

ADECUACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN AUTMÓVIL COMO BANCO EDUCATIVO PARA EL PROGRAMA DE INGENIERIA MECÁNICA UAN

Querubín Sánchez Tovar*, Cesar A Vargas Tovar** y Nombre Juan Carlos Avilés Tovar^{3***}
 * Universidad Antonio Nariño, querubin.sanchez@gmail.com ** Universidad Antonio Nariño, cesavargas@uan.edu.co *** Universidad Antonio Nariño, juaviles@uan.edu.co

Abstract— A mechanical engineer with a specialty in the automotive area is important to be able to analyze, measure and diagnose the different faults that different automotive systems can present. In the following research, the suitability of the systems of a Hyundai Atos 2007 car is presented in order that the Antonio Nariño University has devices in which to simulate and measure the different automotive systems of standard technology.

For this, a design and simulation is made in the Solidwoks platform of the chassis and body system, since this is in a 60% of its total, in the platform simulates the necessary cuts, the assembly of 40% of the rest body By means of the MIG / MAG welder and the Finite Element Analysis to support the state of the modified structure. In order to improve and operate the rest of the systems such as: motor, steering, electricity and electronics, brakes, injection and transmission, components must be replaced, maintenance performed and in some cases installed complete systems, since they are not in their As is the transmission system. Replacement of components, development of maintenance and installation of systems, is done according to the manufacturer's manual.

The study of the different automotive systems is designed and manufactured to control faults in which these types of faults can be verified, diagnosed, corrected and interpreted. This tool or test bench initially focuses on four types of Failure, in the systems listed below: two faults in the engine system, a failure in the injection system and a failure in the electrical system.

The results show that the systems studied have an acceptable performance for the test bench, the body is able to support weights above 98 kg and the fault simulation control generates defects in the systems mentioned.

keywords— Simulation, measurement, diagnosis, testing, automobile and restoration.

Resumen— Un ingeniero mecánico que tenga como especialidad el área automotriz es importante que pueda analizar, medir y diagnosticar las diferentes fallas que pueda presentar los diferentes sistemas automotrices. En el siguiente trabajo de investigación, se presenta la adecuación de los sistemas de un automóvil Hyundai Atos 2007 con el fin, que la Universidad Antonio Nariño tenga dispositivos en el que se puedan simular y medir los diferentes sistemas automovilísticos de tecnología estándar.

Para ello se hace un diseño y simulación en la plataforma Solidwoks del sistema del chasis y carrocería, ya que esta se encuentra en un 60% de su totalidad, en la plataforma se simula los cortes necesarios, el ensamble del 40% de la carrocería restante por medio del soldado MIG/MAG y el Análisis de Elementos Finitos para soportar el estado de la estructura modificada. Para el mejoramiento y la funcionabilidad del resto de los sistemas como lo es: motor, dirección, electricidad y electrónica, frenos, inyección y transmisión, se debe sustituir componentes, desarrollarse mantenimiento y en algunos casos instalar sistemas completos ya que no se encuentran en su totalidad como lo es el sistema de transmisión. La sustitución de los componentes, el desarrollo de los mantenimientos y la instalación de los sistemas, se hace según el manual del fabricante.

El estudio de los diferentes sistemas del automóvil, se diseña y se fabrica un control para simular fallas en el que se podrá verificar, diagnostica, corregir e interpretar estos tipos de fallas, esta herramienta o banco de prueba, inicialmente se concentra en cuatro tipos de falla, en los sistemas que relacionamos a continuación: dos fallas en el sistema del motor, una falla en el sistema de inyección y una falla en el sistema eléctrico.

Los resultados muestran que los sistemas abordados tienen un comportamiento aceptable para el funcionamiento del banco de prueba, la carrocería es capaz de soportar pesos por encima de 98 kg y el control de simulación de fallas genera defectos en los sistemas mencionados.

Palabras clave— Simulación, medición, diagnóstico, pruebas, automóvil y restauración.

I. INTRODUCCIÓN

Para un ingeniero mecánico es importante que tenga contacto no solo teórico si no físico y práctico en los procesos de funcionamiento de los sistemas automotrices, esto permite que el profesional pueda identificar los componentes, medirlos, evaluarlos y determinar un diagnóstico. La facultad de ingeniería de la Universidad Antonio Nariño cuenta actualmente con un vehículo en malas condiciones y con falta de sistemas para su funcionamiento adecuado, este es utilizado para el estudio de sus componentes.

Por ello se hace necesario adecuar el vehículo existente, aplicando campos del conocimiento, como la mecánica automotriz, electricidad y electrónica automotriz y mecánica del automóvil.

