



**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE  
BANCO DE PRUEBAS PARA PUESTA  
A PUNTO DE ALTERNADORES Y  
BOMBAS DE VACÍO DE VEHÍCULOS  
ISUZU PARA LA EMPRESA GMOVIL  
S.A.S**

**OSCAR ANDRES AGUIRRE RODRIGUEZ**

Universidad Antonio Nariño  
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica  
Bogotá D.C, Colombia  
2020

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE BANCO DE PRUEBAS  
PARA PUESTA A PUNTO DE ALTERNADORES Y  
BOMBAS DE VACÍO DE VEHÍCULOS ISUZU PARA LA  
EMPRESA GMOVIL S.A.S**

**OSCAR ANDRES AGUIRRE RODRIGUEZ**

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

**Ingeniero Electromecánico**

Director (a):

**ING. JUAN CARLOS MONROY CASTRO**

Universidad Antonio Nariño  
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica  
Bogotá D.C, Colombia  
2020

*Dedicatoria*

*Sin duda alguna es de mucha alegría y orgullo alcanzar la cúspide de esta etapa tan importante de mi vida. Es por ello pertinente agradecer de manera afectiva a todas aquellas personas que directa o indirectamente aportaron y contribuyeron a que este propósito que un día emprendí con ansias, hoy llegué a su final. Se cierra un ciclo de muchas vivencias inolvidables, pero tengo la convicción de que este final constituirá el comienzo de nuevos objetivos.*

*De manera especial le doy gracias a Dios porque profeso su palabra y sin él nada sería posible. De igual manera a mis padres, hermanos y demás familiares que siempre me brindaron el apoyo incondicional y depositaron su confianza en mí.*



## **Agradecimientos**

En primera media agradecerle a Dios quien es el que hace posible el poder cumplir mis metas a mis padres que han estado hay en los momentos buenos y malos, a mis Jefes quien depositaron toda la confianza y me apoyaron durante todo mi proceso de formación a Gmovil quien financio este proyecto y creyeron en mí, a el Ingeniero Juan Carlos Monroy quien a pesar de las condiciones de pandemia estuvo siempre atento, a los demás profesores que me acompañaron y guiaron en este proceso de formación.

## Resumen

En este proyecto se llevó a cabo el diseño de y construcción de un banco de pruebas para alternadores y bombas de vacío de vehículos Isuzu para la empresa Gmovil S.A.S con el propósito de realizar pruebas y diagnósticos antes y después de las reparaciones de estos elementos y de esta manera optimizar el control calidad de las intervenciones sobre los mismos.

A este lo complementa el análisis de los parámetros donde es posible generarle carga al alternador, para de esta manera corroborar el correcto funcionamiento del mismo en su parte eléctrica, pero adicional tener la posibilidad de validar la condición de la bomba de vacío y la estanqueidad del sistema hidráulico.

El inconveniente más representativo es que la única manera que había de probarlos era cuando ya estaban instalados en el vehículo, por tanto cuando se identificaban las fallas, bien sea por la parte eléctrica o por fugas de aceite ya se ha adelantado una logística importante de reparo transporte, y mano de obra de instalación que debe ser reprocesada.

Como respuesta a esta necesidad se manufactura un banco que permite variar parámetros como lo son revoluciones de giro, carga eléctrica y presión de aceite, adicional permite medir y visualizar las variables necesarias para el diagnóstico como lo son voltaje y amperaje complementado con la opción de observar la condición del puente rectificador por medio del osciloscopio.

**PALABRAS CLAVE:** disminución de costo, control calidad, confiabilidad, banco, alternador, vida útil, necesidad.

## Abstract

In this project the design of and construction of a test workbench for alternators and vacuum pumps of Isuzu vehicles for the company Gmovil SAS was made with the purpose of carrying out tests and diagnoses before and after the repairs of these elements and of This way, optimizing the quality control of the interventions on them.

This is complemented by the analysis of the parameters where it is possible to generate load to the alternator, in order to corroborate the correct operation of the same in its electrical part, but additionally to have the possibility of validating the condition of the vacuum pump and the tightness of the hydraulic system.

The most representative drawback is that the only way to prove them was when they were already installed in the vehicle, therefore when the faults were identified, either by the electrical part or by oil leaks, important repair logistics have already been advanced transportation, and installation labor to be reprocessed.

As a response to this need, a workbench is manufactured that allows varying parameters such as revolutions of rotation, electrical load and oil pressure, additionally it allows measuring and displaying the variables necessary for diagnosis such as voltage and amperage, complemented with the option of observing the condition of the rectifier bridge by means of the oscilloscope.

**KEY WORDS:** cost reduction, quality control, reliability, bank, alternator, useful life, necessity.

# Contenido

	Pág.
<b>Resumen.....</b>	<b>VI</b>
<b>Lista de figuras .....</b>	<b>11</b>
<b>Lista de Tablas .....</b>	<b>14</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>15</b>
1.1 Descripción del problema .....	20
1.2 Justificación.....	22
1.3 Estado del arte.....	25
1.4 Objetivos .....	27
1.4.1 . Objetivo General.....	27
1.4.2 . Objetivos Específicos.....	27
<b>2. FUNDAMENTOS DE ELECTRICIDAD AUTOMOTRIZ .....</b>	<b>27</b>
2.1 La electricidad y las magnitudes eléctricas.....	28
2.1.1 Tensión y corriente eléctrica. ....	28
2.1.2 Corriente alterna. ....	29
2.1.3 Corriente continua. ....	30
2.1.4 Ley de Ohm. ....	30
2.1.5 Potencia eléctrica. ....	31
2.1.6 Energía eléctrica.....	31
2.1.7 Ley de Faraday.....	32
2.2 Sistemas eléctricos en los vehículos. ....	33
2.2.1 Sistema de alumbrado y maniobra.....	34
2.2.1.1. Luces frontales.....	34
2.2.1.2. Alumbrado de periferia y seguridad.....	35
2.2.1.3. Sistemas de maniobra.....	36
2.2.2 Sistema de arranque.....	36
2.2.3 El alternador en el automóvil.....	37
2.2.3.1. Funcionamiento del alternador. ....	38
2.2.3.2. Elementos del alternador.....	39
2.2.3.3. Tipos de alternador. ....	40
2.2.3.4. Rotor. ....	40
2.2.3.5. Estator.....	41
2.2.3.6. Escobillas. ....	41
2.2.3.7. Anillos deslizantes.....	42
2.2.3.8. Puente rectificador de diodos. ....	42
2.2.3.9. Circuito de excitación de un alternador.....	44
2.2.3.10. Comprobación de funcionamiento del alternador.....	45
2.2.3.11. Fallas comunes del alternador.....	45
2.3 Sistemas hidráulicos y sistemas neumáticos.....	46
2.3.1 Presión. ....	47
2.3.2 Caudal. ....	47
2.3.3 Bomba hidráulica. ....	47



2.4	Vacío mecánico.....	48
2.4.1	Bomba de vacío.....	48
2.4.2	Bomba de vacío y el alternador.....	49
<b>3. DISEÑO DE BANCO DE PRUEBAS PARA PUESTA A PUNTO DE ALTERNADORES.....50</b>		
3.1	Diseño del sistema eléctrico.....	51
3.1.1	Diseños planos eléctricos.....	51
3.2	Diseño del sistema hidroneumático.....	71
3.2.1	Selección de bomba hidráulica.....	72
3.2.2	Elementos que conforman el sistema hidráulico.....	73
3.2.3	Neumática del banco.....	75
3.2.4	Plano neumático.....	77
3.2.5	Selección de resistencias.....	77
3.3	Diseño de la estructura.....	79
3.4	Análisis Estático.....	85
3.5	Resultados de análisis estático.....	88
<b>4. CONSTRUCCIÓN DE BANCO DE PRUEBAS PARA PUESTA A PUNTO DE ALTERNADORES.....90</b>		
4.1	Construcción de estructura.....	90
4.2	Implementación del sistema eléctrico.....	95
4.3	Implementación del sistema hidroneumático.....	97
4.4	Acondicionamiento de resistencias.....	98
<b>5. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....99</b>		
5.1	Prueba de alternadores sin bomba de vacío.....	101
5.1.1	Instalación del alternador en banco.....	101
5.1.2	Pruebas eléctricas sobre el alternador sin bomba de vacío.....	106
5.2	Prueba en alternadores con bomba de vacío.....	108
5.3	Manual de mantenimiento.....	112
<b>6. RESULTADOS .....113</b>		
<b>7. CONCLUSIONES .....113</b>		
<b>8. RECOMENDACIONES.....115</b>		
<b>9. REFERENCIAS.....116</b>		
<b>A. Anexo: Manual de mantenimiento.....119</b>		
<b>B. Plano eléctrico # 1.....122</b>		
<b>C. Plano eléctrico # 2.....123</b>		
<b>D. Plano Electrico # 3.....124</b>		
<b>E. Plano eléctrico # 4.....125</b>		
<b>F. Plano banco de pruebas.....126</b>		
<b>G. Plano sistema de transmisión.....127</b>		

<b>H. Plano sujeciones.....</b>	<b>128</b>
<b>I. Plano estructura.....</b>	<b>129</b>
<b>J. Plano base de sujeción. ....</b>	<b>130</b>
<b>K. Plano cabina de seguridad.....</b>	<b>131</b>
<b>L. Plano tensor de alternador.....</b>	<b>132</b>
<b>M. Vistas isométricas. ....</b>	<b>133</b>
<b>N. Resultados. ....</b>	<b>134</b>
<b>O. Ficha Técnica contador RPM. ....</b>	<b>135</b>
<b>P. Costos Finales. ....</b>	<b>136</b>
<b>Q. Ficha Técnica bomba de aceite. ....</b>	<b>137</b>
<b>R. Ficha Técnica sistema de lubricación 4JB1.....</b>	<b>138</b>
<b>S. Ficha Técnica vehículo NPR .....</b>	<b>139</b>
<b>T. Ficha Técnica vehículo NQR.....</b>	<b>140</b>

## Lista de figuras

Figura 1-1: Modelo tradicional de fricción. ....	15
Figura 1-2: Daño en escobillas: .....	16
Figura 1-3: Anillo deslizante entallado por escobilla. ....	16
Figura 1-4: Rotor húmedo por fuga en bomba. ....	17
Figura 1-5: Corona en corto. ....	17
Figura 1-6: Polea desgastada. ....	18
Figura 1-7: Carcasa con rotura. ....	18
Figura 1-8: Bomba de vacío en despiece. ....	23
Figura 2-1: Modelo tradicional estructura atómica. ....	28
Figura 2-2: Corriente eléctrica. ....	29
Figura 2-3: Corriente eléctrica. ....	29
Figura 2-4: Corriente continua. ....	30
Figura 2-5: Ley de Faraday. ....	33
Figura 2-6: Esquema básico de los sistemas eléctricos del automóvil. ....	35
Figura 2-7: Sistema de arranque automotriz. ....	37
Figura 2-8: Alternador. ....	38
Figura 2-9: Despiece de un alternador. ....	39
Figura 2-10: Rotor. ....	40
Figura 2-11: Estator. ....	41
Figura 2-12: Escobillas. ....	41
Figura 2-13: Anillos deslizantes. ....	42
Figura 2-14: Esquema básico de conexión en un alternador. ....	42
Figura 2-15: Formas de onda de un alternador. ....	43
Figura 2-16: Circuito de excitación en un alternador. ....	44
Figura 2-17: Bomba hidráulica. ....	47
Figura 2-18: Bomba de vacío.      Figura 2-19: Bomba de vacío. ....	49
Figura 3-1: Plano eléctrico. ....	52
Figura 3-2: Cable 5*10 (AWG). ....	53
Figura 3-3: Totalizador. ....	53
Figura 3-4: Contactor. ....	54
Figura 3-5: Fusible de vidrio. ....	54
Figura 3-6: RPM vs Frecuencia del variador.      Figura 3-7: Variador. ....	56
Figura 3-8: Motor. ....	56
Figura 3-9: Interruptor Tipo Hongo. ....	58
Figura 3-10: Ventilador. ....	58
Figura 3-11: Fuente regulada. ....	59

Figura 3-12: Termomagnético.....	59
Figura 3-13: Relevó.....	60
Figura 3-14: Plano eléctrico.....	60
Figura 3-15: Contactor.....	61
Figura 3-16: Electroválvula.....	61
Figura 3-17: Plano eléctrico.....	62
Figura 3-18: Interruptor.....	63
Figura 3-19: Plano eléctrico.....	63
Figura 3-20: Selector de voltaje.....	64
Figura 3-21: Testigo.....	64
Figura 3-22: batería.....	65
Figura 3-23: Voltímetro.....	65
Figura 3-24: amperímetro. Fuente: Propia.....	66
Figura 3-25: Selector de resistencias.....	66
Figura 3-26: osciloscopio.....	66
Figura 3-27: Plano eléctrico.....	67
Figura 3-28: Plano eléctrico.....	69
Figura 3-29: Plano eléctrico.....	70
Figura 3-30: Contador.....	70
Figura 3-31: Sensor.....	71
Figura 3-32: Curvas de operación de la bomba a trabajar.....	73
Figura 3-33: Manómetro.....	73
Figura 3-34: Bomba de aceite.....	74
Figura 3-35: Ductos de aceite.....	75
Figura 3-36: Medidor de vacío.....	75
Figura 3-37: Regulador de presión.....	75
Figura 3-38: Medidor de presión.....	76
Figura 3-39: Plano neumático.....	77
Figura 3-40: Resistencia.....	78
Figura 3-41: Base de sujeción alternador con pasador.....	81
Figura 3-42: Diseño de eje.....	82
Figura 3-43: Diseño estructura de soporte.....	82
Figura 3-44: Acoples.....	83
Figura 3-45: Diseño guarda de seguridad para alternador.....	84
Figura 3-46: Diseño base de sujeción para alternador.....	84
Figura 3-47: Diseño estructural banco de prueba para alternadores.....	85
Figura 3-48: Propiedades físicas del material.....	86
Figura 3-49: Material estructural.....	86
Figura 3-50: Fuerza aplicada 1.....	86
Figura 3-51: Análisis en cara seleccionada.....	87
Figura 3-52: Fuerza aplicada 2.....	87
Figura 3-53: Restricción fija a aplicar.....	87
Figura 3-54: Fuerzas en reacciones.....	88

---

Figura 3-55: Resultados de análisis estático.....	88
Figura 3-56: Tensión de Von Mises.....	89
Figura 3-57: Tensión principal.....	89
Figura 4-1: Construcción de banco de pruebas para alternadores. ....	90
Figura 4-2: Montaje de alternador.....	91
Figura 4-3: Motor eléctrico. ....	92
Figura 4-4: Ensamble motor eléctrico. ....	93
Figura 4-5: Ensamble estructura. ....	93
Figura 4-6: Estructura base para banco de pruebas para alternadores. ....	94
Figura 4-7: Conexión de componentes eléctricos.....	95
Figura 4-8: Ensamble final de componentes eléctricos. ....	96
Figura 4-9: Sistema hidroneumático. ....	97
Figura 4-10: Resistencia. ....	98
Figura 5-1: Banco de pruebas para alternadores.....	100
Figura 5-2: Banco de prueba para alternadores. ....	101
Figura 5-3: Selector de voltaje y control RPM. ....	101
Figura 5-4: Alternador. ....	102
Figura 5-5: Ubicación de señales.....	102
Figura 5-6: Cable señales Volvo. ....	102
Figura 5-7: Ubicación de señales.....	103
Figura 5-8: Cable de poder positivo. ....	103
Figura 5-9: Cable de señales de NPR y NQR. ....	103
Figura 5-10: Kit de tensión para alternador. ....	104
Figura 5-11: Kit de tensión alternadores NKR, NPR, NQR.....	104
Figura 5-12: Alineación de correa. ....	105
Figura 5-13: Deflexión de correa.....	105
Figura 5-14: Tensión de correa. ....	106
Figura 5-15: Ubicación de interruptor.....	106
Figura 5-16: Ubicación selector de voltaje. ....	107
Figura 5-17: Señales de osciloscopio.....	107
Figura 5-18: Selector de resistencias.....	108
Figura 5-19: Mangueras de presión. ....	109
Figura 5-20: Conexión al retorno de aceite. ....	109
Figura 5-21: Vacío alternador. ....	110
Figura 5-22: Validación RPM.....	110
Figura 5-23: Interruptor de encendido.....	111
Figura 5-24: Análisis en osciloscopio.....	112

## Lista de Tablas

Tabla 1: Rutinas de mantenimiento sobre alternadores .....	19
Tabla 2: Ficha técnica para banco de 3HP: .....	19
Tabla 3: Ficha técnica Banco 5 HP: .....	20
Tabla 4: Rangos de valores de presión de Aceite.....	21
Tabla 5: Costos de Reparación alternadores del año 2019.....	21
Tabla 6: Valores de variables de operación alternadores Isuzu, .....	21
Tabla 7: Especificaciones técnicas vehículos Isuzu.: .....	22
Tabla 8: Características de Totalizador .....	53
Tabla 9: Características de Contactor .....	54
Tabla 10: Características de motor y variador .....	55
Tabla 11: Características del ventilador.....	58
Tabla 12: Características fuente regulada. ....	59
Tabla 13: Características de termomagnético. ....	59
Tabla 14: Características de relevo.....	60
Tabla 15: Características de contactor. ....	61
Tabla 16: Características de electroválvula. ....	61
Tabla 17: Características de la batería. ....	65
Tabla 18: Características de voltímetro. ....	65
Tabla 19: Características de amperímetro . ....	66
Tabla 20: Características de osciloscopio. ....	66
Tabla 21: Características de contador .....	70
Tabla 22: Características de sensor .....	71
Tabla 23: Ley de Ohm .....	77
Tabla 24: Ley de Ohm aplicada. ....	78
Tabla 25: Dimensiones generales:.....	80
Tabla 25: Condiciones de seguridad.....	99
Tabla 26: Tipologías de presiones. ....	111

# 1. INTRODUCCIÓN

El SITP (Sistema Integrado de Transporte Público) es el sistema de movilidad más importante actualmente en la ciudad de Bogotá, ya que este se encarga de transportar alrededor de 1.6 millones de pasajeros, que representan cerca del 23% de los habitantes de esta ciudad (Gomez, 2019).

Actualmente el SITP se encuentra conformado por 5 empresas operadoras: GMóvil, Etib, Masivo Capital, Consorcio Express, Este es mi Bus, que son las encargadas de prestar el servicio y la flotilla de buses para que los capitalinos puedan trasladarse de un lugar a otro dentro de la ciudad.

El proyecto se desarrollará en GMOVIL SAS, una de las empresas que conforman el sistema, la cual tiene a cargo la movilización de usuarios desde y hacia la zona de ENGATIVA. Actualmente tiene una flotilla conformada por buses de tipología, de las marcas Chevrolet (NKR, NPR, NQR), Mercedes Benz (ATEGO 1016) y VOLVO (B7R). .

Figura 1-1: Modelo tradicional de fricción.



Fuente: Guevara 2019.

Las principales fallas que se presentan en los alternadores de los vehículos de transporte público, son las siguientes, en orden de incidencia:

1. Daño en escobillas.

En la figura 1-2 se observa una escobilla deteriorada producto de la fricción con los anillos deslizantes del rotor, este deterioro es inherente a la función de la escobilla puesto que debe estar en constante contacto con el mismo para garantizar el paso de corriente al devanado del rotor.

Figura 1-2: Daño en escobillas:



Fuente: Propia.

## 2. Daño en anillos deslizantes.

En la figura 1-3 se observa los anillos deslizantes deteriorados producto de la fricción con las escobillas, este deterioro es inherente a la función de los anillos deslizantes puesto que deben estar en constante contacto con las escobillas para garantizar el paso de corriente al devanado del rotor lo que genera con el tiempo el daño ilustrado en la imagen.

Figura 1-3: Anillo deslizante entallado por escobilla.



Fuente: Propia.

## 3. Fugas de aceite.

En la figura 1-4 se observa el rotor de un alternador de NPR húmedo, producto del paso de aceite desde la bomba de vacío hacia el interior del alternador este fallo se suscita por daño en el sello que se ubica entre la bomba y el rotor, A su vez produce fallas eléctricas al generar aislamiento de contactos eléctricos por el lubricante que se filtra al interior del alternador. Al estar perdiendo lubricante se producen daños en consecuencia en las partes móviles del motor por pérdidas de presión.



Figura 1-4: Rotor húmedo por fuga en bomba.



Fuente: Propia.

#### 4. Daño en corona y estator.

En la figura 1-5 se puede ver una corona de alternador con falla en su embobinado, este tipo de novedad se presenta usualmente por sobre calentamiento en el alambre del devanado producto de una demanda alta de corriente en condiciones de consumo excesivo que produce daño en el esmalte aislante y por ende corto circuito en el mismo.

Figura 1-5: Corona en corto.



Fuente: Propia.

#### 5. Daño en poleas.

En la figura 1-6 se puede apreciar una polea de alternador desgastada en sus paredes internas, esto se da por la fricción que genera con la correa al impulsar el movimiento es un desgaste normal y en estos casos la polea debe ser remplazada.

Figura 1-6: Polea desgastada.



Fuente: Propia.

#### 6. Daño en carcasa.

En la figura 1-7 se puede apreciar la carcasa delantera del alternador rota, esta falla se presenta por exceso de torque a la hora de ajustar el tornillo de sujeción o por mala manipulación, en este caso se hace necesario el cambio de la misma.

Figura 1-7: Carcasa con rotura.



Fuente: Propia.

Las rutinas de mantenimiento establecidas por GMOVIL para sus vehículos, se realizan de acuerdo a las siguientes frecuencias para cambios y verificación periódica.

Tabla 1: Rutinas de mantenimiento sobre alternadores

<b>Tipo</b>	<b>Revisión</b>	<b>Cambio</b>
<b>NKR</b>	8000 Km	32000 Km
<b>NPR</b>	8000 Km	28000 Km
<b>NQR</b>	10000 Km	32000 Km

Fuente: Propia.

En el mercado se encuentran bancos de prueba dinámicos que oscilan entre 8.500.000 y \$ 10.000.000 + IVA (Precios con fecha de noviembre del 2019) con especificaciones técnicas similares a las propuestas en el presente proyecto, sin embargo, ninguno de ellos tiene la opción de generar presión de aceite para la prueba dinámica de bomba de vacío que se necesitan en los alternadores Isuzu, adicional este tipo de banco no es de fácil consecución a nivel nacional y de querer tener opciones de compra, es probable que se tenga que importar.

Todo esto le da un valor agregado representativo al banco de prueba propuesto, pues da solución la necesidad actual de Gmovil SAS. A continuación, se relacionan las fichas técnicas y costo de los bancos de prueba de alternadores que se encuentran en la actualidad en el mercado local. Las especificaciones técnicas relacionadas a continuación, fueron entregadas de manera directa por el proveedor.

Tabla 2: Ficha técnica para banco de 3HP:

<b>FICHA TÉCNICA -Motor de 3 Hp a 220 VAC monofásico</b>
3600 rpm
-Control de motor con contactor
inversor de giro y protección con relé térmico
-Polea en "V" y acanalada
-Voltímetro y Amperímetro digitales
-Osciloscopio digital para el diagnóstico del portadiodo
-Cuatro niveles de carga resistiva: 30 A, 60 A, 90 A y 120 A
-Prensa ajustable en los tres ejes (X,Y,Z)
-Permite la prueba de alternadores de 12 V y 24 V
-Manual ilustrado en español
-Dimensiones: Ancho: 60 cm
Largo: 90 cm
Alto: 60 cm
-Peso: 80 Kg
-Garantía: Un año por defectos de fabricación
Costo: 8.500.000 +IVA

Fuente: Empresa NEC.

Tabla 3: Ficha técnica Banco 5 HP:

<b>FICHA TÉCNICA - Motor de 5 Hp a 220 VAC monofásico</b>
3600 rpm
- Control de motor con contactor
inversor de giro y protección con relé térmico
- Polea en “V” y acanalada
- Voltímetro y Amperímetro digitales
- Osciloscopio digital para el diagnóstico del portadiodo
- Seis niveles de carga resistiva: 25 A,50A,100A,150A,200A
- Prensa ajustable en los tres ejes (X,Y,Z)
- Permite la prueba de alternadores de 12 V y 24 V
- Manual ilustrado en español
- Dimensiones: Ancho: 60 cm
Largo: 90 cm
Alto: 80 cm
- Peso: 90 Kg
- Garantía: Un año por defectos de fabricación
Costo: 10.000.000 +IVA

Fuente: Empresa NEC.

## 1.1 Descripción del problema

Como se ha mencionado, las fallas recurrentes se encuentran en componentes eléctricos internos, principalmente desgaste en las escobillas y daños en los rotores de los alternadores; sin embargo, la pérdida de lubricante por ductos y bomba de vacío es el daño que, aunque se presenta ocasionalmente, tiene la incidencia más grave, no solo porque inhabilita el vehículo sino porque puede llegar a afectar la vida útil del motor.

En lo que va del año 2019 se viene evidenciando aproximadamente un 14% de reprocesos en las reparaciones de los conjuntos alternador-bomba de vacío, de la marca Isuzu, que obedecen principalmente a fugas de aceite, que se perciben sólo en el momento del montaje en el vehículo. Razón por la cual, se generan tiempos perdidos de transporte y mano de obra, pérdida de servicios en vía y afectaciones considerables de indicadores de disponibilidad y disminución de la confiabilidad en el servicio.

Por lo tanto, se plantea la posibilidad de la implementación de un banco de prueba que permita validar la condición tanto eléctrica como el sello estanco del sistema hidráulico de la bomba de vacío donde se manejan las siguientes presiones de lubricante de motor:

Tabla 4: Rangos de valores de presión de Aceite.

Tipología	Presión en Frio	Presión en Caliente.
<b>NPR</b>	113 PSI	30 PSI
<b>NKR</b>	60 PSI	18 PSI
<b>NQR</b>	113 PSI	30 PSI

Fuente: Propia.

Este es el uso de los alternadores para vehículos Isuzu nuevos reparados y por garantía durante el 2019 en toda la compañía Gmovil:

Tabla 5: Costos de Reparación alternadores del año 2019

2019			
Tipo Alternador	Cantidad Utilizados	Costo Total	%Incidencia
<b>Reparado</b>	1.108	\$ 263.924.351	82%
<b>Garantía</b>	185	\$ 0	14%
<b>Nuevo</b>	61	\$ 33.882.275	5%
<b>Total, general</b>	1.354	\$ 297.806.626	100%

Fuente Propia

El banco de pruebas permitirá realizar la revisión de los reparados con mayor efectividad puesto que se tendrá la posibilidad de medir variables de voltaje, presión de aceite y corriente de cada una de los alternadores sometidos a carga que dependiendo de la aplicación generaran diferentes rangos de valores de operación listados a continuación:

Tabla 6: Valores de variables de operación alternadores Isuzu,

	<b>NKR</b>	<b>NPR</b>	<b>NQR</b>
<b>Voltaje</b>	12.5 - 14.5 V	12.5 - 14.5 V	25 a 28.5 V
<b>Corriente</b>	60 A	70 A	90

Fuente: Propia.

## 1.2 Justificación

La Empresa GMOVIL SAS, actualmente tiene en su flotilla 405 vehículos marca Chevrolet que generan más de 200 reparaciones de alternadores al mes de las referencias NPR (70A marca KTC), NKR (60A marca KTC), NQR (90A marca Hitachi), con motores 4JB1, 4JH1, 4HK1 respectivamente los cuales tienen las especificaciones técnicas mostradas en la Tabla 7.

Tabla 7: Especificaciones técnicas vehículos Isuzu.:

<b>Referencia</b>	<b>NQR</b>	<b>NPR</b>	<b>NKR</b>
Motor	4HK1	4HG1	4JB1
Potencia (hp @ rpm)	153 @ 2.600	119 @ 3.200	108 @ 2.800
Torque (kg,m @ rpm)	42.7 @ 1.600	31 @ 1600	28,3 @ 2.800
Desplazamiento (cc)	5.193	4.570	2.771

Fuente: Propia.

El mayor beneficio con el uso de esta herramienta se verá reflejado en el porcentaje de alternadores reparados en el año y en la durabilidad del elemento es decir se espera impactar de manera directa el 14% y disminuirlo en un 10% que representa las piezas de garantía e indirectamente el 82% que representa el uso de piezas reparables puesto que se aumentaría la confiabilidad de las mismas, si se genera el impacto esperado tendríamos un ahorro de 370 horas hombre que es lo que se estima se pierde por concepto de cambios de alternadores por garantía.

Los vehículos Isuzu cuentan con bombas de vacío integradas en la parte posterior del alternador (ver Figura 1-1), que en su diseño original se ocupaban de generar vacío para el accionamiento de los frenos de servicio y el freno de ahogo. Esta bomba es de paletas y se lubrica por medio del aceite del motor siendo parte activa del sistema de lubricación, por esta razón, es vital que no existan fugas de lubricante a través de la misma, pues una pérdida representativa del mismo, generaría daños severos en el motor por falta de lubricación.

Como se mencionó anteriormente, en la actualidad la validación de funcionamiento del alternador se realiza en seco (sin lubricante) y sin carga eléctrica, es por esto mismo que al no tener el banco, sólo se evidencian las fallas en el momento de instalar el elemento en el vehículo pues en ese instante, hay presencia de aceite a presión sobre el sello y los ductos.

Figura 1-8: Bomba de vacío en despiece.



Fuente: Propia.

Con la utilización del banco de prueba sugerido se tendrá la posibilidad de simular las condiciones reales de funcionamiento del alternador ya que tendrá carga eléctrica por medio de resistencias, adicional presión de aceite sobre ductos y sellos que se generará por medio de una bomba de aceite con condiciones de presión y caudal similar al entregado por los motores Isuzu relacionados, esto facilitara la identificación de las fallas recurrentes en el momento de la prueba inicial, disminuyendo así garantías sobre las reparaciones y por ende aumentando la confiabilidad no solo del proceso de reparo sino también de los vehículos en operación.

En la actualidad el mercado ofrece bancos de prueba de alternadores con características similares pero con precios que oscilan entre 8 y 10 millones de pesos aunque son escasos en el mercado local, sin embargo ninguno de ellos están dotados de la bomba que genera la presión necesaria para probar el sello estanco del retenedor de la bomba de vacío que en este proyecto se propone por ende es imposible realizar la verificación de estanqueidad de la bomba de vacío característica en alternadores Isuzu causante de muchos reprocesos.





### 1.3 Estado del arte.

Para el desarrollo de este proyecto se realizó una investigación con respecto a los diferentes bancos de prueba o diseños que hagan alusión al diagnóstico de alternadores con simulación de condiciones de operación reales. Los resultados de esa investigación nos permiten evidenciar que en los tres casos mostrados a continuación indiferente de la aplicación o país de origen guarda ciertas similitudes en aspectos como dimensiones del banco, elementos empleados para la construcción y pruebas realizadas. Sin embargo, también deja a entrever el factor diferenciador de este banco al permitir realizar las pruebas sobre las bombas de vacío, esto se debe a la aplicación específica que se tiene.

