

REACTIVACIÓN DEL BANCO SIMULADOR DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE
GASOLINA DEL LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS
DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD
INDUSTRIAL DE SANTANDER

JORGE EDUARDO HERNANDEZ DUEÑAS
SEBASTIAN TOLOZA NARANJO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA

2024

REACTIVACIÓN DEL BANCO SIMULADOR DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE
GASOLINA DEL LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS
DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD
INDUSTRIAL DE SANTANDER

JORGE EDUARDO HERNANDEZ DUEÑAS
SEBASTIAN TOLOZA NARANJO

Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero Mecánico

Director
Dr. JORGE LUIS CHACON VELASCO
Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA

2024

DEDICATORIA

A Dios, por regalarme el don de la sabiduría que me permitió culminar de manera satisfactoria mi carrera universitaria.

A mi madre, por ser la luz de mi vida y la persona más incondicional que siempre estuvo a mi lado durante todo el proceso, con el amor más sincero.

A mi padre, por su apoyo y cariño incondicional.

A mis hermanos, por sus consejos, apoyo y afecto, los cuales fueron fundamentales para superar esta etapa de mi vida.

A Laura, por su apoyo incondicional y paciencia en esta etapa.

A los demás familiares, conocidos y amigos que me tuvieron en sus oraciones durante este proceso.

Jorge Hernández Dueñas.

A Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza a lo largo de este camino universitario.

A mi madre y hermana, quienes me apoyaron en todo momento, brindándome su incondicional amor y motivación.

A mi padre, quien desde niño me inspiró a ser un profesional a través de sus consejos, ejemplo y valores, y quien, desde el cielo, me ilumina para seguir adelante con mis proyectos, inculcándome el amor por la ingeniería mecánica.

A mi familia, amigos y a todas las personas que contribuyeron de alguna manera en la realización de este proceso.

Sebastián Toloza Naranjo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su total gratitud:

Al señor Fredy Vargas Quintero, César Orlando Velasco Posada, Juan José Cobos y Henry Alberto Cruz Mejía, técnicos encargados de los talleres 001, 002 y 003, agradecemos sinceramente toda la atención brindada, el préstamo de herramientas e instrumentos, y especialmente la ayuda que cada uno ha proporcionado en su especialidad, aconsejando e instruyendo en cada situación del proyecto.

También queremos expresar nuestro agradecimiento al ingeniero Javier Pico, jefe del área de mantenimiento de la Escuela de Ingeniería Mecánica, por el valioso apoyo recibido.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	19
2. OBJETIVOS.....	20
2.1 OBJETIVO GENERAL	20
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
3. REFERENTES TEORICO-CONCEPTUALES DE LA EVOLUCION DE LA INYECCIÓN ELECTRÓNICA, SISTEMAS Y COMPONENTES.....	21
3.1 HISTORIA DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE GASOLINA MÁS USADOS.....	21
3.1.1 Introducción	21
3.1.2 Primeros sistemas de inyección electrónica	21
3.1.2.1 Sistema Bosch D-Jetronic.....	21
3.1.2.2 Sistema Bosch L-Jetronic	25
3.1.2.3 Sistema Bosch Motronic	27
3.1.2.4 Sistema Toyota D-4S.....	29
3.1.2.5 Sistema Bosch Motronic MED- Inyección Directa de Gasolina.....	33
3.1.2.6 Sistema Bosch Flex Fuel	34
3.1.2.7 Sistema Bosch Trifuel	35
3.2 SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA.....	37
3.2.1 Tipos de inyección	38
3.2.1.1 Por ubicación de inyector.....	38
3.2.1.2 Por cantidad de inyectores.....	39
3.2.1.3 Según la frecuencia de inyección	40
3.2.1.4 Según el sistema de control.....	41

3.2.1.5 Inyección programable.....	42
3.3 ECU Y SENSORES NECESARIOS PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA	42
3.3.1 Air Charge Temperature Sensor (ACT)	42
3.3.2 Engine Coolant Temperature (ECT)	43
3.3.3 Egr Valve Position Sensor (EVP)	44
3.3.4 EGR Vacuum Regulator (EVR).....	44
3.3.5 IDLE Air Bypass (IAB).....	45
3.3.6 Inyectores	46
3.3.7 Relays.....	46
3.3.8 Throttle Position Sensor (TPS)	47
4. ELEMENTOS NO FUNCIONALES A SUSTITUIR QUE GARANTICEN EL ADECUADO FUNCIONAMIENTO DEL BSIEG.....	49
4.1 BOMBA DE GASOLINA.....	49
4.2 INYECTORES.....	50
4.3 MOTOR Y CORREA DEL MOTOR.....	52
4.4 BUJÍAS	53
4.5 ECU	54
4.6 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINA	55
4.7 ACCESORIOS.....	56
5. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL BANCO SIMULADOR DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE GASOLINA DE LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS	60
5.1 SENSOR DE TEMPERATURA DE CARGA DE AIRE (ACT)	60
5.2 TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR (ECT)	63
5.3 SENSOR DE POSICION DE LA VALVULA EGR (EVP).....	66
5.4 REGULADOR DE VACIO (EVR)	68
5.5 BYPASS DE AIRE EN RELENTI (IAB).....	70