Los objetivos que se trazan para el desarrollo de este proyecto son

- Objetivo general: Rediseñar y adecuar un vehículo funcional didáctico que cuente con los diferentes sistemas para la facilidad de prácticas en el laboratorio automotriz.
- Objetivos específicos:
 - Diagnosticar el estado actual del instrumento a utilizar en el desarrollo del proyecto (medio carro ubicado el taller de la universidad)
 - Diseñar los componentes necesarios para la adecuación del vehículo
 - Ensamblar los sistemas necesarios para la funcionabilidad del vehículo

- Diseño del tablero para generar fallas
- Evaluar el funcionamiento y puesta en marcha del vehículo
- Entrega del manual de operación

II. CONTENIDO

A. Revisión bibliográfica

El siguiente proyecto de investigación hace una revisión bibliográfica de los últimos 10 años en el campo de la medición y diagnóstico de los sistemas automotrices. En el año 2008 en el libro *Un manual para los ingenieros*, los investigadores hablan sobre la industria automotriz de interruptores bimetalicos, estos son sensores térmicos electromecánicos o limitadores que se utilizan para el control automático de la temperatura, estos interruptores permiten el corte del funcionamiento de ventiladores o la activación de una alarma en el caso de sobre-enfriamiento [1].

En el 2009, la Federación Internacional de Control Automático (IFAC) habló de la presencia de micro-controladores a bordo del vehículo que ha dado lugar a una proliferación de otras funciones relacionadas con la seguridad y la comodidad del cliente, a través de sistemas electrónicos y software relacionados, creando así la necesidad de más sofisticados diagnósticos a bordo. Hoy, un porcentaje significativo de códigos informáticos en un automóvil está dedicado a las funciones de diagnóstico automotriz [2].

La Conferencia Internacional sobre Mecánica Industrial, e Ingeniería de Fabricación de Singapur en 2012, da a conocer un enfoque de monitorización del estado del bloque del motor, basado en la medición y el control de la operación del motor de par variable con sensor de deformación. Esta investigación consta de dos procedimientos principales: la recolección de datos y procesamiento de datos. La recolección de datos son los procesos del sensor que unen el motor en marcha y registro de datos; el procesamiento de datos es traducir los datos obtenidos mediante la adquisición de datos, filtrado y análisis por I-Kaz. El motor que se utilizó en este experimento es un Mitsubishi 4G92 de 4 cilindros de 113 CV (83 kW; 111 CV) 1.6L SOHC de 16 válvulas, con inyección multipunto de combustible [3].

La Conferencia Internacional de Tribología de Malasia en el 2013 da a conocer un artículo del recubierto en cerámica de la corona en pistones de motores de inyección directa a Gas Natural Comprimido. La cabeza de los pistones a gas natural comprimido del sistema de inyección directa con recubierto de cerámica de zirconio parcialmente estabilizada con base de níquel, cromo y aluminio (Ni, Cr y Al) experimentan menos flujo de calor que aquellas cabezas de los pistones sin recubrimiento en la corona del pistón, del motor CamPro, dando una protección adicional durante la operación de combustión. [4].

En 2014 un artículo de Modelización de sistemas mecánicos y mecatrónicos, se refirió a la evaluación de una corrección de procesos de combustión de un motor de encendido por compresión de inyección directa sobre la base de tramos de señales de vibración y su procesamiento digital. El método de diagnóstico se implementó para identificar los cambios de calidad y

cantidad de características principales de los procesos y parámetros de diagnóstico en relación a las condiciones del trabajo del motor, el tiempo de operación y con algunos problemas que aparecerán en los ciclos de trabajos especificado en el motor [5].

El 12º Congreso Mundial sobre la fabricación y la gestión, se trabajó el uso de la señal de vibraciones para el diagnóstico de errores en caja de cambios automáticas. En los estudios experimentales, buenos engranajes y engranes de la cara de desgaste se utilizaron para recoger señales de vibración para las condiciones buenas y defectuosas de la caja de cambios. Cada engranaje se pone a prueba con dos velocidades diferentes y condiciones de carga. Las características estadísticas se extraen de las señales de vibración adquiridas, estas se dan a conocer como una entrada a la máquina de vectores de soporte para la identificación de fallas [6].