IDENTIFICACION	OBJETIVO GENERAL	CATEGORIAS/VARIABLES	INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE INFORMACION	RESULTADOS
<p><b>Autor:</b> Juan Manuel Galán Ramírez y Santiago Cárdenas Méndez</p> <p><b>Título:</b> "Diseño de un banco de pruebas para partes electro-mecánicas de un automóvil para Cesvi Colombia"</p> <p><b>Procedencia:</b> Fundación universidad América, Facultad de ingeniería Mecánica, Bogotá 2017</p> <p><b>Tipo de documento:</b> Tesis Pregrado</p>	<p>Diseñar un banco de pruebas que permita validar las condiciones de funcionamiento de arranques alternadores y compresores de aire acondicionado usando elementos de control básicos que permitan un funcionamiento eficiente y a bajo costo.</p>	<p>Diseño                      Diagnostico                      Mantenimiento                      Venta de elementos                      Costos</p> <p>Versatilidad                      Control Calidad                      Confiabilidad                      Costos</p>	<p>La información para el diseño fue recolectada de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fichas técnicas de los elementos a medir que permitió dimensionar el equipo.</li> <li>- Simulaciones de Software de diseño mecánico Solid Edge</li> <li>- Experiencia Adquirida.</li> </ul>	<p>La entrega del diseño de un banco de prueba que tendrá la capacidad de probar Arranques alternadores y compresores de aire acondicionado que permitan diagnosticar la condición de funcionamiento del mismo para el uso interno o comercialización de los mismos.</p>

IDENTIFICACION	OBJETIVO GENERAL	CATEGORIAS/VARIABLES	INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE INFORMACION	RESULTADOS
<p><b>Autor:</b> Domínguez Chuiza Edison Ivan  <b>Título:</b> "Diseño y construcción de un banco de pruebas para generadores D.C de aeronaves de ala de combate N° 22"  <b>Procedencia:</b> Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil Ecuador, Abril 2015  <b>Tipo de documento:</b> Tesis Pregrado</p>	<p>Diseñar y construir un banco de pruebas utilizando el software de instrumentación virtual Lab VIEW, para generadores de corriente continua de pequeñas aeronaves como Helicópteros TH57, BELL 206 y aviones Cessna y Piper de Ala de Combate N° 22, de la fuerza Aérea Ecuatoriana.</p>	<p>Diseño  Construcción  Mantenimiento  Diagnostico</p> <p>Versatilidad  Control Calidad  Confiabilidad  Costos</p>	<p>La información para el diseño fue recolectada de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fichas técnicas de los elementos a medir que permitió dimensionar el equipo.</li> <li>- Simulaciones de Software de instrumentación y diseño</li> </ul>	<p>La entrega de un banco de prueba de generadores para aeronaves pequeñas y helicópteros que permiten medir variables como (Voltaje AC, Amperaje AC, R.P.M, Voltaje DC, Amperaje DC) funcionamiento y optimiza tiempos y costos de reparación</p>
<p><b>Autor:</b> José Benjamín Castro y Ricardo Ramírez Ardon  <b>Título:</b> "Diseño y construcción de probador de alternadores y motores de arranque para vehículos  <b>Procedencia:</b> Escuela especializada de ingeniería ITCA-FEPADE dirección de investigación y proyección social, Santa Tecla El Salvador, Septiembre 2012.  <b>Tipo de documento:</b> Informe de Investigación</p>	<p>Diseñar un Equipo probador de alternadores y motor de arranque que se ajuste a las necesidades de la institución para la formación de sus estudiantes</p>	<p>Diseño  Construcción  Mantenimiento  Formación  Diagnostico</p> <p>Versatilidad  Control Calidad  Confiabilidad</p>	<p>La información para el diseño fue recolectada de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fichas técnicas de los elementos a medir que permitió dimensionar el equipo.</li> <li>- Simulaciones de Software de diseño.</li> <li>- Experiencia Adquirida.</li> </ul>	<p>La entrega de un banco de prueba de generadores y arranques que permiten medir variables como (R.P.M, Voltaje DC, Amperaje DC) para el proceso de formación de los estudiantes de la escuela especializada de Ingeniería ITCA-FEPADE</p>

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 . Objetivo General

Diseño y construcción de banco de pruebas, con voltímetro y amperímetro y vacuómetro, para la puesta a punto de alternadores y bombas de vacío que simulen las condiciones reales de funcionamiento de vehículos Isuzu de servicio público, para la empresa Gmovil SAS.

### 1.4.2 . Objetivos Específicos

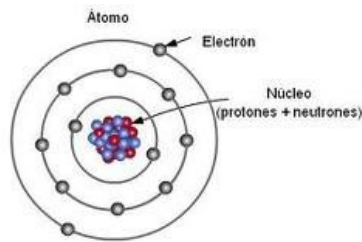
- Diseñar la estructura que servirá de soporte para los alternadores y las bombas de vacío de vehículos Isuzu NKR de 60 Amperios, NPR de 70 Amperios y NQR de 90 Amperios.
- Construir la estructura del banco de pruebas, a partir del diseño realizado
- Diseñar el plano eléctrico del banco, que incluya el cableado de los motores eléctricos, alternador, elementos de control e indicadores eléctricos como voltímetro y amperímetro.
- Instalar los elementos eléctricos seleccionados y que estarán fijos en el banco de pruebas para alternadores Hitachi y KTC de 12 y 24 V.
- Seleccionar y acondicionar un arreglo de resistencias eléctricas para generar carga y adicional una bomba de aceite que genere la presión necesaria para realizar las pruebas con condiciones simuladas eléctricas e hidráulicas de funcionamiento.
- Realizar un manual de operación y mantenimiento para el banco de pruebas para alternadores y bombas de vacío de vehículos Isuzu.

## 2. FUNDAMENTOS DE ELECTRICIDAD AUTOMOTRIZ

### 2.1 La electricidad y las magnitudes eléctricas.

El núcleo de los átomos está compuesto por protones con carga positiva y por neutrones sin carga; el núcleo está cargado positivamente y revoloteando a su alrededor se encuentran los electrones que son las partículas que tienen carga negativa.

Figura 2-1: Modelo tradicional estructura atómica.



Fuente: Google sites,

La electricidad es transmitida por el movimiento de electrones a través de un material conductor que permite el flujo de electrones en su interior y la capacidad conductora se representa a través de la conductancia eléctrica; dentro del material conductor los electrones se pueden mover en un solo sentido o alternar en dos sentidos en función de lo cual se pueden distinguir dos tipos de corriente.

#### 2.1.1 Tensión y corriente eléctrica.

La tensión o voltaje se mide en voltios (V) y se define como la capacidad de realizar trabajo por unidad de carga, ¿Qué significa esto?:

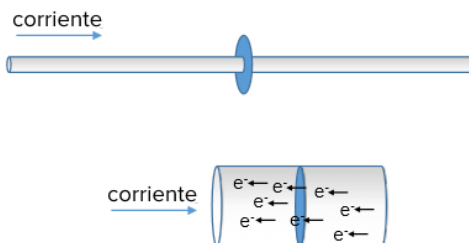
En un circuito eléctrico las partículas cargadas (electrones) circulan a través de los conductores llegando a los elementos de consumo, el fenómeno que se conoce como corriente eléctrica y llevan consigo la energía, imaginemos que esas unidades de carga son capsulas de tamaño fijo y pueden llevar diferentes cantidades de energía, pero su masa y su volumen permanece inalterado. <sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Varios autores (1984). Enciclopedia de Ciencia y Técnica Tomo 5. Electricidad. Salvat Editores, S. A. ISBN 84-345-4490-3.

La corriente eléctrica o amperaje se mide en amperios (A) y se define como el flujo de cargas eléctricas (electrones) que pasan a través de un conductor durante un instante de tiempo, un amperio de corriente significa la circulación de un culombio (C) de carga eléctrica durante un segundo, lo que corresponde aproximadamente a 6.24 trillones de electrones pasando a través de la sección transversal del conductor en un segundo.

Figura 2-2: Corriente eléctrica.



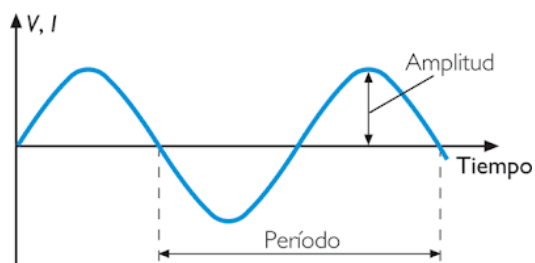
Fuente: Khan academy.

## 2.1.2 Corriente alterna.

A finales del siglo XIX el científico Nikola Tesla trabajó en el desarrollo de la corriente alterna buscando sobre todo poder transportar mayores cantidades de energía eléctrica a mayor distancia algo que es muy limitado con la corriente continua. En lugar de aplicar magnetismo de forma uniforme y constante, Tesla utilizó un campo magnético rotatorio que cuando cambia la posición de los polos también cambia el sentido de flujo de electrones produciendo así la corriente alterna.

El cambio de sentido en el flujo de electrones se conoce como frecuencia y se mide en unidad de Hertz que es igual a ciclos por segundo, la diferencia entre la corriente alterna y la corriente continua es la fuente de la que provienen y la forma en que se manifiesta cada una de ellas.

Figura 2-3: Corriente eléctrica.



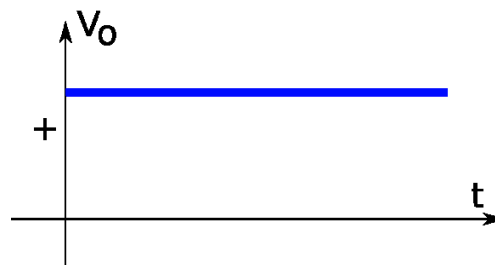
Fuente: Google sites.

### 2.1.3 Corriente continua.

Es el flujo de una carga eléctrica a través de un material conductor, debido al desplazamiento de una cantidad determinada de electrones a lo largo de su estructura molecular. En el caso de la corriente continua, dicho flujo de electrones se caracteriza por tener siempre un mismo sentido de circulación.

Dicho en otras palabras, la corriente directa implica el tránsito continuo de una carga eléctrica entre dos puntos del conductor que tienen diferente potencial y carga eléctricos, de manera tal que nunca cambia con el tiempo.

Figura 2-4: Corriente continua.



Fuente: Google sites.

### 2.1.4 Ley de Ohm.

Como se sabe la corriente eléctrica se mide en amperios, que cada amperio representa la cantidad de electrones que fluyen por segundo en un circuito, también aprendimos que el voltaje es la fuerza que mueve los electrones y que a mayor voltaje podemos mover mayor número de electrones, seguido a ello se sabe que la resistencia de los conductores impide el paso a el voltaje y a la corriente.

Es decir, aprendimos que estos tres tipos tienen una extraña relación la cual la describe el señor Georg Simón Ohm, físico alemán de principios del siglo XIX, que en base a sus experimentos formuló lo que hoy conocemos como la ley de Ohm.

Esta ley describe la forma cómo se relacionan voltaje, corriente y resistencia y nos está diciendo básicamente que, para una misma resistencia, si el voltaje será mayor por ende la corriente también aumenta, cómo pasar en la vida real. Esta relación es muy útil ya que nos permite obtener cualquiera de los integrantes conociendo a los otros dos, la fórmula principal es:

$$V = I * R \quad (1.1)$$

Donde  $V$  corresponde a la diferencia de potencial,  $R$  a la resistencia e  $I$  a la intensidad de la corriente. Las unidades de esas tres magnitudes en el sistema internacional de unidades son, respectivamente, voltios (V), ohmios ( $\Omega$ ) y amperios (A).

## 2.1.5 Potencia eléctrica.

La potencia eléctrica es la proporción por unidad de tiempo, o ritmo, con la cual la energía eléctrica es transferida por un circuito eléctrico, es decir, la cantidad de energía eléctrica entregada o absorbida por un elemento en un momento determinado. La unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el vatio o watt (W).

Para calcular la potencia se realiza con base en la ecuación:

$$P = V * I = I^2 * R \quad (1.2)$$

Cuando la tensión se pone en Voltios (V) y la Intensidad en Amperios (A), la potencia nos dará en vatios (w).

## 2.1.6 Energía eléctrica.

La variable eléctrica más importante es sin duda el voltaje o potencial eléctrico que hace referencia a la energía potencial eléctrica, la energía potencial necesita de un campo, lo bueno de la energía eléctrica es que los campos eléctricos son muy fáciles de hacer y además quedan canalizados por el interior de los materiales conductores es decir por el interior de los metales y además se transmiten a velocidades altísimas debido a esto podemos meter energía potencial eléctrica por un extremo de un cable eléctrico y sacarla por el otro extremo muy fácilmente.

La otra variable eléctrica es la intensidad de corriente y nos habla de la energía cinética que tienen las cargas eléctricas que se mueven dentro de los cables, una cosa curiosa es que los electrones no se mueven deprisa, pero lo que empuja a los electrones qué es el campo eléctrico si se mueve muy rápido y por eso la energía en el interior de los cables si se transmite a velocidades inimaginables. <sup>2</sup>

La potencia eléctrica desarrollada en un cierto instante por un dispositivo viene dada por la expresión:

$$P(t): I(t) * V(t) \quad (1.3)$$

---

<sup>2</sup> Alonso Perez, J. M. (2004). Técnicas del automóvil Equipo Eléctrico. Madrid: Thompson.

Donde:

$P(t)$  es la potencia instantánea, medida en vatios (julios/segundo).

$I(t)$  es la corriente que circula por él, medida en amperios.

$V(t)$  es la diferencia de potencial (caída de voltaje) a través del componente, medida en voltios.

Si el componente es una resistencia, tenemos:

$$P = I^2 * R = \frac{V^2}{R} \quad (1.4)$$

Donde:

$R$  es la resistencia, medida en ohmios.

## 2.1.7 Ley de Faraday.

Michael Faraday fue un físico y químico británico que nació en Londres en 1791 y su logro más notable fue descubrir la inducción electromagnética la cual formulo en la ley de Faraday, la cual consta de una forma compleja que podemos nosotros explica de la siguiente manera: que la variación temporal del flujo del campo magnético que atraviesa la superficie limitada por una espira conductora inducen en dicha espira una corriente eléctrica; en sí mismo el proceso se conoce como inducción electromagnética la cual es el principio fundamental del generador eléctrico, del transformador y de otros muchos dispositivos de uso cotidiano.

$$\oint_C \vec{E} * d\vec{l} = -\frac{d}{dt} \int_S \vec{B} * d\vec{S} \quad (1.5)$$

Donde:

$E$ , es el campo eléctrico, en (V/m)

$d\vec{l}$ , es el elemento infinitesimal de longitud del circuito dado por el contorno  $C$ ,

$B$ , es el campo magnético, en (T)

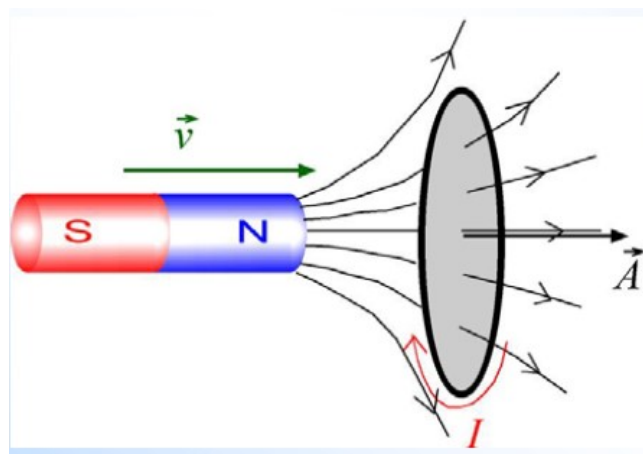
$S$ , es una superficie arbitraria en ( $m^2$ ), cuyo borde es  $C$ . Las direcciones del contorno  $C$  y  $d\vec{S}$  están dadas por la regla de la mano derecha.



Lo anterior se puede evidenciar al acercar un imán a una bobina, allí aumenta el flujo del campo magnético que atraviesa cada una de sus espiras y se induce una corriente eléctrica sin embargo cuando el imán está en reposo respecto a la bobina el flujo del campo magnético que atraviesa la bobina no cambia; al alejar el imán disminuye el flujo magnético y también se induce una corriente eléctrica, pero de sentido contrario al del caso anterior.

La presencia de estas corrientes inducidas en la bobina implica la existencia de una fuerza electromotriz inducida la cual está presente durante el tiempo en el que el flujo del campo magnético está variando, el flujo del campo magnético que atraviesa la bobina está relacionado con la fuerza electromotriz inducida mediante la ley de Faraday- Henry la cual establece que la fuerza electromotriz  $\epsilon$  depende de la rapidez con la que varía el flujo magnético.

Figura 2-5: Ley de Faraday.



Fuente: dademuchconnection.

## 2.2 Sistemas eléctricos en los vehículos.

Un automóvil necesita de los sistemas eléctricos para que los componentes que requieran energía funcionen y el motor pueda arrancar. En los vehículos actuales, también se cuenta con una computadora que recibe el nombre de Unidad de Control electrónico.

La unidad de control electrónico UCE, es la encargada de gestionar todas las funciones eléctricas del automóvil y al igual que el módulo de control del motor, también suele ser conocido como centralita.

Así pues, la UCE (o ECU) se ocupa de compilar todos los datos entregados por los sensores para determinar el correcto funcionamiento de los actuadores quienes son los encargados de ejecutar las instrucciones que entrega el módulo de control electrónico en función a la información de recibida de sus sensores, si lo quisiéramos explicarlo haciendo una analogía con el cuerpo humano podríamos decir que los sensores se comportan como nuestros sentidos pues son los que perciben que sucede en su entorno y lo comunican al cerebro para este caso la ECU, y los actuadores vendrían a ser las partes de nuestro cuerpo las cuales generamos acciones (movimientos) de acuerdo a la necesidad que se puedan presentar en un momento específico.

Los sistemas eléctricos hacen parte fundamental del automóvil y son los siguientes: sistema de alumbrado y maniobra, sistema de arranque y sistema de carga (alternador.)

## **2.2.1 Sistema de alumbrado y maniobra.**

Estos circuitos son usualmente catalogados como sistemas auxiliares puesto que no son vitales para el funcionamiento básico del vehículo sin embargo sin ellos no los podríamos operar de manera adecuada, por norma de seguridad los carros deben tener diferentes tipos de luces a saber:

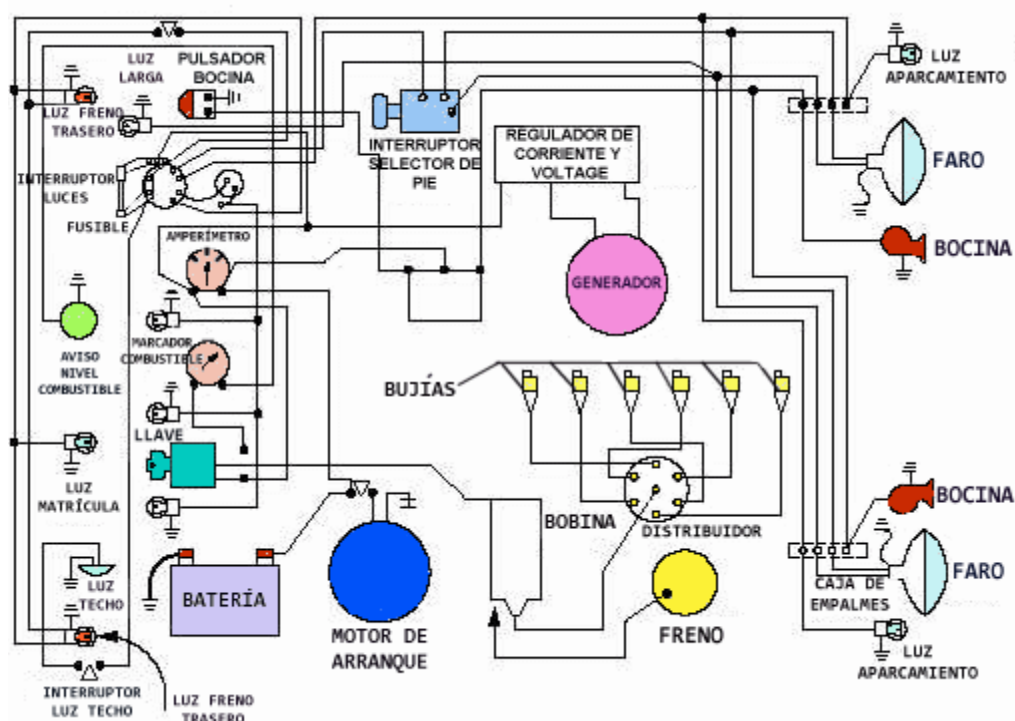
### **2.2.1.1. Luces frontales.**

Son las que se encargan de alumbrar el camino en momentos de obscuridad en la actualidad se dividen en dos normativas y opcionales, las normativas son las luces altas y bajas las cuales cambian en la mayoría de los casos en enfoque dando mayor visibilidad a lo lejos al usar las altas y mejor visibilidad de cerca al usar las bajas por la posición en la que están ubicadas las farolas.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Manual de la técnica del automóvil - BOSCH. ISBN 3-934854-82-9.

Figura 2-6: Esquema básico de los sistemas eléctricos del automóvil.



Fuente: Sapiensman.

Cuando se habla de luces opcionales o también llamadas exploradoras es porque de no tenerlas no se estaría infringiendo la norma (en condiciones normales de operación), sin embargo, son muy utilizadas en la actualidad puesto que le dan mejor visibilidad al vehículo en ambientes de niebla o a poca luz, adicional también aportan un toque estético que hoy por hoy los fabricantes de vehículos aprecian mucho y por eso es normal el uso de ellas en todo tipo de carros.

### 2.2.1.2. Alumbrado de periferia y seguridad.

Las luces periféricas son las encargadas de marcar la periferia del vehículo también llamadas (cocuyos), las luces de Seguridad o de freno funcionan por lo regular con un interruptor ubicado en la parte superior del pedal de freno su función es alertar al vehículo que viene atrás que nos estamos deteniendo para que el realice la misma acción y de esta manera evitar una colisión. <sup>4</sup>

<sup>4</sup> Manual de la técnica del automóvil - BOSCH. ISBN 3-934854-82-9.

Tenemos también luces de reverso, direccionales y parqueo que se ocupan de alertar a los vehículos que están en la periferia que vamos a girar hacia algún lado o en el caso de las de reverso indican que estamos dando marcha atrás estas vienen ubicadas en los faros traseros y son de color blanco, las direccionales y parqueo están ubicadas en la parte delantera y trasera del vehículo para alertar la acción de giro o estacionamiento visible desde todos los flancos.

### **2.2.1.3. Sistemas de maniobra.**

Estos sistemas hacen alusión a funciones que podemos tener a nuestra voluntad y dependiendo de la situación, como lo son:

Limpiabrisas: El circuito del limpiabrisas consiste en un motor comandado desde un interruptor que se ocupa de energizar y desenergizar un sistema encargado de mover unas gomas llamadas plumillas que se encargan de limpiar los excesos de agua en el vidrio frontal, si es el caso variar la velocidad del mismo en función al tiempo o alguna otra circunstancia específica.

Como el sistema de limpiabrisas encontramos otros sistemas de maniobra como los son el control del calefactor, aire acondicionado, la conectividad y en fin otros tipos de accesorios que están dispuestos para el uso a voluntad del operador del vehículo sin embargo cabe aclarar que se dice que son de maniobra por que los podemos manipular pero no tenemos control en todo, ya que hay sistemas eléctricos asociados a seguridad que no podemos ni debemos apagar, manipular o cancelar a nuestra voluntad.

### **2.2.2 Sistema de arranque.**

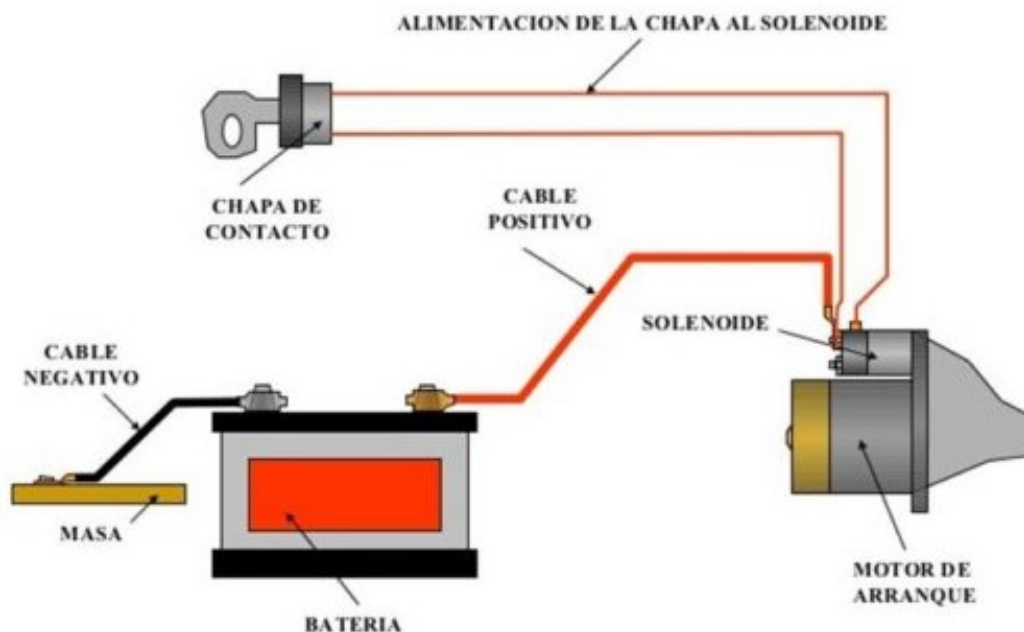
Es el encargado de impulsar el cigüeñal en sus primeros giros que en todos los vehículos deben tener un régimen mínimo de revoluciones para que pueda haber encendido de motor.

El motor de arranque transforma energía eléctrica en mecánica y tiene acoplado un piñón que hace girar al volante de inercia y así transmite el movimiento al motor para empezar a realizar su ciclo.

El solenoide cumple con dos funciones: acopla el piñón con el volante de inercia y activa un interruptor para alimentar el motor de arranque; desde el acumulador el sistema de carga transforma parte de la energía del motor en electricidad para alimentar las partes eléctricas en uso.

Este circuito junto con el circuito de carga es de vital importancia en el funcionamiento del vehículo ya que es el circuito de arranque el que se ocupan de dar el primer giro venciendo la inercia y generando el encendido del motor lo que da paso a todo el resto de sistemas eléctricos y el de carga puesto que se ocupa de alimentar todo el resto de circuitos incluyendo el de arranque dando así un funcionamiento mancomunado entre ellos y haciéndolos imprescindibles en el vehículo.

Figura 2-7: Sistema de arranque automotriz.



Fuente: Slidshare.

### 2.2.3 El alternador en el automóvil.

En 1832 hipolite pixi construye el primer alternador en generador eléctrico de corriente alterna que consiste en un imán giratorio movido por una manivela donde los polos del imán sobre una bobina con núcleo de hierro su invención con dispositivos más sofisticados en aquel tiempo para convertir la corriente alterna en corriente directa.

Básicamente su función principal es transformar la energía mecánica del motor en energía eléctrica por medio de un puente de diodos, la corriente alterna se convierte en corriente directa la cual pasa a un regulador de voltaje que mantiene constante el voltaje de salida generado por el alternador y de allí se desplaza al acumulador cuyo trabajo es proporcionar energía al motor de arranque, complementar la demanda de energía eléctrica cuando el alternador no es suficiente y estabilizar el voltaje.

Figura 2-8: Alternador.



Fuente: Theo. Audel & Co.

### **2.2.3.1. Funcionamiento del alternador.**

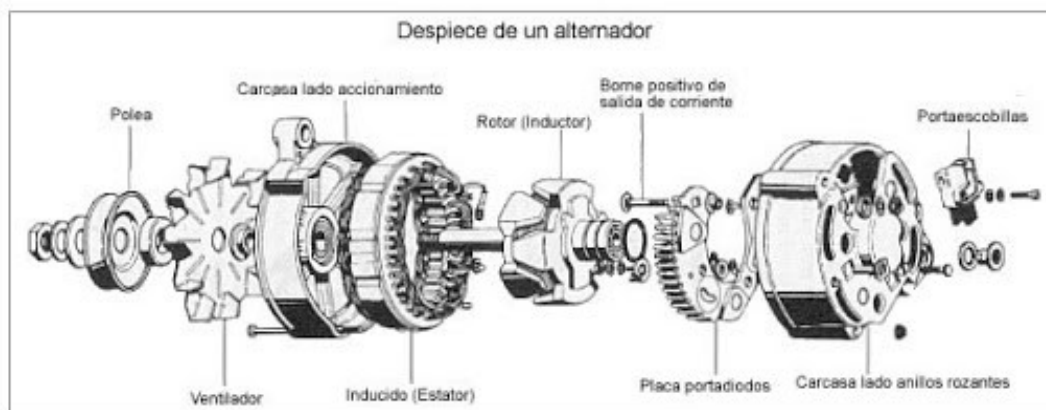
El alternador produce corriente alterna, la cual obtiene a través de un mecanismo de arrastre accionado por un motor de combustión. Dicho de otro modo, el alternador funciona gracias a que está conectado al giro del motor de combustión, generalmente mediante una correa.

Cuando ponemos el contacto en el vehículo, la bobina rotor del alternador es alimentada con corriente, y cuando ésta comienza a girar, al arrancar el motor, empieza a generar energía. Una vez arrancado el motor, el regulador se autoalimenta con la energía que produce el propio alternador. Cuando esto ocurre, la luz del cuadro de instrumentos se apaga. Si la luz del cuadro no se apaga tras poner en marcha el vehículo, nos puede estar indicando que no hay salida de corriente del alternador.

Debemos comprobar entonces que llegan los 12 voltios de la batería a la entrada del regulador y que los diodos del puente rectificador no están cortados, ya que, en tal caso, no saldría la corriente del mismo, aunque éste la generase bien. Así mismo, las escobillas de los anillos rozantes podrían estar desgastadas y no entrar corriente al inductor o (rotor).

Si la luz realiza destellos (se enciende y se apaga de forma rápida e irregular), es porque existe falta de carga (fallo en el regulador) o bien porque estamos obteniendo corriente alterna (diodos perforados en el puente rectificador).

Figura 2-9: Despiece de un alternador.



Fuente: BOSH.

### 2.2.3.2. Elementos del alternador.

El alternador está formado por:

**Polea:** encargada de transmitir la energía mecánica del cigüeñal al alternador por medio de una banda existen varios tipos de poleas rígidas y decopladoras.

**Tapa delantera y tapa trasera:** son las encargadas de contener y fijar los distintos elementos del alternador en estas se fijan los rodamientos encargados de proporcionar el movimiento al rotor.

**Rodamientos:** estos dispositivos transfieren la energía mecánica al rotor.

**Rotor:** es el eje que movido por la energía mecánica del cigüeñal tiene un armado de cobre y un núcleo magnético, este interactúa con el estator para producir la energía eléctrica transmitida hacia el colector.

**Colector:** es el anillo de cobre situado en el eje del rotor y tiene la función de alimentar eléctricamente a este mismo

**Estator:** es el elemento estático fijado entre las tapas del alternador compuesto por un armado de cobre y magnetos formando un campo electromagnético y tiene la función de generar la corriente alterna obtenida de la inducción magnética del rotor.

**Porta diodos:** en esta placa se encuentran integrados una serie de diodos que se encargan de rectificar la corriente alterna en corriente continua para la alimentación de los sistemas eléctricos del automóvil y recarga de la batería.

Regulador: componente va colocado nace mi carcasa trasera del alternador y tiene la función de regular la corriente continua que alimenta los circuitos eléctricos del automóvil.

### 2.2.3.3. Tipos de alternador.

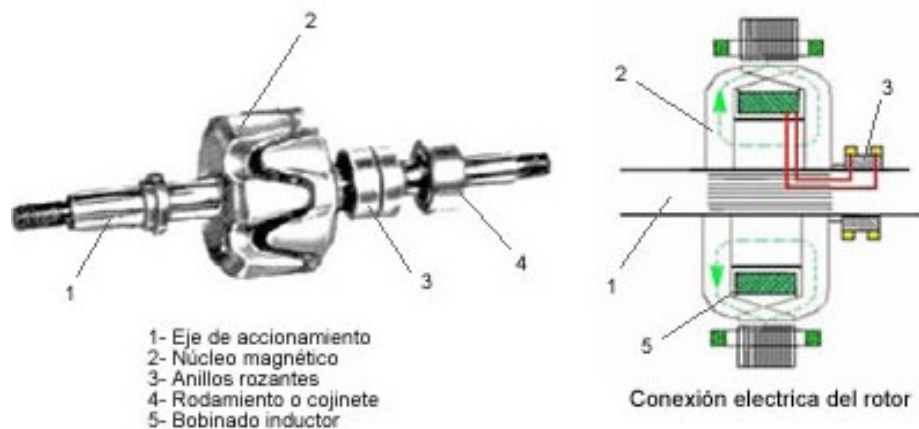
Los tipos de alternadores son:

- Alternador de polos. Intercalados con anillos colectores.
- Alternador compactos KC, GC, NC.
- Compactos de segunda generación.
- Monobloc.
- Alternadores de Polos Individuales. Con anillos colectores.
- Con Rotor-Guía. Sin anillos colectores.
- Compacto. De refrigeración líquida.

### 2.2.3.4. Rotor.

Tenemos los anillos deslizantes que son las terminales de una bobina como se puede apreciar en la Figura 2-10, a estos se alimenta con una fuente de 12 voltios de corriente directa y la bobina prácticamente se convierte un electroimán generando atracción, Este electroimán produce un campo magnético, ante el cual, reaccionan las bobinas del estátor (parte fija) produciendo la corriente eléctrica.

Figura 2-10: Rotor.



Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/alternador-funcionam.htm>



### 2.2.3.5. Estator.

Esta es la parte fija o estática del alternador por esta razón es llamada estator, son bobinas están ubicadas en torno a un material ferro magnético por lo general de hierro dulce el cual es su núcleo, la forma cómo se genera el voltaje a partir del campo magnético son con tres bobinas en conexión estrella significa alimentado a una fuente de voltaje.

Figura 2-11: Estator.



Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/alternador-funcionam.htm>

### 2.2.3.6. Escobillas.

Normalmente están hechas de carbón y siempre tiene una posición fija con cierta presión para tener el contacto eléctrico necesario con el anillo, esto se logra con una base de soporte y unos resortes. Se puede decir que es de corriente continua porque las escobillas siempre reciben la misma polaridad esto dependiendo de su posición ya que esta es la encargada de hacer su polaridad por ejemplo si en el lado A la carga es positiva es el lado B sería negativa.

