o del diámetro de la polea mayor (se debe elegir la mayor entre estas dos medidas), a ser corregida por la fórmula 29.

b) En el ejemplo son dadas las distancias mínima y máxima entre centros de los ejes, 36" y 50". El cálculo del largo L_p es realizado a través de la fórmula 32:

$$L_p = 2C + 1,57(D_p + d_p) + \frac{(D_p - d_p)^2}{4C} \text{ cuya aproximación es } \pm 0,15\%.$$

En el ejemplo: Distancia media entre centros

$$C = \frac{36 + 50}{2} = 43''$$

$$L_p = 2 \times 43 + 1,57(41,8 + 10,0) + \frac{(41,8 - 10,0)^2}{4 \times 43} = 173,2''$$

- ¶) Llevando este valor en la tabla 13, se verifica que la correa que más se aproxima es la C-170, cuyo largo primitivo $L_p = 172,9''$.
- d) Se corrige la distancia entre centros por la fórmula 29, a partir del L_p encontrado.

$$C_3 = C_1 - \frac{L_p(\text{calculado}) - L_p(\text{listado})}{2}$$

Entonces en el ejemplo quedan:

$$C_3 = 43 - \frac{173,2'' - 172,9''}{2} = 42,85''$$

7º Paso - Determinación del HP Clasificado y Número de Correas

- a) Cálculo y determinación del factor de corrección del arco de contacto F_{Ac}
Se calcula Arco de Contacto A_C a través de la fórmula 24:

$$A_C = 180 - \frac{D_p - d_p}{C} \cdot 60 \text{ (en grados)}$$

En el ejemplo: $A_C = 180 - \frac{41,8 - 10,0}{42,85} \cdot 60 = 136^\circ$

Por lo tanto, llevando este valor en la tabla 7, se lee en la columna V-V (transmisiones con poleas con canales en "V") el valor correspondiente al factor de corrección del arco de contacto F_{Ac} . En el caso para 136° : $F_{Ac} = 0,88$ por interpolación.

- b) Determinación del factor de corrección del largo F_{Lp} se encuentra en la tabla 8.
Para el ejemplo donde $L_p = 172,9''$ correa C-170, el factor de corrección $F_{Lp} = 1,04$.
- c) Determinación del HP básico por correa.
Se encuentra en la tabla 11 para correas perfil C, el HP básico por correa.
Usando el ejemplo presente, se hace corresponder el rpm del eje más rápido (1.170) con el diámetro de la polea menor (10,0"), encontrándose en la tabla el valor 13,42 HP, por interpolación.
- d) Determinación del HP adicional por correa.
En la misma línea donde se encuentra el HP básico, relacione el rpm del eje más rápido con la relación de velocidad $R_r = 4,18$ y encuentre el HP adicional = 1,14 por interpolación.
- e) Determinación del HP clasificado.
Adicione HP adicional al HP básico y obtenga el HP clasificado = $13,42 + 1,14 = 14,56$ HP.
- f) Para obtener el HP efectivo, se multiplica el HP clasificado por los factores de corrección del arco de contacto F_{Ac} y del largo F_{Lp} . Así:
HP efectivo = $14,56 \times 0,88 \times 1,04 = 13,32$ HP
- g) El número de correas en la transmisión será obtenido por la división del HP del proyecto por el HP efectivo.
Entonces:

$$\text{Número de correa} = \frac{42}{13,32} = 3,15 \text{ correas}$$

Se redondea para el entero inmediatamente superior: 4 correas.