En el año 2015, la 70º Conferencia de la Asociación de Máquinas e Ingeniería Térmica Italiana expuso capacidades potenciales de estrategia para la carga de combustión parcialmente estratificada de encendido por chispa en un amplio rango de inflamabilidad relación aire-combustible con un enfoque computacional basada en CFD (Dinámica de fluidos computacional). Un solucionador LES validado que se ha utilizado para representar los principales fenómenos que tienen lugar en un volumen constante aplicado experimentalmente en la cámara de combustión (CVCC). Para diferentes proporciones de aire y combustible, los procesos de combustión, tanto homogéneos y no homogéneos se simulaban con el fin de comparar y hacer hincapié en los beneficios de la carga parcialmente estratificada de encendido por chispa y el impacto de la elección de las condiciones de funcionamiento [7]. En el mismo año 2015, en el 69th Congreso de la Asociación Italiana de Ingeniería Térmica presentó los resultados de las pruebas experimentales, que se llevaron a cabo en un motor de encendido por chispa de pequeña cilindrada, donde se utilizó una bomba eléctrica de bajo caudal para sustituir la normal impulsada por el cigüeñal. Entonces el motor se hace funcionar tanto en el bajo régimen de transferencia de calor de una sola fase normal y en condiciones de ebullición nucleada. El motor fue equipado adecuadamente con el fin de registrar la presión del refrigerante, temperatura y velocidad de flujo, igualando así las temperaturas del metal [8].

En 2015, la 70º Conferencia de la Asociación de Máquinas e Ingeniería Térmica Italiana evaluó el efecto de un calentamiento más rápido de aceite durante el ciclo de homologación del consumo de combustible. Esta campaña experimental se realizó en un motor F1C 3L Iveco montado en un banco de prueba en el dinamómetro operado con el fin de reproducir el NEDC (nuevo ciclo de conducción europeo). El motor OEM se ha caracterizado y se le ha estudiado el efecto de la temperatura del aceite de acuerdo con: (a) una fuente de calor externa, que lleva el aceite en su valor de temperatura estabilizada antes del arranque del motor, (b) una fuente de calor interna representada por los gases de escape, los gases que llegan casi inmediatamente con un valor de temperatura capaz de calentar el aceite en marcha [9].

De igual manera en 2015, en Breda hablan de los materiales utilizados para crear una válvula, insistiendo en el empleo de un buen trabajo, de alta resistencia al desgaste, buena resistencia mecánica y buena fatiga y resistencia a la corrosión a altas temperaturas. Se presenta el desarrollo de una nueva máquina de prueba de

asiento de válvulas y válvulas para temperaturas altas. Los resultados de estas pruebas en los asientos de válvula y las válvulas que se utilizaron en este diseño se presentaron y se evaluaron con los resultados de las máquinas nuevas para prueba estándar [10].

A nivel nacional la empresa encargada de la investigación y reparación de todos los sistemas del automóvil es Cesvi Colombia S.A. ellos investigan, experimentan e innovan para brindar soluciones, productos y servicios que generen valor a los sectores: automotor, asegurador, reparador y de la seguridad vial, en Colombia y en el exterior [11]. Mediante distintos estudios y la aplicación de muchas herramientas Cesvi Colombia reconstruye y adecua múltiples fallas que puedan tener los distintos componentes automotrices. A nivel regional empresas Sur Andina de Servicios, encargada de la reparación y mejoramiento de automóviles, se especializa en la adecuación de partes deterioradas de múltiples marcas de vehículos.

En el tema de diseño y puesta en marcha de banco de prueba automotriz encontramos que en el 2008 que en la Universidad industrial de Santander de Bucaramanga Oscar Ramiro Amaya hace el diseño, montaje y puesta en marcha de un banco de prueba de un motor Diesel con el fin de complementar el trabajo de servicio en el taller de la compañía Cummins API S.A. [12]. El mismo año en la ciudad de Medellín Nicolás Mejía diseña y construye un banco de prueba para un motor de combustión interna de un Renault Twingo con la finalidad de incorporarlo en el laboratorio automotriz de la ESCUELA DE INGENIERÍAS DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA [13].

Existen diferentes empresas en el terreno colombiano dedicadas a la elaboración de bancos educativos de diagnósticos automotriz como es el caso de Tecnotalleres de los Andes, Alecop Grup Colombia, entre otros. Los cuales se especializan en aportar soluciones formativas integrales donde existan necesidades de aprendizaje, innovación, productividad y desarrollo social; entre los productos ofrecidos encontramos múltiples bancos automotrices según el sistema que requiera el ente educativo, como son: bancos de motor gasolina e inyección electrónica, banco de sistema de dirección, banco de sistema de suspensión, banco de sistema eléctrico, entre otros. Si la Universidad Antonio Nariño en un futuro adquiriera lo antes mencionado por alguna de estas empresas el costo de la adquisición podría ser exagerado, una de las prioridades de este proyecto es brindar múltiples sistemas automotrices incorporados un banco con tecnología estándar y así obtener una reducción significativa de costos.