Figura 2-12: Escobillas.



Fuente: Chevrolet.

### 2.2.3.7. Anillos deslizantes.

Son dos anillos de cobre que entran en contacto con las escobillas para excitar el inductor y energizarlo este conjunto es también conocido como colector.

Figura 2-13: Anillos deslizantes.



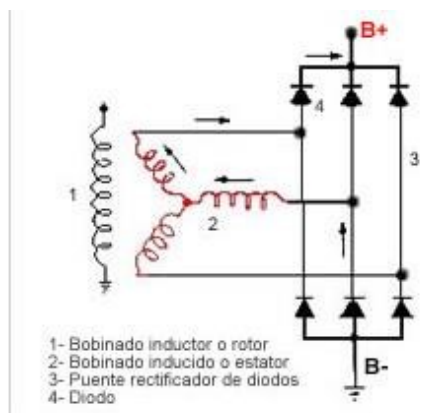
Fuente: Chevrolet.

### 2.2.3.8. Puente rectificador de diodos.

Los diodos son dispositivos electrónicos semiconductores los cuales cumplen con la función de permitir el flujo de corriente en un solo sentido.

Un diodo siempre está simbolizado por una pequeña raya lo que permitirá avanzar el flujo de corriente de ánodo al cátodo mientras que viceversa no es permitido, como ya sabemos la corriente alterna cambia constantemente de polaridad por ende cuando hacemos pasar corriente alterna a través de un diodo, este sólo deja pasar la corriente cuando estaba en el sentido correcto mientras que cuando va en viceversa el diodo no deja pasar nada, el problema es que estamos perdiendo la mitad de la onda y por ende la energía, así que por ello existe el puente rectificador que no es más que un arreglo de varios diodos.

Figura 2-14: Esquema básico de conexión en un alternador.

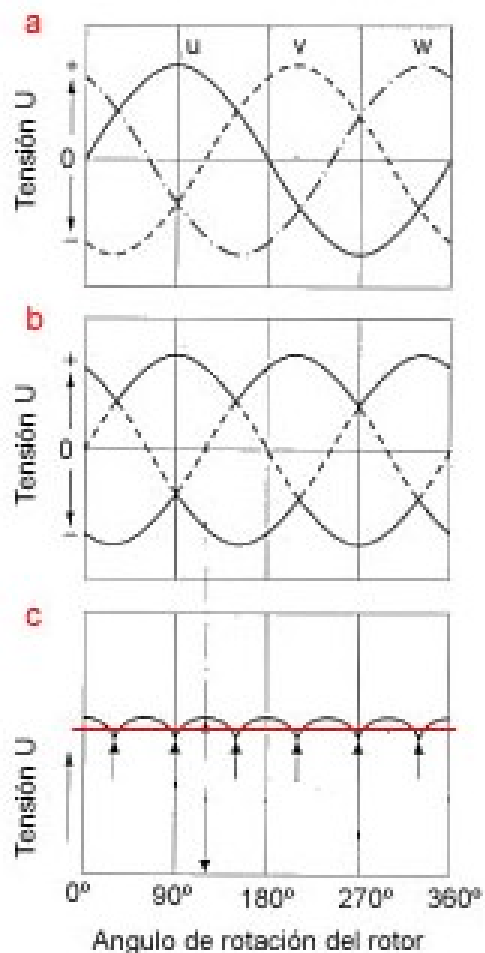


Fuente: BOSH

El puente de diodos o puente de Graetz, es un dispositivo eléctrico que transforma corriente alterna (AC) en corriente continua (DC), el cual se puede apreciar en la Figura 2-15, en esta configuración, la polaridad positiva y la negativa son desviadas siempre a los mismos diodos de salida y la señal eléctrica de salida se genera en forma de pulsos que forman la llamada media onda de rectificación.

El diodo rectificador hace que se supriman las semiondas negativas y solo se dejan pasar las semiondas positivas de forma que se genere una corriente continua pulsatoria. A fin de aprovechar para la rectificación todas las semiondas, incluso las negativas suprimidas, se aplica una rectificación doble o de onda completa.

Figura 2-15: Formas de onda de un alternador.



- a: diagrama de una tensión alterna trifásica
- b: diagrama de las envolventes de las tensiones
- c: diagrama de la tensión de salida rectificada del alternador

Fuente: BOSH.

### 2.2.3.9. Circuito de excitación de un alternador.

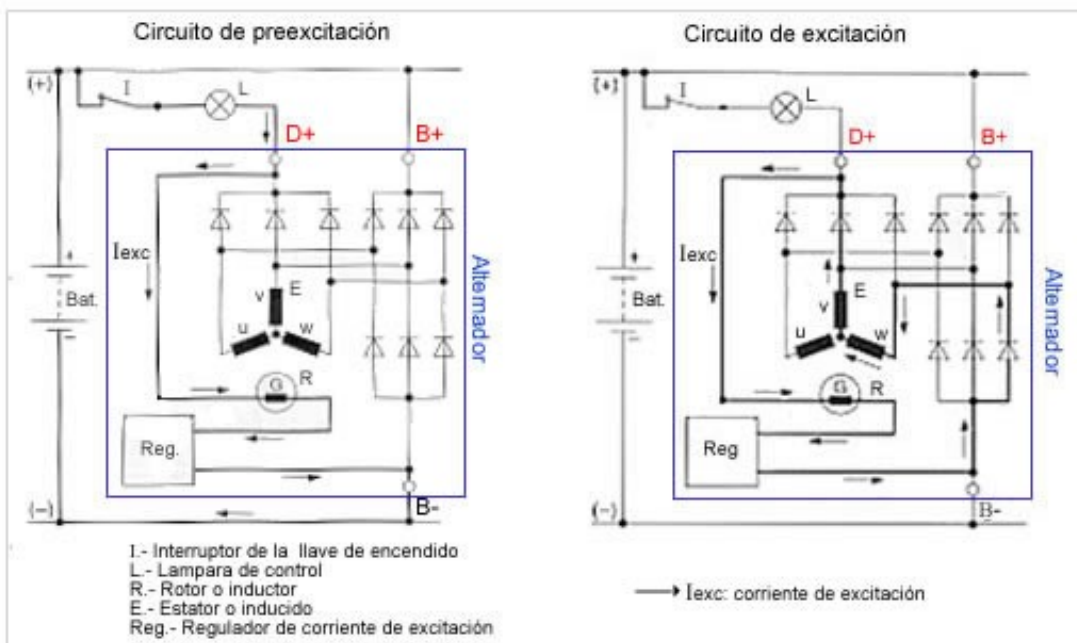
El alternador para generar electricidad además del movimiento que recibe del motor de combustión, necesita de una corriente eléctrica (corriente de excitación) que, en un principio, antes de arrancar el motor, debe tomarla de la batería a través de un circuito eléctrico que se llama "circuito de preexcitación".

Tenemos lo que es nuestra batería, el borde negativo va conectado hacia el chasis y del borne positivo lleva una corriente positiva, y al accionar la llave de contacto está pasa al regulador de intensidad de carga, el cuál rectifica la carga de entrada al alternador.

Después de regulada la intensidad de carga, pasa a las escobillas, las cuáles excitan a los anillos del rotor, el primero anillo de entrada pasa la corriente al bobinado del rotor, girando y generando un campo electromagnético.

Está energía electromagnética es absorbida por el estator, dónde genera la corriente alterna trifásica ya que tiene tres bobinas, y va conectada a la caja de diodos, Cada bobinado del estator es conectado a cada puente de diodos Después de rectificar la corriente que fue generada por el estator, y convertida a corriente continua está es llevada de nuevo a la batería.

Figura 2-16: Circuito de excitación en un alternador.



Fuente: BOSH.

### **2.2.3.10. Comprobación de funcionamiento del alternador.**

La comprobación del funcionamiento del alternador es muy sencilla ya que se la puede realizar solo con observar la luz de malfuncionamiento que nos avisara cuando tengamos un problema con algún elemento del alternador, o también se puede medir el valor del voltaje en bornes que será entre 13.5V y 14.5V en un vehículo de con batería de 12V, o alrededor de 28.5V en un vehículo de con dos baterías o conexión de 24V, el valor generado siempre será un poco mayor al que proporcionan las baterías para garantizar su carga.

### **2.2.3.11. Fallas comunes del alternador.**

Para todo vehículo de combustión interna en la actualidad es vital el sistema de carga puesto que como ya lo habíamos mencionado es el encargado de mantener estable la tensión en el vehículo, adicional en paralelo se ocupa de suministrar la corriente suficiente a la batería garantizando que este cargada para el siguiente encendido, a su vez por medio de voltaje registra y analiza la tensión del vehículo y en dado caso puede solicitar al alternador mayor o menor flujo eléctrico dependiendo de las condiciones de consumos y carga electricas que se estén teniendo en ese instante.

- Uno de los síntomas más frecuentes de falla en el alternador es que la batería se descarga en poco tiempo, esto puede notarse cuando se empieza a tener problemas al encender el auto por primera vez en el día, luego los testigos encendidos en el tablero no iluminan lo suficiente. Estos síntomas se dan cuando el alternado no genera suficiente carga, generalmente por daños internos en el regulador.
- Accesorios con bajo desempeño como, por ejemplo, luces delanteras con luz tenue o pito bajo de sonido, son otro de los síntomas que se presentan cuando hay fallas en el alternador esto se da como consecuencia de la baja tensión suministrada por la batería. En este punto hay que estar muy alerta para no dejar apagar el vehículo y tratar de llegar al taller para evitar desplazamientos en grúa o varadas.

- Pérdida de potencia mecánica. Recordemos que para que el motor realice su proceso de combustión con éxito requiere de aire gasolina y chispa que es producida por la bobina y al generarse baja tensión en el sistema eléctrico la chispa generada no va a ser suficiente para quemar la mezcla, esto en vehículos de gas o gasolina para motores diésel hay que tener en cuenta que si son netamente mecánicos se le puede dar manejo mecánico al actuador de cierre de combustible para no generar varada, en el caso de los electrónicos es diferente puesto que requieren un voltaje en parámetros para realizar las labores de control electrónico y energizar los actuadores que se ocupan del buen desempeño del motor.
- Otros daños que se presentan frecuentemente y que se manifiestan con ruidos anómalos son el desgaste en escobillas, daños en rodamientos o incluso algún tipo de malformación en la correa que nos puede generar silbidos, en el caso de los vehículos de Gmovil se evidencian con frecuencia fugas de lubricante entre la bomba y el alternador o también daños en la bomba de vacío. Para la tipología NKR es delicado este diagnóstico puesto que el vacío es el que permite el accionamiento de los frenos de servicio y de Ahogo, para los casos de NPR y NQR solo para el freno de ahogo puesto que se trata de sistemas neumáticos de frenos.

## **2.3 Sistemas hidráulicos y sistemas neumáticos.**

Hoy por hoy los vehículos vienen diseñados con diferentes tipos de energía en función de la necesidad a suplir, por ejemplo, para el sistema eléctrico se hace necesario un flujo eléctrico que suministre la energía necesaria para realizar las labores propias del sistema como las mencionadas en el apartado anterior, así mismo tenemos sistemas neumáticos para los cuales se hace necesario aire comprimido, también sistemas hidráulicos y mecánicos entre otros para los que aplican el mismo principio.

Este tipo de alternadores Isuzu a diferencia de un alternador convencional tiene variables de diversas naturalezas al tener un componente eléctrico que es el principal, y por medio del movimiento del mismo generar presión negativa o de vacío para suplir necesidades de frenos, adicional tenemos un flujo de aceite que se ocupa de la lubricación y refrigeración de estas partes por lo que es necesario traer a colación los siguientes conceptos:

### 2.3.1 Presión.

Presión es la fuerza que hemos ocasionado sobre un área debido a su peso eso era presión ahora hidrostática es un término nuevo que viene de ser una rama de la física que se encarga del estudio de los fluidos considerados en equilibrio o en reposo fluidos se le llama en física a los líquidos y los gases porque tienen la capacidad de fluir de un lado a otro, pero los líquidos no sólo se presiona hacia abajo también pueden poseer hacia arriba hacia los lados y en todas direcciones.

### 2.3.2 Caudal.

El caudal también conocido como gasto o flujo volumétrico también llamado flujo de volumen o tasa de volumen son estos pues digamos que sinónimos de ese término en resumidas cuentas podemos decir que el caudal o gasto se define como el volumen que pasa por cierta sección transversal de un tubo por unidad de tiempo es decir podemos considerar que el caudal se define como el volumen que pasa por una sección transversal por unidad de tiempo.

### 2.3.3 Bomba hidráulica.

La bomba es uno de los componentes más importantes en un circuito hidráulico su función es transformar la energía mecánica mediante un actuador primario, en energía hidráulica el actuador primario puede ser un motor eléctrico, motor de combustión interna o incluso un accionamiento manual. El principio de funcionamiento de una bomba hidráulica es generar un volumen creciente en el lado de succión y luego un volumen decreciente en el lado de presión.

Las bombas son también llamadas bombas de desplazamiento positivo bombas hidrostáticas y son aplicadas especialmente a los circuitos hidráulicos de potencia. Las bombas utilizadas en estos circuitos pueden ser de caudal fijo o caudal variable.

Figura 2-17: Bomba hidráulica.



Fuente: Bezares.com

## 2.4 Vacío mecánico.

El vacío es la ausencia total de materia en el espacio en el cual la presión es inferior a la presión atmosférica, un vacío absoluto es considerado como la ausencia de materia en un espacio de volumen sin embargo no es realizable, se define como el mejor vacío que se puede generar en el interior del espacio dado que no es posible eliminar por completo todos los gases; en el mercado existen bombas de vacío que se aproximan al absoluto llegando a lograr un máximo vacío de 15 micrones presión.

Una manera de medir la presión atmosférica es con un barómetro de mercurio; su valor se expresa en términos de la altura de la columna de mercurio de sección transversal unitaria y 760 mm de alto. Con base en esto, decimos que una atmósfera estándar es igual a 760 mm Hg. Utilizaremos por conveniencia la unidad torricelli (símbolo, Torr) como medida de presión; 1 Torr = 1 mm Hg, por lo que 1 atm = 760 Torr; por lo tanto 1 Torr = 1/760 de una atmósfera estándar, o sea 1 Torr =  $1,136 \cdot 10^{-3}$  atm. <sup>5</sup>

### 2.4.1 Bomba de vacío.

Una bomba de vacío extrae moléculas de gas de un volumen sellado, creando un vacío parcial. La bomba de vacío fue inventada en 1650 por Otto von Guericke, estimulado por el trabajo de Galileo y Torricelli, usando los hemisferios de Magdeburgo.

Las bombas de vacío trabajan solamente en un rango de presiones limitado; por ello la evacuación de los sistemas de vacío se realiza en varias etapas, usándose para cada una de ellas una clase de bomba diferente.

Existen actualmente varios tipos de bombas de vacío, los más utilizados son:

- Rotativas de paletas
- Bomba de membrana o de diafragma
- De Canal Lateral

---

<sup>5</sup> Manual de la técnica del automóvil - BOSCH. ISBN 3-934854-82-9.



## 2.4.2 Bomba de vacío y el alternador.

Para nuestro caso tenemos un eje que estará siendo impulsado por medio de una polea y correa, el eje gira sobre los cojines del alternador y posee un estriado en su extremo donde se fija el rotor de la bomba que tiene mecanizado ranuras donde se alojan las paletas; cuando este gira las paletas salen por la acción de la fuerza centrífuga, al desplazar las paletas hacia afuera se genera succión o vacío.

Al tratarse de una bomba de vacío la carcasa de la bomba es circular puesto que solo se va a generar este ciclo. La carcasa cuenta con tres orificios el de la parte superior por donde es entregado el vacío y se transporta hacia donde haya necesidad del mismo (freno de servicio o freno de ahogo) un orificio en la parte inferior por donde es entregado el aceite usado para lubricar el interior de la bomba (retorno) y el orificio de la parte central donde se suministra el aceite a presión para garantizar la película de lubricación entre las paletas y la carcasa.

Esta bomba supe de vacío originalmente a todo el sistema de frenos de servicio y freno de ahogo esto debido a que a diferencia de los automóviles no toma el vacío del múltiple de admisión sin embargo el propósito del vacío sigue siendo el mismo que es disminuir la fuerza aplicada en el pedal de freno para conseguir un frenado eficaz adicional y como ya se mencionó este vacío acciona también por medio de un actuador la chapaleta del freno de ahogo.

Las presiones de vacío oscilan entre tipologías desde 15 hasta 25 in Hg

Figura 2-18: Bomba de vacío.



Figura 2-19: Bomba de vacío.



Fuente: Propia.

### **3. DISEÑO DE BANCO DE PRUEBAS PARA PUESTA A PUNTO DE ALTERNADORES.**

En vista de las necesidades que se presentan en un taller de electromecánica automotriz dedicado al servicio de mantenimiento eléctrico como el de la empresa GMOVIL SAS, se ha planteado la elaboración de un banco de pruebas para alternadores, ya que, al ser el elemento central del sistema de carga en el vehículo, es de suma importancia el mantenimiento tanto preventivo como correctivo que se realice en este, para garantizar así su correcto desempeño.

Para el banco se requerirá tener un motor eléctrico que se ocupe de impulsar el alternador, se hace necesario tener la posibilidad de variar la velocidad de funcionamiento por lo que se debe contar con un variador y el control que me permita comandar el encendido y apagado del mismo y las condiciones de seguridad de la guarda.

Para poder realizar las pruebas y lecturas de funcionamiento eléctrico del alternador se hace necesario el uso de resistencias que tengan el valor necesario para generar carga y de esta manera poder simular condiciones de funcionamiento normal unas para 12 y otras para 24 voltios, por otro lado debemos tener las baterías cables, bombillos y demás elementos necesarios para poder proveer al alternador de las señales que hacen posible que funcione acompañado de elementos de medición como lo son: voltímetro, amperímetro, osciloscopio, contador de revoluciones, horómetro entre otros.

Para realizar las pruebas sobre la bomba de vacío se hace necesario el uso de una bomba de aceite que se ocupe de entregar al alternador en presión y caudal de aceite lo que requiere para que opere con normalidad y adicional los manómetros necesarios para poder medir la presión de aceite entregada, la presión de aire de accionamiento y el vacío generado por la bomba.

Todo lo anterior empotrado en una construcción metal mecánica adecuada de manera estratégica para el fácil acceso y lectura de los elementos en mención.

Las medidas serán:

Alto: 1,63 metros

Ancho: 60 cm

Largo: 70 cm

Adicional una extensión abatible de 40 cm \* 60 cm unido por bisagra en el costado izquierdo del banco.

## 3.1 Diseño del sistema eléctrico.

Para este diseño debemos tener en cuenta que manejaremos básicamente cuatro tipos de circuitos a saber:

**Circuito de fuerza a 220 V:** Comprenderá la parte suministro de energía al variador del motor y al motor mismo, contactores de resistencias y protecciones principales y en general todo lo que genere consumos representativos de corriente (en esta parte ya se cuenta con el motor eléctrico impulsor).

**Circuito de control 220 V:** Este comprenderá la parte de señales del variador, el interruptor de accionamiento de resistencias, encendido de la bomba de aceite y encendido del banco, circuitos de medición.

**Circuito de fuerza DC:** Básicamente comprende las baterías y las resistencias de 0,6 y 1,3 ohm para 12 y 24 voltios respectivamente.

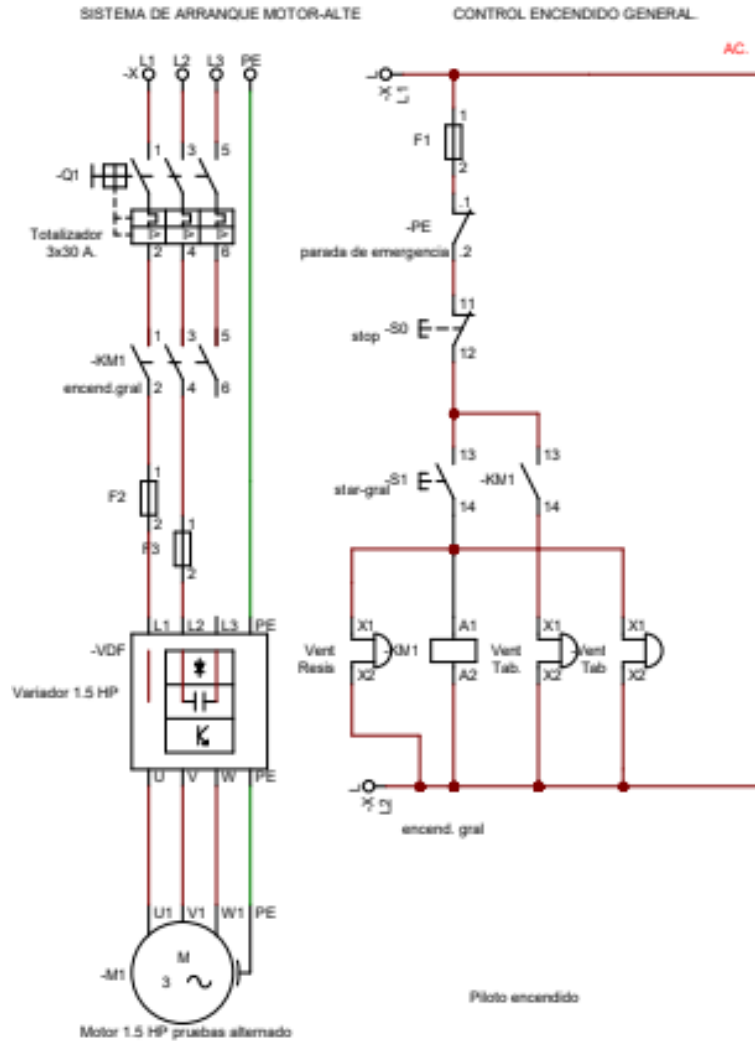
**Circuito de control DC:** Está compuesto por los conectores de señales de alimentación al regulador, el interruptor de selección de voltaje y los testigos D+ para cada tipo de alternador.

### 3.1.1 Diseños planos eléctricos.

Para el dimensionamiento del sistema eléctrico del banco se tuvieron en cuenta las variables eléctricas de los alternadores (ver tabla 6) de las tipologías (NPR, NQR Y NKR), el voltaje fue tomado nominal sin embargo para el caso de la corriente lo que se realizó fueron mediciones en campo sobre los vehículos con todos los accesorios encendidos que nos guiaran en el rango de operación normal. La información del valor de corriente de consumo está registrada en la tabla 9.

Se desarrollan los planos eléctricos para futuros diagnósticos siendo esto fundamental para el proceso de manufactura del mismo, se procede a explicar la distribución y criterio de selección de los elementos principales que conforman el circuito eléctrico.

Figura 3-1: Plano eléctrico.



Fuente: Propia.

Se observa una línea roja punteada que realiza una división imaginaria de los circuitos que en esta parte funcionan con fuente AC y DC.

En el plano de la Figura 3-1 se simbolizada la parte de potencia donde se eligió una acometida de (10\*5) AWG para fases, ya que este permite conducir corrientes de 35 Amperios (NTC 2050 – Tabla 9 – Capítulo 9) por lo cual se puede concluir que es el conductor idóneo teniendo en cuenta que la corriente máxima que se podría llegar a alcanzar es de 29,6 Amperios como se verá más adelante.

Figura 3-2: Cable 5\*10 (AWG)



Fuente: Industrial extensión leds.

El circuito de protección está a cargo de un totalizador (Q1) de 30 Amperios, 220 V capaz de soportar la corriente de arranque, la cual se calculó teniendo en cuenta la letra del código C de nema para el cálculo de corriente de rotor bloqueado el cual corresponde a una constante de 3,7.

I Variador: 8 A

I Arranque: 3,7 \* I variador

I Arranque = 3,7 A \* 8 A = 29,6 A

Tabla 8: Características de Totalizador

<b>Corriente</b>	32 A
<b>No, de Polos</b>	3
<b>Capacidad de Ruptura</b>	6 KA
<b>Voltaje</b>	220/415
<b>Curva de disparo</b>	Tipo C
<b>Montaje</b>	Riel DIN
<b>Origen</b>	China
<b>Modelo</b>	NB1-32C
<b>Marca</b>	CHINT

Figura 3-3: Totalizador.



Fuente: Mercado Libre

Siguiendo en orden por el circuito se encuentra el contactor principal (KM1) el cual se selecciona de acuerdo al valor de corriente de arranque anterior mente calculado es decir su capacidad es de 32 amperios.

Tabla 9: Características de Contactor.

<b>Corriente</b>	32 A
<b>Voltaje de Bobina</b>	220VAC/60Hz
<b>No, de Polos</b>	3
<b>Capacidad de Ruptura</b>	3 KA
<b>Origen</b>	China
<b>Origen</b>	China
<b>Modelo</b>	NC1-32
<b>Marca</b>	CHINT

Figura 3-4: Contactor.



Fuente: Mercado Libre

Posteriormente sobre las fases principales al contactor se aprecian dos fusibles (F2 y F3) los cuales se seleccionan de 35 amperios para la protección del variador de igual manera cumpliendo con las capacidades de corriente de arranque adicional protegiendo el circuito contra fenómenos de altos picos de amperaje dando una doble protección sobre las líneas principales de alimentación.

Figura 3-5: Fusible de vidrio.



Fuente: Mercado Libre

El variador será el encargado de modificar las condiciones de régimen del motor de acuerdo a la necesidad, el criterio de escogencia de este elemento depende directamente de los valores de corrientes nominales del motor y se da un margen del 25% sobre los valores de corriente de la siguiente manera:

**Variador:**

Ins: 4,4 (A)

Ine: 8 (A)

I salida del variador = Ins \* 1,25

I salida del variador = 4,4A \* 1,25 = **5,5 A**

I entrada del variador = Ine \* 1,25

I entrada del variador = 8 \* 1,25 = **10 A**

**De acuerdo a los valores relacionados se escoge un variador con las especificaciones indicadas:**

Tabla 10: Características de motor y variador.

ESPECIFICACIONES MOTOR		ESPECIFICACIONES VARIADOR	
CORRIENTE NOMINAL	4,4 (A)	(I) DE ENTRADA	12,5 (A)
	Con factor de seguridad: (5,5 A y 10 A)	(I) DE SALIDA	7,5 (A)
POTENCIA	1,8 (HP)	POTENCIA	2,5 (HP)
CONEXIÓN	TRIFASICA	CONEXIÓN	Entrada bifásica + tierra y salida trifásica

Fuente: Propia.

Programación del variador Invertek con potenciómetro:

Para poder regular las revoluciones del motor desde el tablero se hace necesaria la configuración del variador con la opción de potenciómetro, para esto se realizan los siguientes pasos:

- Energizar el variador
- Colocar el parámetro P12 en cero "0"
- Colocar el parámetro P14 en "201"
- Colocar el parámetro P16 en "U 0-10" (Corresponde a entrada de 0 a 10 Voltios)
- Se instala el potenciómetro sugerido por el fabricante (para este caso de 10 K ohms) en los terminales 5, 6 y 7 donde 6 es el terminal del centro del potenciómetro.

- Se debe conectar un contacto de arranque entre los terminales 1 y 2 del variador para este caso estas conexiones se dirigen hacia para el interruptor S3. (Figura 3-1) el cual está ubicado en la parte inferior de la guarda de seguridad y garantiza que el motor no funcione si la guarda no está abajo.

Figura 3-6: RPM vs Frecuencia del variador.

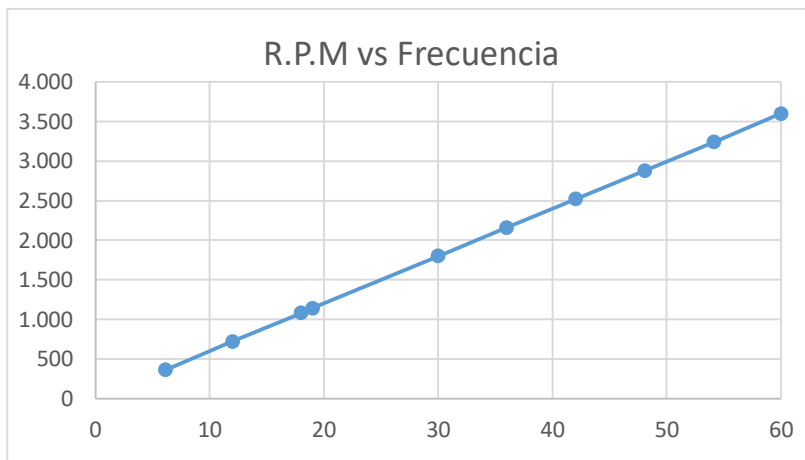


Figura 3-7: Variador.



Fuente: Propia

Este variador será el encargado de modificar las condiciones de régimen de revoluciones del motor trifásico de 1,8 HP utilizado del cual los valores de potencia y corriente son:

### Cálculos de Motor:

Figura 3-8: Motor.



Fuente: Propia



Tipo de alimentación: Trifásica con devanado en conexión en estrella

RPM Max: 3.600

Consumo de cada línea:

L1: 4.38 A.

L2: 4.29 A

L3: 4,46 A.

(I) Promedio: 4,4

Mediciones de voltaje: L1-L2: 212 VAC

L1-L3: 210 VAC

L2-L3: 209 VAC

Motor conectado en 3 fases más 1 tierra aislada, consumo de corriente por fase sin carga, estos datos fueron medidos directamente sobre el motor

Para el cálculo de la potencia del motor tenemos:

$$P = VL * \sqrt{3} * FP * IL$$

$$P = 210 * \sqrt{3} * 0,86 * 4,4$$

$$P=1376,3 \text{ W}$$

Pasando W a HP:

$$P = 1376,3 \text{ W}$$

$$P = 1,3 \text{ KW}$$

$$\text{HP}=746 \text{ W}$$

$$\text{HP} = \frac{1376,3 \text{ W}}{746 \text{ W}}$$

$$\text{HP} = 1.84$$

En el plano de la Figura 3-1 se encuentra un interruptor tipo Hongo (PE) de parada de emergencia normalmente cerrado que será necesario en caso de tener la necesidad de apagar el banco de manera súbita.

Figura 3-9: Interruptor Tipo Hongo.



Fuente: Electricosgenerales.com

Se puede observar también el punto de conexión de los ventiladores (tres unidades) que se ocuparan de la refrigeración de todo el banco.

Tabla 11: Características del ventilador.

<b>Voltaje de Bobina</b>	110 / 220 V
<b>Dimensiones</b>	110*110*25

Figura 3-10: Ventilador.



Fuente: Dielectrico.com

En esta parte del plano se ubica el termo magnético (Q2) de 6 amperios bifásico encargado de la protección de la fuente regulada para la cual el criterio de escogencia fue el valor de voltaje necesario para el control del variador es decir (12V), el termo magnético se selecciona de este valor de amperaje por tratarse de un circuito de control de muy bajo consumo max 2,5 amperios medidos en campo.

Tabla 12: Características fuente regulada.

Voltaje de entrada AC	110-240V
Voltaje Salida DC	12V
Corriente	5A
Frecuencia	50/60 Hz
Voltaje Ajustable	10% +o-
Potencia	60 w
Corriente de Salida	5A
Protección IP	IP 20
Dimensiones	155*90*42

Figura 3-11: Fuente regulada.



Fuente: Mecado Libre

Tabla 13: Características de termomagnético.

<b>Corriente</b>	6 A
<b>No, de Polos</b>	2
<b>Capacidad de Ruptura</b>	6 KA
<b>Voltaje</b>	220/415
<b>Curva de disparo</b>	Tipo C
<b>Montaje</b>	Riel DIN
<b>Origen</b>	China
<b>Modelo</b>	NB1-2-C6
<b>Marca</b>	CHINT

Figura 3-12: Termomagnético.



Fuente: Gersal.com

El plano de la Figura 3-14 de la siguiente página es importante puesto que es el control electrónico del variador que por medio de un contacto interno por la salida (RA) incorpora el elemento al circuito del micro swich (S3) que se ocupa de interrumpir la señal de 24 (V) que necesita el variador para arrancar, en función de la posición de la guarda de seguridad lo que permite la funcionalidad del motor y a su vez el comando de encendido de la bomba de presión de aceite que por medio de una señal de 12 v (DC) que proviene de la salida por relé del control del variador enclava el relé (KA1 quien se energizara en el momento del cierre de los contactos internos del variador).

Tabla 14: Características de relevo.