En el ejemplo, entonces tendríamos la siguiente recomendación:

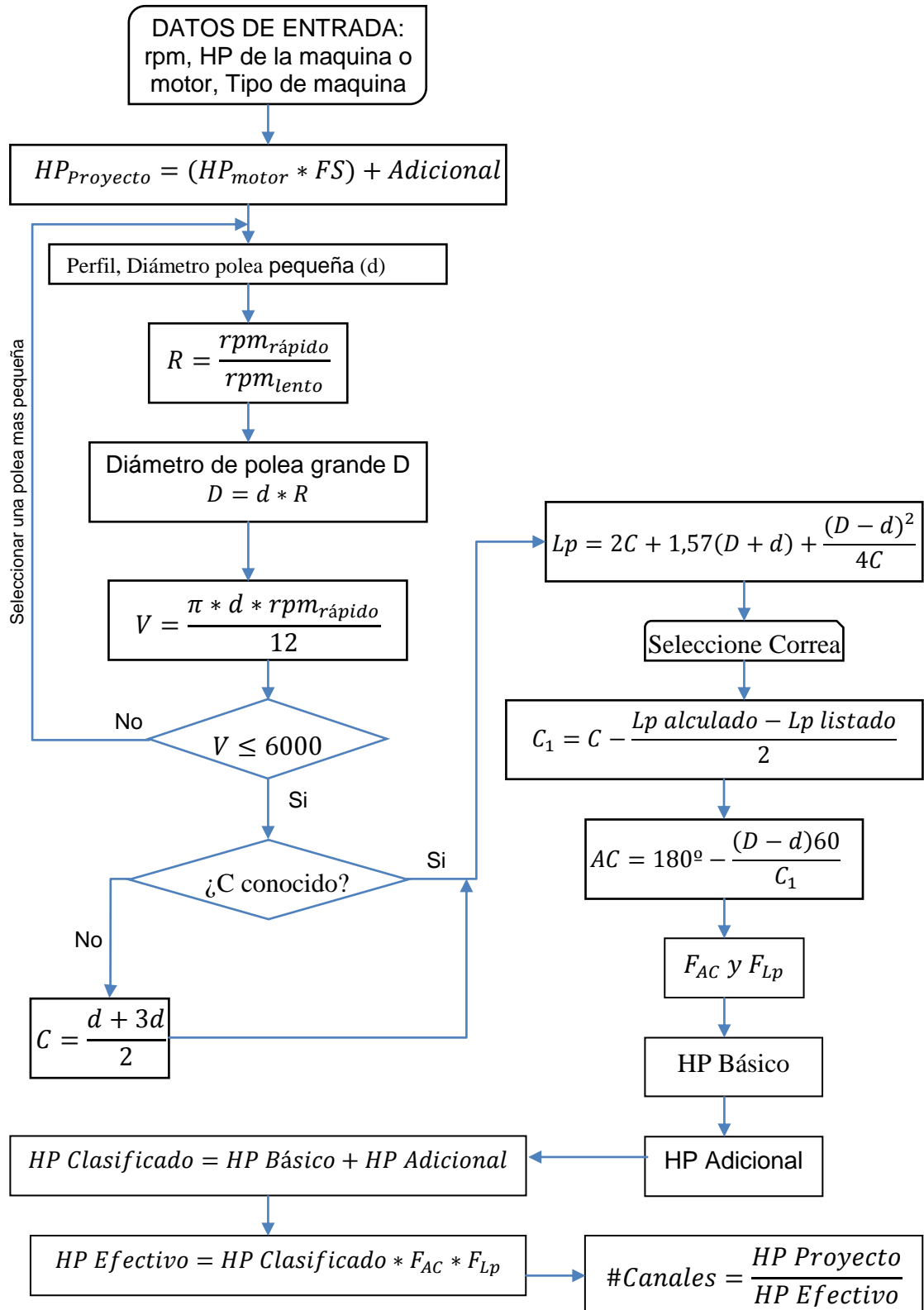
Diámetro primitivo de la polea menor = 10,0"

Diámetro primitivo de la polea mayor = 41,8"

Distancia entre centros de los ejes = 42,85"