5.6 INYECTORES.....	71
5.7 RELAYS.....	73
5.8 SENSOR DE POSICION DEL ACELERADOR (TPS)	74
5.9 FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL BANCO.....	77
6. DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA PARA EL LABORATORIO UTILIZANDO EL BANCO SIMULADOR DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE GASOLINA	80
6.1 PRACTICA DE RECONOCIMIENTO Y PUESTA EN MARCHA DEL BSIEG	81
6.2 PRACTICA DE FALLA EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE LOS INYECTORES.....	82
6.3 PRACTICA DE FALLA EN LA BOMBA ELÉCTRICA DE GASOLINA	83
6.4 PRACTICA DE FALLA EN EL SENSOR TPS.....	84
6.5 PRACTICA DE FALLA EN EL SENSOR ECT	85
6.6 PRACTICA DE FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL BSIEG	86
6.7 PRACTICA DE IDENTIFICACIÓN DE LOS TIEMPOS DEL MOTOR.....	86
7. PLAN DE MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DE OPERACIONAL PARA EL BSIEG.....	88
7.1 MANUAL DE MANTENIMIENTO	88
7.2 MANUAL DE SEGURIDAD OPERACIONAL	89
7.2.1 Principales riesgos presentes en laboratorios.....	90
7.2.2 Máquinas térmicas alternativas.....	92
8. CONCLUSIONES	93
9. RECOMENDACIONES.....	95
BIBLIOGRAFÍA.....	96
ANEXOS.....	102

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Sistema Bosch D-Jetronic.....	23
Figura 2. Sistema Bosch L-Jetronic	26
Figura 3. Sistema Bosch Motronic	28
Figura 4. Sistema Toyota D-4S.....	31
Figura 5. Sistema Bosch Motronic MED	34
Figura 6. Sistema Bosch Flex Fuel	35
Figura 7. Sistema Bosch Trifuel.....	36
Figura 8. Inyección directa e indirecta de combustible	39
Figura 9. Sensor ACT	43
Figura 10. Sensor ECT	43
Figura 11. Sensor EVP	44
Figura 12. Sensor EVR	45
Figura 13. Sensor IAB.....	45
Figura 14. Inyector	46
Figura 15. Relays.....	47
Figura 16. Sensor TPS	48
Figura 17. Antes y después bomba eléctrica de gasolina.....	50
Figura 18. Orings de los inyectores antes del cambio	51
Figura 19. Antes y después inyectores	51
Figura 20. Antes y después correa del motor	52
Figura 21. Antes y después motor	53
Figura 22. Antes y después inyectores	54
Figura 23. Transistor quemado de la ECU.....	55
Figura 24. Antes y después tanque de almacenamiento de gasolina	56
Figura 25. Antes y después mangueras de transporte de gasolina	57
Figura 26. Antes y después guayas de aleración	58

Figura 27. Antes y después suiches de control del BSIEG.....	58
Figura 28. Llave de paso defectuosa	59
Figura 29. Sensor ACT	60
Figura 30. Sensor ECT	63
Figura 31. Sensor EVP	66
Figura 32. Sensor EVR	69
Figura 33. Sensor IAB.....	70
Figura 34. Inyectores	72
Figura 35. Relay.....	73
Figura 36. Circuito equivalente relay.....	73
Figura 37. Sensor TPS	74
Figura 38. Throttle position sensor (TPS)	75
Figura 39. Identificación interruptores de falla para los laboratorios	83
Figura 40. Tabla de Tiempos del motor	87
Figura 41. Riesgo Electrico en el BSIEG	90
Figura 42. Riesgo de Incendio en el BSIEG	90
Figura 43. Riesgo de Atrapamiento en el BSIEG.....	91
Figura 44. Riesgo de Quemaduras en el BSIEG	91
Figura 45. Máquina térmica alternativa disponible.....	92

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Prueba sensor ACT.....	61
Tabla 2. Prueba sensor ECT.....	64
Tabla 3. Prueba sensor EVP.....	67
Tabla 4. Pruebas a inyectores	72
Tabla 5. Prueba relays.....	74
Tabla 6. Prueba sensor TPS.....	76
Tabla 7. Prueba funcionamiento general del BSIEG.....	78

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Característica del sensor a partir del Manual H: Tren de Potencia Control de Emisiones.....	102
Anexo B. Formatos Prácticas de Laboratorio	108
Anexo C. Manual de Mantenimiento BSIEG	160
Anexo D. Manual de Seguridad Operacional BSIEG	177

GLOSARIO

BUJÍA: Componente que genera chispa eléctrica dentro de la cámara de combustión de un motor.

CUERPO DE ACELERACIÓN: Componente de control de la cantidad de aire que entra en el sistema de admisión de un motor.

ECU: es la unidad de control electrónico que gestiona el funcionamiento del motor. Constituye el núcleo de un sistema electrónico integrado por sensores y actuadores.

ECU TEST: Puerto de prueba o diagnóstico que se realiza a la ECU de un vehículo para verificar su correcto funcionamiento.

INYECCIÓN ELECTRÓNICA: es el sistema encargado de proporcionar al motor el combustible necesario para el vehículo, regulando con gran precisión la cantidad que ingresa en la cámara de combustión.

INYECTOR: es un elemento del sistema de inyección electrónica cuya función es suministrar combustible a alta presión durante el ciclo de compresión del motor en forma pulverizada.

MANTENIMIENTO: Conjunto de acciones y procedimientos realizados periódicamente para asegurar que todos los sistemas y componentes funcionen de manera correcta.

RALENTI: es el régimen de rpm al que se mantiene el motor de un vehículo cuando esta en marcha, pero no se encuentra bajo carga.

ABREVIATURAS

ACT	Sensor de temperatura de aire (admisión)
BSIEG	Banco simulador de inyección electrónica de gasolina
COIL	Bobina de encendido
DIS	Distribuidor
ECT	Sensor de temperatura refrigerante del motor
ECU	Unidad de control electrónico
EGR	Válvula de recirculación de gases
EVP	Sensor de posición de válvula EGR
EVR	Regulación de vacío de válvula EGR
FP	Bomba de gasolina
FUSES	Fusibles
IAB	Válvula de control de flujo de aire a través de la mariposa
IGN	Sistema de encendido o ignición
MAP	Sensor de presión absoluta del colector de admisión
MS	Interruptor maestro
PIP	Sensor de revoluciones del motor
PS	Interruptor de la ECU y sistema de ignición
SGN RTN	Señal de retorno
TACHOMETER	Tacómetro
TFI	Modulo de Sistema de encendido
TPS	Sensor de posición de la mariposa
VPMR	Voltaje de trabajo de los sensores

RESUMEN

TÍTULO: REACTIVACIÓN DEL BANCO SIMULADOR DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE GASOLINA DEL LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER*

AUTOR: JORGE EDUARDO HERNANDEZ DUEÑAS, SEBASTIAN TOLOZA NARANJO**

PALABRAS CLAVE: ECU, inyección electrónica, inyector, máquinas térmicas, mantenimiento.