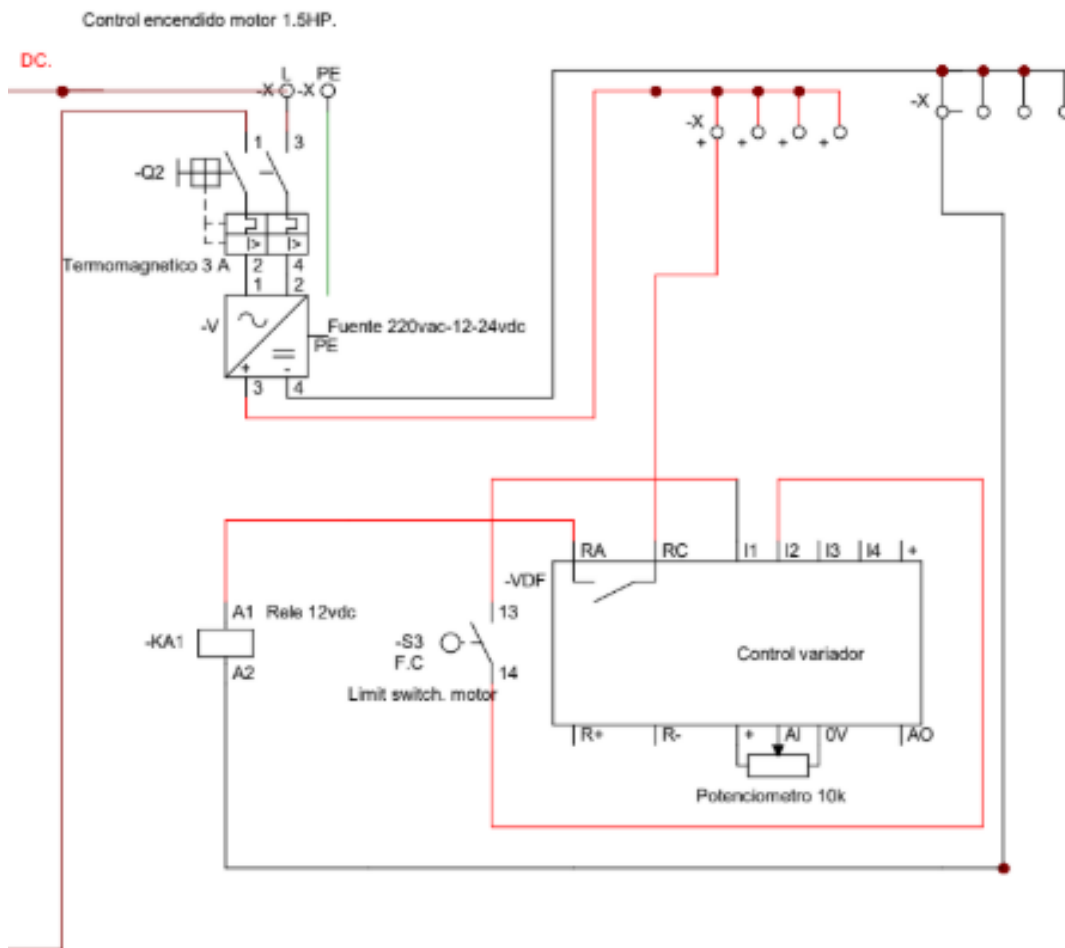
<b>Voltaje de la Bobina</b>	12 V
<b>Voltaje de caída</b>	0,5 V
<b>I.n, de funcionamiento</b>	72 mA
<b>Resistencia de la bobina</b>	69,4 Ohm
<b>Max Voltaje permitido</b>	6,5 V @ 50 °C

Figura 3-13: Relevo.



Fuente: Zamux.co

Figura 3-14: Plano eléctrico.



Fuente: Propia.

El plano de la Figura 3-14, el enclavamiento del relé (KA1 figura 3-12) que funciona a 12 v (DC) provee una fase (L1) de 220 V (AC) que se encarga de energizar la bobina del contactor (KM2 Figura 3-14) de 9 Amperios el cual dará paso a la alimentación de la electroválvula neumática y por consiguiente alimentación de aire comprimido a la bomba de diafragmas encargada de presurizar el aceite para las pruebas de estanqueidad, este tipo de control garantiza que la bomba de presión no pueda ser encendida si el motor propulsor no ha sido accionado con antelación.

Tabla 15: Características de contactor.

<b>Corriente</b>	9 A
<b>Voltaje de Bobina</b>	220 – 400 VAC
<b>No, de Polos</b>	3
<b>Capacidad de Ruptura</b>	1 KA
<b>Modelo</b>	NC1-09
<b>Marca</b>	CHINT

Figura 3-15: Contactor.



Fuente: Gersal.com

El (KM2 Termo magnético bifásico de a bomba) es de valor bajo (2 A) puesto que el consumo de la electro válvula es de 0,5 A)

Tabla 16: Características de electroválvula.

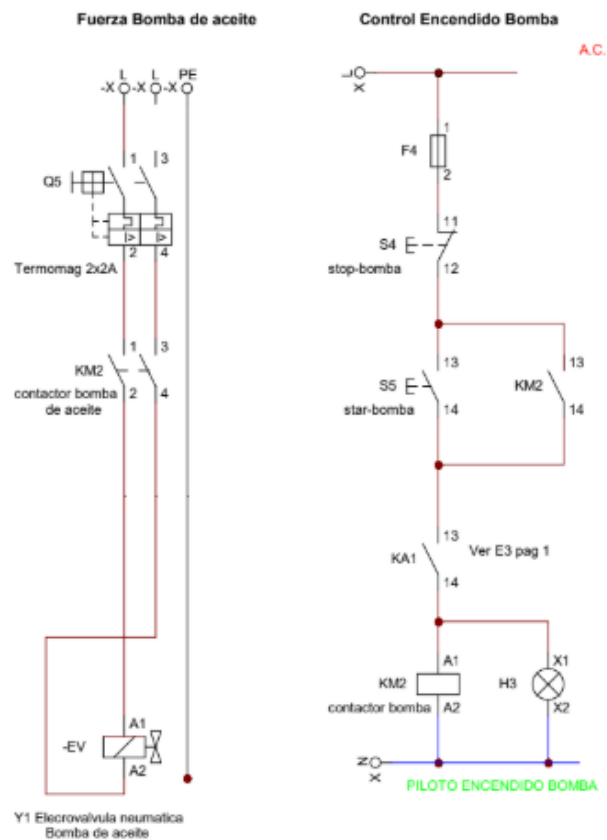
- Válvula de Solenoide, actuada directamente
- Hilo de conexión G1/4, G1/8, también disponible con el hilo del NPT
- Índice de corriente kilovoltio 0,06... 0,4 m3/h
- Diseño insensible menospreciar la contaminación de los medios
- Tirantez excelente - Para el control de medios gaseosos y líquidos
- De acero inoxidable (molde) o latón - Uso en tecnología del vacío

Figura 3-16: Electroválvula.



Fuente: Gersal.com

Figura 3-17: Plano eléctrico.



Fuente: Propia.

El plano de la Figura 3-17 está dividido en dos partes la primera en AC la cual hace alusión a la parte de fuerza y control de la bomba de accionamiento neumático encargada de impulsar el aceite desde el depósito hasta la bomba de vacío del alternador.

Encontraremos una protección termo magnética de (Q5) 2 Amperios (Figura 3-12) seguida de los contactos principales o de poder del contactor (KM2 Figura 3-15) de la Bomba, y para finalizar el circuito la electroválvula (Y1 Figura 3-16) que se ocupara de dar paso de aire.

Se observa el circuito de control de encendido de la bomba que opera con una protección por fusible (F4) el cual se selecciona de 1 amperio. Es controlado por un pulsador N/C (S4 Figura 3-18) que corresponde al stop permitiendo continuidad de la línea que alimenta el pulsador N/A (S5 Figura 3-18) de la bomba que al ser accionado genera el pulso para energizar el contactor de la bomba (KM2 Figura 3-15) y en paralelo el piloto led de color verde que indica el encendido de la bomba, Teniendo en cuenta que se den las condiciones de accionamiento del relé (KA1 Figura 3-13) descritas anterior mente.

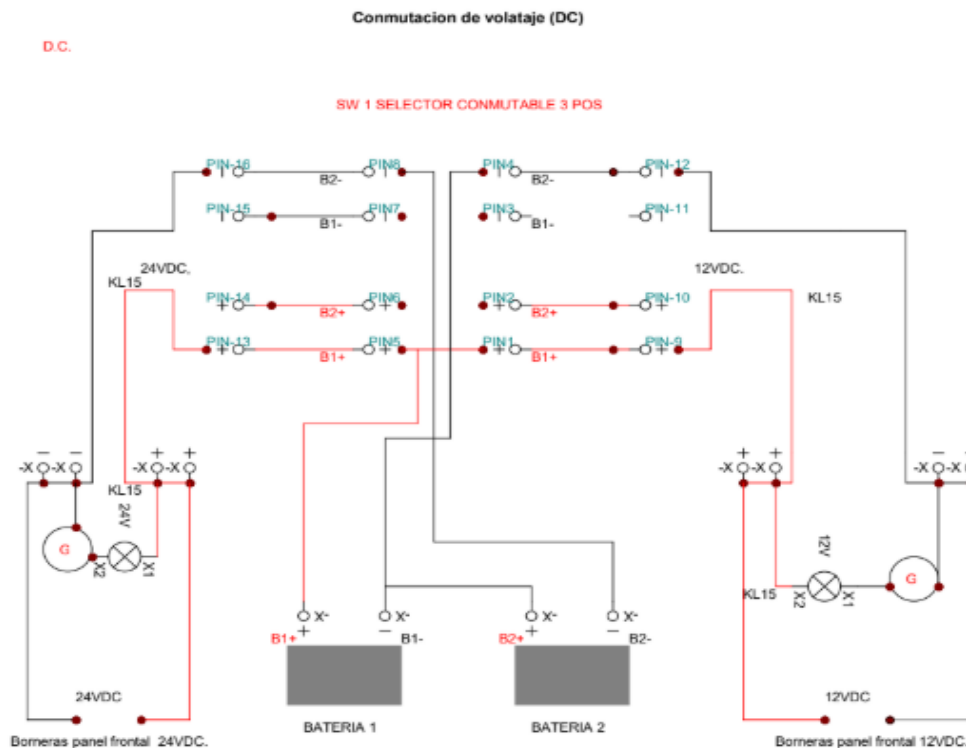
Figura 3-18: Interruptor.



Fuente: Electricosgenerales.com

Es de tener en cuenta que si el motor eléctrico impulsor no ha sido puesto en marcha al momento de accionar el interruptor de encendido de la bomba el contacto normal mente abierto del relé (KA1 Figura 3-13) no cambiará de condición y por ende el contactor de encendido (KM2 Figura 3-15) no se energizará impidiendo el arranque de la bomba, si se cumple la condición antes mencionada prendera la bomba con éxito.

Figura 3-19: Plano eléctrico.



Fuente: Propia.

En la segunda parte del plano de la Figura 3-18, se observa el selector el cual consta de dos barrajes principales para el caso uno para 12 V y el otro para 24 V, el cual soporta hasta 30 amperios, este valor es acorde a la corriente que se piensa inducir por el mismo que es de 21 amperios y que se puede consultar en la sección de resistencias (3.2.5).

Se tienen las conexiones con los voltajes requeridos desde las baterías.

Figura 3-20: Selector de voltaje.



Fuente: alibaba.com

El plano de la figura 3-17 se representa un bombillo incandescente (X1 y X2) que se ocupa de suplir el testigo de carga del alternador garantizando así que la señal D+ llegue al regulador del alternador y genere de manera adecuada. Estos voltajes conmutados tienen sus respectivas conexiones en el panel frontal del tablero que deberán ser usados dependiendo de la necesidad de la prueba que se esté ejecutando en el momento.

Figura 3-21: Testigo.



Fuente: alibaba.com

Para la parte del circuito de prueba de los alternadores DC se utilizan dos baterías 30 H las cuales se ocupan de entregar la energía necesaria para el funcionamiento del alterador, y posterior mente acumulan la energía de carga del mismo:



Tabla 17: Características de la batería.

<b>Maca</b>	AC Delco
<b>Voltaje</b>	12 V
<b>Capacidad de Reserva</b>	170 min
<b>CCA</b>	750 A
<b>CCA22</b>	11000 A
<b>Dimensiones</b>	Largo: 330 mm
	Ancho: 173 mm
	Alto: 240 mm

Figura 3-22: batería.



Fuente: bateriacarro.com

En el plano que se observa en la Figura 3-23, podemos evidenciar las lecturas del Voltímetro (Figura 3-23) y amperímetro (Figura 3-24) los cuales se escogieron de acuerdo al rango de valores en los que trabajan los alternadores es decir de 0 a 30 voltios y de 0 a 30 amperios para este caso, y la conexión del osciloscopio que nos permitirá validar el estado del puente rectificador.

Enseguida encontraremos el detalle de las conexiones del voltímetro, amperímetro y la conmutación de voltajes sobre los mismos, teniendo en cuenta que no hay cables a la vista para la conexión y posterior medición de los mismos en cambio se tiene selectores de voltaje de rangos de funcionamiento en el tablero para realizar la selección dependiendo de la necesidad.

Tabla 18: Características de voltímetro.

<b>Voltaje de Operación</b>	0 A 30 V
<b>Tipo de Corriente</b>	DC
<b>Precisión de clase</b>	2.0
<b>Panel Tamaño</b>	70 x 60 (mm) L*W
<b>Profundidad</b>	41,56 mm
<b>Peso</b>	81g

Figura 3-23: Voltímetro.



Fuente: Propia.

Tabla 19: Características de amperímetro

<b>Corriente de Operación</b>	0 A 30 A
<b>Tipo de Corriente</b>	DC
<b>Precisión de clase</b>	2.0
<b>Panel Tamaño</b>	70 x 60 (mm) L*W
<b>Profundidad</b>	41,56 mm
<b>Peso</b>	83g

Figura 3-24: amperímetro.



Fuente: Propia.

Figura 3-25: Selector de resistencias.



Selectores					
Tipo de Forma	Tipo de Contacto		Posiciones	Tipo	Código
	NO	NC			
	1	-	2 Posiciones 90°	Retención	XB2-BD21
	1	1	3 Posiciones +/- 45°	Retención	XB2-BD33

Fuente: Electricosgenerales.com.

Tabla 20: Características de osciloscopio.

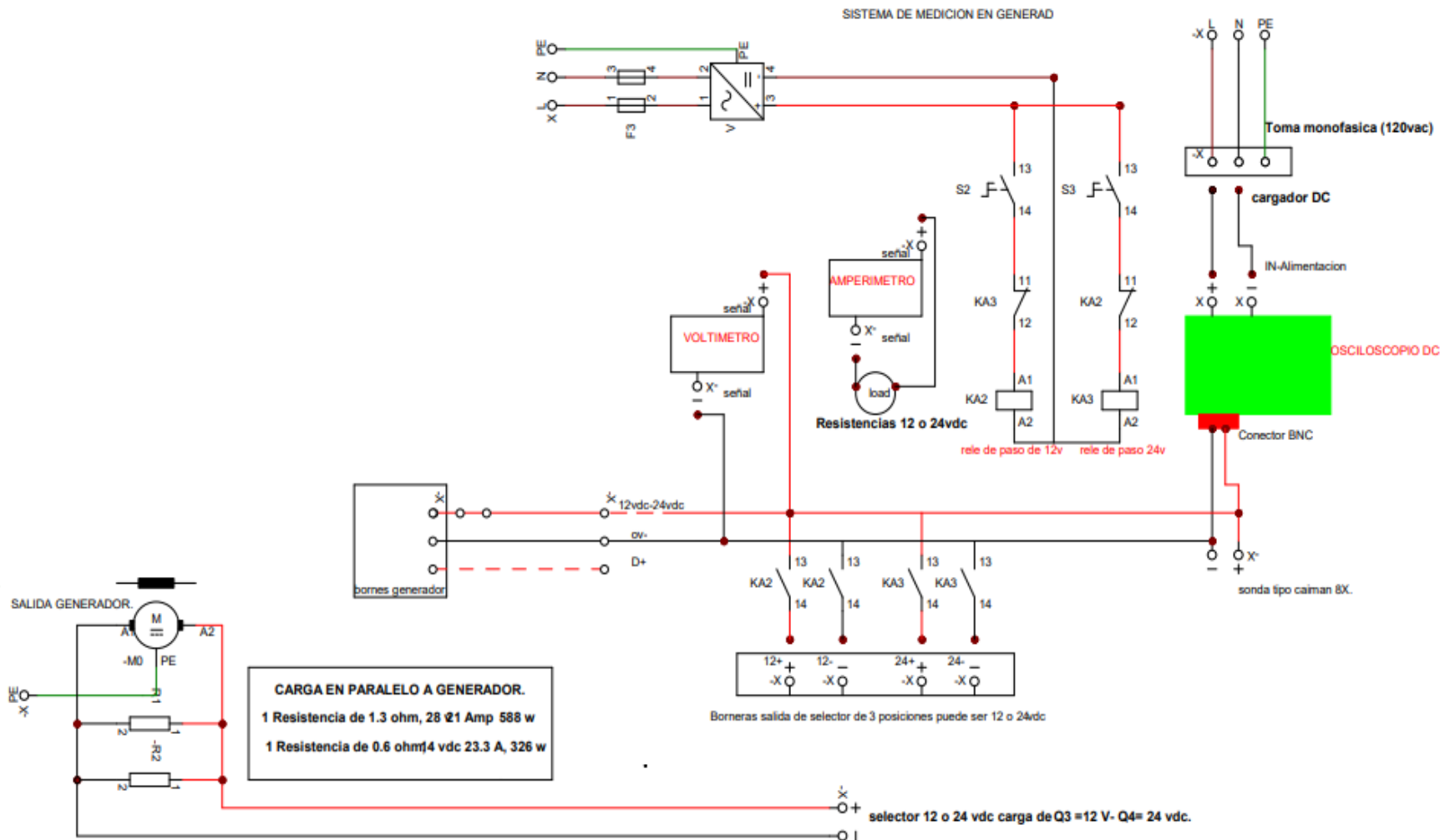
<b>Tasa de muestreo en tiempo real</b>	20MS/s
<b>Ancho de Banda Analógico</b>	5MHz
<b>Resolución</b>	2,4X320 de 2,4 pulgadas
<b>Almacenamiento interno</b>	16 MB
<b>Batería en Litio</b>	1200 mAh

Figura 3-26: osciloscopio.



Fuente: Electricosgenerales.com.

Figura 3-27: Plano eléctrico.

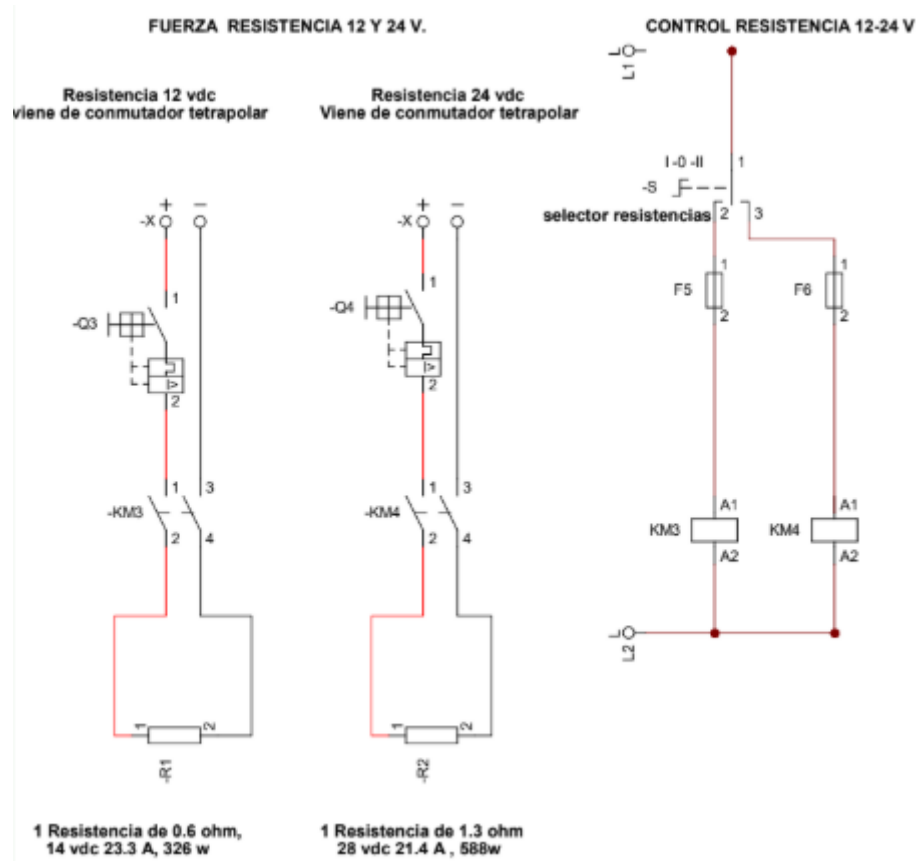


Fuente: Propia.



En el plano que se observa en la Figura 3-28 en la parte inferior del se muestra de manera esquemática la conexión en paralelo de las resistencias en 12 y 24 voltios, el detalle del control de accionamiento de las mismas se encuentra en el anexo E.

Figura 3-28: Plano eléctrico.



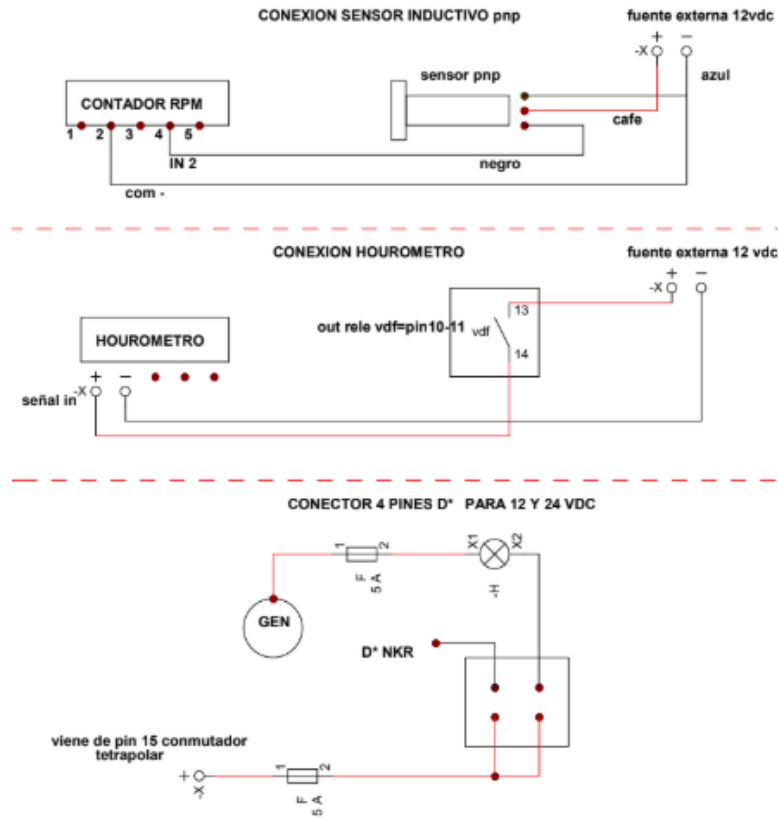
Fuente: Propia.

En el plano que se aprecia en la Figura 3-28 el diseño de fuerza de la carga eléctrica de 12 V y 24 V (DC) que para la inclusión en paralelo de las resistencias de 0,6 Ohm y 1,3 Ohm utiliza dos termomagnéticos monopoles (Q3 y Q4) los cuales con base en los valores de la tabla 9 y aplicando un factor de seguridad de 1,25 se seleccionan de 30 amperios.

Permitiendo la alimentación proveniente del conmutador tripolar (Figura 3-19) que alimenta (KM3 Figura 3-15) para 12 V y (KM4 Figura 3-15 para 24 V) estos contactores son de 30 amperios.

Dependiendo de la selección del interruptor de resistencias el cual alimenta (F5 2A) y (F6 2A) encargados de proteger la alimentación de 220 V (AC) de las bobinas del contactor (KM3 y KM4 Figura 3-15).

Figura 3-29: Plano eléctrico.



Fuente: Propia.

En la parte derecha del anexo E encontraremos el esquema eléctrico del contador de RPM (Ficha técnica Anexo N) el cual consiste en dos elementos:

Tabla 21: Características de contador

<b>Revoluciones Max</b>	10.000 rpm
<b>Modelo</b>	LR5N-B
<b>Estilos de Lectura</b>	R.P.M, R.P.S, Hz
<b>Batería</b>	De litio Incorporada

Figura 3-30: Contador.



Fuente: Propia.

Sensor PNP que se alimenta de la fuente regulada de 12 voltios y genera un pulso de 12 voltios que interpreta el contador como una revolución indicando así la velocidad de giro del motor impulsor.

Tabla 22: Características de sensor

<b>Voltaje de Operación</b>	8 V - 12 V
<b>Tipo</b>	PNP
<b>Cuerpo</b>	Cilindrico
<b>Rango de medicion</b>	5 - 9999 RPM
<b>Señal</b>	Hall PNP
<b>Objetos Detectados</b>	Magneticos
<b>Temperatura de oepracion</b>	0 A 50
<b>Respuesta de frecuencia</b>	100 HZ

Figura 3-31: Sensor.



Fuente: Propia.

En la parte intermedia se observa la conexión del horómetro proveniente de la salida del relé del variador de frecuencia por medio de una fuente externa regulada de 12 voltios, es vital en el banco puesto que nos da una variable de periodicidad para cálculo de rutinas de mantenimiento.

Para finalizar encontramos la distribución eléctrica de los conectores de 4 pines encargados de alimentar el alternador con todas las señales necesarias para las pruebas

Estos circuitos se llevaron a simulación en el software Cade Simu para la comprobación de funcionalidad.

### 3.2 Diseño del sistema hidroneumático.

En el desarrollo del proyecto y como parte fundamental para el cumplimiento del objetivo general y los específicos asociados se hace necesario el uso de una bomba que se ocupara de entregar el aceite a presión a la bomba de vacío garantizando así el funcionamiento adecuado de la misma durante la prueba, adicional se implementaran manómetros para medir la presión de aceite y la presión de aire de accionamiento de la bomba, al igual que el vacuómetro necesario para medir la presión negativa generada por la bomba de vacío del alternador.

Estos elementos de medición muestran y controlar las variables de funcionamiento que contribuirán al diagnóstico del alternador que se esté probando.

### 3.2.1 Selección de bomba hidráulica.

Los valores de presión que se consideraron para la compra de la bomba tienen como límite superior la presión del motor con valores más bajos. Es decir, para este caso se usaron los valores de los motores 4JB1 que usan los vehículos NKR que es de 56,9 PSI (según manual) en frío máxima presión para este tipo de motores), este valor es intermedio en el rango de presión de los demás motores los cuales son para NPR y NQR de 30 a 110 PSI.

Teniendo en cuenta lo anterior la bomba debía ser de mínimo 30 PSI con la posibilidad de variar la presión hasta 110 psi.

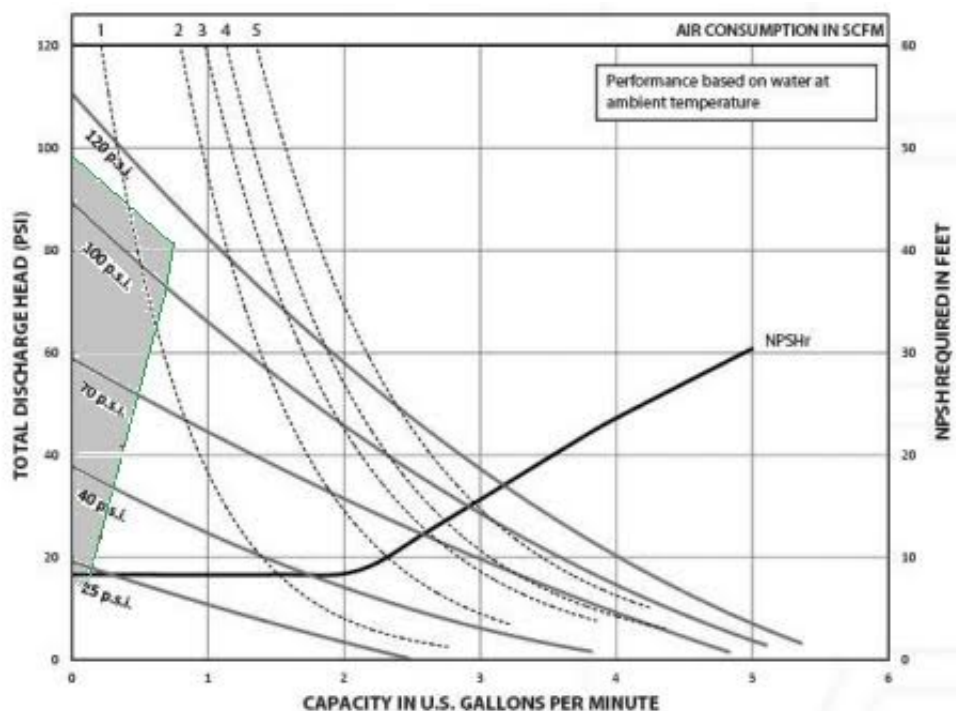
Para esta variable y teniendo en cuenta en principio el caudal que tenemos en el manual del motor 4JB1 que indica que el caudal es "lit (G) EE.UU/GB/min) 19.9 (5,3/4,4) es decir 1,2 galones por minuto a full carga.

Teniendo en cuenta las variables en mención y el fluido a mover se decide utilizar una bomba de diafragmas accionada por aire a presión, por las siguientes razones:

- Puedo variar la presión y el caudal en función a la presión de aire aplicada a la bomba.
- Al tener una relación cercana de 1 a 1 de aire vs aceite en cuanto a presión, entonces se puede variar la presión de aceite regulando la presión de aire por lo que para esta aplicación es adecuado, teniendo en cuenta el rango de presión que se manejan en función a la tipología de cada motor de los vehículos.
- La bomba es de fabricación nacional y existe fácil acceso a elementos de refacción con costos moderados.
- Es ideal para mover fluidos de baja viscosidad, como el que se empleará.
- Según los datos experimentales se establece la que la zona de trabajo de la bomba es la que se encuentra sombreada y delimitada con contorno verde, se puede atribuir la diferencia en el desempeño al uso del aceite multigrado de motor empleado para las pruebas lo que genera una disminución de la presión de funcionamiento de la bomba.
- La zona de trabajo de la bomba se encuentra en una zona primaria de desempeño es decir aceptable o de bajo trabajo, esto debido a que se manejan parámetros de presión de aire entre 0 y 110 psi y presiones de aceite entre 0 y 100 psi.



Figura 3-32: Curvas de operación de la bomba a trabajar.



Fuente: ARCO industrias.

### 3.2.2 Elementos que conforman el sistema hidráulico.

Los siguientes elementos son los necesarios para poder simular las condiciones de funcionamiento hidráulico establecido por el fabricante en cada uno de los vehículos:

- **Fluido:**

En la actualidad los vehículos de la empresa Gmovil SAS utilizan aceite Shell Rimula R5 LE 10W40, con la ventaja de tener condiciones de funcionamiento iguales se utiliza la misma referencia para todas las clases de vehículos presentes.

Manómetro de presión:

Se deja a la vista para conocer la presión de aceite que está entregando la bomba.

Figura 3-33: Manómetro.

<b>Presión de trabajo</b>	0 a 100 PSI
<b>Dimensiones</b>	2-1/2" 63mm
<b>Lente</b>	Policarbonato
<b>Conexión</b>	1/4 NPT Bronce



Fuente: ARCO industrias.

- **Bomba de aceite:**

Es la encargada de generar la presión que recibirá la bomba de vacío en los valores indicados para las pruebas de funcionamiento.

Figura 3-34: Bomba de aceite.



Fuente: ARCO industrias.

- **Ductos y tubería:**

En cuanto la tubería se respetó los diámetros ya utilizados en los vehículos que corresponden a mangueras de 3/8" para retorno y de 1/4 "para presión de aceite.

Se ocupan de llevar el aceite desde la bomba hacia el alternador para entregar la presión a la bomba de vacío; adicional llevan el fluido hasta el manómetro para realizar la verificación de la presión del mismo y a su vez se ocupan de retornar el aceite de nuevo al depósito.

Figura 3-35: Ductos de aceite.



Fuente: Propia.

- **Bomba de Vacío:**

En este caso y considerando el funcionamiento de la bomba de vacío del alternador considero pertinente mencionarla como elemento activo en el sistema hidráulico, puesto que el propósito es llevar a ella el aceite con la presión y caudal indicado para que se genere el vacío correspondiente por medio del funcionamiento de las paletas internas de la misma.

- **Vacuómetro:**

Con el propósito de establecer las condiciones de funcionamiento de la bomba se hace necesario medir el vacío que la misma genera, que debe estar en el rango de la especificación del manual.

Figura 3-36: Medidor de vacío

<b>Dial</b>	2 a 6"
<b>Rango</b>	-30 inHg a 0.
<b>Escala</b>	inHg /mmHg
<b>Conexión</b>	1/4 NPT Bronce



Fuente: ARCO industrias.

### 3.2.3 Neumática del banco.

El aire comprimido básicamente será usado para el accionamiento de la bomba y la regulación de la presión de aceite; este circuito contiene los siguientes elementos:

Regulador de presión: que se ocupa de regular la presión de ingreso de aire a la bomba.