Correas recomendadas: Un juego de 4 correas C-170 3-T Goodyear

DIAGRAMA DE PROCEDIMIENTO DE CALCULO PARA CORREAS Y POLEAS SEGÚN CATALOGO DE GOODYEAR



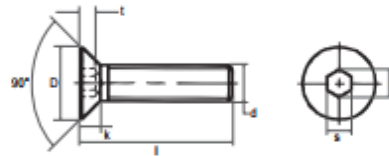
ANEXO E
TORNILLERÍA

Calidad 8.8 Ref. Catálogo	Calidad 12.9 Ref. Catálogo	Calidad Inox. Ref. Catálogo	Medidas d x L	Calidad 8.8 Ref. Catálogo	Calidad 12.9 Ref. Catálogo	Calidad Inox. Ref. Catálogo	Medidas d x L	Calidad 8.8 Ref. Catálogo	Calidad 12.9 Ref. Catálogo	Calidad Inox. Ref. Catálogo	Medidas d x L
13011231	13011452	13011673	12x180	13011261	13011482	13011703	16x70	13011291	13011512	13011733	20x50
13011232	13011453	13011674	14x25	13011262	13011483	13011704	16x80	13011292	13011513	13011734	20x55
13011233	13011454	13011675	14x30	13011263	13011484	13011705	16x90	13011293	13011514	13011735	20x60
13011234	13011455	13011676	14x35	13011264	13011485	13011706	16x100	13011294	13011515	13011736	20x70
13011235	13011456	13011677	14x40	13011265	13011486	13011707	16x110	13011295	13011516	13011737	20x80
13011236	13011457	13011678	14x45	13011266	13011487	13011708	16x120	13011296	13011517	13011738	20x90
13011237	13011458	13011679	14x50	13011267	13011488	13011709	16x130	13011297	13011518	13011739	20x100
13011238	13011459	13011680	14x55	13011268	13011489	13011710	16x140	13011298	13011519	13011740	20x110
13011239	13011460	13011681	14x60	13011269	13011490	13011711	16x150	13011299	13011520	13011741	20x120
13011240	13011461	13011682	14x65	13011270	13011491	13011712	16x160	13011300	13011521	13011742	20x130
13011241	13011462	13011683	14x70	13011271	13011492	13011713	16x180	13011301	13011522	13011743	20x140
13011242	13011463	13011684	14x80	13011272	13011493	13011714	18x40	13011302	13011523	13011744	20x150
13011243	13011464	13011685	14x90	13011273	13011494	13011715	18x45	13011303	13011524	13011745	20x160
13011244	13011465	13011686	14x100	13011274	13011495	13011716	18x50	13011304	13011525	13011746	20x180
13011245	13011466	13011687	14x110	13011275	13011496	13011717	18x55	13011305	13011526	13011747	24x45
13011246	13011467	13011688	14x120	13011276	13011497	13011718	18x60	13011306	13011527	13011748	24x50
13011247	13011468	13011689	14x130	13011277	13011498	13011719	18x65	13011307	13011528	13011749	24x55
13011248	13011469	13011690	14x140	13011278	13011499	13011720	18x70	13011308	13011529	13011750	24x60
13011249	13011470	13011691	14x150	13011279	13011500	13011721	18x80	13011309	13011530	13011751	24x70
13011250	13011471	13011692	14x160	13011280	13011501	13011722	18x90	13011310	13011531	13011752	24x80
13011251	13011472	13011693	14x180	13011281	13011502	13011723	18x100	13011311	13011532	13011753	24x90
13011252	13011473	13011694	16x25	13011282	13011503	13011724	18x110	13011312	13011533	13011754	24x100
13011253	13011474	13011695	16x30	13011283	13011504	13011725	18x120	13011313	13011534	13011755	24x110
13011254	13011475	13011696	16x35	13011284	13011505	13011726	18x130	13011314	13011535	13011756	24x120
13011255	13011476	13011697	16x40	13011285	13011506	13011727	18x140	13011315	13011536	13011757	24x130
13011256	13011477	13011698	16x45	13011286	13011507	13011728	18x150	13011316	13011537	13011758	24x140
13011257	13011478	13011699	16x50	13011287	13011508	13011729	18x160	13011317	13011538	13011759	24x150
13011258	13011479	13011700	16x55	13011288	13011509	13011730	18x180	13011318	13011539	13011760	24x160
13011259	13011480	13011701	16x60	13011289	13011510	13011731	20x40	13011319	13011540	13011761	24x180
13011260	13011481	13011702	16x65	13011290	13011511	13011732	20x45				