El proyecto de Reactivación del Banco Simulador de Inyección Electrónica de Gasolina tiene como objetivo restablecer el funcionamiento de un equipo fundamental para el aprendizaje práctico en el Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas de la Universidad Industrial de Santander. Este banco simulador ha sido una herramienta clave para la formación en el área de motores de combustión interna, permitiendo a los estudiantes aplicar conocimientos teóricos en un entorno controlado. Sin embargo, debido al deterioro y fallos en varios de sus componentes, el equipo se encuentra fuera de servicio.

El proceso de reactivación incluye la evaluación y sustitución de elementos no funcionales como la bomba de gasolina, inyectores, motor, bujías, y la unidad de control electrónico (ECU). Asimismo, se propone implementar un plan de mantenimiento y desarrollar estrategias pedagógicas para mejorar su uso en las prácticas de laboratorio. Con la recuperación del banco simulador, se espera mejorar la formación integral de los estudiantes, dotándolos de competencias técnicas esenciales para enfrentar los retos del sector automotriz y de ingeniería mecánica.

* Trabajo de grado.

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Jorge Luis Chacón Velasco. Ingeniero Mecánico.

ABSTRACT

TITLE: REACTIVATION OF THE ELECTRONIC GASOLINE INJECTION SIMULATOR BENCH OF THE ALTERNATIVE THERMAL MACHINES LABORATORY OF THE SCHOOL OF MECHANICAL ENGINEERING OF THE INDUSTRIAL UNIVERSITY OF SANTANDER*

AUTHOR: JORGE EDUARDO HERNANDEZ DUEÑAS, SEBASTIAN TOLOZA NARANJO**

KEY WORDS: ECU, electronic injection, injector, thermal machines, maintenance.

The project to Reactivate the Electronic Gasoline Injection Simulator Bench aims to restore the operation of a fundamental piece of equipment for practical learning in the Alternative Thermal Machines Laboratory of the Industrial University of Santander. This simulator bench has been a key tool for training in the area of internal combustion engines, allowing students to apply theoretical knowledge in a controlled environment. However, due to the deterioration and failure of several of its components, the equipment is out of service.

The reactivation process includes the evaluation and replacement of non-functional elements such as the gasoline pump, injectors, engine, spark plugs, and the electronic control unit (ECU). It is also proposed to implement a maintenance plan and develop pedagogical strategies to improve its use in laboratory practices. With the recovery of the simulator bench, it is expected to improve the comprehensive training of students, providing them with essential technical skills to face the challenges of the automotive and mechanical engineering sectors.

* Degree work.

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Mechanical Engineering. Director: Jorge Luis Chacón Velasco. Mechanical Engineer.

INTRODUCCIÓN

La reactivación del banco simulador de inyección electrónica de gasolina en el Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander constituye un proyecto de gran relevancia para la mejora del aprendizaje práctico de los estudiantes. Este equipo es una herramienta esencial para conectar los conocimientos teóricos sobre sistemas de inyección electrónica de gasolina con su aplicación práctica en el ámbito automotriz.

El objetivo general del proyecto es reactivar el banco simulador, lo que implica un diagnóstico exhaustivo de su estado actual, la identificación de los componentes que requieren sustitución o reparación, y la implementación de un plan de mantenimiento que asegure su durabilidad y correcto funcionamiento. Los objetivos específicos se enfocan en determinar los elementos no funcionales, realizar un diagnóstico completo del banco, desarrollar una estrategia pedagógica que proporcione a los estudiantes experiencias prácticas adicionales a los conocimientos teóricos, y elaborar un plan de mantenimiento que garantice la seguridad operativa del equipo.

Este proyecto no solo contribuirá a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el laboratorio, sino que también fomentará una mejor preparación de los estudiantes para enfrentar los retos tecnológicos actuales en el sector de la ingeniería automotriz.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Existe un puente entre la teoría y la práctica, que en algunas entidades educativas se encuentra incomunicado, se puede encontrar educación muy teórica, que genera profesionales que les cuesta poner en práctica la teoría; o la otra cara que son profesionales con vocación práctica buena, pero que no pueden sustentar sus actividades desde la teoría, es por esa razón que se plantea implementar bancos de laboratorio, que serán los encargados de restaurar ese puente entre la teoría y la práctica en los procesos pedagógicos.

Hay fenómenos en la ingeniería que generan una perspectiva de lo que está sucediendo, desde la teoría es muy complejo, la forma de visualizarlo es desde la práctica, es por eso que es funcional los bancos de laboratorio, estos son, según la universidad Carlos III de Madrid (III, s.f.), "...la capacidad de realizar ensayos controlados, caracterizar el funcionamiento de los equipos y modelar los procesos existentes permite desarrollar proyectos de investigación centrados en la definición de las problemáticas específicas y el desarrollo e implementación de posibles mejoras...". Para ello la universidad Carlos III cuenta con una superficie total de laboratorios de 596,30 metros cuadrados, distribuida en 6 laboratorios, 1 sala de microscopía, 1 zona de preparación, 1 almacén y una galería de servicio.