Figura 3-37: Regulador de presión.

<b>Presión máxima</b>	0.95 Mpa / 137 PSI
<b>Flujo de aire</b>	550 L/min
<b>Rango presión</b>	0 – 137 PSI
<b>Conexión</b>	1/4 NPT



Fuente: Propia.

Manómetro de presión: Se deja a la vista para conocer la presión que se está suministrando.

Figura 3-38: Medidor de presión.

<b>Presión de trabajo</b>	0 a 100 PSI
<b>Dimensiones</b>	2-1/2" 63mm
<b>Lente</b>	Policarbonato
<b>Conexión</b>	1/4 NPT Bronce

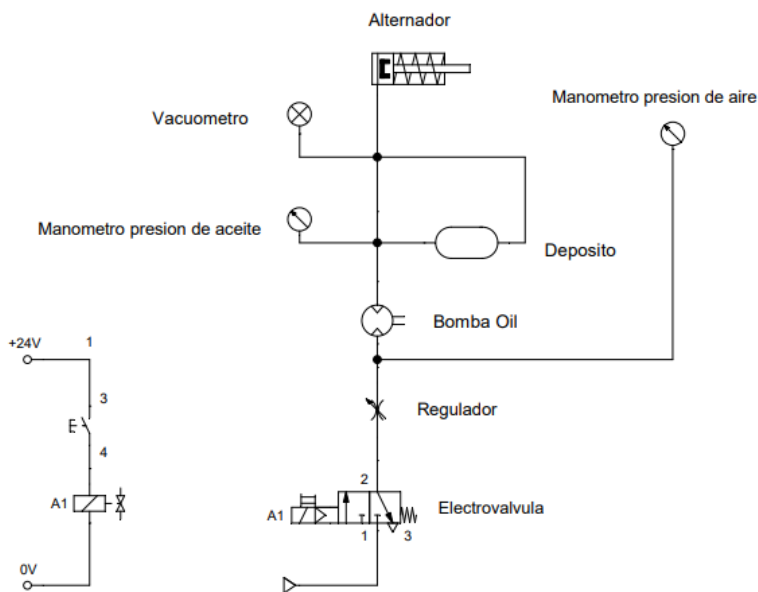


Fuente: Propia.

Electroválvula: Se hace necesario el uso de una electroválvula para el control de paso de aire en función de ciertas condiciones que se deben cumplir por temas de seguridad, como por ejemplo que no se suministra aire al sistema si no está el motor eléctrico en funcionamiento, o con la guarda abajo.

### 3.2.4 Plano neumático.

Figura 3-39: Plano neumático.



Fuente: Propia.

### 3.2.5 Selección de resistencias.

Con el propósito de realizar las pruebas necesarias para simular todas las condiciones de funcionamiento normal, se procede a medir en cada uno de los vehículos las cargas eléctricas de chasis y carrocería que se generan por concepto de accesorios eléctricos como lo son luces, ventiladores extractores entre otros, dando los siguientes resultados:

Tabla 23: Ley de Ohm

CONSUMOS REALES vs VALOR PARA PRUEBAS				
TIPOLOGIA	VOLTAJE NOMINAL (V)	CONSUMO EN AMPERIOS EN CAMPO	VALOR DE AJUSTE PARA PRUEBAS	VALOR PARA PRUEBAS
NPR	14	15	40%	21
NKR	14	15	40%	21
NQR	28	15	40%	21
VOLVO	28	16	35%	21,6
MERCEDES	28	16	35%	21,6

Fuente: Propia.

Para simular estos consumos se hace uso de dos resistencias tipo cartucho con las siguientes especificaciones:

Tabla 24: Ley de Ohm aplicada.

$V / I = R$			
TIPOLOGIA	VOLTAJE NOMINAL (V)	CONSUMO EN AMPERIOS (A)	RESISTENCIA EN ( $\Omega$ )
NQR	28	21	1,3
NPR	14	21	0,66
NKR	14	21	0,66

Fuente: Propia.

Para esto se usaron resistencias tipo cartucho de 19 mm de diametro y 400 mm de largo con el fin de generar un valor equivalente de carga en el sistema electrico del baco y de esta manera poder simular las cargas medidas con antelacion, cabe aclarar que en esta variable en especifico se hace alusion al funcionamiento habitual del alternador llevado a una condicion adversa puesto que no es habitual que se tengan todos los accesorios electricos encendidos en simultaneo.

NOTA: Para los cálculos de ambos alternadores se tiene en cuenta en voltaje de funcionamiento de los mismos es decir para 12 V se realiza el cálculo con 14 V y para 24 V con 28V.

Figura 3-40: Resistencia.



Fuente: ARCO industrias.

Datos para hallar resistencias de carga en paralelo para arranque de alternador a 12 y 24 VDC:

**Necesidad de consumo: 21 A en corriente directa para 14 VDC.**

Voltaje: 14 VDC

Resistencia: 0.6  $\Omega$

Para hallar corriente:  $V = I * R$

$$I = 14 \text{ V} / 0.7 \text{ } \Omega = 20 \text{ A}$$

Para hallar potencia: ley de watt:

$$P = I * V$$

$$P = 14 \text{ V} \times 20 \text{ A} = 280\text{W}.$$

**Para hallar consumo con resistencia a 24 VDC, necesidad de consumo 21 A.**

Voltaje: 28 VDC

Resistencia: 1.3 $\Omega$

Para hallar corriente:  $V = I * R$

$$I = 12.8 \text{ V} / 1,3 \text{ } \Omega = 21.5 \text{ A}$$

$$P = I * V$$

$$P = 28 \text{ V} \times 21.5 \text{ A} = 602 \text{ W}$$

### 3.3 Diseño de la estructura.

Para el diseño estructural del banco, se toma como base equipos ya fabricados en diversos países como estados unidos, chile, china entre otros, estos dispositivos que se encuentran en el mercado global están diseñados para alternadores de automotores, en este caso se planea implementar para vehículos del transporte público. Se realiza la respectiva recolección de información sobre datos técnicos, junto con sus principales aplicaciones, para llegar a obtener un adecuado diseño para un correcto funcionamiento. A continuación, se detalla la manera en que se realizó el diseño de la estructura conjuntamente encontraran los planos en el anexo B.

Se hace uso del software solidworks versión 2015, inicialmente el diseño consiste en la construcción de la estructura, haciendo uso de la herramienta croquis se plantean todas las dimensiones generales, se consideraron variables como:

Tabla 25: Dimensiones generales:

<b>Estatura del técnico</b>	1,64 m y 1,78 m
<b>Altura del banco</b>	1,6 m
<b>Ancho</b>	0,60 m + Ala
<b>Ala abatible</b>	0,30 m
<b>Ancho Total</b>	0,9 m
<b>Profundidad</b>	0,7 m

Fuente: Propia.

Se procede a calcular los esfuerzos sobre el mecanismo tensor:

Módulo de Young =  $2.2 \cdot 10^5$  Mpa

Torque del motor

$$T = \frac{1.8HP(7016.8)}{3350} = 3.77Nm$$

Esfuerzo cortante en el eje del motor

Diámetro=30mm

$$\tau = \frac{TD}{\frac{\pi D^4}{16}} = \frac{3.77Nm(0.03m)}{\frac{\pi(0.03m)^4}{16}} = 711126.2Pa$$

$$FS = \frac{2.2 \cdot 10^{11}Pa}{711126.2Pa} = 309368$$

Fuerza en la polea

Radio de la polea = 30mm

$$F = \frac{T}{r} = \frac{3.77Nm}{0.03m} = 125.7N$$

### **Esfuerzo cortante sobre el pasador inferior**

Ángulo entre la correa y la base =  $2^\circ$

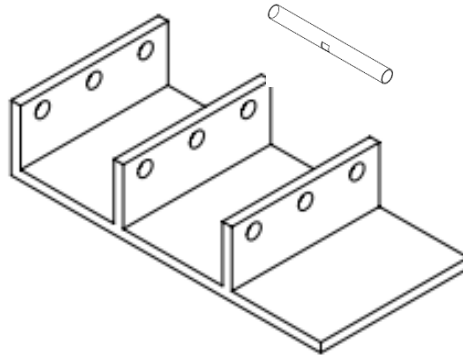
Fuerza en el pasador=  $125.7N \cos(2^\circ) = 125.6N$

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{125.6N}{\pi(0.0046m)^2} = 1.76Pa$$



$$FS = \frac{2.2 * 10^{11} Pa}{1.76 Pa} = 1.25 * 10^{11}$$

Figura 3-41: Base de sujeción alternador con pasador.



Fuente: Propia.

### **Esfuerzo cortante sobre el pasador del tensor**

Ángulo entre la correa y la base = 15°

Fuerza en el pasador =  $125.7N \cos(15^\circ) = 121.4N$

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{121.4N}{\pi(0.0079m)^2} = 0.61 Pa$$

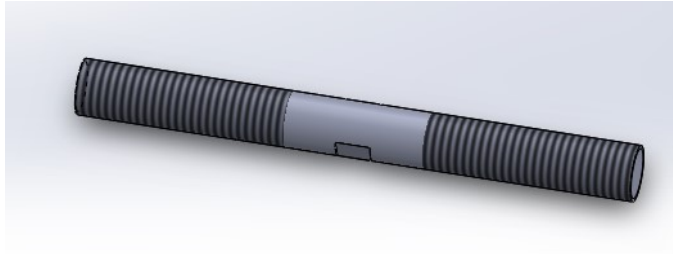
$$FS = \frac{2.2 * 10^{11} Pa}{0.61 Pa} = 3.6 * 10^{11}$$

### **Esfuerzo normal sobre la barra del tensor**

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{121.4N}{\pi(0.007m)^2} = 0.79 Pa$$

$$FS = \frac{2.2 * 10^{11} Pa}{0.79 Pa} = 2.78 * 10^{11}$$

Figura 3-42: Diseño de eje.



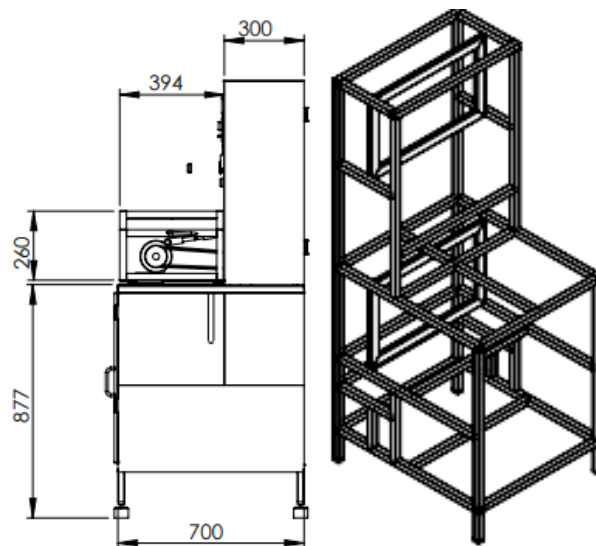
Fuente: Propia.

El diseño del mecanismo de tensión es resistente a las cargas a las que será sometido ya que los factores de seguridad son suficientes y superiores a lo esperado.

Para la parte superior del banco, en la cual se va a ubicar y soportar el alternador, el motor y el tensor se usó una lámina de espesor de 3/16 pulgadas (0.0047 m) esto con la finalidad de otorgarle mayor rigidez ya que en la implementación se deben soldar platinas y accesorios de las guardas, permitiendo así una mayor estabilidad y soporte.

Posteriormente de realizado el croquis se hace uso de la operación de tubo estructural la cual nos permite crear perfiles de pieza soldada propios para utilizar, al crear miembros estructurales. Se crea el perfil como una pieza de operación de biblioteca y luego se archiva en una ubicación definida para que su selección esté disponible. En este caso se utilizó tubo cuadrado de 1 pulgada (0.0254 m) calibre 16 referencia HR.

Figura 3-43: Diseño estructura de soporte.



Fuente: Propia.

Después de definido el tubo y el calibre a trabajar para la estructura se revisó el diseño en las esquinas para que no se interceptará ninguna operación, luego se hicieron los cortes respectivos.

Para adaptar las láminas y los entrepaños se realiza con la implementación de la operación chapa metálica la cual se permite crear diseños de piezas de chapa metálica más rápido y agilizar el proceso de diseño. Al crear un dibujo de una pieza de chapa metálica, se crea automáticamente una chapa desplegada. Para las puertas traseras del banco se utilizó lo mismo la operación de chapa metálica de aristas, pero pues en este caso se utiliza un calibre 18.

Para realizar el soporte del alternador se usó platina de 0.5 pulgada (0.0127 m) por 1 ½ media pulgada (0.0381 m) y varilla roscada de 5/8 de pulgada (0.015875 m) para hacer la parte del tensor y accesorios de agarre. Para el alternador se usaron dos tipos de accesorios ya que se puede adaptar dos tipos de referencia de alternadores.

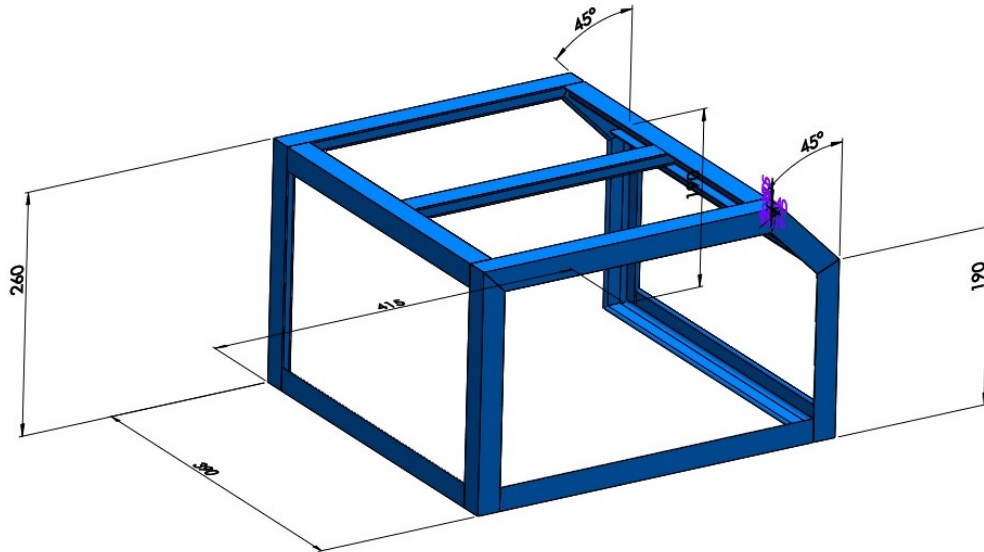
Figura 3-44: Acoples



Fuente: Propia.

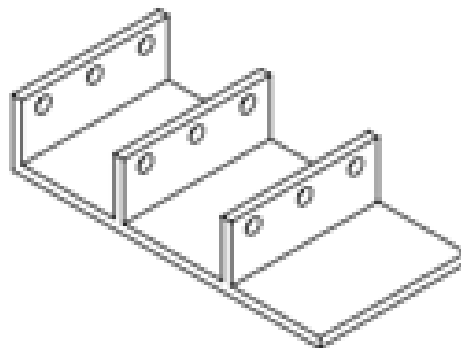
En la guarda se utilizó platina de 1 ½ media pulgada (0.0381 m) por 3/16 de pulgada (0.0047625 m) y ángulo estructural aclarando que se realizó un ensamble, no se hizo como independientes, pero se hizo usó del croquis 3D para hacer la parte de la estructura en ángulo y los refuerzo se hicieron como pisos independientes y después se ejecutó un ensamble.

Figura 3-45: Diseño guarda de seguridad para alternador.



Fuente: Propia.

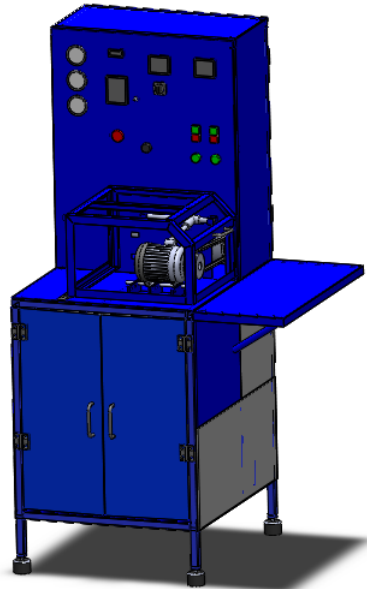
Figura 3-46: Diseño base de sujeción para alternador.



Fuente: Propia.

Una vez diseñados todos los elementos que componen el banco, el siguiente paso es realizar el ensamble, allí se puede apreciar una visión más específica del modelo de la estructura y de la forma que está realizada, la cual se puede apreciar en la Figura 3-47.

Figura 3-47: Diseño estructural banco de prueba para alternadores.



Fuente: Propia.

### 3.4 Análisis Estático.

Un análisis estático consiste en aplicar cargas a un sólido, el sólido se deforma y el efecto de las cargas se transmite a través del sólido. Las cargas externas inducen fuerzas internas y reacciones para renderizar el sólido a un estado de equilibrio. El análisis estático lineal calcula los desplazamientos, las deformaciones unitarias, las tensiones y las fuerzas de reacción bajo el efecto de cargas aplicadas.

El análisis estático lineal realiza las siguientes suposiciones:

Suposición estática: Todas las cargas se aplican lenta y gradualmente hasta que alcanzan sus magnitudes completas. A continuación, las cargas permanecen constantes (sin variación en el tiempo). Esta suposición nos permite ignorar las fuerzas inerciales y de amortiguación debido a pequeñas aceleraciones y velocidades poco significativas.

Las cargas que varían con el tiempo y que inducen fuerzas inerciales y/o de amortiguaciones significativas pueden garantizar el análisis dinámico. Las cargas dinámicas cambian con el tiempo y en muchos casos inducen fuerzas inerciales y de amortiguación considerables que no pueden ser descuidadas.

A continuación, se muestra el análisis estático obtenido:

Figura 3-48: Propiedades físicas del material.

Material	Acero, suave
Densidad	0,283599 lbmasa/in <sup>3</sup>
Masa	76,4492 lbmasa
Área	4398020 mm <sup>2</sup>
Volumen	4417420 mm <sup>3</sup>
Centro de gravedad	x=71,2279 mm y=-93,7105 mm z=-0,0153974 mm

Fuente: Propia.

Figura 3-49: Material estructural.

Material	Acero, suave
Densidad	0,283599 lbmasa/in <sup>3</sup>
Masa	76,4492 lbmasa
Área	4398020 mm <sup>2</sup>
Volumen	4417420 mm <sup>3</sup>
Centro de gravedad	x=71,2279 mm y=-93,7105 mm z=-0,0153974 mm

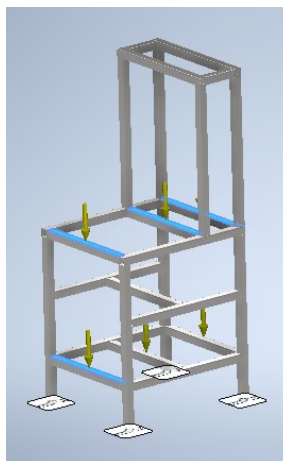
Fuente: Propia.

Figura 3-50: Fuerza aplicada 1.

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	157,366 librafuerza
Vector X	0,000 librafuerza
Vector Y	-157,366 librafuerza
Vector Z	0,000 librafuerza

Fuente: Propia.

Figura 3-51: Análisis en cara seleccionada.



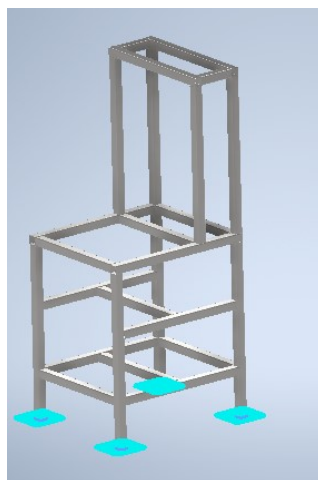
Fuente: Propia.

Se realiza el analisis de con las cargas que se muestran en la figura

Figura 3-52: Fuerza aplicada 2.

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	157,366 librafuerza
Vector X	-0,000 librafuerza
Vector Y	-157,366 librafuerza
Vector Z	-0,000 librafuerza

Figura 3-53: Restricción fija a aplicar.



Fuente: Propia.

Se parte de la condicion que el quipo esta fijo en el suelo.

### 3.5 Resultados de análisis estático.

Fuerza y pares de reacción en restricciones

Figura 3-54: Fuerzas en reacciones.

Nombre de la restricción	Fuerza de reacción		Pares de reacción	
	Magnitud	Componente (X, Y, Z)	Magnitud	Componente (X, Y, Z)
Restricción fija:1	314,732 librafuerza	0 librafuerza	63,0549 librafuerza pie	0 librafuerza pie
		314,732 librafuerza		0 librafuerza pie
		0 librafuerza		63,0549 librafuerza pie

Fuente: Propia.

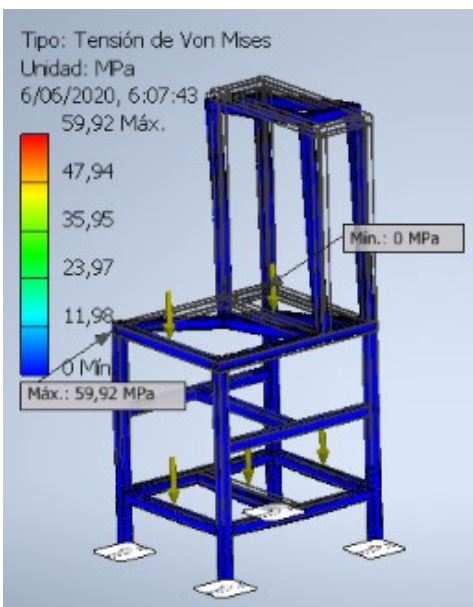
Figura 3-55: Resultados de análisis estático.

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	4417420 mm <sup>3</sup>	
Masa	76,4492 lbmasa	
Tensión de Von Mises	0,000713868 MPa	59,9204 MPa
Primera tensión principal	-11,9522 MPa	53,0271 MPa
Tercera tensión principal	-40,6705 MPa	6,45613 MPa
Desplazamiento	0 mm	0,690195 mm
Coficiente de seguridad	3,45458 su	15 su
Tensión XX	-19,1337 MPa	18,561 MPa
Tensión XY	-14,8562 MPa	14,517 MPa
Tensión XZ	-11,5407 MPa	13,46 MPa
Tensión YY	-34,9917 MPa	43,2936 MPa
Tensión YZ	-13,2991 MPa	19,3137 MPa
Tensión ZZ	-37,1589 MPa	28,8004 MPa
Desplazamiento X	-0,00284551 mm	0,301987 mm
Desplazamiento Y	-0,418439 mm	0,0185917 mm
Desplazamiento Z	-0,507145 mm	0,00360016 mm
Deformación equivalente	0,00000000277655 su	0,000232665 su
Primera deformación principal	-0,00000644214 su	0,0002357 su
Tercera deformación principal	-0,000177798 su	0,00000338064 su
Deformación XX	-0,0000713155 su	0,0000873064 su
Deformación XY	-0,0000860986 su	0,0000841329 su
Deformación XZ	-0,0000668836 su	0,0000780068 su
Deformación YY	-0,000142328 su	0,000204687 su
Deformación YZ	-0,0000770742 su	0,000111932 su
Deformación ZZ	-0,000157447 su	0,000110277 su
Presión de contacto	0 MPa	122,88 MPa
Presión de contacto X	-64,4004 MPa	53,088 MPa
Presión de contacto Y	-88,6016 MPa	121,921 MPa
Presión de contacto Z	-34,2432 MPa	32,3108 MPa

Fuente: Propia



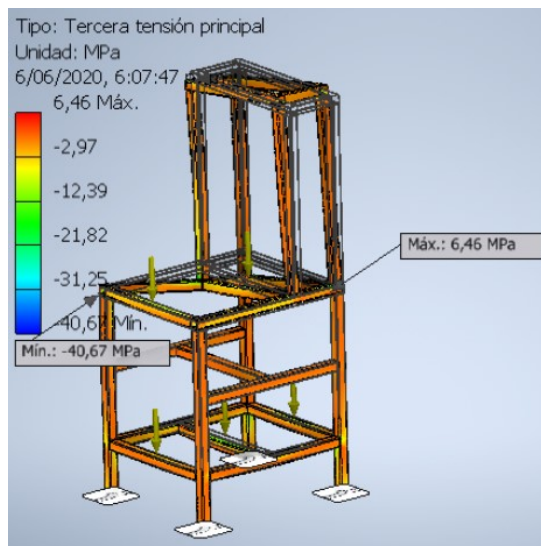
Figura 3-56: Tensión de Von Mises.



Fuente: Propia.

El esfuerzo maximo combinado es de 59,92 Mpa

Figura 3-57: Tensión principal.



Fuente: Propia.

El maximo esfuerzo normal es de 6,46 Mpa y es permisible ya que el modulo de young del material es de  $2.2 \cdot 10^5$  Mpa.

## 4. CONSTRUCCIÓN DE BANCO DE PRUEBAS PARA PUESTA A PUNTO DE ALTERNADORES.

En la construcción de la estructura se tuvieron en cuenta variables como ergonomía para el operario que lo va a manipular, distribución de espacios para la clara lectura de cada uno de los indicadores, materiales robustos para los puntos críticos y de anclaje entre otros.

### 4.1 Construcción de estructura.

- **Estructura:**

Para el diseño de la estructura se usó tubo cuadrado HR (Hot Rolled) de 1" calibre 16 (1,58 mm) con refuerzos en la parte de los entrepaños con el fin de dar soporte al peso de la bomba de aceite junto con el depósito lleno en la parte superior y las dos baterías en la parte inferior, como se puede apreciar en la siguiente Figura.

Figura 4-1: Construcción de banco de pruebas para alternadores.



Fuente: Propia.

La pregunta que se realizó en ese momento ¿de qué material hacer el banco? Se decidió que este debería ser construido con materiales existentes en el mercado local, debido a que el peso de los componentes realmente no es mayor de los 100 Kg, una combinación de tubo cuadrado en hierro dulce y angulares podría resistir con facilidad (con un  $\sigma_y$  mínimo de 200 Mpa para el hierro dulce<sup>1</sup>);

Además, el diseño del banco con elementos entrelazados con soldadura y poca luz entre apoyos, aseguraba la resistencia del banco. Por lo tanto, el banco debería ser capaz de tener el espacio suficiente para albergar todos los elementos constitutivos del banco tales como el motor eléctrico, variador de frecuencia, contactores, resistencias, etc.

Figura 4-2: Montaje de alternador.



Fuente: Propia.

Se usa tubo cuadrado HR de 1" calibre 16 principalmente por dos razones:

Es a nivel de costos el más asequible puesto que la otra opción que es el inoxidable cuesta el triple y no amerita el uso del mismo puesto que el banco va a estar resguardado.

Hace alusión a la forma y calibre del tubo puesto que al ser cuadrado da terminación exacta en cada una de las aristas del mismo y es de fácil ensamblaje, adicional se usa calibre 16 ya que este espesor permite generar juntas de soldaduras resistentes.

De la misma forma se instalan soportes en el habitáculo posterior del banco para sostener los componentes eléctricos, los soportes se fabrican en tubo de 1 ½" \* 3/4" calibre 16 uno en la parte superior.

El siguiente elemento a tratar fue el elemento que proporcionaría la potencia al alternador y la manera en la que debía entregar esa potencia al momento de la prueba. Se pensó entonces que colocar un motor de 1,8 HP, como fuente de potencia, con esto el banco estaría dimensionado para poder proporcionar potencia para modificaciones de carga futuras.

Sin embargo, la variedad de poleas existente en la transmisión de fuerza a los alternadores en un vehículo es variada, por lo que se buscaron las poleas más comunes y se diseñó con la ayuda del departamento de SolidWorks una sola polea la cual estaría acoplada al motor y permitiría cierta variedad de tipos de fajas. En la figura 4-3, se muestra la polea acoplada al motor.

Figura 4-3: Motor eléctrico.



Fuente: Propia.

La placa que sirve de soporte para el apoyo de tensión de la parte del alternador, el motor y base para las baterías es de calibre 3/16 considerando los esfuerzos a los que se verán sometidos por razón del peso que se aplican sobre las mismas.

Para la guarda de seguridad se empleó Angulo para la estructura de 1 ½ \* 1/8 HR con contornos de platina de 1 ½ \* 1/8 y acrílico traslucido de 4 mm de espesor para poder visualizar el funcionamiento del alternador que se tiene en proceso de prueba.

Figura 4-4: Ensamble motor eléctrico.



Fuente: Propia.

En los costados encontraremos lámina perforada para proporcionar ventilación al interior del banco, como se aprecia en la Figura 4-5. Para los pies del banco se utilizan niveladores de 3/8 con base en caucho para que absorba las vibraciones inherentes al funcionamiento del banco. Para las puertas y el tablero se utiliza lamina HR calibre 16.

Se usa soldadura dieléctrica 70-13 debido a que este material tiene componentes de carbono este electrodo es idóneo para la labor.

Figura 4-5: Ensamble estructura.



Fuente: Propia.

Se realiza pintura electrostática debido al tipo de trabajo al que se va a ver sometido.

Figura 4-6: Estructura base para banco de pruebas para alternadores.



Fuente: Propia.

## 4.2 Implementación del sistema eléctrico.

En el tablero de mando es donde irán conectados todos los circuitos eléctricos del banco de pruebas. Además, en el deberemos contar con un medidor de voltaje o voltímetro que nos permita conocer en todo instante de la prueba, el valor del voltaje que hay en el circuito de carga una vez se ha iniciado la prueba, también contaremos con un amperímetro que nos indique el valor de la corriente existente en el circuito, para determinar así las condiciones en las que se encuentra el alternador.

El tablero consta de elementos como transformador, motor trifásico, variador de velocidad del motor, potenciómetro, voltímetro, amperímetro, tacómetro digital, switch, selectores, pulsador, breaker y luz piloto.

Figura 4-7: Conexión de componentes eléctricos.



Fuente: Propia.

Con base al diagrama del cableado de los anexos B, C,D y E, se realiza las interconexiones eléctricas de protección del banco, adicionalmente se ubican los instrumentos de medida como voltímetro y amperímetro.

En la Figura 4-8, se muestra una la conexión real, mediante el cual se indica los parámetros a obtener en las pruebas a realizar mediciones de voltaje y corriente del generador, voltaje y corriente en las bobinas del alternador.

Figura 4-8: Ensamble final de componentes eléctricos.



Fuente: Propia.



### 4.3 Implementación del sistema hidroneumático.

En algunos vehículos la provisión de vacío se garantiza a través de un depresor o bomba de vacío, cuyo principio de funcionamiento es con base en una bomba de paletas accionada por el eje propio del alternador. Dicho dispositivo es lubricado con aceite de motor y opera dentro de un rango desde 30 hasta 60 PSI, en donde el valor inferior es el mínimo admisible para vehículos tipo NPR y el máximo admisible para vehículos NKR. La bomba de diafragma al tener varias paletas, tiene la ventaja de no evidenciar oscilaciones de flujo siendo por ende continuo.

Dicho sistema cuenta además con un depósito de aceite, el cual contiene una manguera de alimentación con destino hacia la succión de la bomba, dicho elemento es de medida 3/8 de pulgada y en su final yace un manómetro que registra la presión suministrada.

Figura 4-9: Sistema hidroneumático.



Fuente: Propia.

Como se puede apreciar en la Figura anterior el sistema cuenta a la salida del tanque con una bifurcación en bronce la cual se encarga de derivar la presión hacia el manómetro, se aclara que las mangueras están sujetas por medio de un tornillo barrenado.

La fuente de alimentación de la bomba es el aire el cual se obtiene del sistema de aire comprimido de la empresa, este se encarga de accionar la bomba a través de una

electroválvula la cual está conectada por medio de acoples rápidos y cuenta además con un regulador que permite variar el suministro hacia la bomba.

La electroválvula que se ocupa de comandar el encendido y apagado de la bomba de aceite es accionada por medio del interruptor que se ubica en el panel frontal, como se evidencia en la Figura 4-9, y en el momento que esta se energiza realiza apertura de aire comprimido la cual genera el accionamiento de la bomba de diafragma donde inicia el suministro hidráulico.

#### 4.4 Acondicionamiento de resistencias.

Se realiza el acondicionamiento de las resistencias, cuyo proposito consiste en generar una carga adicional al alternador, dicha carga se da en proporcion a los consumos que generen los vehiculos, teniendo como referencia que un tipo NKR encendido tiene un rango de oscilacion entre 13 y 15 amperios , para referencias Volvo y Atego se ubican entre 15 y 17 amperios. Las resistencias, como se evidencio en el capitulo 3 numeral 5 se calcularon para que el alternador tenga capacidad de inducir 21 amperios.