Consultar para otras dimensiones y calidades

DIN 7991

TORNILLO CABEZA PLANA ALLEN



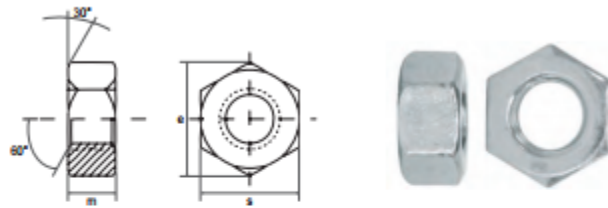
d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M20
D	6	8	10	12	16	20	24	27	30	36
s	2	2,5	3	4	5	6	8	10	10	12
k	1,7	2,3	2,5	3,3	4,4	5,5	6,54	7	7,5	8,5
T	1,2	1,8	2,3	2,5	3,5	4,4	4,6	4,8	5,3	5,9
e	2,3	2,87	3,44	4,58	5,72	6,86	9,15	11,43	11,43	13,72

Calidad 12.9 Ref. Catálogo	Calidad Inox. Ref. Catálogo	Medidas d x L	Calidad 12.9 Ref. Catálogo	Calidad Inox. Ref. Catálogo	Medidas d x L	Calidad 12.9 Ref. Catálogo	Calidad Inox. Ref. Catálogo	Medidas d x L	Calidad 12.9 Ref. Catálogo	Calidad Inox. Ref. Catálogo	Medidas d x L
13011762	13011861	3x6	13011768	13011867	3x18	13011774	13011873	4x12	13011780	13011879	4x30
13011763	13011862	3x8	13011769	13011868	3x20	13011775	13011874	4x14	13011781	13011880	4x35
13011764	13011863	3x10	13011770	13011869	3x25	13011776	13011875	4x16	13011782	13011881	4x40
13011765	13011864	3x12	13011771	13011870	3x30	13011777	13011876	4x18	13011783	13011882	5x8
13011766	13011865	3x14	13011772	13011871	4x8	13011778	13011877	4x20	13011784	13011883	5x10
13011767	13011866	3x16	13011773	13011872	4x10	13011779	13011878	4x25	13011785	13011884	5x12

TUERCAS

DIN 934

TUERCA HEXAGONAL



d1	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36	M39	M42	M48
e	6,01	7,66	8,79	11,05	12,12	14,38	18,9	21,10	24,49	26,75	29,56	32,95	35,03	39,55	45,2	50,85	55,37	60,79	66,44	72,09	82,6
s	5,5	7	8	10	11	13	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46	50	55	60	65	70
m	2,4	3,2	4	5	5,5	6,5	8	10	11	13	15	16	18	19	22	24	26	29	31	34	38

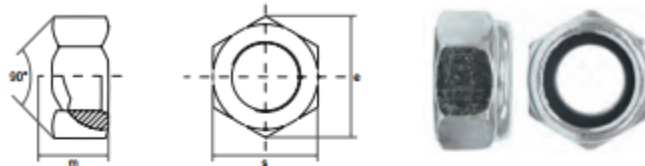
Calidad 8.8 Ref. catálogo	Calidad 10.9 Ref. catálogo	Calidad Zincado Ref. catálogo	Calidad Inox Ref. catálogo	Medidas sistema métrico
13020001	13020019	13020037	13020055	M3
13020002	13020020	13020038	13020056	M4
13020003	13020021	13020039	13020057	M5
13020004	13020022	13020040	13020058	M6
13020005	13020023	13020041	13020059	M8
13020006	13020024	13020042	13020060	M10
13020007	13020025	13020043	13020061	M12
13020008	13020026	13020044	13020062	M14
13020009	13020027	13020045	13020063	M16
13020010	13020028	13020046	13020064	M18