Hoy las universidades le apuntan a realizar prácticas basadas en la teoría, por eso se ha implementado un crecimiento de espacios para ensayos de laboratorio, como es la universidad de los Andes, que cuenta con 8 pisos, 2 sótanos, 70 laboratorios especializados, 19 salones de clase, 2 salas de micros para trabajo individual, una sala de micros para trabajo grupal, 6 salas de clase, una sala de aprendizaje activo y 36 salas de estudio grupal, además de los equipos de última tecnología presentes en los laboratorios (Uniandes, s.f.).

En el tiempo, la Universidad Industrial de Santander se ha catalogado como una universidad con un nivel educativo muy bueno, pero se ha venido presentando la necesidad de asentar conceptos teóricos a situaciones prácticas, como la universidad se ha centrado en los conocimientos teóricos, ha causado que la relación universidad-empresa sea casi nula, cuando los estudiantes culminan sus estudios, se enfrentan a situaciones desconocidas, porque en algunas ocasiones el ámbito laboral es distante de lo aprendido, o no es fácil de relacionar los conceptos teóricos a una situación práctica.

La Escuela de Ingeniería Mecánica ha sido uno de los espacios que han afectado sus clases teóricas, ya que es una carrera bastante práctica y aplicada, por eso han implementado laboratorios que permiten, que los estudiantes experimenten e implementen los conocimientos teóricos vistos en clase, y ese proceso ha presentado retrasos por las escasees de prácticas de laboratorio, debido a que no hay bancos que simulen situaciones industriales.

El laboratorio de máquinas térmicas alternativas y el banco simulador de inyección electrónica de gasolina están inactivo, ocasionando que la actividad académica esté afectada, ya que no se pueden llevar los conocimientos adquiridos teóricamente a una situación similar a la que pueda ocurrir en el ámbito laboral, por lo que es importante tener en óptimas condiciones de funcionamiento este y otros bancos de laboratorio.

1.1 JUSTIFICACIÓN

La reactivación del Banco Simulador de Inyección Electrónica de Gasolina en la Escuela de Ingeniería Mecánica es un proyecto de gran importancia y pertinencia. Este equipo es fundamental para la formación académica en ingeniería mecánica, específicamente en los motores de combustión interna y la inyección electrónica de combustible.

Preservación del Patrimonio Académico: El banco simulador, a lo largo de su historia, ha sido una pieza clave en la formación de estudiantes y en el desarrollo de proyectos de investigación en la escuela. Sin embargo, con el tiempo, ha sufrido un deterioro que ha afectado su operación. Su reactivación y reacondicionamiento no solo permitirán continuar con esta tradición académica, sino que también preservarán el patrimonio académico y tecnológico de la institución.

Formación Integral de Estudiantes: La reactivación del banco simulador brindará a los estudiantes la oportunidad de adquirir habilidades y conocimientos prácticos esenciales en el campo de la inyección electrónica de combustible. Esto mejorará su formación integral y los preparará para enfrentar los desafíos tecnológicos actuales y futuros en la industria automotriz y de la ingeniería mecánica.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Reactivar el banco simulador de inyección electrónica de gasolina del Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar los elementos no funcionales a sustituir que garanticen el adecuado funcionamiento.

Realizar diagnóstico del estado actual del banco simulador de inyección electrónica de gasolina de laboratorio de máquinas térmicas alternativas.

Desarrollar una estrategia pedagógica para el laboratorio utilizando el banco simulador de inyección electrónica de gasolina, proporcionando una experiencia práctica a los estudiantes adicional a los conocimientos teóricos.

Elaborar plan de mantenimiento que proporcione durabilidad y seguridad de operación.

3. REFERENTES TEORICO-CONCEPTUALES DE LA EVOLUCION DE LA INYECCIÓN ELECTRÓNICA, SISTEMAS Y COMPONENTES

3.1 HISTORIA DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE GASOLINA MÁS USADOS

3.1.1 Introducción. La historia de los sistemas de inyección electrónica de gasolina más utilizados es de suma importancia para comprender el desarrollo y la evolución de la tecnología automotriz. Los sistemas han revolucionado cómo los motores de combustión interna controlan y dosifican el suministro de combustible. A través de los años, se han logrado avances significativos en los sistemas de inyección electrónica, lo cual ha mejorado tanto el rendimiento del motor como la eficiencia en el consumo de combustible. En este estudio, se explorarán los distintos sistemas de inyección electrónica de gasolina utilizados a lo largo de la historia y se analizarán sus ventajas y desafíos actuales.