Como se puede evidenciar en el anexo D, las resistencias se ubican entre las coordenadas A1 y la D8, donde se observa la finalidad de generar carga electrica al generador, ademas se observa en la Figura 4-10.

Figura 4-10: Resistencia.



Fuente: Propia.

Para la instalación de las resistencias se hace uso de ladrillo refractario el cual facilita la sujeción.

## 5. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

El propósito del siguiente manual es esclarecer el adecuado uso del banco de prueba para puesta a punto de alternadores y bombas de vacío de vehículos Isuzu construido para la empresa Gmovil SAS, adicional especificar normas básicas exigibles para evitar accidentes laborales en el uso del mismo.

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 que para este caso aplica:

- Protectores auditivos anatómicos. Pueden ser elaborados en polímeros o en silicona. Son de inserción.
- 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 está en la tabla 10.

Tabla 26: Condiciones de seguridad.

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

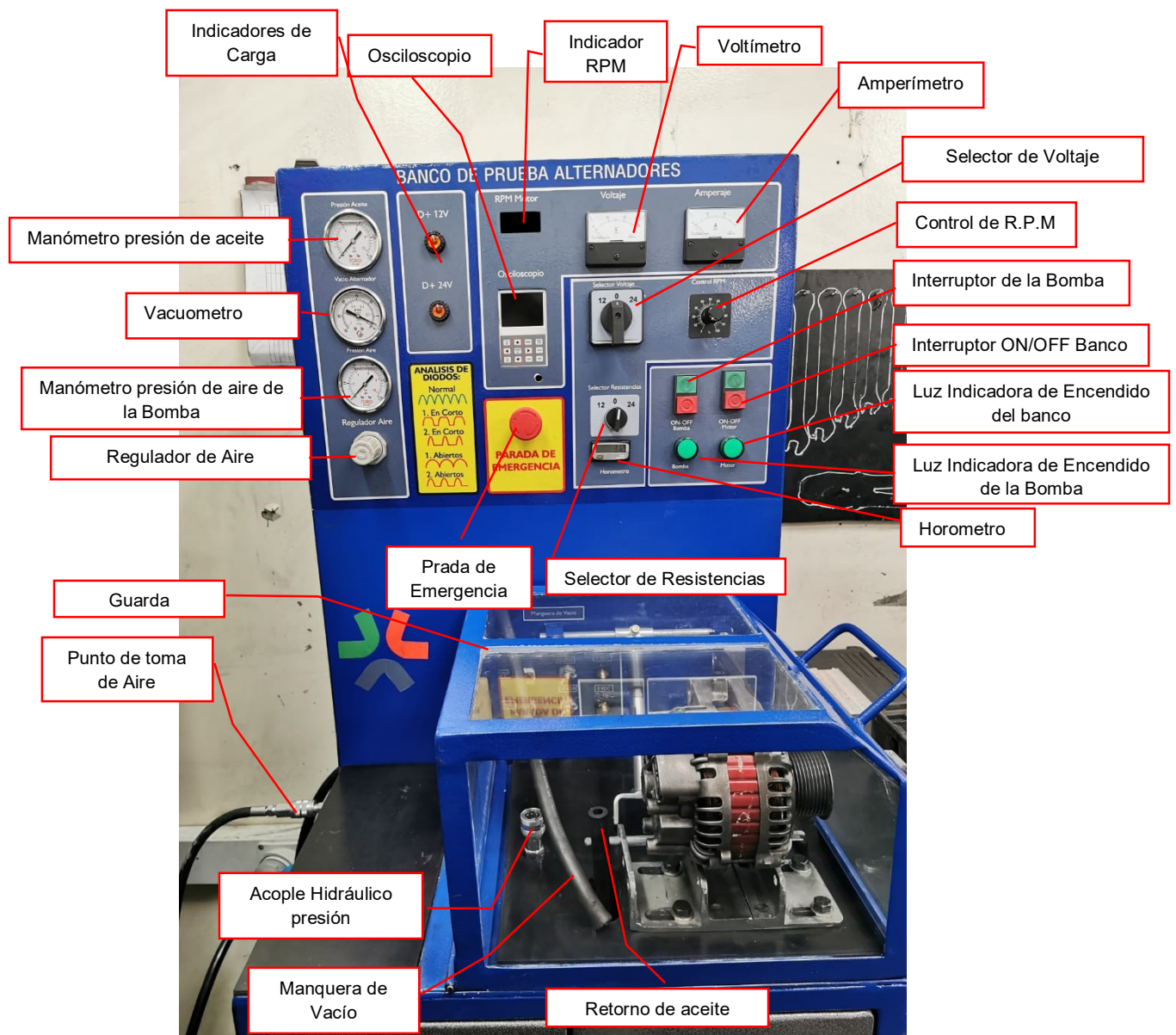
Fuente: Norma técnica colombiana. Higiene y seguridad. Colores y señales de seguridad. NTC 1461. 1987

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 cuanto los voltajes nominales de operación del alternador a probar para evitar daños en los mismos por sobre tensiones.

Inspeccionar estado del banco de pruebas, como las conexiones a la batería, conexiones correctas a la bomba de vacío, etc.

Figura 5-1: Banco de pruebas para alternadores.



Fuente: Propia

## 5.1 Prueba de alternadores sin bomba de vacío.

### 5.1.1 Instalación del alternador en banco

Paso 1: Ubicarse frente a la bancada para alternadores.

Figura 5-2: Banco de prueba para alternadores.



Fuente: Propia

Paso 2: Con la Guarda de seguridad levantada asegúrese que el control de RPM se encuentre en cero y el interruptor de selección de voltaje en la posición "0" esta condición debe garantizarse para evitar cortos circuitos y/o accidentes en el momento de instalación del alternador, como se muestra a continuación:

Figura 5-3: Selector de voltaje y control RPM.



Fuente: Propia

Paso 3: Instalar el alternador en el sujetador y fíjelo por medio del pasado en el espacio que considere pertinente de acuerdo al tamaño del alternador, se sugiere empezar por las posiciones centrales del sujetador para poder encontrar el punto idóneo de sujeción en función a la posición de la correa.

Figura 5-4: Alternador.



Fuente: Propia

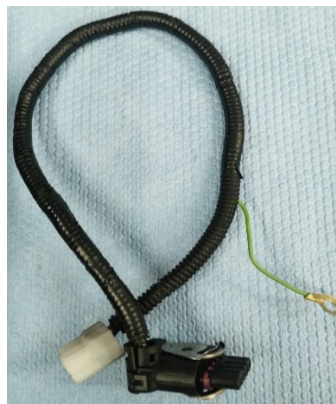
Paso 4: Con la Guarda de seguridad levantada instale los accesorios de tensión (Cables de poder y Arnes de señales) dependiendo el alternador que este probando y proceda a conectar las bananas del osciloscopio según corresponda el código de color tenga presente la ubicación de las conexiones de 12 y 24 voltios.

Figura 5-5: Ubicación de señales.



Fuente: Propia

Figura 5-6: Cable señales Volvo.



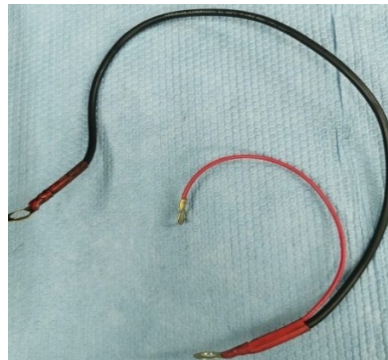
Fuente: Propia

Figura 5-7: Ubicación de señales.



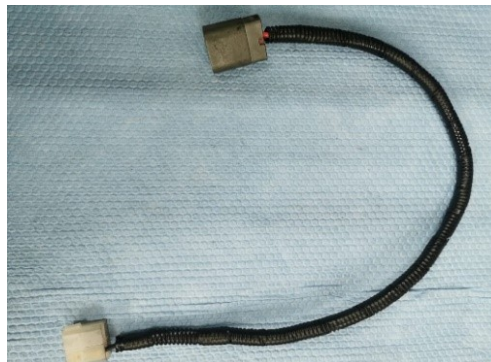
Fuente: Propia

Figura 5-8: Cable de poder positivo.



Fuente: Propia

Figura 5-9: Cable de señales de NPR y NQR.



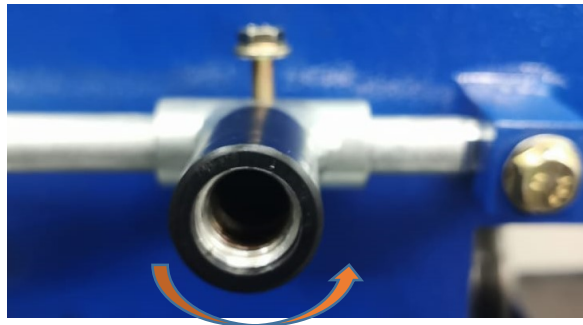
Fuente: Propia

Paso 5: Para alternadores volvo y Mercedes Benz utilice el adaptador tipo horquilla y el tornillo de 14,2 Cm junto con el pasador y el pin R, tenga presente que la punta anclada al adaptador de tensión es de rosca izquierda por ende se debe girar en el sentido contrario de las manecillas del reloj para enroscarla en el adaptador de tensión, **en todos los casos se debe colocar el pin R para evitar que el pasador se salga de su alojamiento por efecto de la vibración.**

Figura 5-10: Kit de tensión para alternador.

**Kit de Tensión Alternador Volvo y Atego Izquierda**

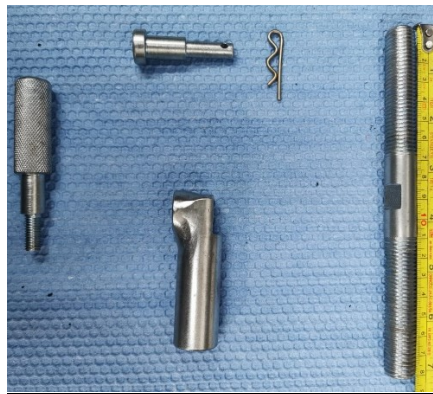
**Adaptador de tensión de rosca izquierda**



Fuente: Propia

Paso 6: Si se trata de alternadores NPR o NQR utilice el adaptador de punta barrenada con el pasador adjunto, y el tornillo de 18 Cm, **en todos los casos se debe colocar el pin R para evitar que el pasador se salga de su alojamiento por efecto de la vibración.**

Figura 5-11: Kit de tensión alternadores NKR, NPR, NQR.

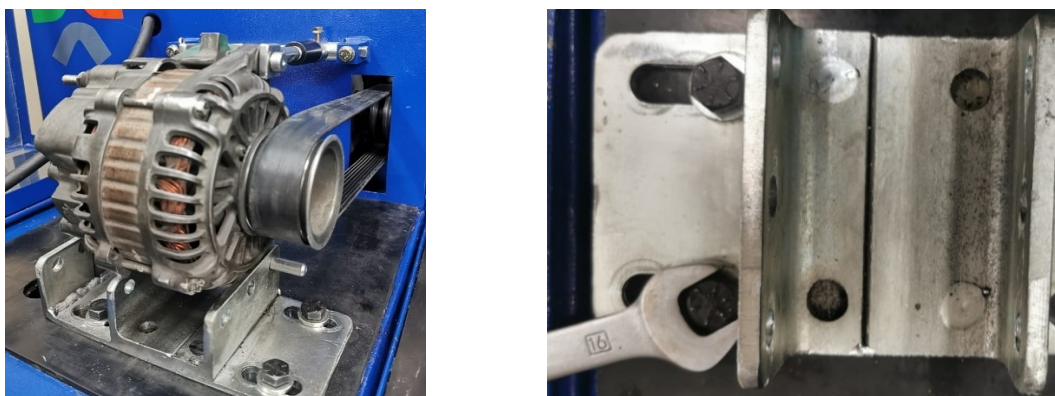


Fuente: Propia



Paso 7: Con la Guarda de seguridad levantada valide la alineación de la correa del alternador con respecto al motor garantizando distancias prudentes entre la correa y las paredes del tablero. Observe la correa desde a una distancia de 50 cm del alternador proyectando la mirada hacia el motor impulsor y referenciándola con el alternador para evidenciar desviaciones de la correa si es así corríjalas desplazando el alternador sobre el pasador inferior; si aun así no es posible corregir suelte la base del sujetador con una llave de 16 mm para poder desplazar el mismo sobre las correderas de acuerdo a la necesidad.

Figura 5-12: Alineación de correa.



Fuente: Propia

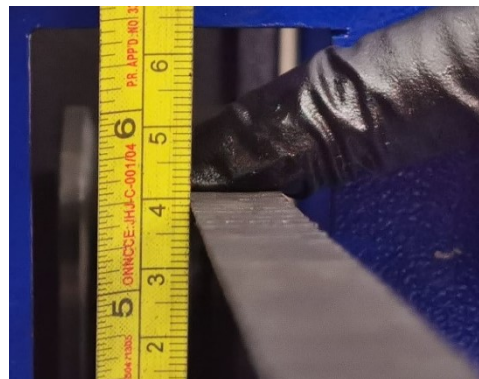
Paso 8: Posterior a la validación de la alineación de la correa aplique torque sobre tres tornillos prisioneros del sistema de tensión. Paso seguido gire el tornillo tensor en sentido horario, para esto el tornillo está dotado de un cuadrante que puede girar utilizando una llave de 13 mm realice esta operación hasta que encuentre una deflexión en la parte central de la correa de 4 mm.

Figura 5-13: Deflexión de correa.

**Correa en estado tensionada**

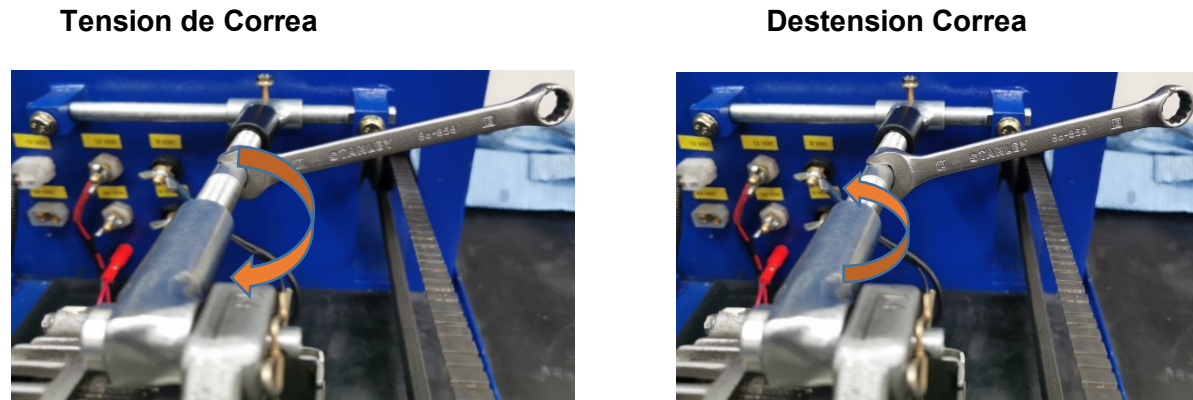


**Deflexion de la correa**



Fuente: Propia.

Figura 5-14: Tensión de correa.



Fuente: Propia

### 5.1.2 Pruebas eléctricas sobre el alternador sin bomba de vacío.

Luego de Realizar la instalación del alternador sobre el sujetador, tensionar y ubicar la correa de manera correcta y asegurar todo de acuerdo a las indicaciones dadas en el aparatado anterior procederemos con las pruebas eléctricas para esto tenga en cuenta los siguientes pasos:

Paso 1: Con la Guarda de seguridad levantada pulse el interruptor del motor en la posición de encendido y espere que cargue el variador (5 segundos).

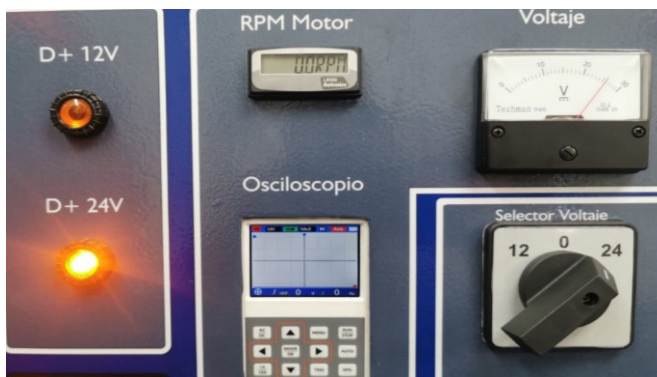
Figura 5-15: Ubicación de interruptor.



Fuente: Propia

Paso 2: Con la Guarda de seguridad levantada gire el interruptor “selector de voltaje” al valor de voltaje del alternador en prueba y valide la lectura en el voltímetro si escogió 12 voltios el testigo ámbar D+ 12V debe estar encendido. Si por el contrario el alternador en prueba es de 24 V, al seleccionar esta escala de voltaje con el selector el testigo que debe encenderse será entonces el D+ 24V.

Figura 5-16: Ubicación selector de voltaje.

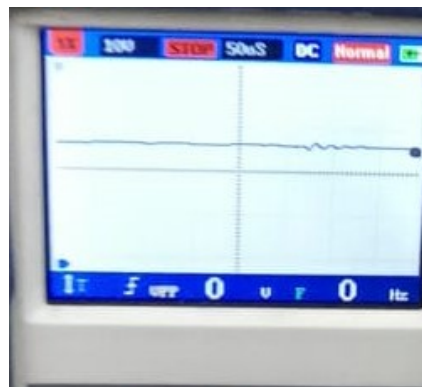


Fuente: Propia

Paso 3: Proceda a bajar la guarda de seguridad, luego proceda a Incrementar la Frecuencia de giro hasta las revoluciones indicadas en la siguiente tabla teniendo en cuenta el tipo de alternador que se está probando, cuando fije las RPM valide el voltaje de carga y que el testigo D+ se apague.

Paso 4: Seleccione el modo de funcionamiento del osciloscopio para poder evidenciar la forma de la onda generada por el puente rectificador, compárelo con el grafico plasmado en el tablero para conocer la condición del mismo, la gráfica del osciloscopio es para temas netamente cuantitativos y sirve como apoyo para el diagnóstico del mismo.

Figura 5-17: Señales de osciloscopio.



Fuente: Propia

Paso 5: Aplique carga al alternador seleccionando el voltaje de funcionamiento del alternador con la perilla “selector de resistencias”, esta prueba se debe llevar a cabo por **máximo 40 segundos** ya que de realizarla por tiempo prolongado se corre el riesgo del daño de las resistencias internas del banco por sobre temperatura, en el proceso de aplicación de carga eléctrica “durante los 40 segundos” observe el indicador de amperaje con el fin de identificar caídas de lectura de corriente, en simultaneo monitoree el comportamiento del voltaje con el fin de identificar fallos internos en el alternador.

Figura 5-18: Selector de resistencias.



Fuente: Propia

Paso 6: Retire la carga eléctrica aplicada anteriormente y observe la recuperación del voltaje.

Paso 7: Regrese la perilla de control de RPM a cero

Paso 8: Pulse el interruptor de apagado de motor y proceda a levantar la guarda para realizar el desmonte del alternador.

Paso 9: Limpie y ordene el banco.

## 5.2 Prueba en alternadores con bomba de vacío.

El banco de pruebas cuenta con una bomba de diafragmas que permitirá generar presión de aceite sobre la bomba de vacío para de esta manera simular condiciones de funcionamiento normal, para realizar esta prueba tome en cuenta desde el paso 1 hasta el 9 del apartado anterior y posterior a estos tenga en cuenta:

Paso 1: Proceda a instalar la manguera de presión de aceite por medio del acople hidráulico rápido ubicado al lado del soporte del alternador en un extremo y en el otro utilice el tornillo barrenado suministrado con las arandelas de aluminio o cobre correspondiente para evitar fugas, aplique torque moderado sobre el tornillo barrenado.

Figura 5-19: Mangueras de presión.



Fuente: Propia

Paso 2: Proceda a conectar por la parte inferior el retorno de aceite.

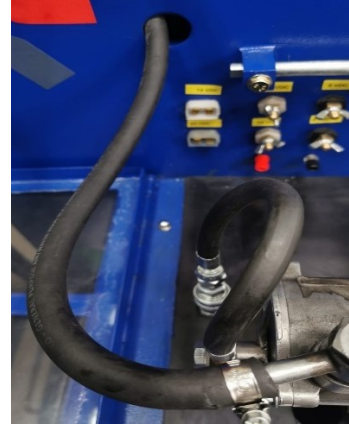
Figura 5-20: Conexión al retorno de aceite.



Fuente: Propia

Paso 3: Realice la conexión de la manguera 3/8 que encuentra en la parte superior de las borneras a la salida de la bomba de vacío del alternador, esto le permitirá monitorear el vacío generado por la bomba y de esta manera conocer la condición de la misma. La manguera es una conexión directa al vacuómetro del banco.

Figura 5-21: Vacío alternador.



Fuente: Propia

Paso 4: Hale y gire suavemente la perilla del regulador de aire en sentido anti horario hasta que llegue al tope para garantizar así que no se genere paso de aire y por ende de aceite hacia ningún ducto sino hasta que sea necesario.

Paso 5: Proceda a bajar la guarda se seguridad, luego proceda a Incrementar la Frecuencia de giro hasta las revoluciones indicadas en la siguiente tabla teniendo en cuenta el tipo de alternador que se está probando, cuando fije las RPM valide el voltaje de carga y que el testigo D+ se apague.

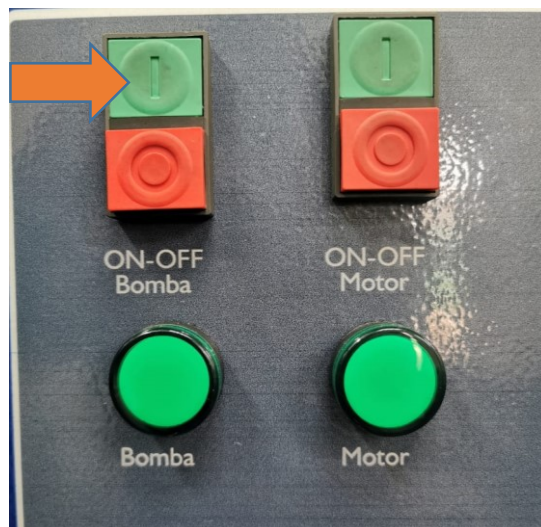
Figura 5-22: Validación RPM.



Fuente: Propia

Paso 6: Pulse el interruptor de la bomba a posición de encendido esto dará paso de aire comprimido a la bomba la cual estará lista para ser utilizada, Verifique en todo momento que el sistema sea estanco, si existe alguna fuga detenga el proceso y realice la corrección correspondiente.

Figura 5-23: Interruptor de encendido.



Fuente: Propia

Paso 7: Gire la perilla del regulador de aire monitoreando la presión tanto de aire como de aceite según el modelo de alternador que este probando, para esto tenga en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 27: Tipologías de presiones.

Tipología	Presión de Aire (PSI)	Presión de Aceite (PSI)
<b>NPR</b>	90	83,7
<b>NKR</b>	60	55,8
<b>NQR</b>	90	83,7

Fuente: Propia

Alcanzada la presión indicada valide la lectura del vacuómetro y compare con el manual del fabricante la lectura.

Paso 8: Seleccione el modo de funcionamiento del osciloscopio para poder evidenciar la forma de la onda generada por el puente rectificador, compárelo con el grafico plasmado en el tablero para conocer la condición del mismo.

Figura 5-24: Análisis en osciloscopio.



Fuente: Propia

Paso 9: Aplique carga al alternador seleccionando el voltaje de funcionamiento del alternador con la perilla “selector de resistencias”, esta prueba se debe llevar a cabo por **máximo 40 segundos** ya que de realizarla por tiempo prolongado se corre el riesgo del daño de las resistencias internas del banco por sobre temperatura, en el proceso de aplicación de carga eléctrica “durante los 40 segundos” observe el indicador de amperaje con el fin de identificar caídas de lectura de corriente, en simultaneo monitoree el comportamiento del voltaje con el fin de identificar fallos internos en el alternador.

Paso 10: Retire la carga eléctrica aplicada anteriormente y observe la recuperación del voltaje.

Paso 11: Regrese la perilla de control de RPM a cero

Paso 12: Pulse el interruptor de apagado de motor y proceda a levantar la guarda para realizar el desmonte del alternador.

Paso 13: Limpie y ordene el banco.

### 5.3 Manual de mantenimiento.

Para revisar el manual de mantenimiento por favor dirigirse al anexo A.



## 6. RESULTADOS

Para apreciar los resultados de las pruebas realizadas a los alternadores diríjase al anexo N.

## 7. CONCLUSIONES

- Se realizó la simulación de las condiciones de carga de un vehículo mediante el banco de pruebas, se logra poner en funcionamiento de manera controlada los alternadores para vehículos NKR, NPR, NQR, VOLVO, ATEGO encontrando averías en tapas de bombas, una falla en una bomba de vacío e inconvenientes de reguladores son las fallas más recurrentes hasta el momento encontradas.
- Se realizó el diseño y construcción del banco de pruebas para alternadores de marca (KTC e Hitachi al igual que alternadores marca Bosch) con y sin bomba de vacío para vehículos de marca Isuzu de la empresa Gmovil S.A.S el cual cumple con las funciones requeridas y planteadas en el anteproyecto, permitiendo así una labor más sencilla al momento de verificar el funcionamiento de los mismos.
- Se realizó la simulación de la estructura, en la cual se observa un buen comportamiento a las cargas que se aplicaron, se puede observar en la línea 7 del informe los datos el factor de seguridad donde el valor mínimo que se obtiene es 3,45 lo que hace la estructura total mente apta para la aplicación que para la que se requiere.

- Se diseñó el sistema eléctrico que maneja dos circuitos uno de 220 V (AC) y el otro en (DC) de 12 o 24 V conmutables según la necesidad los cuales incluyen cableado de motores eléctricos, alternador, elementos de control, que se implementaron con marcas reconocidas como lo son Scheider electric, Siemens, Invertek.
- Se realizó un manual de operación y mantenimiento del Banco, el cual permite reconocer los elementos, las prestaciones y su manejo de manera sencilla, siempre y cuando se ejecuten de manera correcta sus indicaciones. Se hace énfasis en las normas de seguridad en el trabajo.
- El uso de del Banco de prueba, permiten al técnico una labor más sencilla, específicamente en la comprobación del estado de un alternador ya que se procede a revisar con detalle cada uno de los componentes como lo son bomba de vacío, devanados de rotor y estator, regulador y puente rectificador para así dar un correcto estado del alternador y/o un buen mantenimiento.

Z

- La bomba de aceite nos permite movernos entre los rangos de presión especificados para cada una de las tipologías (NKR, NQR, NPR), es decir podemos manejar presiones desde 30 hasta 110 PSI de presión de aceite variándolo por medio del regulador de aire, el uso del acople rápido hidráulico fue idóneo para que no se generen derrames de lubricante.

## 8. RECOMENDACIONES.

- Para los contadores de revoluciones es importante siempre contar con el sensor idóneo puesto que si la especificación es para pnp no sirve un npn y viceversa.
- Para el buen funcionamiento de la bomba de diafragmas es importante contar con una fuente de aire limpio y seco ya que de no ser así se tendrán problemas en el sistema neumático.
- Es importante cuantificar en los presupuestos el tiempo que se va a invertir en la logística de búsqueda de las partes necesarias puesto que este intangible es representativo.
- No es recomendable realizar compras en épocas de pandemia, los productos son más caros escasos y los riesgos de contagio altos.
- El impacto del uso del banco va a ser representativo a nivel de costos no solo por disminución de reprocesos de reparación sino también en el plus que le da a la confiabilidad y disponibilidad de la flota Gmovil.

## 9. REFERENCIAS

- [1] ARIZA ELENA, Jesús. Mantenimiento del sistema de carga con alternador. Primera Edición. Andalucía – España. IC Editorial, 2012..
- [2] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, «ASTM E303-93,» 2003. [En línea]. Available: Recuperado de: <https://www.astm.org/Standards/E303.htm>..
- [3] EUROPEAN STANDARDS, «NORMAS EUROPEAS EN, DIN, ISO, IEC Y VDA Standars,» [En línea]. Available: Recuperado de: <https://www.en-standard.eu>..
- [4] MUNRO INSTRUMENTS, «Portable Skid Resistance Tester,» 2019. [En línea]. Available: Recuperado de: <https://www.munroinstruments.com/product/portable-skid-resistance-tester/>..
- [5] National Academis of Sciences, «National Coopertive Highway Reserach Program,» 5 junio 2009. [En línea]. Available: Recuperado de: <https://www.nap.edu/catalog/23038/guide-for-pavement-friction>..
- [6] Cesvi Colombia, [En línea] Disponible en Internet en: <http://www.cesvicolombia.com/repuestos/> [citado en Noviembre 3 de 2.016]..
- [7] S. E. Slavin y G. Beswick, «instrumented izod impact testing,» *Journal of Applied Polymer Science*, vol. 49(06), nº <https://doi.org/10.1002/app.1993.070490613>, pp. 1065-1070, 10-08-1993.
- [8] 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.
- [9] L. E. Cotes, «Tesis de Maestría en Ingeniería Mecánica. Evaluación de la influencia de la adición de ceniza del cuesco de palma africana en el comportamiento mecánico de mezclas asfálticas fabricadas con material laterítico.,» *Universidad Nacional de Colombia.*, 2017.
- [10] Diseño y construcción de probador de alternadores y motores de arranque para vehículos. Escuela especializada de ingeniería ITCA-FEPADE dirección de investigación y proyección social, Santa Tecla El Salvador, septiembre 2012

- 
- [11] T. S. Chair, C. Sandu y T. Furukawa, «Tire-Road Friction Coefficient Estimation Using a Multi-scale, Physics-based Model,» Blacksburg, Virginia., 2014.
- [12] ROBERT L. MOTT. Diseño de elementos de maquinas. 4 Ed. México: PEARSON EDUCATION, 2006..
- [13] MECANICO AUTOMOTRIZ. Manual de compresor del aire acondicionado para automóviles [en línea]. <<http://www.mecanicoautomotriz.org/66-manualcompresor-vehiculo>> [Citado 05 de Octubre de 2016]
- [14] DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA PARTES ELECTRO-MECÁNICAS DE UN AUTOMÓVIL PARA CESVI COLOMBIA. Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil Ecuador, Abril 2015
- [15] Instituto Nacional de Vías (INVIAS), «I.N.V.E. - 792- 07 Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento, usando el Péndulo Británico,» 2012.
- [16] Instituto Nacional de Normas Técnicas y certificación (ICONTEC), «NTC 5129. Método de Ensayo para Determinar las Propiedades de Fricción de una Superficie, usando el Péndulo Británico,» 2002.
- [17] V. Ciaravola, F. Farroni, G. Fortunato, M. Russo, R. Russo, S. Alexandr y F. Timpone, An Evolved Version of the British Pendulum Tester for Experimental Investigation of Contact Between Tire Tread and Rough Surfaces, 2017.
- [18] WEST INSTRUMENTS DE MEXICO, S.A., «Manual de Aplicación de Encoders,» [En línea]. Available: Recuperado de: <https://www.amee.com.mx/clasificaciones/ENCODERS.pdf>.
- [19] NATIONAL INSTRUMENTS, «Medidas de Codificadores en Cuadratura,» 19 Agosto 2013. [En línea]. Available: Recuperado de: <http://www.ni.com/tutorial/7109/es/>.
- [20] SANCHEZ GUTIERREZ, Mariano. Mantenimiento del sistema de arranque del motor del vehículo. Primera Edición. Andalucía – España. IC Editorial, 2012.
- [21] Nergiza, «Calefacción Eléctrica por Efecto Joule,» [En línea]. Available: Recuperado de: <https://nergiza.com/calefaccion-electrica-por-efecto-joule-el-calor-mas-simple/>.
- [22] JM Industrial Technology S.A. de C.V., «Resistencia Calefactoras,» [En línea]. Available: Recuperado de: <https://www.jmi.com.mx/resistencias-calefactoras>.
- [23] OMEGA Company, «Sensor Temperatura// Termopares,» [En línea]. Available: Recuperado de: <https://es.omega.com/prodinfo/termopares.html>.

- [24] Search Win Development, «Programming | Visual Basic (VB),» [En línea]. Available: Recuperado de: <https://searchwindevelopment.techtarget.com/definition/Visual-Basic>.
- [25] AUTODESK, «INVENTOR | Professional-grade 3D CAD software for product design and engineering,» [En línea]. Available: Recuperado de: <https://www.autodesk.com/products/inventor/overview>.
- [26] MARGARITA CALSINA FLETA. Sistemas de Carga y Arranque. 2 edición. Ciudad de quito – Ecuador. RJ EDITORIAL, 2014.
- [27] E. Baran, «Temperature Influence on Skid Resistance Measurement,» de *Queensland Department of Transport and Roads, Australia*, 2011.
- [28] I. M. Asi, «Evaluating skid resistance of different asphalt concrete mixed,» de *Science Direct*, Department of Civil Engineering, Hashemite University, 2005, pp. 326-328.
- [29] Gere Timoshenko, Mecánica de Materiales, segunda edición grupo editorial Iberoamérica

## A. Anexo: Manual de mantenimiento.

### MANUAL BÁSICO DE MANTENIMIENTO.

El banco de prueba para alternadores, ofrece una alternativa confiable para dichos sistemas en los que es necesaria la optimización del funcionamiento de cada uno de sus componentes por medio de un método sencillo y económico. Este equipo, incorpora los mejores materiales en su fabricación con el fin de brindar a la empresa Gmovil SAS un equipo de excelentes características y prestaciones.