Calidad 8.8 Ref. catálogo	Calidad 10.9 Ref. catálogo	Calidad Zincado Ref. catálogo	Calidad Inox Ref. catálogo	Medidas sistema métrico
13020011	13020029	13020047	13020065	M20
13020012	13020030	13020048	13020066	M22
13020013	13020031	13020049	13020067	M24
13020014	13020032	13020050	13020068	M27
13020015	13020033	13020051	13020069	M30
13020016	13020034	13020052	13020070	M33
13020017	13020035	13020053	13020071	M36
13020018	13020036	13020054	13020072	M48

Consultar para otras medidas

DIN 985

TUERCA HEXAGONAL AUTOBLOCANTE



d1	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30	M36	M39
e	6,01	7,66	8,79	11,05	14,38	18,9	21,10	24,49	26,75	29,56	32,95	35,03	39,55	45,2	50,85	60,79	66,44
s	5,5	7	8	10	13	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46	55	60
m	2,4	3,2	4	5	6,5	8	10	11	13	15	16	18	19	22	24	29	31

Calidad Zincado Ref. catálogo	Calidad Inox Ref. catálogo	Medidas sistema métrico
13020073	13020091	M3
13020074	13020092	M4
13020075	13020093	M5
13020076	13020094	M6
13020077	13020095	M7
13020078	13020096	M8
13020079	13020097	M10
13020080	13020098	M12
13020081	13020099	M14
13020082	13020100	M16

Calidad Zincado Ref. catálogo	Calidad Inox Ref. catálogo	Medidas sistema métrico
13020083	13020101	M18
13020084	13020102	M20
13020085	13020103	M22
13020086	13020104	M24
13020087	13020105	M27
13020088	13020106	M30
13020089	13020107	M36
13020090	13020108	M39

Consultar para otras medidas



Ref. catálogo	Código	Medida nom. d	D±0,2	A±0,6	J	F±0,4	G±0,3	r máx.	
13020152	0310007-9	M,6	(0,5-1,5)8,3	12	7,2	8,3	12,2	6	1
13020153	0310008-7	M,6	(1,6-2,5)8,3	12	7,2	8,3	12,2	6	1
13020154	0310009-5	M,6	(2,6-3,5)8,3	12	7,2	8,3	12,2	6	1
13020155	0310064-2	M,6	(0,7-1,6)9,5	13,2	8,2	9,5	13,5	6	1
13020156	0310065-0	M,6	(1,7-2,7)9,5	13,2	8,2	9,5	13,5	6	1
13020157	0310066-9	M,6	(2,7-3,5)9,5	13,2	8,2	9,5	13,5	6	1
13020158	0310067-7	M,6	(1,0-1,7)12,3	16	10,6	12,3	16,6	7,8	1
13020159	0310068-5	M,6	(1,8-3,2)12,3	16	10,6	12,3	16,6	7,8	1
13020160	0310069-3	M,6	(3,3-4,7)12,3	16	10,6	12,3	16,6	7,8	1
13020161	0310010-8	M,8	(1,0-1,7)12,3	16	10,6	12,3	16,6	7,8	1
13020162	0310011-6	M,8	(1,8-3,2)12,3	16	10,6	12,3	16,6	7,8	1
13020163	0310012-4	M,8	(3,3-4,7)12,3	16	10,6	12,3	16,6	7,8	1
13020164	0310013-2	M,10	(1,0-1,7)12,3	16	10,6	12,3	16,6	7,8	1
13020165	0310014-0	M,10	(1,8-3,2)12,3	16	10,6	12,3	16,6	7,8	1
13020166	0310015-9	M,10	(3,3-4,7)12,3	16	10,6	12,3	16,6	7,8	1

ARANDELAS Y ANILLOS ELÁSTICOS

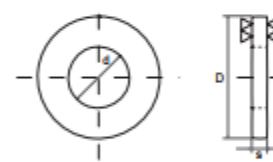
1. Arandelas.