3.1.2 Primeros sistemas de inyección electrónica:

3.1.2.1 Sistema Bosch D-Jetronic:

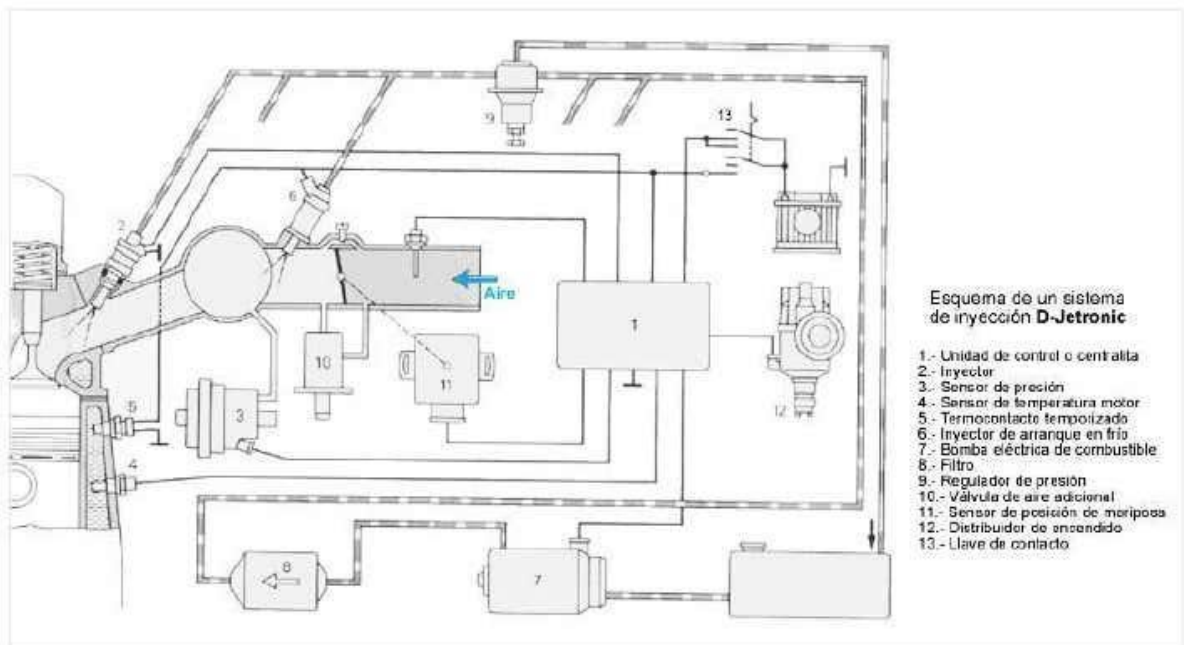
Funcionamiento del sistema Bosch D-Jetronic. Uno de los primeros sistemas de inyección electrónica de combustible desarrollados por el fabricante Bosch fue el D-Jetronic. Una de las novedades de este sistema de inyección es que se utilizan inyectores electromagnéticos accionados directamente por la unidad de control (ECU). La función de esta es recibir las señales de varios sensores y actuar sobre los inyectores a través de una bobina, que se abrirá y liberará la gasolina pulverizada.

Esta ECU recibe datos de:

- Un sensor ubicado en el colector de admisión monitoriza constantemente la cantidad de aire que los cilindros están aspirando en cada instante, ajustando así la cantidad de aire que ingresa.
- La temperatura del aire, que un sensor medirá y permitirá corregir la densidad del aire.
- La temperatura del agua del motor, que nos ayudará a determinar el modo de funcionamiento en frío.
- Sensor de posicionamiento de la mariposa, que nos indica su apertura. Además, crea la posición de carga mínima y máxima, lo que nos da enriquecimiento en la aceleración. Una vez que la ECU obtiene esta información, calcula el tiempo de apertura de cada inyector para maximizar la combustión.

Componentes del sistema Bosch D-Jetronic. En la figura 1 se muestran algunos de los componentes más importantes y el funcionamiento del sistema de inyección Bosch D-Jetronic.

Figura 1. Sistema Bosch D-Jetronic



Fuente: KUHLGATZ, Dietrich. La columna vertebral de la electrónica automotriz. [En línea]. BOSCH. 2020. [Consultado 10 enero 2024]. Disponible en: <https://www.bosch.com/stories/50-years-of-bosch-gasoline-injection-jetronic/>

A continuación, se enunciarán los componentes no conocidos de los sistemas de inyección y que fueron usados en el sistema D-jetronic.

- **Sensor de presión.** El sensor de presión envía constantemente datos eléctricos a la ECU acerca de la depresión en el colector. La ECU puede detectar incluso las diferencias más mínimas, interpretándolas como distintos niveles de llenado de aire en el colector. Una baja depresión corresponde a un pequeño volumen de aire, mientras que una presión alta indica lo contrario. Basándose en esta información esencial, la ECU calcula el tiempo inicial de inyección, el cual luego se ajusta con los datos de otros sensores.

Además, hay sensores de presión que calculan la altitud para dosificar la mezcla de acuerdo con esto, ya que la presión atmosférica disminuye a mayor altitud. La densidad del aire se mide utilizando la presión atmosférica a diferentes altitudes. El sensor envía información a la ECU para disminuir el tiempo durante el cual los

inyectores permanecen abiertos, ya que el motor necesita menos combustible cuando está operando a altitudes elevadas.

- **Sensor de posición del acelerador.** Este sensor informa a la ECU en todo momento de la posición de la mariposa de gases y la intención del conductor. El sensor de presión no puede medir con precisión la cantidad de aire que ingresa a los cilindros del motor cuando la mariposa de gases se mueve tanto para abrir como para cerrar, lo que hace que la unidad de control no se dé cuenta de los cambios que sufre el motor mientras funciona. Para compensar este inconveniente, el sensor de posición de la mariposa informa a la unidad de control del estado de funcionamiento del motor en todos los momentos los cuales son: ralentí, aceleración y plena carga.
- **Válvula de aire adicional.** Las resistencias por rozamiento son mayores a la temperatura de servicio en un motor frío. Para mantener la velocidad de ralentí estable durante el calentamiento del motor, se utiliza una válvula de aire adicional que permite al motor aspirar más aire sin pasar por la mariposa, superando así cualquier resistencia presente. Sin embargo, el sistema tiene en cuenta este aire adicional al dosificar el caudal de combustible. En la fase inicial de calentamiento, la válvula de aire adicional se activa para facilitar el calentamiento del motor, desactivándose automáticamente cuando el motor alcanza la temperatura adecuada.
- **Inyector de arranque en frío.** Cuando se arranca el motor en frío, se necesita más combustible ya que algunas partes del motor están frías, lo que provoca la pérdida de algo de combustible. Para ayudar, hay un pequeño dispositivo llamado inyector de arranque en frío que está en el colector de admisión. El propósito de este inyector rociar más gasolina en el arranque para compensar dicha pérdida.

El inyector funciona de la siguiente manera: hay un electroimán dentro del inyector que se activa cuando el motor arranca, luego un interruptor térmico que controlará cuánto tiempo el inyector rociará la gasolina. Este interruptor tiene un pequeño calentador que se enciende cuando arranca el motor, haciendo que una parte del interruptor se caliente y se doble, lo que corta la corriente al inyector después de un tiempo para evitar que se rocié demasiado combustible^{1,2}.