El banco de prueba que se desarrollara con este proyecto, tendrá como objetivo el estudio de los diferentes sistemas del automóvil integrando un control para la simulación de fallas, en el que se podrá verificar, diagnóstica, corregir e interpretar estos tipos de falla. Esta herramienta o banco de prueba, inicialmente concentrar cuatro tipos de falla en los sistemas que relacionamos a continuación:

- Dos fallas en el sistema de motor
- Una falla en el sistema de inyección
- Una falla en el sistema eléctrico.

Con base a lo anterior, la implementación de los componentes necesarios para el funcionamiento de dicho automóvil, se realizará de acuerdo al manual del

fabricante, sabiendo que en general los sistemas de este automóvil son de tecnología estándar.

B. Metodología, métodos y procedimientos

En el siguiente apartado se presentara la metodología, los procedimientos hechos en el taller Sur Andina de Servicios en la ciudad de Neiva - Huila, normas y planos para dar respuesta al objetivo general de la investigación. En primera medida se hace un diagnostico mecánico de los componentes con los cuales cuenta el medio carro de a UAN, encontrando lo siguiente.

La carrocería y chasis, presenta una ausencia de su estructura en más del 60%, teniendo solo la parte delantera de su carrocería la cual se encontraba soportada por las rudas y suspensión delantera, y dos ruedas locas en la parte trasera.



Figura. 1: Salida de la media carrocería de la UAN

El motor se encuentra en un estado desfavorable o con falta de mantenimiento preventivo y correctivo, ya que sus componentes como bujías con electrodos bajos, instalación de alta con cables rasgados o partidos, aceite motor con degradación máxima, filtro de aceite con impurezas, filtro de aire con polvo y tierra, y una ausencia del soporte motor delantero influían a que este no tuviera un correcto funcionamiento. Además este sistema presenta una fuga de aceite por el cigüeñal delantero al estar dañado su retenedor, el cual presenta daños en el labio interno. La transmisión delantera tiene ausencia de un 100%, al no encontrar este componente; también una inexistencia del soporte de caja trasero, kit de embrague (disco, prensa y balinera) y ejes delanteros transmisores en el velocipedo.



Fig. 2: Estado del motor encontrado en la media carrocería

Combustible, los componentes encontrados en este sistema son: Un improvisado tanque el cual no es viable para el funcionamiento del mismo, una boba de combustible la cual presenta daño interno en el funcionamiento, se realizaron pruebas a los inyectores,

encontrando que el retorno de combustible está por encima del rango especificado, los anillos de estos inyectores se encuentran fatigados y en los filtros con impurezas o contaminación, un conjunto flotador con los ductos de entrada, salida y retorno partidos. Por el daño de los anteriores elementos el sistema de ignición no funciona.



Figura. 3: Improvisado tanque de gasolina

El sistema de dirección presenta daño en el guardapolvo de los brazos axiales al encontrarse rasgados, lo cual generaba una fuga de grasa y sus llantas delanteras en mal estado.



Fig. 4: Estado de la dirección en la media carrocería

En el sistema de suspensión, se encuentra con que este tiene solo la suspensión delantera y la inexistencia total de la suspensión trasera como: puente trasero, amortiguadores traseros, barra estabilizadora trasera, barras laterales y semiejes traseros.



Fig. 5: Suspensión delantera media carrocería

Los componentes del sistema de frenos delanteros presentan desgastes en las pastillas, líquido de frenos presenta contaminación y con nivel inadecuado y fuga del líquido de freno por la manguera por la manguera delantera derecha. El sistema de frenos trasero es

inexistente ya que no cuenta con guayas de emergencia, bandas, campanas, platos y tubería de líquido de freno.



Fig. 6: Sistema frenos delantero

En la caja del sistema eléctrico delantero presenta ausencia de fusible, relay; las luces delanteras y del tablero de instrumentos no funcionan al presentar daños en los bombillos y fusibles, no cuenta con el sistema eléctrico parte trasera; la ECU presenta falta de mantenimiento al encontrarse en contacto directo con polución.



Fig. 7: ECU con polución

Con la anterior valoración del vehículo se concluye que este no cuenta con los componentes necesarios en sus sistemas para un óptimo funcionamiento, llevando a que no se pueda realizar una medición correcta y una simulación de sus sistemas. Por consiguiente se procede a la adquisición de las partes necesarias para el correcto funcionamiento de los sistemas. A continuación se hace una relación de la materia prima o componentes necesarios para el funcionamiento y puesta en marcha del proyecto:

- 4 bujías
- Instalación de alta
- Retenedor cigüeñal delantero
- Aceite motor
- Filtro de aceite
- Filtro de aire
- Filtro de combustible
- Bomba de combustible con árbol
- Mantenimiento inyectores
- Tanque de combustible
- Manguera freno delantero y trasero
- Transmisión o caja de cambio
- Kit de embrague
- Ejes transmisión delantero
- Líquido de freno