DIN 125-A

ARANDELA PLANA SIN BISEL

M	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30
d	3,2	4,3	5,3	6,4	8,4	10,5	13	15	17	19	21	23	25	28	31
D	7	9	10	12	16	20	24	28	30	34	37	39	44	50	56
s	0,5	0,8	1	1,6	1,6	2	2,5	2,5	3	3	3	3	4	4	4

Pavonado Ref. catálogo	Zincado Ref. catálogo	Inox. Ref. catálogo	Medidas (para Ø de rosca)	Pavonado Ref. catálogo	Zincado Ref. catálogo	Inox. Ref. catálogo	Medidas (para Ø de rosca)
13030001	13030016	13030031	M3	13030009	13030024	13030039	M16
13030002	13030017	13030032	M4	13030010	13030025	13030040	M18
13030003	13030018	13030033	M5	13030011	13030026	13030041	M20
13030004	13030019	13030034	M6	13030012	13030027	13030042	M22
13030005	13030020	13030035	M8	13030013	13030028	13030043	M24
13030006	13030021	13030036	M10	13030014	13030029	13030044	M27
13030007	13030022	13030037	M12	13030015	13030030	13030045	M30
13030008	13030023	13030038	M14				

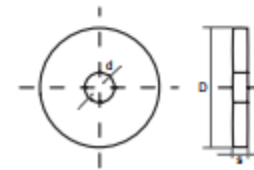


DIN 9021


ARANDELA PLANA ANCHA

M	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20
d	3,2	4,3	5,3	6,4	8,4	10,5	13	15	17	20	22
D	9	12	15	18	24	30	37	44	50	56	60
s	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	3	3	4	4

Zincado Ref. catálogo	Inox. Ref. catálogo	Medidas (para Ø de rosca)	Zincado Ref. catálogo	Inox. Ref. catálogo	Medidas (para Ø de rosca)
13030046	13030057	M3	13030052	13030063	M12
13030047	13030058	M4	13030053	13030064	M14
13030048	13030059	M5	13030054	13030065	M16
13030049	13030060	M6	13030055	13030066	M18
13030050	13030061	M8	13030056	13030067	M20
13030051	13030062	M10			



ANEXO F
PLANOS


 Fundación Universidad de América	FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA	Código:
	PROCESO: GESTIÓN DE BIBLIOTECA	Versión 0
	Autorización para Publicación en el Repositorio Digital Institucional – Lumieres	Julio - 2016

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL LUMIERES




Nosotros **Juan Manuel Galán Ramírez y Santiago Cárdenas Méndez** en calidad de titulares de la obra diseño de un banco de pruebas para partes electromecánicas de automóviles para Cesvi Colombia, elaborada en el año 2016, autorizamos al **Sistema de Bibliotecas de la Fundación Universidad América** para que incluya una copia, indexe y divulgue en el Repositorio Digital Institucional – Lumieres, la obra mencionada con el fin de facilitar los procesos de visibilidad e impacto de la misma, conforme a los derechos patrimoniales que nos corresponden y que incluyen: la reproducción, comunicación pública, distribución al público, transformación, en conformidad con la normatividad vigente sobre derechos de autor y derechos conexos (Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, entre otras).