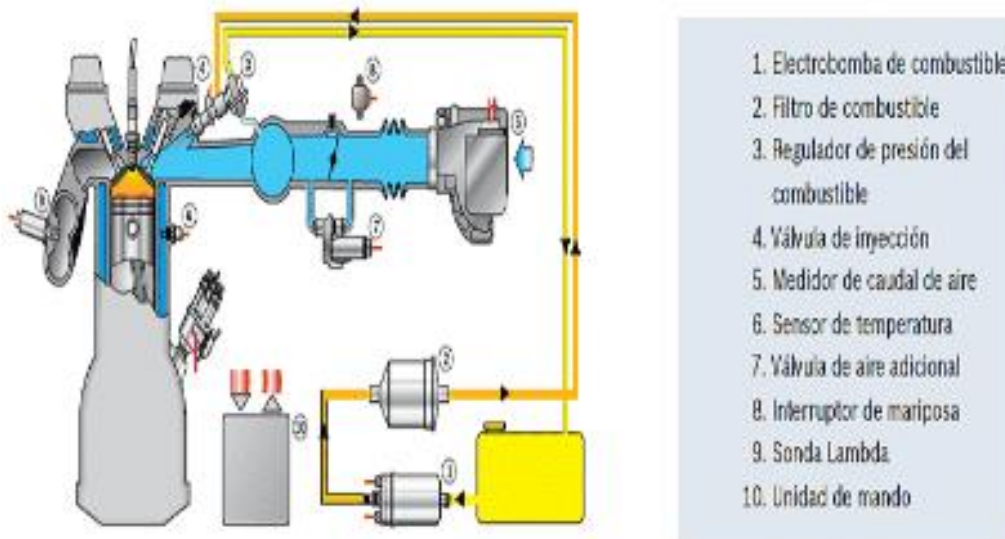
3.1.2.2 Sistema Bosch L-Jetronic:

- **Funcionamiento del sistema Bosch L-Jetronic.** El sistema L-Jetronic utiliza un sensor de flujo de aire para medir la cantidad de aire que entra en el motor y luego calcula la cantidad de combustible necesaria para mantener una mezcla adecuada de aire y combustible. Este sistema se basa en la información del flujo de aire en lugar de la presión del colector.
- L-Jetronic. La letra L se abrevia de Luft, que en alemán significa aire. Un sensor de flujo de aire con una aleta móvil mide el flujo de aire hacia el motor y muestra la carga del motor. La inyección controlada por flujo de aire distingue al L-Jetronic del sistema D-Jetronic el cual es controlado por presión.
- **Componentes del sistema Bosch L-Jetronic.** En la figura 2 se muestran algunos de los componentes más importantes del sistema de inyección Bosch L-Jetronic.

¹ MECANICAAUTOMOTRIZDMG. Inyección Electrónica Bosch D-Jetronic. [En Línea]. Blog Mecánica Automotriz. Octubre 01 de 2017. [Consultado 12 enero 2024]. Disponible en: <https://mecanicaautomotrizdg.wordpress.com/2017/10/01/inyeccion-electronica-bosch-d-jetronic/>

² CHAYLE, Luu. Sistema de inyección D-Jetronic de Bosch. [En línea]. SCRIBD. Julio 07 de 2014. [Consultado 13 de enero de 2024]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/232970045/D-Jetronic>

Figura 2. Sistema Bosch L-Jetronic



Fuente: Disponible en: <https://mundodelmotor.net/sistema-de-inyeccion/>

El sistema L-Jetronic se puede dividir en tres funciones fundamentales:

- **Medición del caudal de aire.** El caudal de inyección de combustible depende del caudal de aire aspirado por el motor. El medidor de caudal de aire (12) detecta que el aire aspirado se desvía de la aleta móvil hasta un ángulo determinado. Un potenciómetro transforma este ángulo en una señal eléctrica de tensión que luego se transmite a la unidad de control eléctrico (ECU) (6).
- **Control electrónico del caudal de inyección.** La electrobomba de combustible (2) proporciona alimentación. El combustible llega al depósito (1) a través del filtro (3) y la tubería de distribución (4), que se ramifica para llegar a los inyectores. El regulador de presión (5) de la tubería de distribución mantiene la presión del sistema en un nivel constante. La unidad de mando (6) envía impulsos a los inyectores (7) para abrir y cerrar, cuyo tiempo de apertura determina el caudal de combustible inyectado.

- **Adecuación con los demás sistemas.** Arranque en frío: para garantizar un arranque en frío seguro, la válvula de arranque en frío (8) inyecta un caudal adicional de combustible en el colector de admisión durante el proceso de arranque. El interruptor térmico temporizado (16) indica cuánto tiempo permanece activada la válvula de arranque en frío (8).
- **Fase de calentamiento:** durante esta fase, la sonda térmica (15) garantiza una mayor alimentación de combustible.
- **Plena carga:** como los motores están diseñados para funcionar con una mezcla pobre en el margen de carga parcial, el interruptor de mariposa (10) corrige la mezcla de combustible/aire a un valor ideal, lo que asegura un enriquecimiento de la mezcla.
- **Ralenti:** la válvula de aire adicional (18), que evita el paso por la mariposa, proporciona al motor un caudal de aire adicional que aumenta el régimen del motor en frío. El control se lleva a cabo a través de una placa de metal con calefacción eléctrica^{3,4}.