A	Largo total	3,570
B	Distancia entre ejes	2,380
C	Voladizo delantero	0,700
D	Voladizo trasero	0,490
E	Ancho total	1,530
F	Trocha delantera	1,320
G	Trocha trasera	1,300
H	Altura total	1,570

D. Proceso de latonería

En el sistema de carrocería y chasis se realiza un diseño en el programa Solidworks, donde se analizan los cortes necesarios para un adecuado ensamble de la carrocería, para ello se toman medidas de lo que es: carrocería parte trasera adquirida, carrocería parte delantera, plataforma piso y chasis completo, estas medidas son comprada con los planos del fabricante, se determina y simula los cortes en la plataforma del programa Solid Works y seguidamente se ejecuta lo anterior de acuerdo a la simulación y resultados.

Los cortes se realizan con una cierra neumática de acuerdo a la sugerencias expresadas por el manual del fabricado, las medidas de los cortes se hacen a 0.35 m del marco inferior del paral delantero derecho e izquierdo del marco vidrio panorámico y en la sección del piso parte delantera donde se encuentra el refuerzo de piso del habitáculo delantero, este corte es hecho 0.45 m del marco de la puerta delantera sobre el estribo sección delantera. A continuación se presentan gráficamente los planos del fabricante, planos del diseño y evidencia de la sección de cortes.

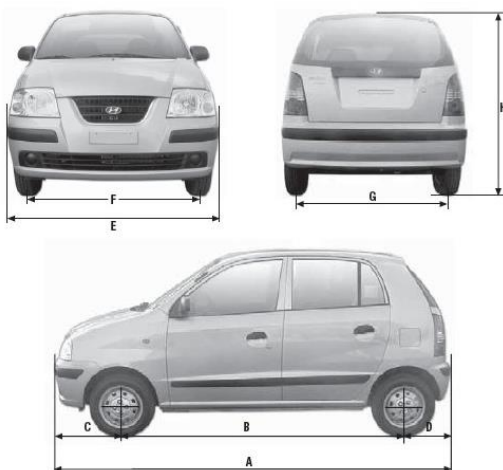


Fig. 8: Carrocería acotada del automóvil Atos [14]

Tabla VI
Medidas y descripción de las cotas de la carrocería del Atos 2007 [14]

COTA	DESCRIPCIÓN	MEDIDA (m)
------	-------------	------------

E. Diseño de los cortes en la carrocería

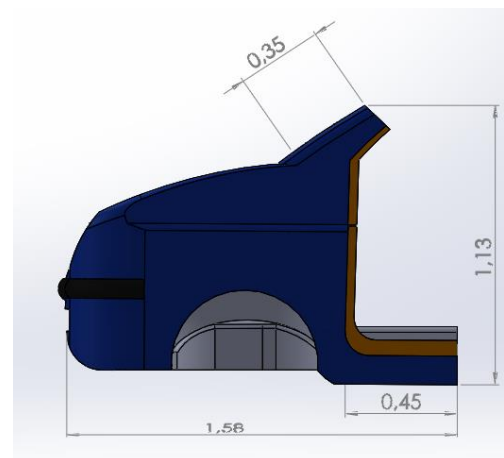


Fig. 9: Diseño de los cortes parte delantera de la carrocería

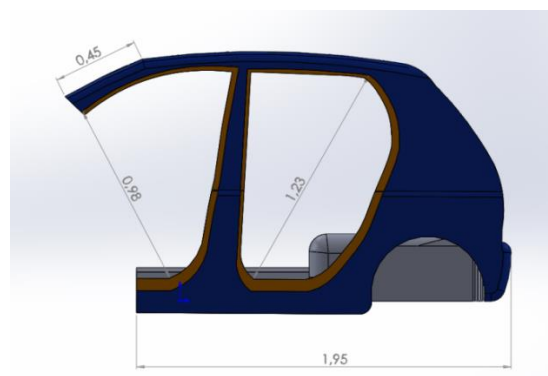


Fig. 10: Diseño de los cortes parte trasera de la carrocería

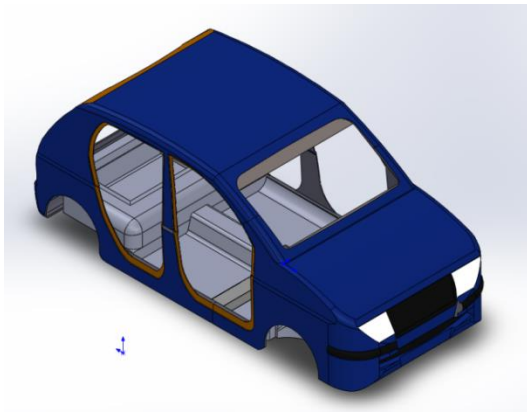


Fig. 11: Diseño del acople de la parte delantera y trasera de la carrocería

F. Estudio estructural estatico por medio de analisis de elementos finitos

En el siguiente estudio se evidencia el comportamiento a la deformación y al esfuerzo a tensión que puede soportar la estructura del chasis o piso del automóvil Hyundai Atos modificado, las cargas distribuidas que se le aplica a la estructura ya antes mencionada, la fuerza que ejerce el motor sobre el armazón que compone las parte delantero que es de 3920 N y una fuerza distribuida en el compartimento de los pasajeros del automóvil de 4000N que equivalen a cuatro personas en promedio de 100 kg.