Su diseño fue enfocado en cubrir las necesidades que la especificación de estos equipos requiere, buscando la mejora en eficiencia y el logro de un conjunto motor, variador y componentes eléctricos de excelente calidad y con detalles insuperables según banco consultados.

### MANTENIMIENTO MINIMO.

El tipo de mantenimiento que se empleará para este banco será uno preventivo, con el fin de alargar su vida útil, para llevar a cabo este mantenimiento se deben seguir la siguiente rutina de mantenimiento:

### RUTINAS DE MANTENIMIENTO.

ITEM	DESCRIPCION	FRECUENCIA	
		BIMESTRAL PREVENTIVO	ANUAL PREDICTIVO
<b>BANCO DE PRUEBAS PARA ALTERNADORES.</b>			
1	pruebas de funcionamiento manual y pruebas de funcionamiento comunicación al software	x	
2	Engrasar chumaceras y rodamientos.	X	
3	Alinear poleas.	X	
4	Revisar tensión de correas. (cambios según aplique)	X	
5	Limpiar el ventilador del motor.		X
6	Tomar parámetros eléctricos (corrientes, voltajes)	X	
7	Ajustar tornillería.	X	
8	Limpiar la unidad.	X	
9	Lavado de carcasa en extractores con desengrasante.		X
10	Limpiar medios filtrantes de aire.	X	
11	Cambio filtros de aire		X
12	Puesta a punto del sistema eléctrico	X	

13	Revisión, limpieza en general, calibración y/o cambio de amperímetro y voltímetro.	X	
14	Revisión y prueba de la secuencia en controles en general		X
15	análisis de vibraciones con equipo certificado		X
16	Realizar desodorización e higienización de ductería, anualmente. "y garantizar la herramienta y equipos necesarios para la ejecución.		x
<b>TABLERO ELÉCTRICO DE FUERZA Y CONTROL</b>			
1	Ajustar terminales eléctricos.	X	
2	Limpiar contactos eléctricos.	X	
3	Desulfatar terminales.		X
4	Verificar operación de elementos de protección.	X	
5	Ajustar el control de temperatura.	X	

Los problemas de operación son frecuentemente debido a causas menores, por favor revise y refiérase a la siguiente tabla ante de contactar a nuestro servicio técnico. Esto puede ahorrarle tiempo y gastos innecesarios.

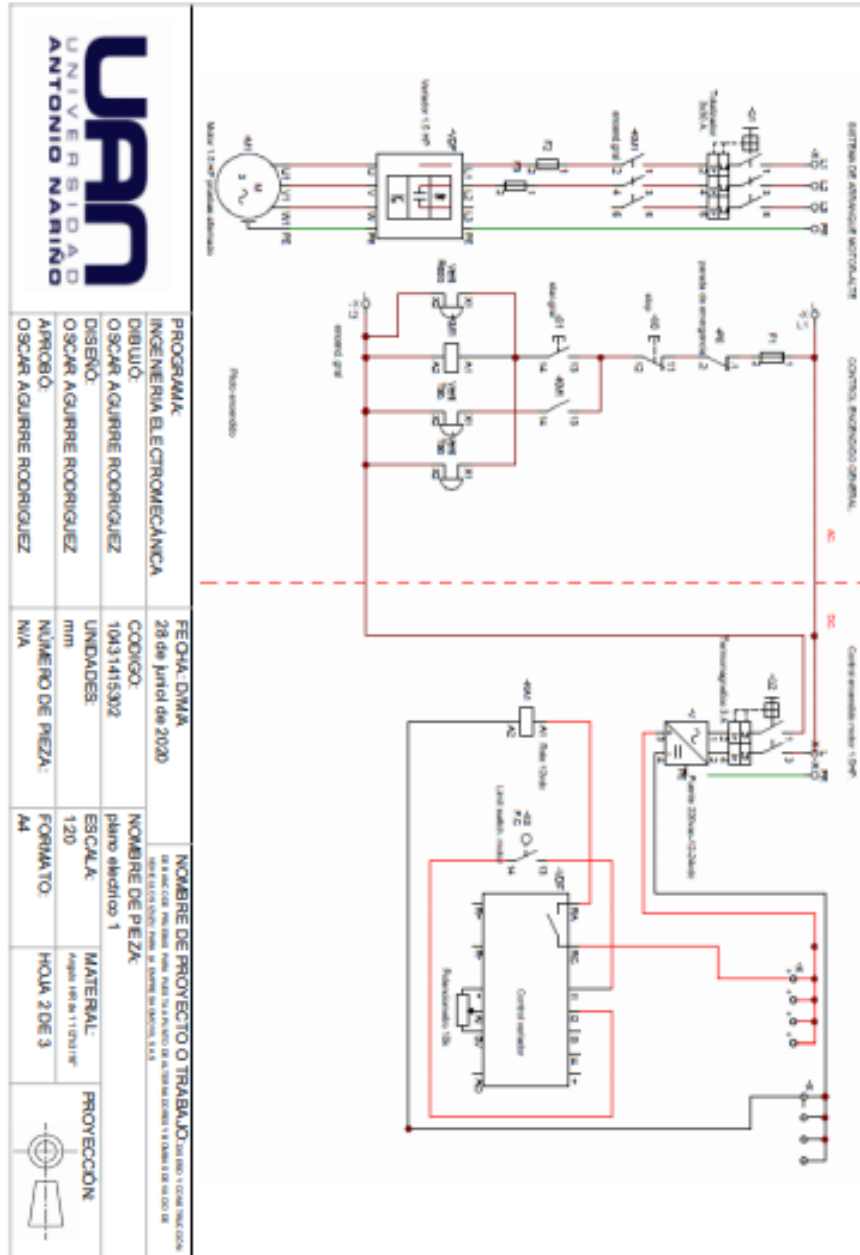
<b>PROBLEMA</b>	<b>POSIBLES CAUSAS.</b>
1) Exceso de ruido y vibración.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Instalación incorrecta con transmisión de vibración de otros componentes.</li> <li>- Fijación a base incorrecta.</li> <li>- Polea dañada o desbalanceada.</li> <li>- Incorrecta colocación de las poleas.</li> <li>- Correas dañadas o mal alineadas.</li> <li>- Alta velocidad fuera de rango permitido.</li> <li>- Incorrecta dirección de rotación de la turbina.</li> <li>- Rodamientos en mal estado o sin lubricación.</li> </ul>
2) Capacidad de operación del banco por debajo de la esperada	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Giro incorrecto del motor.</li> <li>- Conexión eléctrica mal realizada.</li> <li>- Variaciones grandes en el suministro de energía.</li> <li>- Alineación incorrecta de la turbina.</li> <li>- Deficiencias en la alimentación de voltaje.</li> <li>- Obstrucciones en la salida o entrada del aire.</li> <li>- Datos reales requeridos diferentes a los datos seleccionados en el ventilador.</li> </ul>
3) Calentamiento de motor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Problemas en el voltaje.</li> <li>- Incorrecto giro en la turbina.</li> <li>- Diferentes RPM a las seleccionadas.</li> <li>- Problemas en el ensamble de la transmisión (poleas y bandas).</li> </ul>



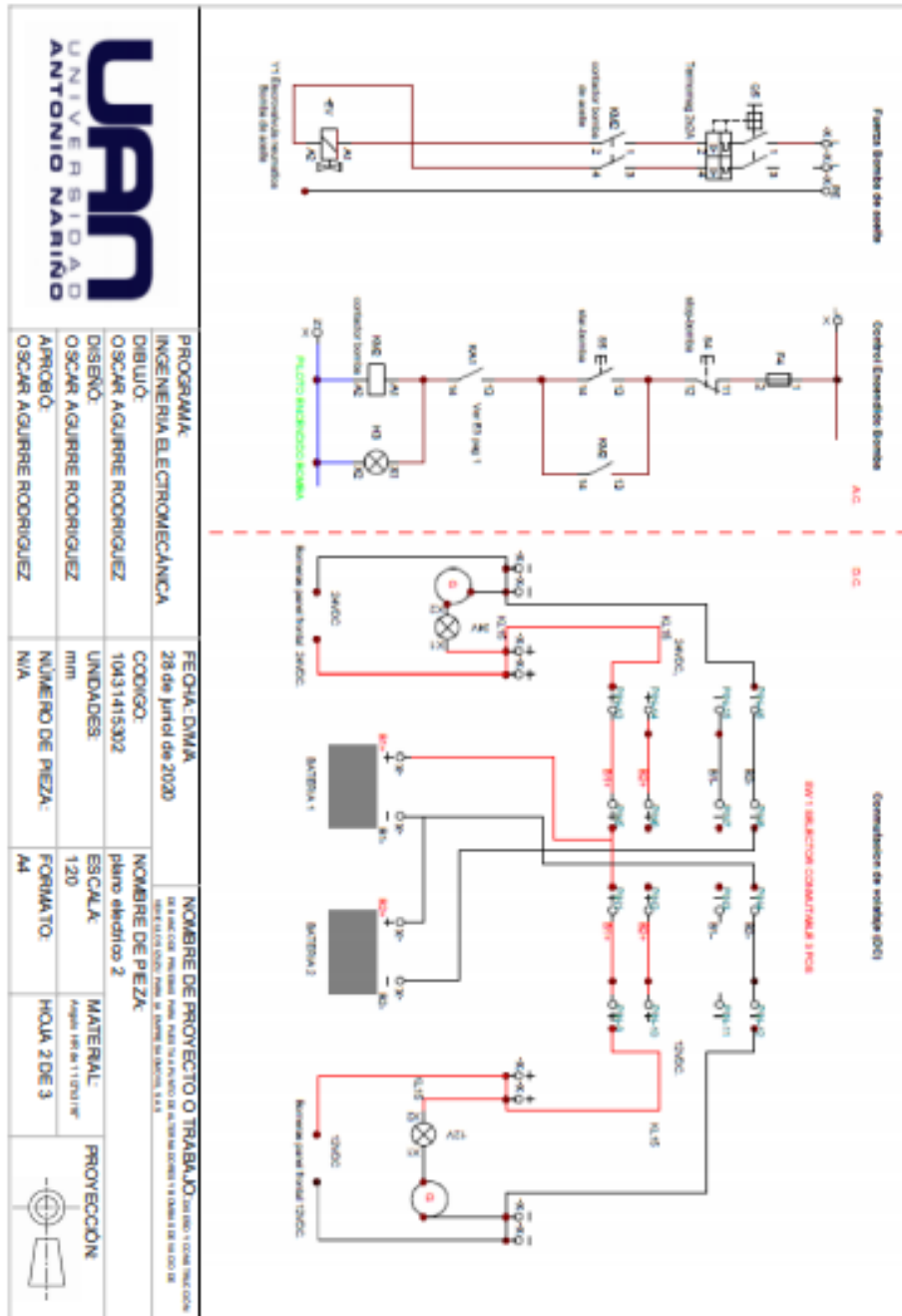
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Problemas en la entrada del aire para la ventilación del motor.</li> <li>-Condiciones anormales de funcionamiento del motor.</li> <li>- Filtros saturados de polvo y/o partículas.</li> <li>- Variador dañado.</li> <li>- Tensión excesiva en las correas.</li> </ul>
4)Calentamiento de transmisión.	de	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensión excesiva en las correas.</li> <li>- Daños en los rodamientos.</li> <li>- Desalineación en la flecha de transmisión..</li> </ul>
5) El equipo no enciende.		<ul style="list-style-type: none"> <li>-No llega energía eléctrica / el contactor no enclava.</li> <li>-Motor dañado.</li> <li>-Protector térmico abierto.</li> <li>-Llave térmica o fusibles abiertos.</li> <li>-Algunas veces se puede detener momentáneamente por el sistema de control.</li> <li>-Tensión de alimentación más baja o más alta que la aceptada.</li> <li>-Correa rota.</li> <li>-Rodamientos trabados.</li> </ul>
6) Problemas de Contaminación	de	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sobrecalentamiento del Drive-</li> <li>- Mal funcionamiento en los ventiladores de refrigeración - Cortocircuitos,</li> <li>- Mala operación de los contactos del drive.</li> <li>- Mangueras al interior del equipo obstruidas o dañadas</li> <li>- Clima ambiente excesivamente alto.</li> <li>- Puertas abiertas del equipo.</li> </ul>
7) Armónicos		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sobrecalentamiento en los componentes electrónicos del drive.</li> <li>- Ruido presente en las redes de comunicación.</li> <li>- Uso de filtros, o reactores que se oponen a las fluctuaciones de tensión.</li> </ul>
8) Problemas en los componentes electrónicos de potencia	los	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Componentes electrónicos de potencia dañados.</li> <li>- Hacer revisión continua del buen estado de los dispositivos electrónicos de potencia</li> </ul>


**NOTA: Si los problemas persisten, apague el equipo y desconecte de la alimentación eléctrica, luego contactarse con Oscar Aguirre al número 3203238382 para realizar la verificación especializada, en caso de no hacer lo anterior mencionado se puede dañar completamente el sistema del equipo. No intente mover, reparar, desensamblar o modificar el equipo por usted mismo.**

## B. Plano eléctrico # 1.

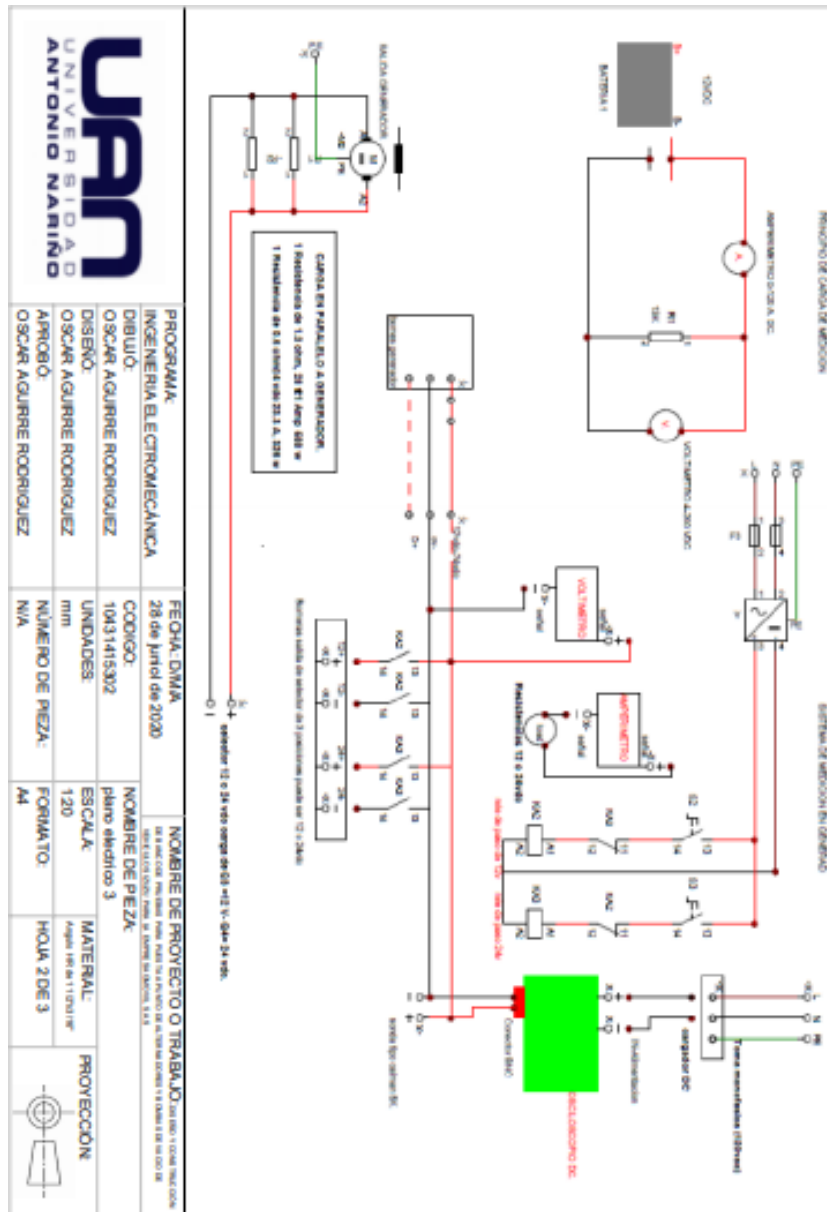


## C. Plano eléctrico # 2.

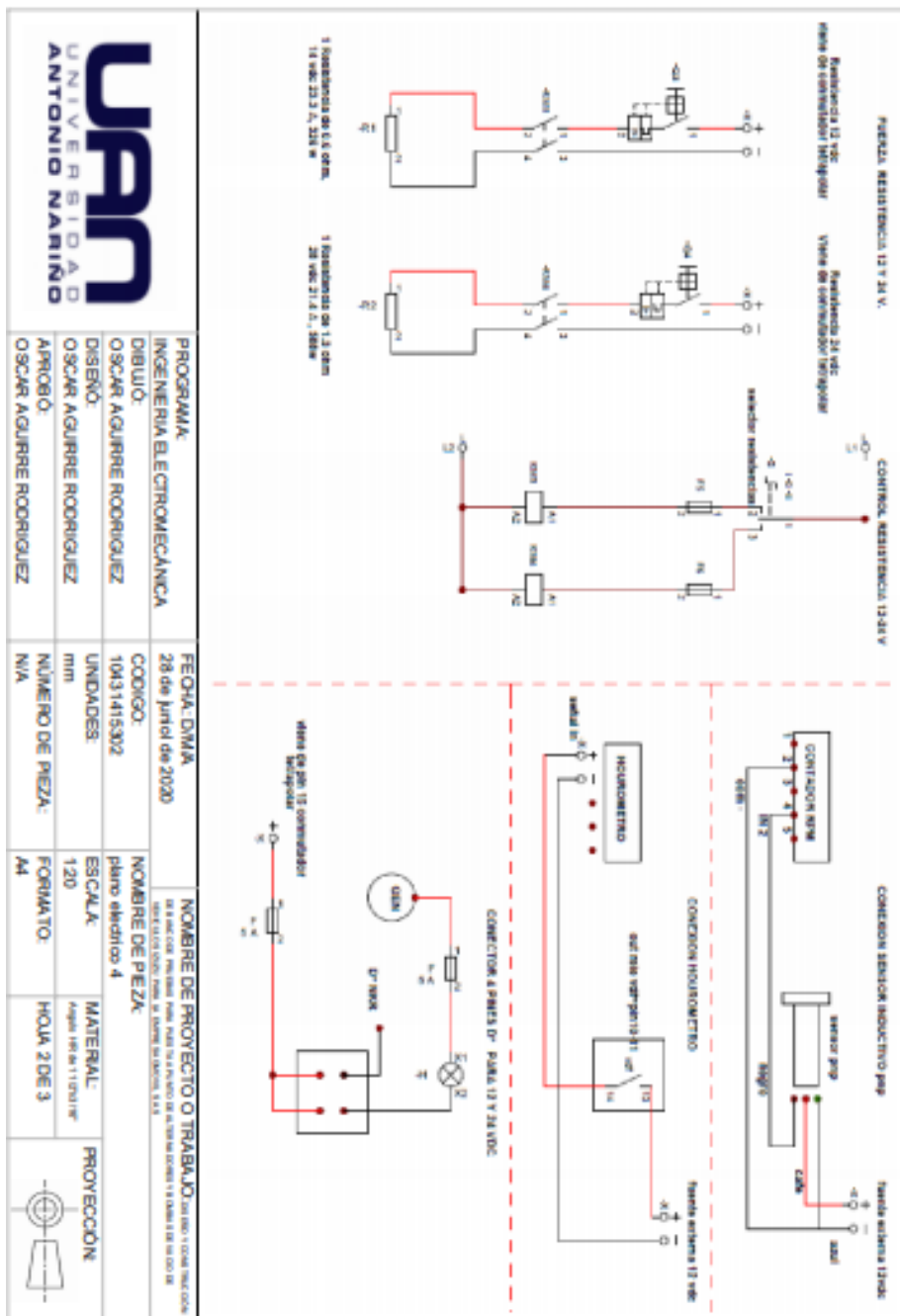



 <p>UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO</p>	PROGRAMA:	INGENIERIA ELECTROMECANICA	FECHA: DMA	28 de junio de 2020	NOMBRE DE PROYECTO O TRABAJO:	plano electrico 2	PROYECCION	
	DIBUJO:	OSCAR AGUIRRE RODRIGUEZ	CODIGO:	10431415302	NOMBRE DE PIEZA:	ESCALA:	MATERIAL:	
	DISEÑO:	OSCAR AGUIRRE RODRIGUEZ	UNIDADES:	mm	NÚMERO DE PIEZA:	120	FORMATO:	Hoja 2 DE 3
	APROBÓ:	OSCAR AGUIRRE RODRIGUEZ	NÚMERO DE PIEZA:	N/A	FORMATO:	A4		

## D. Plano Electrico # 3.

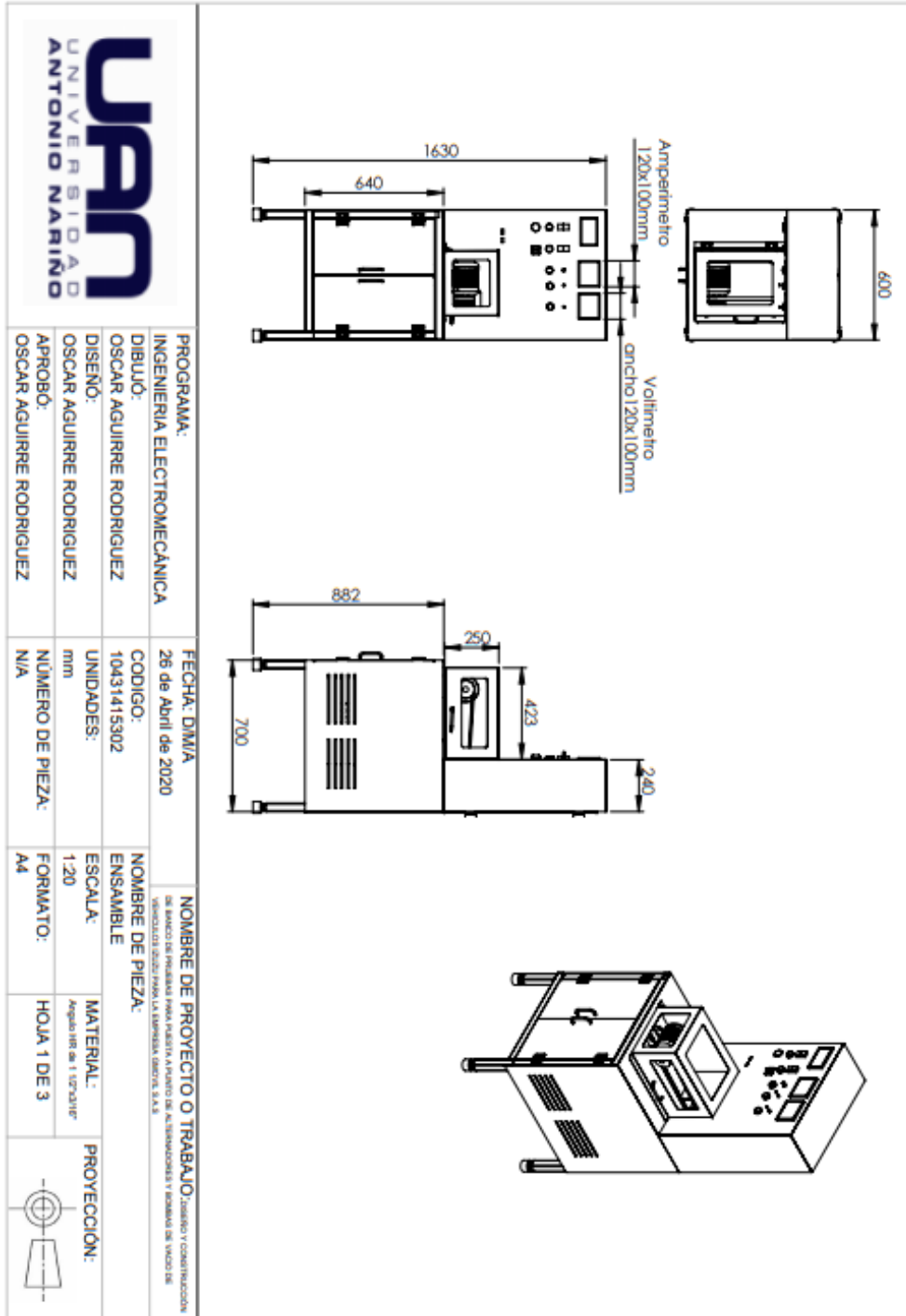


# E. Plano eléctrico # 4.

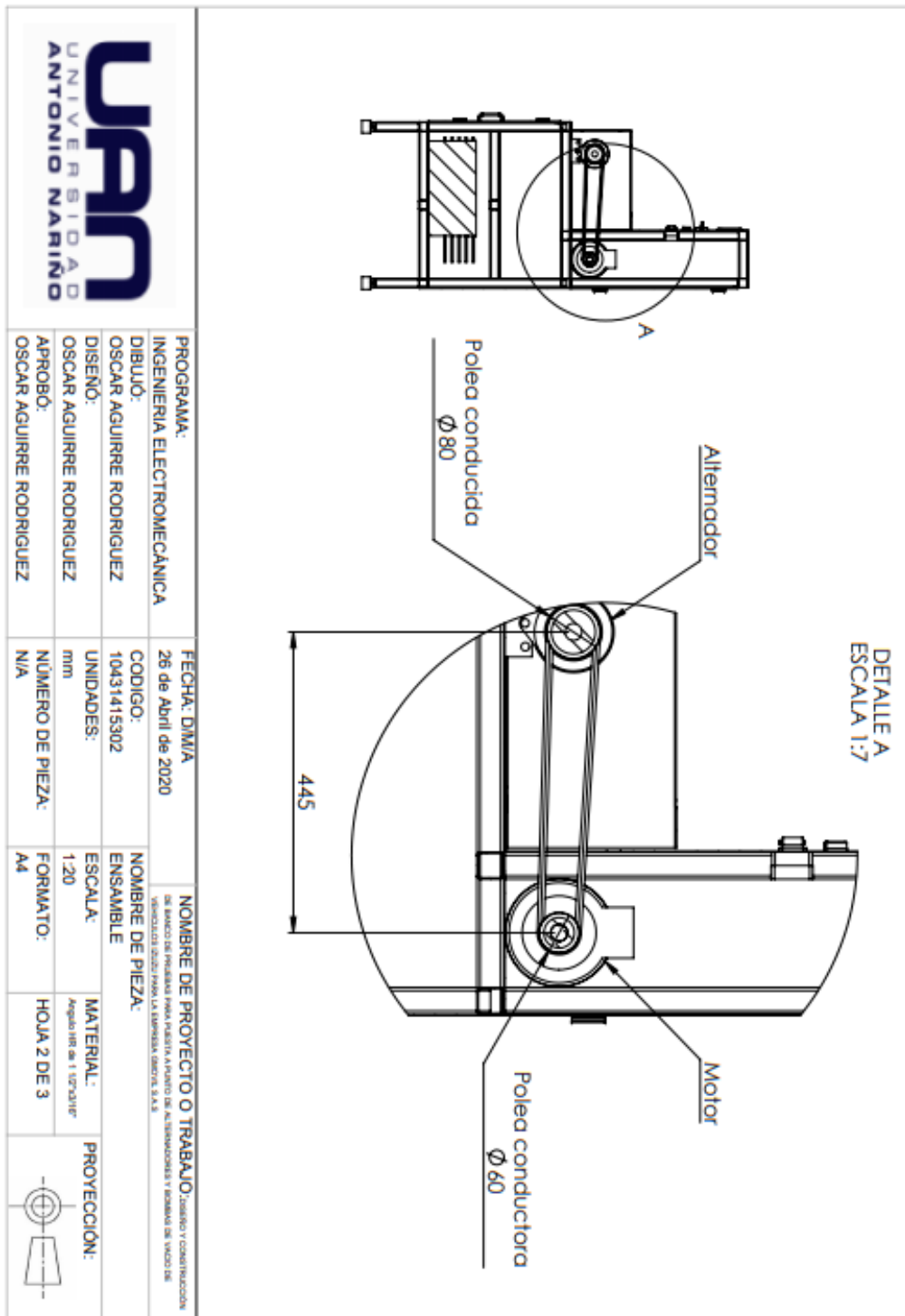


 <p><b>UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO</b></p>	<b>PROGRAMA:</b>	INGENIERIA EN ELECTROMECANICA	<b>FECHA D.M.A.</b>	28 de Julio de 2020	<b>NOMBRE DE PROYECTO O TRABAJO:</b>	CONVERSION SENSOR INDUCTIVO PNP		
	<b>DIBUJO:</b>	OSCAR AGUIRRE RODRIGUEZ	<b>CODIGO:</b>	10031415302	<b>NOMBRE DE PIEZA:</b>	plano electrico 4		
	<b>DISEÑO:</b>	OSCAR AGUIRRE RODRIGUEZ	<b>UNIDADES:</b>	mm	<b>ESCALA:</b>	1:20	<b>MATERIAL:</b>	Acero 18-8 1100118
	<b>APROBÓ:</b>	OSCAR AGUIRRE RODRIGUEZ	<b>NÚMERO DE PIEZA:</b>	N/A	<b>FORMATO:</b>	A4	<b>HOJA 2 DE 3</b>	<b>PROYECCIÓN:</b>



## F. Plano banco de pruebas.

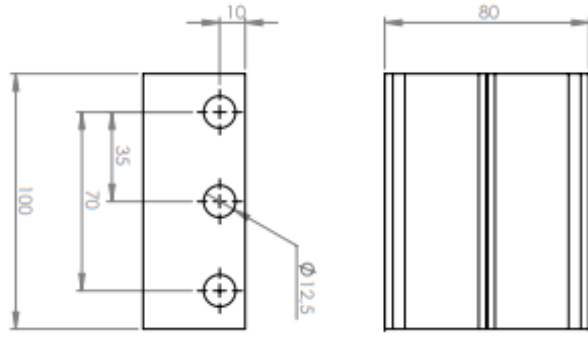
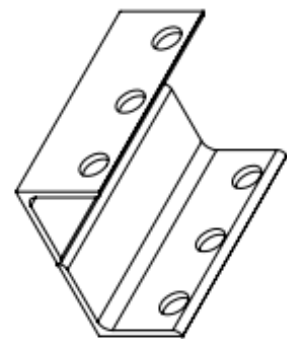


## G. Plano sistema de transmisión.



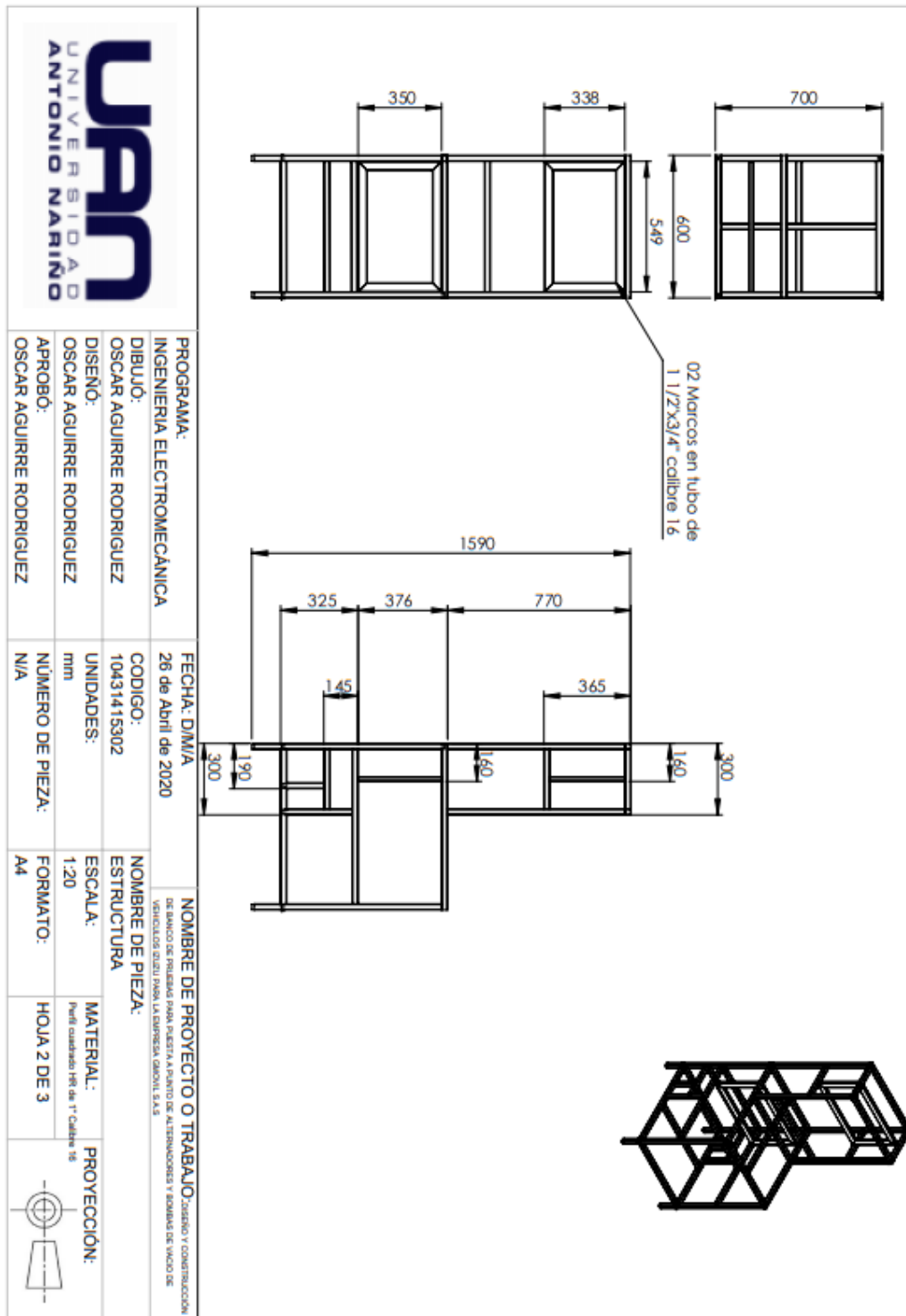
## H. Plano sujeciones.