3.1.2.3 Sistema Bosch Motronic.

- **Funcionamiento del sistema Bosh Motronic.** Motronic es un sistema avanzado que fusiona la gestión de la inyección de combustible y el encendido del motor, asegurando una operación óptima mediante la sincronización precisa de ambos procesos. Esta integración permite la optimización conjunta de la dosificación del combustible y el momento de encendido, utilizando tecnología

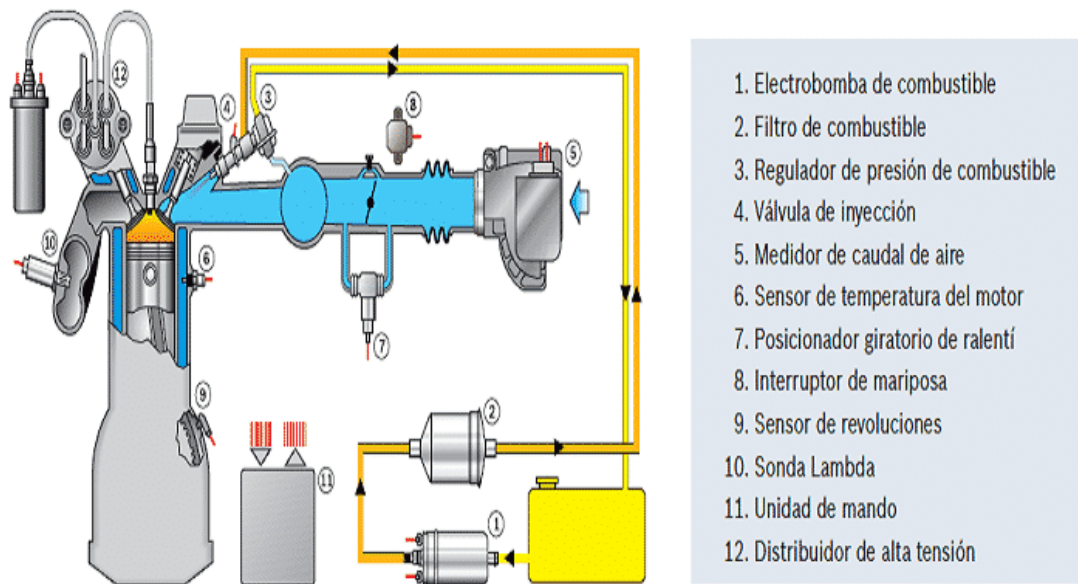
³ Disponible en: <https://mecanicageneral.webcindario.com/Tema%20L-jetronic.pdf>

⁴ FUL MECÁNICA. Definición y conceptos de Mecánica: L-jetronics / Ljetronic / inyección por pulsos. [En línea]. Full Mecánica. 2014. [Consultado 13 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.fullmecanica.com/definiciones/l/842-l-jetronic>

digital y microprocesadores para transformar datos complejos en ajustes precisos basados en curvas características específicas.

- **Componentes del sistema Bosch Motronic.** En la figura 3 se muestran algunos de los componentes más importantes del sistema de inyección Bosch Motronic.

Figura 3. Sistema Bosch Motronic



Fuente: <https://mundodelmotor.net/sistema-de-inyeccion/>

El sistema Bosch Motronic, implementado en numerosos vehículos de gasolina desde los años 80, incluye diversos elementos fundamentales que colaboran para administrar el motor de manera eficiente y mejorar su funcionamiento. A continuación, se detallan los principales componentes de este sistema de gestión electrónica:

- **Unidad de Control Electrónico (ECU):** La ECU sirve como el núcleo del sistema Motronic, procesando datos provenientes de varios sensores para

controlar los actuadores. Esto permite ajustar la mezcla aire-combustible y el momento de encendido de manera precisa.

- **Sensor de posición del acelerador:** Detecta la posición del pedal del acelerador para ajustar la cantidad de combustible inyectado.
- **Sensor de temperatura del refrigerante:** Monitorea la temperatura del motor para adaptar la mezcla de combustible y otros parámetros según sea necesario.
- **Sensor de masa de aire:** Detecta la entrada de aire en el motor para ajustar de manera precisa la cantidad de combustible que se debe inyectar.
- **Sensores de posición del cigüeñal y árbol de levas:** Determinan la posición y velocidad del motor, esenciales para la sincronización precisa de la inyección y el encendido.
- **Válvula de ralentí:** Controla el flujo de aire para mantener una velocidad de ralentí estable cuando el acelerador no está siendo accionado.
- **Sistema de Diagnóstico (OBD-II):** Facilita la detección y el diagnóstico de fallos en el sistema mediante códigos de diagnóstico estandarizados, mejorando la capacidad de mantenimiento y reparación del vehículo^{5,6}.

3.1.2.4 Sistema Toyota D-4S:

- **Funcionamiento del sistema Toyota D-4S.** El sistema de inyección Toyota D-4S utiliza tanto inyección directa como inyección secuencial en el puerto para optimizar cómo funciona el motor bajo diversas cargas. En condiciones de carga moderada a baja, ambos tipos de inyección operan juntos para mezclar aire y combustible de manera uniforme, asegurando una combustión eficiente y estable.

⁵ BOSCH EXTRANET SERVICE. Sistemas de Inyección Electrónica. [En línea]. STUDOCU. Diciembre de 2010. [Consultado 13 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.studocu.com/co/document/universidad-de-caldas/bioarqueologia/sistemas-de-inyeccion-bosch/14405761>

⁶ BARAJAS, Ies. Gestión Motor: Sistema Motronic. [En línea]. Blog MGALLEGOSANTOS. 31 de mayo de 2009. [Consultado 13 de enero de 2024]. Disponible en: <https://mgallegosantos.wordpress.com/wp-content/uploads/2009/01/motronic.pdf>