Al respecto como Autores manifestamos conocer que:

- La autorización es de carácter no exclusiva y limitada, esto implica que la licencia tiene una vigencia, que no es perpetua y que el autor puede publicar o difundir su obra en cualquier otro medio, así como llevar a cabo cualquier tipo de acción sobre el documento.
- La autorización tendrá una vigencia de cinco años a partir del momento de la inclusión de la obra en el repositorio, prorrogable indefinidamente por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales del autor y podrá darse por terminada una vez el autor lo manifieste por escrito a la institución, con la salvedad de que la obra es difundida globalmente y cosechada por diferentes buscadores y/o repositorios en Internet, lo que no garantiza que la obra pueda ser retirada de manera inmediata de otros sistemas de información en los que se haya indexado, diferentes al Repositorio Digital Institucional – Lumieres de la Fundación Universidad América.
- La autorización de publicación comprende el formato original de la obra y todos los demás que se requiera, para su publicación en el repositorio. Igualmente, la autorización permite a la institución el cambio de soporte de la obra con fines de preservación (impreso, electrónico, digital, Internet, intranet, o cualquier otro formato conocido o por conocer).
- La autorización es gratuita y se renuncia a recibir cualquier remuneración por los usos de la obra, de acuerdo con la licencia establecida en esta autorización.
- Al firmar esta autorización, se manifiesta que la obra es original y no existe en ella ninguna violación a los derechos de autor de terceros. En caso de que el trabajo haya sido financiado por terceros, el o los autores asumen la responsabilidad del cumplimiento de los acuerdos establecidos sobre los derechos patrimoniales de la obra.
- Frente a cualquier reclamación por terceros, el o los autores serán los responsables. En ningún caso la responsabilidad será asumida por la Fundación Universidad de América.
- Con la autorización, la Universidad puede difundir la obra en índices, buscadores y otros sistemas de información que favorezcan su visibilidad.

 Fundación Universidad de América	FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA	Código:
	PROCESO: GESTIÓN DE BIBLIOTECA	Versión 0
	Autorización para Publicación en el Repositorio Digital Institucional – Lumieres	Julio - 2016

Conforme a las condiciones anteriormente expuestas, como autores establecemos las siguientes condiciones de uso de nuestra obra de acuerdo con la **licencia Creative Commons** que se señala a continuación:

	Atribución- no comercial- sin derivar: permite distribuir, sin fines comerciales, sin obras derivadas, con reconocimiento del autor.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Atribución – no comercial: permite distribuir, crear obras derivadas, sin fines comerciales con reconocimiento del autor.	<input type="checkbox"/>
	Atribución – no comercial – compartir igual: permite distribuir, modificar, crear obras derivadas, sin fines económicos, siempre y cuando las obras derivadas estén licenciadas de la misma forma.	<input type="checkbox"/>

Licencias completas: http://co.creativecommons.org/?page_id=13

Siempre y cuando se haga alusión de alguna parte o nota del trabajo, se debe tener en cuenta la correspondiente citación bibliográfica para darle crédito al trabajo y a sus autores.

De igual forma como autores autorizamos la consulta de los medios físicos del presente trabajo de grado así:


AUTORIZAMOS	SI	NO
La consulta física (sólo en las instalaciones de la Biblioteca) del CD-ROM y/o Impreso	X	
La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer para efectos de preservación	X	

Información Confidencial: este Trabajo de Grado contiene información privilegiada, estratégica o secreta o se ha pedido su confidencialidad por parte del tercero, sobre quien se desarrolló la investigación. En caso afirmativo expresamente indicaremos, en carta adjunta, tal situación con el fin de que se respete la restricción de acceso.	SI	NO
		X

Para constancia se firma el presente documento en Bogotá, a los 23 días del mes de Agosto del año 2017.

LOS AUTORES:

Autor 1

Nombres	Apellidos
JUAN MANUEL	GALAN RAMIREZ
Documento de identificación No	Firma
1020774902	

Nombres	Apellidos
SANTIAGO	CARDENAS MENDEZ
Documento de identificación No	Firma
1026289838	