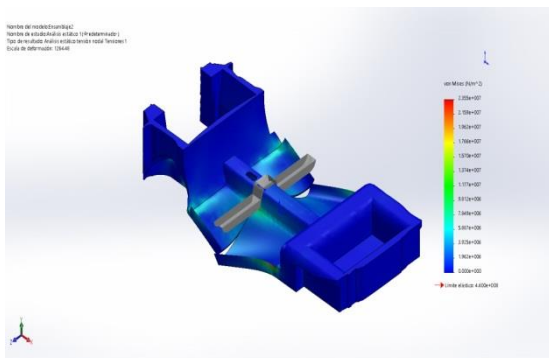


Fig. 12: Análisis de elementos finitos en el chasis del automóvil

G. Procedimiento de corte y ensamble de la carrocería parte delantera y trasera



Fig. 13: Cortes de la correería parte delantera



Fig. 14: Cortes de la correería parte trasera



Fig. 15: Acople carrocería parte delantera y trasera

La materia prima utilizada para el proceso de soldadura es: un equipo de soldadura MIG/MAG Hui Jiang de referencia HJ-250A, alambre de acero dulce recubierto de cobre como electrodo con referencia ER70S-6 con un diámetro de 0.8 mm que cumple la norma AWS A5.18/A5.18M: 2005 de la Sociedad Americana de Soldadura y la ISO 544 de 2011, y una gas oxidante como protección con un contenido de dióxido de carbono y argón; la principal aplicación de este método es en la reparación automotriz, en aceros estructurales y la robótica. Cabe resalta que el manual del fabricante suministrado por Cesvi Colombia en la sección de reparabilidad de la carrocería en caso de colisiones, la unión de las partes a sustituir se hace por soldadura MIG/MAG teniendo un ejemplo en la siguiente imagen.



Fig. 16: Carrocería del banco de prueba ensamblada

H. Reparación mecánica, sistema motor y sistema trasmisión

En los procesos de mantenimiento mecánicos, la consecución, inspección y puesta a punto de los elementos necesarios para su funcionalidad, se enfocan de acuerdo al manual del fabricante y a la teoría expuesta por la Universidad Antoni Nariño en las materias vista de diagnóstico automotriz, mecánica del motor y mecánica del automóvil.

Después de la medición y la valoración de los elementos del motor, se lleva al cambio y mantenimiento de los componentes defectuosos, estos

son: cambio de las 4 bujías, cambio retenedor cigüeñal delantero, cambio de instalación de alta, cambio de aceite motor, montura de la caja de cambio y ejes de transmisión delantero, montura *Kit de embrague*, montura guaya control de velocidad, montura soporte motor delantero, montura soporte caja, cambio aceite caja, cambio del filtro de aire y de aceite, lavado de inyectores y calibración de los mismos ya que estos están deteriorados.

I. Reparación en la suspensión y frenos

Para la adecuación de la suspensión y el sistema de frenos, se inspecciona la suspensión delantera y se determina que está en un buen estado, en el sistema de frenos delantero se determina que las pastillas están en un mal estado y que el líquido de freno está en un nivel muy inferior al recomendado, en la suspensión trasera y sistema de frenos trasero se adquiere los elementos necesarios para su adecuado funcionamiento, se inspeccionan y se lleva a la instalación, esto se hace de acuerdo al manual del fabricante y a la teoría adquirida durante el proceso educativo en la universidad, los elementos necesarios para el buen funcionamiento de estos sistemas fueron: puente trasero (suspensión), barra estabilizadora trasera, barras laterales traseras, porta mangueta traseras, amortiguadores traseros, 2 rines traseros y 4 llantas; en el sistema de frenos se hace necesario instalar, plato de freno, campana, bandas de freno, cilindro freno, guaya freno de emergencia, tubería trasera para el líquido de freno y líquido de freno.