	PROGRAMA:	INGENIERIA ELECTROMECHANICA	FECHA: DIM/A	26 de Abril de 2020	NOMBRE DE PROYECTO O TRABAJO: BANCO DE PRUEBAS PARA PUESTA A PUNTO DE ALTERNADORES Y BOMBAS DE VACIO DE VEHICULOS ISUZU PARA LA EMPRESA GMOVIL S.A.S			
	DIBUJO:	OSCAR AGUIRRE RODRIGUEZ	CODIGO:	10431415302		NOMBRE DE PIEZA:	BASE SUJECION ALTERNADORES	
DISEÑO:	OSCAR AGUIRRE RODRIGUEZ	UNIDADES:	mm	ESCALA:	1:20	MATERIAL:	Acero AISI de 1073A11F	
APROBÓ:	OSCAR AGUIRRE RODRIGUEZ	NÚMERO DE PIEZA:	N/A	FORMATO:	A4	HOJA 2 DE 3	PROYECCIÓN:	

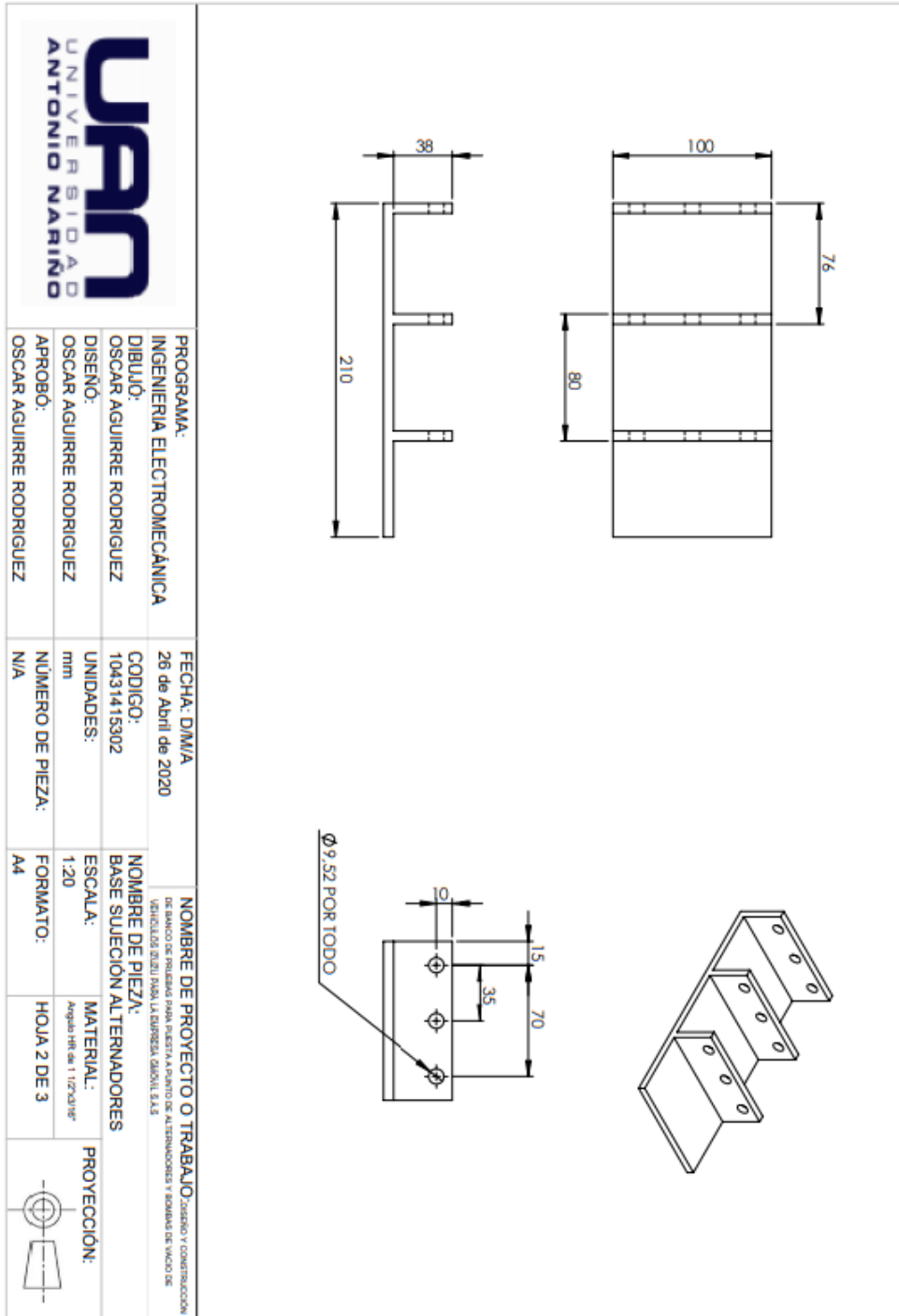
  

  




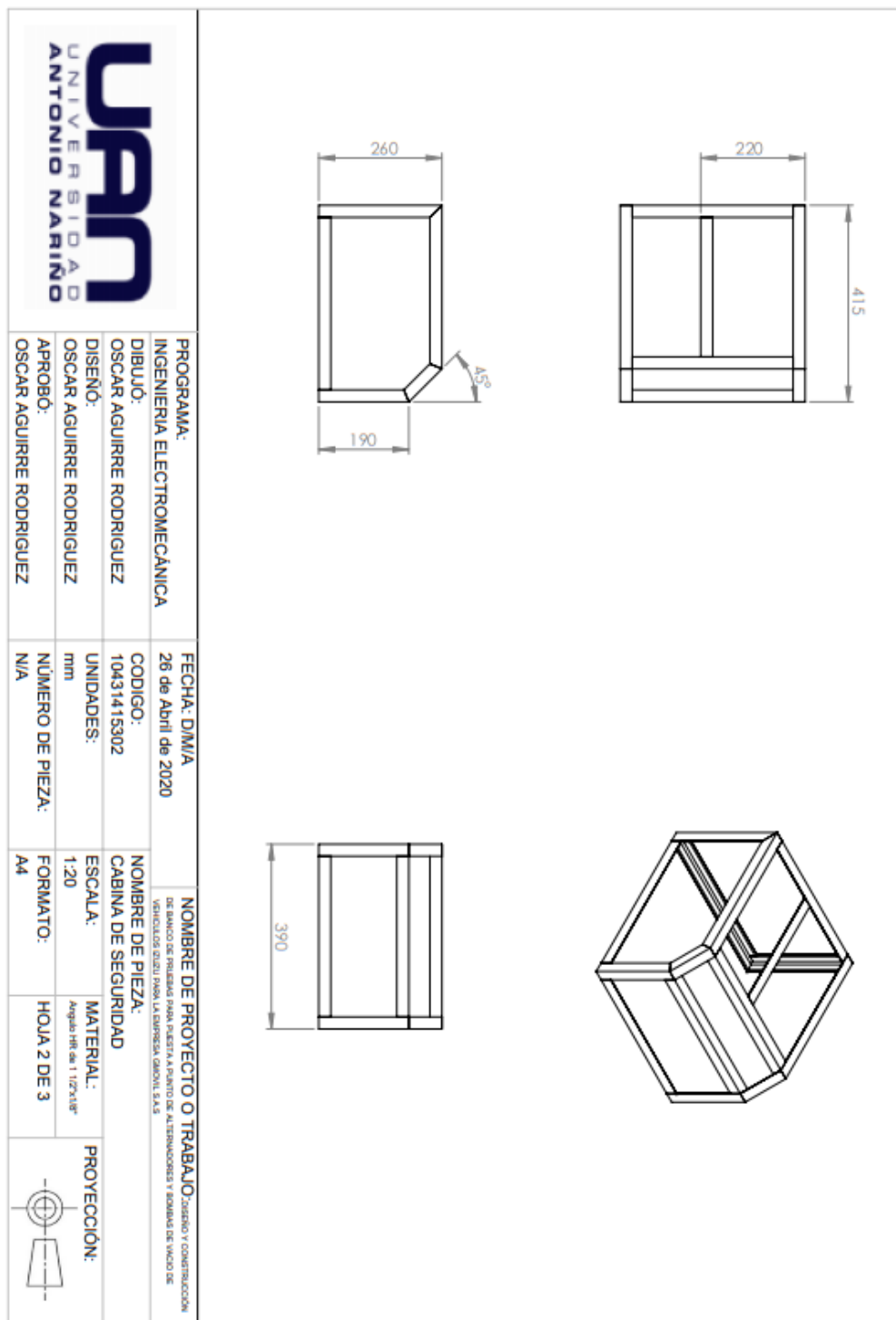
# I. Plano estructura.



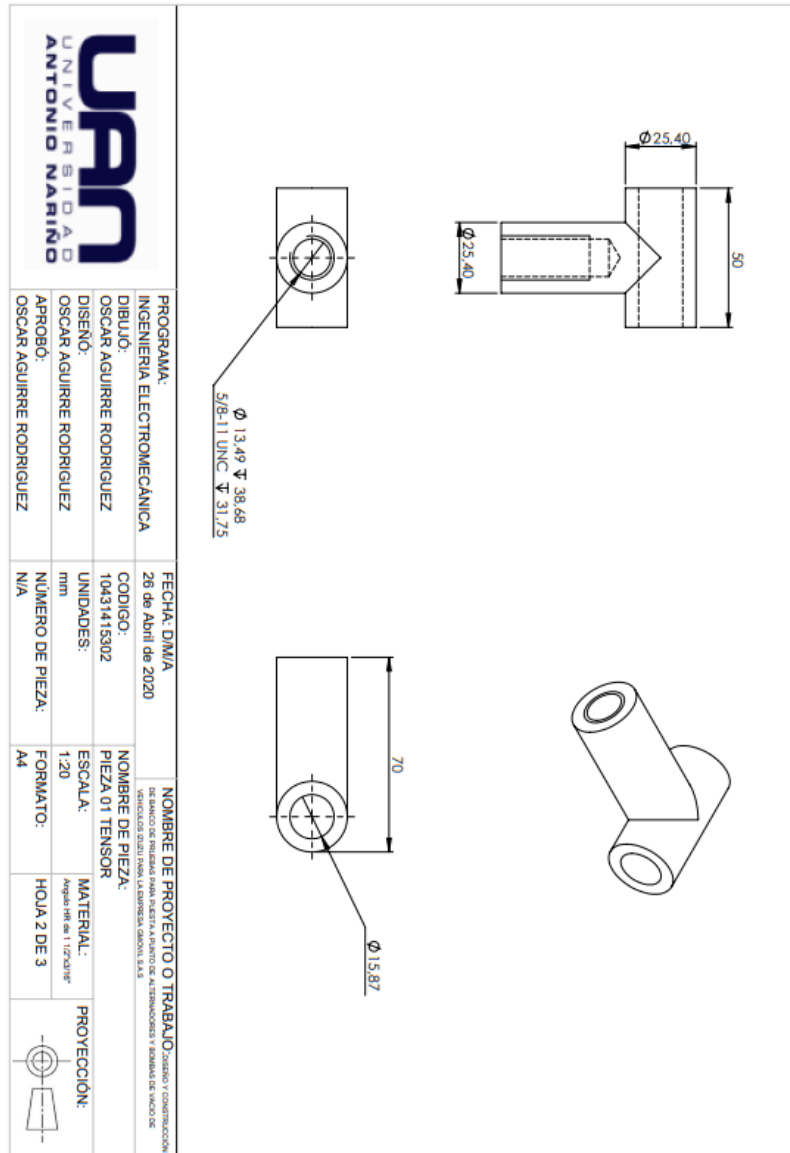
## J. Plano base de sujeción.





## K. Plano cabina de seguridad.

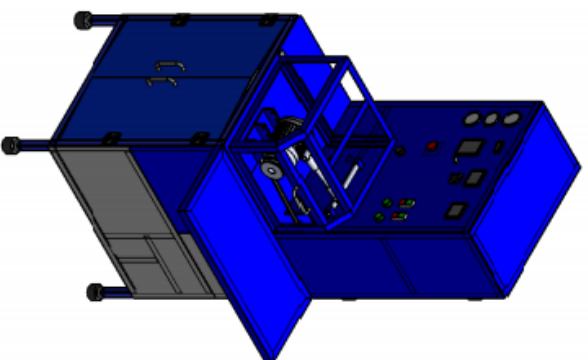
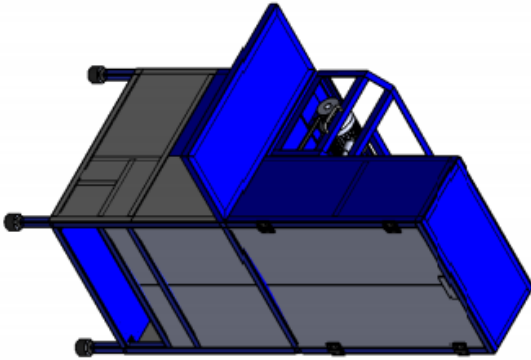


## L. Plano tensor de alternador.






## M. Vistas isométricas.

	PROGRAMA:	INGENIERIA ELECTROMECANICA	FECHA: DM/A	26 de Abril de 2020	NOMBRE DE PROYECTO O TRABAJO:	ASISTENTE Y CONTROLACION DE UN MOTOR DE INDUCCION SIN PUESTA A PUNTO DE ALIMENTACIONES Y BOMBAS DE VACIO DE		
	DIBUJO:	OSCAR AGUIRRE RODRIGUEZ	CODIGO:	10431415302	NOMBRE DE PIEZA:	VISTAS ISOMETRICAS		
DISEÑO:	OSCAR AGUIRRE RODRIGUEZ	UNIDADES:	mm	ESCALA:	1:20	MATERIAL:	Acero 1018 de 1/2" x 1/4"	
APROBO:	OSCAR AGUIRRE RODRIGUEZ	NÚMERO DE PIEZA:	N/A	FORMATO:	A4	HOJA 2 DE 3	PROYECCION:	

## N. Resultados.

TIPO ALTERNADOR	(V)	(A)	(-) inhg	Observacion	Accion	EVIDENCIA
VOLVO	28,5	21	N/A	Se evidencia ruido excesivo	Cambio Rodamientos	
NPR (2)	12	20	22	Se observa daño en regulador	Cambio de regulador	
NPR (3)	14	20	22	Fuga en bomba de vacio	Cambio de carcasa de bomba	

## O. Ficha Técnica contador RPM.

Serie		LR5N-B		
Tipo de entrada		Entrada no voltaje	Entrada de voltaje 1	Entrada de voltaje 2
Nivel de señal de entrada		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impedancia en corto circuito: 10k<math>\Omega</math> (ON), voltaje residual: max. 0.5V</li> <li>• Impedancia en circuito abierto: 500k<math>\Omega</math>(OFF)</li> </ul>	CC	Voltaje : 4.5-30VCC Voltaje : 0-2VCC
			CA	Voltaje : 3-30VCA
Ciclo de vida de batería		Mas de 3 años (a 20°C)		
Método del display		LCD (alto: 8.7mm)		
Dígitos		5 dígitos		
Rango del display	RPM	1 ~ 10000RPM		
	0.1RPM	0.1 ~ 1000.0RPM		
	RPS	1 ~ 1000RPS		
	Hz	1 ~ 1000Hz		
	0.1Hz	0.1 ~ 100.0Hz		
Precisión de display		F.S. $\pm 0.1\% \pm 1$ dígito		
Resistencia de aislamiento		Min. 100M $\Omega$ (a 500VCC mega)		
Rigidez dieléctrica		2000VCA 50/60Hz por 1 minuto		
Vibración	Mecánica	Amplitud de 0.75mm a frecuencia de 10 ~ 55Hz en cada dirección X, Y, Z por 1 hora		
	Malfunciona.	Amplitud de 0.3mm a frecuencia de 10 ~ 55Hz en cada dirección X, Y, Z por 10 minutos		
Golpe	Mecánica	300m/s <sup>2</sup> (Aprox. 30G) en direcciones X, Y, Z, 3 veces		
	Malfunciona.	100m/s <sup>2</sup> (Aprox. 10G) en direcciones X, Y, Z, 3 veces		
Temperatura almacenaje		-10~ 55°C(en condición de no congelamiento)		
Temperatura ambiente		-25~ 65°C(en condición de no congelamiento)		
Humedad ambiente		35 ~ 85%RH		
Peso de la unidad		Aprox. 58g		

## P. Costos Finales.

FECHA	BENEFICIARIO	NIT	VALOR
30-05-20	MULTISERVICIOS SUR ÉXITO S.A.S	900653768-4	\$ 47,600
05-05-20	ELECTROINDUSTRIALES C&C SAS	901247508-9	\$ 788,717
07-05-20	INGENIOUS ELECTRIC SAS	901231147-3	\$ 854,777
09-05-20	FERROELECTRO ACC EU	830013256-6	\$ 12,000
09-05-20	FERROELECTRO ACC EU	830013256-6	\$ 34,001
09-05-20	CAPTRONIC (CARLOS ALBERTO PUERTO)	74370495-8	\$ 31,500
09-05-20	ELECTRO INDUSTRIAL BRA SAS	900364704-3	\$ 76,803
12-05-20	MAINCONTROL SAS	900620115-3	\$ 391,477
20-05-20	ARCO EQUIPO INDUSTRIALES SAS	830067378-8	\$ 1,499,500
21-05-20	POLIEMPACK SAS	900225690-3	\$ 135,000
21-05-20	ELECTRO INDUSTRIALES BACATA SAS	830031218-2	\$ 29,000
21-05-20	INGENIOUS ELECTRIC SAS	901231147-3	\$ 31,178
21-05-20	A.G PROYELECT SAS	901135688-5	\$ 416,500
21-05-20	A.G PROYELECT SAS	901135688-5	\$ 714,000
25-05-20	ELECTROFEVAL SAS	901047797-2	\$ 261,800
27-05-20	INGENIERIA EN SOLUCIONES ELECTROMECHANICAS SAS	900750783-0	\$ 364,861
27-05-20	INGENIERIA EN SOLUCIONES ELECTROMECHANICAS SAS	900750783-0	\$ 187,139
28-05-20	TORNOHIMEC SAS	901327111-2	\$ 1,428,000
02-06-20	FERROELECTRO ACC EU	830013256-6	\$ 37,503
02-06-20	ELECTROCONEXIONES	900148737-0	\$ 13,900
02-06-20	ABAREPHOR LTDA	830107828-3	\$ 72,590
02-06-20	ECOELECTRIC AND LED SAS	900626369-4	\$ 10,000
03-06-20	GP STORE	901193029-9	\$ 23,261
03-06-20	SANCHEZ SARMIENTO Y CIA LTDA	800048482-6	\$ 18,000
04-06-20	REHCO	900196693-1	\$ 103,530
04-06-20	COMAHID LTDA	900106825-0	\$ 63,000
09-06-20	ELECTROINDUSTRIALES C&C SAS	901247508-9	\$ 20,287
09-06-20	ELECTRO INDUSTRIAL BRA SAS	800151003-1	\$ 14,994
09-06-20	POLIEMPACK SAS	900225690-3	\$ 159,999
12-06-20	ELECTROINDUSTRIALES C&C SAS	901247508-9	\$ 68,510
13-06-20	LUBRICANTES Q.R	1023932947-3	\$ 120,000
23-06-20	GP STORE	901193029-9	\$ 93,000
12-06-20	ELECTROINDUSTRIALES C&C SAS	901247508-9	\$ 29,234
19-06-20	INGENIOUS ELECTRIC SAS	901231147-3	\$ 118,701
23-06-20	AVISOS CARROPARTES TERMINAL	900513696-2	\$ 83,300
24-06-20	TORNOHIMEC SAS	901327111-2	\$ 50,000
NOTA:		TOTAL (3)	\$ 8,403,662



## Q. Ficha Técnica bomba de aceite.

### BOMBA DE DIAFRAGMA DE 1/2", METALICA, MARCA ARCO. REF:QBY-1/2"



Bomba de diafragma de 1/2", metalica, marca ARCO

Características:

- Relación de presión 1:1.
- Flujo máximo 4.5gpm. (18 lpm.). Basado en pruebas estándar con agua pura a 25°C
- Desplazamiento por ciclo 0,022gls. (0,083lts.).
- Entrada de aire de 1/4".
- Conexión de entrada y de salida de 1/2 pulgada roscada.
- Presión de operación máxima 120psi. (8.3bar.). Consumo de aire 10cfm.
- Diámetro máximo de solidos suspendidos 1,6mm. (1/8 pulgadas).
- Máxima pérdida en la succión 2.8m.
- Garantía de 6 meses. Suministramos kit de repuestos de aire y fluido directamente ademas del servicio técnico si es requerido.

- Cuerpo central en aluminio.
- Disponible con: Bolas, diafragmas y asientos en teflón.
- Ideal para trasiego de fluidos derivados de hidrocarburos como lo son aceites, disolventes, combustibles entre otros fluidos no corrosivos, no abrasivos. No recomendable para alimentos, químicos ni agroquímicos.

Incluye unidad de lubricación, filtro de ruido, racor de entrada de aire de media con espigo.

## R. Ficha Técnica sistema de lubricación 4JB1.

06F—132 4J MOTORES DIESEL

000101

### SISTEMA DE LUBRICACION

#### DATOS Y ESPECIFICACIONES PRINCIPALES

Modelo de motor	4JA1	4JB1	4JB1T
Tipo bomba de aceite	De engranaje	Trocoide	De engranaje
Capacidad lit (gal EE.UU./GB)/min	19,9 (5,3/4,4)	13,0 (3,4/2,9)	19,9 (5,3/4,4)
Velocidad rpm		1000	
Presión de salida kg/cm <sup>2</sup> (psi/kPa)		4 (56,9/392,0)	
Temperatura del aceite °C (°F)		48 – 52 (118 – 126)	
Tipo de aceite		SAE 30	
Presión de trabajo del conmutador de la presión de aceite kg/cm <sup>2</sup> (psi/kPa)		0,2 – 0,5 (2,8 – 7,1/19,6 – 49,0)	
Tipo del filtro de aceite	De flujo total con elemento de papel tipo casete		
Presión abertura válvula de alivio kg/cm <sup>2</sup> (psi/kPa)	4,3 – 4,7 (61,1 – 66,8/421,4 – 460,6)		5,7 – 6,3 (82,5 – 89,5/558,6 – 617,6)
Presión abertura válvula de seguridad kg/cm <sup>2</sup> (psi/kPa)	0,8 – 1,2 (11,38 – 17,07/78,9 – 117,6)		
Tipo del enfriador de aceite	Enfriado por agua		
Presión de abertura de la válvula de seguridad kg/cm <sup>2</sup> (psi/kPa)	2,3 – 2,7 (32,7 – 38,4/225,4 – 264,6)		

# S. Ficha Técnica vehículo NPR

## CAMIÓN NPR REWARD

MOTOR	
Marca / Código	Isuma 4HK-TCN
Tipo	Turbo Intercooler
Desplazamiento (cc)	5,193
Nº de cilindros	4 en línea
Potencia (HP e RPM)	148 @ 2,600
Torque (Kg.m @ RPM)	41 @ 1,600
Alimentación	Inyección directa Common Rail
Combustible	Diesel
Emisiones	Euro II
Enfriador de aceite	Plato sobre bloque de motor

TRANSMISION	
Accionamiento de embrague	Hidráulico
Tipo	T/M 6 Vel., (0/D)
Reversa	5,701
Relación final de eje	4,777

CHASIS	
Dirección	Asistida hidráulicamente
Suspensión delantera	Ballesta en eje rígido
Capacidad (kg)	3,100
Suspensión trasera	Ballesta en eje líquido
Capacidad (kg)	6,500
Amortiguador	2 del/2 tras. Hidráulicos telescópicos, de doble acción
Sistema de freno	Hidráulico
Delantero	Campana
Trasero	SI
Freno de albrigo	SI
Freno mano	215/75R17,5

PESOS Y CAPACIDADES	
Peso vacío (kg)	2,865
Peso bruto vehicular (kg)	7,500
Capacidad de carga (kg)	4,835
Tanque de combustible (Litros)	140

SISTEMA ELÉCTRICO	
Batería (Z)	12V-70 Amp.
Alternador	24V-50 Amp.

Regulaciones legales.  
Regulaciones colombianas ambientales actuales.  
Regulaciones del Ministerio de Transporte.

Garantía: 1 año o 50,000 km.  
Garantía de motor: 1 año o 160,000 km.

### APARIENCIA EXTERIOR

Cofreton Chevrolet  
Stickers "Tecnología Isuma"  
Cabinas abatible

### PANEL DE INSTRUMENTOS

Odometro  
Mujal de combustible  
Tacómetro  
Temperatura de refrigerante  
Velocímetro km/h

### LUCES INDICADORAS

Freno de parque  
Carga de la batería  
Cinturón de seguridad  
De cruce/parque  
Luces de carretera altas

### SEGURIDAD

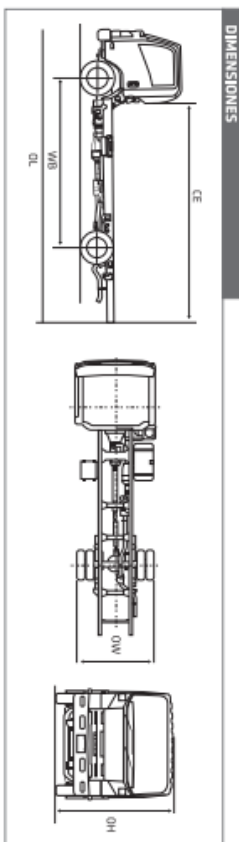
Cinturones de seguridad: 2 de 3 puntos y central de 2 puntos  
Espejos (2 laterales y 1 en cabina)  
Pito eléctrico  
Luz de marcha en reversa  
Tapa tanque de combustible con llave  
Ganchos de remolque 2 (delantero y trasero)

### COMODIDAD Y APARIENCIA INTERIOR

Columna de dirección telescópica y ajustable en posición  
Vidrio trasero en la cabina  
Antena  
Radio CD  
2 parlantes  
Encendedor de cigarrillos  
Cenicero puerta conductor (1)  
Manijas de asistencia (2 en cabina y 2 en puerta)  
Parasol conductor y pasajero  
Limpiaparabrisas (2 velocidades)  
Ventilador y calefactor  
Cato y palanca  
Vidrios manuales  
Tapetes piso en vinilo  
Cuantera  
Bolsillo trasero del asiento del conductor  
Tajetero

### DIMENSIONES

WB (mm) (Distancia entre ejes) 3,365  
OL (mm) (Longitud total) 5,985  
OH (mm) (Altura total) 2,275  
OW (mm) (Ancho total) 1,995  
CE (mm) (Ancho carrozable) 4,302



# T. Ficha Técnica vehículo NQR.

## CAMIÓN NQR REWARD

### MOTOR

Marca / Código	Isuzu 4HK-TCN
Tipo	Turbo Intercooler
Desplazamiento (cc)	5,193
Nº de cilindros	4 en línea
Potencia (HP @ RPM)	148 @ 2,500
Torque (kg.m @ RPM)	41 @ 1,500
Alimentación	Inyección directa Common Rail
Combustible	Diesel
Emisiones	Euro II
Entrador de aceite	Piso sobre bloque de motor

### TRANSMISION

Accionamiento de embrague	Hidráulico
Tipo	1 / M 6 Vel. (0/0)
Reversa	5, 701
Relación final de eje	5,125

### CHASIS

Asistencia hidráulicamente	
Asistencia	3,100
Asistencia hidráulicamente	5,000
Asistencia hidráulicamente	Hidráulicos, telescopios de doble acción
Asistencia hidráulicamente	2 del./2 tras.
Asistencia hidráulicamente	Tipo
Asistencia hidráulicamente	100% aire
Asistencia hidráulicamente	Delantero
Asistencia hidráulicamente	Campana
Asistencia hidráulicamente	Trasero
Asistencia hidráulicamente	51
Asistencia hidráulicamente	Freno de alargo
Asistencia hidráulicamente	Freno mano
Asistencia hidráulicamente	51
Asistencia hidráulicamente	215 / 75R17,5

### PESOS Y CAPACIDADES

Peso vacío (kg)	2,805
Peso bruto vehicular (kg)	8,500
Capacidad de carga (kg)	5,695
Tanque de combustible (litros)	120

### SISTEMA ELÉCTRICO

Batería	12V-70 Amp.
Alternador	24V-50 Amp.

Regulaciones legales,  
 Regulaciones ambientales actuales,  
 Regulaciones del Ministerio de Transporte.

Garantía 1 año ó 50,000 km,  
 Garantía de motor: 1 año ó 160,000 km.

### APARIENCIA EXTERIOR

Construccion	Chevrolet
Stickers	"Tecnología Isuzu"
Cabina	abitable

### PANEL DE INSTRUMENTOS

Controladores y medidores	
Odometro	
Mivel de combustible	
Tacómetro	
Temperatura de refrigerante	
Velocímetro km/h	

### LUCES INDICADORAS

Freno de parqueo	
Carga de la batería	
Cinturón de seguridad	
De cruce/paqueteo	
Luces de carretera altas	

### SEGURIDAD

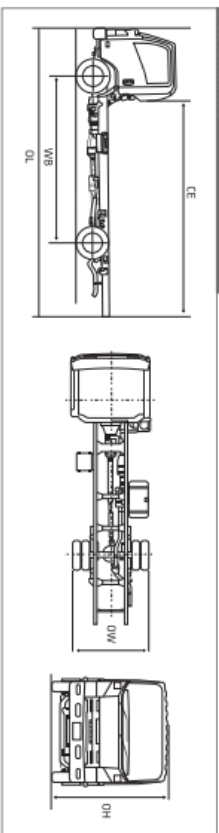
Cinturones de seguridad	2 de 3 puntos y central de 2 puntos
Espojos (2 laterales y 1 en cabina)	
Pito eléctrico	
Luz de marcha en reversa	
Tapa tanque de combustible con llave	
Ganchos de remolque 2 (delantero y trasero)	

### COMODIDAD Y APARIENCIA INTERIOR

Columna de dirección	telescópica y ajustable en posición
Vidrio trasero	en la cabina
Antena	
Radio CD	
2 parlantes	
Encendedor de cigarrillos	
Cenicero puerta conductor (1)	
Manillas de asistencia (2 en cabina y 2 en puerta)	
Parasol conductor y pasajero	
Limpiaaparabrisas (2 velocidades)	
Ventilador y calefactor	
Cato y palanca	
Vidrios manuales	
Tapetes piso en vinilo	
Guantero	
Bandeja en espaldas de asiento central	
Bolsillo trasero del asiento del conductor	
Tapeteo	

### DIMENSIONES

WB (mm)	(Distancia entre ejes)	3,815
DL (mm)	(Longitud total)	6,995
OH (mm)	(Altura total)	2,265
OW (mm)	(Ancho total)	1,995
CE (mm)	(Largo carrozable)	5,295



Especificaciones sujetas a cambio sin previo aviso.