J. Reparación en el sistema eléctrico y electrónico del vehículo

El automóvil tiene tres instalaciones eléctricas, instalación eléctrica motor, instalación eléctrica del tablero de instrumento e instalación eléctrica de la carrocería. Actualmente el medio vehículo de la universidad se encuentra con la instalación eléctrica del motor y del tablero de instrumento, faltando el sistema eléctrico de la carrocería, así se realiza la consecución e instalación en su totalidad del cableado eléctrico de la carrocería y las mediciones en los diferentes sistemas eléctricos necesarios para el funcionamiento adecuado.

K. Reparación en el sistema de dirección y de alimentación

En el sistema de dirección que compone este vehículo es una caja de dirección mecánica de cremallera, la cual no tiene asistencia de ninguna índole, se realizó el desmonte de la caja con el fin su estado, y los componentes como: terminales de dirección, brazos axiales dirección, guarda polvos laterales, piñón y carcasa caja. Después de la revisión de estos componentes, se lleva a la sustitución de un guardapolvo brazo axial, a la limpieza y mantenimiento de los otros componentes. Para la reparación en el sistema de alimentación es necesaria la instalación de, un tanque de gasolina, bomba de gasolina con árbol y la tubería de salida y retorno de gasolina.

L. Diseño y fabricación del módulo de fallas

El módulo se diseña para que genere cuatro tipos de fallas en el vehículo y este estará posicionado en la parte trasera del mismo, estas son:

1. Falla en el relay de la bomba de combustible, un interruptor encontrado en el módulo permitirá el funcionamiento de la bomba de combustible, este estará ligado a la instalación o ramal eléctrico del sistema de combustible; en el momento de accionar el interruptor en el módulo, el automóvil no podrá iniciar su funcionamiento ya que no llegará el combustible adecuado a los inyectores.
2. Falla en el sensor de temperatura, un interruptor en el módulo permite o anula el funcionamiento del sensor de temperatura, el sensor en el momento de su funcionamiento permite que el ventilador encargado de disipar la temperatura del refrigerante funcione en cierto rango de temperatura, de lo contrario cuando es accionado el interruptor en el módulo el ventilador sale de servicio. Cabe resaltar que el vehículo sigue su funcionamiento sin importar que el ventilador funcione, es importante tener en cuenta que el vehículo no debe funcionar por mucho tiempo con esta falla activa, ya que puede producir grandes daños en la culata y bloque del motor.
3. Falla en el sistema de nivel del líquido de frenos, un interruptor en el módulo permitirá el funcionamiento inesperado de un testigo en el tablero de instrumentos del vehículo, que indicara que el nivel del líquido de frenos no es el óptimo.

M. Diagnostico en los cuatro sistemas que el módulo de fallas abarca

1. En la bomba de combustible se debe medir la corriente que en condiciones normales de funcionamiento es de 40 A, voltaje de 12 V y presión de 60 Psi, estas deben ser las adecuadas y se debe comprobar el funcionamiento del relay. De acuerdo a el diagnostico hecho, las soluciones son: si la corriente está por debajo de los 40 A en el sistemas se debe verificar el cableado, si tiene problemas corregirlos o cambiar el ramal, si el funcionamiento del relay no es el óptimo con suministro de corriente de 40 A es recomendable cambiarlo y si la presión con la que va el combustible hacia los inyectores está por debajo de los 60 Psi es recomendable cambiar la bomba de combustible
2. En el sensor de temperatura ETC se debe medir la corriente de 40 A y un rango de resistencia de $2.37 \pm 0.24 \text{ k}\Omega$ a 293,15 K y $0.29 \pm 0.032 \text{ k}\Omega$ a 353,15 K, se debe comprobar el paso de corriente al ventilador de acuerdo al censo de temperatura, se debe comprobar el funcionamiento del ventilador, de acuerdo a lo anterior las posibles soluciones son: si la corriente no llega la sensor o está por debajo de los 40 A se debe cambiar el cableado eléctrico, si el envío de la señal no es el adecuado de acuerdo al censo de la temperatura hacia el ventilador y la resistencia del sensor está por debajo de los 2Ω se debe cambiar este, y si el ventilador no funciona con la corriente de 40 A se debe hacer el cambio de este.

3. En el sistema de frenos, se debe verificar que la resistencia del sensor sea de 2Ω que la corriente que lo alimenta sea de 40 A, que el nivel del líquido de freno sea el adecuado, que el censo del nivel del líquido y el envío de señal se esté dando adecuadamente y que la corriente que llega al testigo sea de 40 A, verificar las pastillas y el disco de freno, de acuerdo a lo anterior las posibles soluciones son: si el nivel del líquido de freno no es el adecuado hay que suministrar líquido de freno hasta tener un nivel óptimo, si el censo del nivel no es el apropiado y la resistencia del sensor está por debajo de los 2Ω se debe cambiar el sensor de nivel, si la corriente que alimenta el sensor está por debajo de 40 A se debe verificar el cableado, si las pastillas están desgastadas se debe hacer el cambio de estas y si el disco de freno está en condiciones desfavorables o muy rayado se debe cambiar.

III. CONCLUSIONES

Durante la etapa de investigación, diagnóstico y fabricación del banco de simulación de fallas automotriz, se llegó a la conclusión.

Se cumplió con los objetivos enmarcados al inicio de este proyecto para los cuales permitieron realizar el rediseño y construcción del banco de pruebas, capaz de simular el funcionamiento real de un automóvil que permita visualizar los resultados relacionado a los sistemas intervenidos.

Mediante la elaboración del banco de pruebas, se analizaron todas las variables que puedan afectar la parte estructural con la utilización del programa Solidworks midiendo carga puntual, esfuerzo y tensión, arrojando un resultado experimental el cual la estructura soportar entre 300 a 400 kg de peso.

Mediante los resultados generados por el banco de pruebas se puede determinar las fallas más comunes que se presentan en los sistemas del automóvil.

El presente proyecto es considerado como una herramienta de estudio para el diagnóstico, medición y corrección de fallas en los sistemas automotrices.

REFERENCIAS

- [1] P. Zhang, «1 - Sensors and Actuators for Industrial Control», en *Industrial Control Technology*, Norwich, NY: William Andrew Publishing, 2008, pp. 1-186.
- [2] G. Rizzoni, S. Onori, y M. Rubagotti, «Diagnosis and Prognosis of Automotive Systems: motivations, history and some results», *7th IFAC Symp. Fault Detect. Superv. Saf. Tech. Process.*, vol. 42, n.º 8, pp. 191-202, ene. 2009.
- [3] A. Oskoueian y M. Z. Nuawi, «Internal Combustion Engine Monitoring Using Strain Gauge and Analyzing With I-Kaz», *2012 Int. Conf. Mech. Ind. Manuf. Eng. Singap. June 27-28 2012*, vol. 1, pp. 192-198, ene. 2012.
- [4] H. A. Jalaludin, S. Abdullah, M. J. Ghazali, B. Abdullah, y N. R. Abdullah, «Experimental Study of Ceramic Coated Piston Crown for Compressed Natural Gas Direct Injection Engines», *Int. Tribol. Conf. Malays. 2013*, vol. 68, pp. 505-511, ene. 2013.
- [5] J. Merksiz y M. Waligórski, «Strategy of the Combustion Process Diagnosis in Direct Injection Engines», *Model. Mech. Mechatron. Syst.*, vol. 96, pp. 294-301, ene. 2014.
- [6] T. Praveenkumar, M. Saimurugan, P. Krishnakumar, y K. I. Ramachandran, «Fault Diagnosis of Automobile Gearbox Based on Machine Learning Techniques», *12th Glob. Congr. Manuf. Manag. GCMM - 2014*, vol. 97, pp. 2092-2098, ene. 2014.
- [7] L. Bartolucci, E. C. Chan, S. Cordiner, V. Mulone, y V. Rocco, «Natural Gas Fueling: A LES Based Injection and Combustion Modeling for Partially Stratified Engines», *70th Conf. Ital. Therm. Mach. Eng. Assoc. ATI2015*, vol. 82, pp. 417-423, dic. 2015.

- [8] S. Bova, T. Castiglione, R. Piccione, F. Pizzonia, y M. Belli, «Experimental Investigation and Lumped-parameter Model of the Cooling System of an ICE under Nucleate Boiling Conditions», *69th Conf. Ital. Therm. Eng. Assoc. ATI 2014*, vol. 81, pp. 907-917, dic. 2015.
- [9] R. Cipollone, D. Di Battista, G. Contaldi, S. Murgia, y M. Mauriello, «Development of a Sliding Vane Rotary Pump for Engine Cooling», *69th Conf. Ital. Therm. Eng. Assoc. ATI 2014*, vol. 81, pp. 775-783, dic. 2015.
- [10] L. A. B. Mascarenhas, J. de O. Gomes, V. E. Beal, A. T. Portela, C. V. Ferreira, y C. A. Barbosa, «Design and operation of a high temperature wear test apparatus for automotive valve materials», *Wear*, vol. 342-343, pp. 129-137, nov. 2015.
- [11] «Cesvi Colombia».
- [12] Oscar Ramiro Guerrero Amaya, «Diseño, montaje y puesta en marcha del banco de pruebas de motores diesel en la empresa Cummins API S.A», Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2008.
- [13] S. G. C. Nicolas Mejia Lotero, «DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DE RENAULT TWINGO», ESCUELA DE INGENIERÍAS DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, Medellín, 2008.
- [14] «Base de datos fascículos Cesvi Colombia».