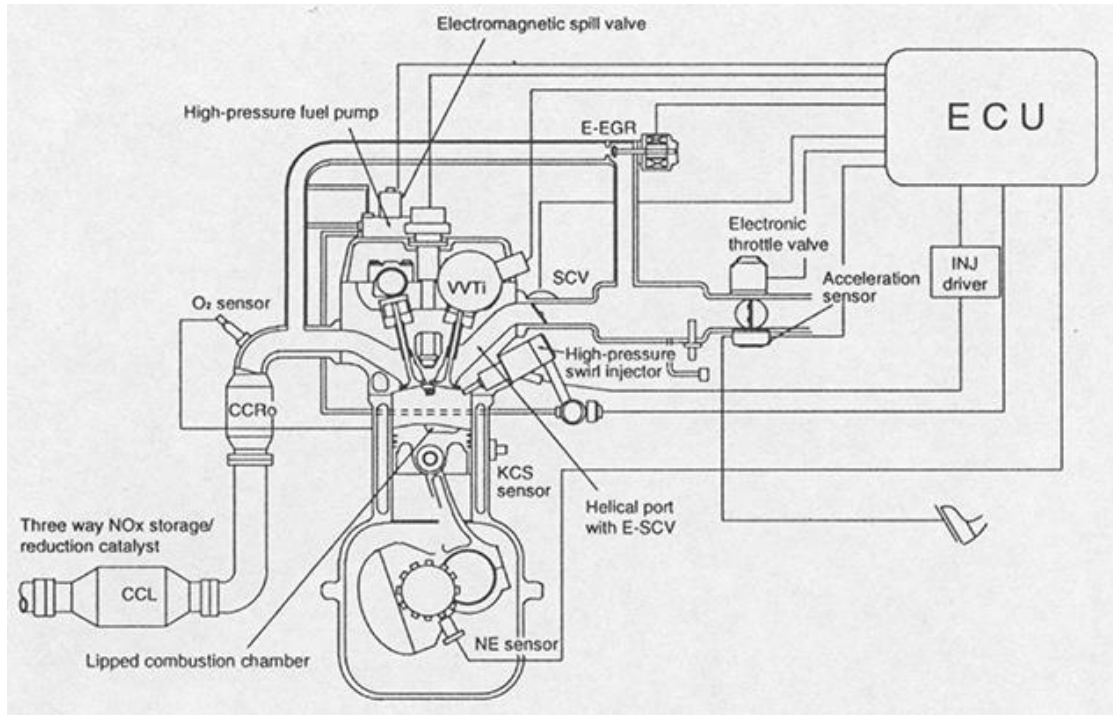
Cuando la carga del motor es alta, se emplea solo la inyección directa para enfriar el aire de admisión mediante la evaporación del combustible, lo cual mejora la eficiencia y reduce el riesgo de detonación. En ciertos casos, las válvulas de admisión se abren para permitir que la mezcla preparada entre en la cámara de combustión, con el combustible inyectándose durante la primera parte de la carrera de admisión.

Durante el arranque en frío, el sistema ajusta la apertura de los inyectores de puerto y directo para reducir las emisiones y facilitar una combustión estratificada. Esto significa que se introduce combustible en el puerto de admisión al comienzo de la carrera de escape, y se realiza una inyección directa cerca del final de la compresión. Esta técnica crea una distribución diferenciada de aire y combustible, concentrando más combustible cerca de la bujía para mejorar el encendido y calentar rápidamente los catalizadores, mejorando así el rendimiento de las emisiones.

El ECM (Engine Control Module) gestiona la bomba de combustible y ajusta la cantidad de combustible según la demanda del vehículo y las señales de múltiples sensores. Utiliza un control trifásico de modulación de ancho de pulso (PWM) para manejar eficazmente la ECU de la bomba de combustible.

- **Componentes del sistema Toyota D-4S.** En la figura 4 se muestran algunos de los componentes más importantes del sistema de inyección Toyota D-4S.

Figura 4. Sistema Toyota D-4S



Fuente: Disponible en: <https://global.toyota/en/detail/7901843>

El sistema D-4S de Toyota representa una avanzada tecnología de inyección que combina métodos de inyección directa y secuencial en el puerto para mejorar el desempeño del motor. Sus componentes esenciales son:

1. Inyectores de Combustible:

- **Inyección Directa:** Introduce combustible directamente en la cámara de combustión para maximizar la eficiencia y el rendimiento del motor.
- **Inyección Secuencial en el Puerto:** Suministra combustible al puerto de admisión para crear una mezcla precisa de aire y combustible en condiciones de carga moderada.

2. Sistema de Válvulas de Admisión:

- Regula la apertura y cierre de las válvulas para gestionar la entrada de la mezcla aire-combustible en la cámara de combustión, ajustándose a las variadas condiciones de operación del motor.

3. ECM (Engine Control Module):

- Coordina las funciones de los inyectores de combustible, las válvulas de admisión y otros componentes del sistema D-4S.
- Utiliza datos de múltiples sensores para calcular la cantidad óptima de combustible según la carga del motor y las condiciones de conducción.

4. Sensores:

- **Sensor de Posición del Acelerador:** Monitoriza la posición del pedal del acelerador para ajustar la cantidad precisa de combustible inyectado.
- **Sensor de Temperatura:** Controla la temperatura del motor para optimizar la mezcla de aire y combustible.
- **Sensores de Posición del Cigüeñal y del Árbol de levas:** Proporcionan información vital sobre la velocidad y posición del motor para sincronizar la inyección y el encendido.

5. Sistema de Diagnóstico OBD-II:

- Facilita la detección y resolución de problemas mediante códigos de diagnóstico estándar, simplificando el mantenimiento y la reparación del sistema D-4S.

6. Bomba de Combustible:

- Suministra combustible de manera constante al sistema D-4S bajo la dirección precisa del ECM, asegurando un rendimiento eficiente del motor según las exigencias operativas^{7, 8}.

3.1.2.5 Sistema Bosch Motronic MED- Inyección Directa de Gasolina:

- **Funcionamiento del sistema Bosch Motronic MED.** En los motores de inyección directa de gasolina, la combinación de aire y combustible se forma directamente dentro de la cámara de combustión. El sistema DI-Motronic de Bosch representa un avance significativo en la tecnología de inyección directa de gasolina, gracias a su control basado en el torque del motor. Este sistema inteligente ajusta con precisión todas las variables relevantes según las condiciones de conducción específicas.

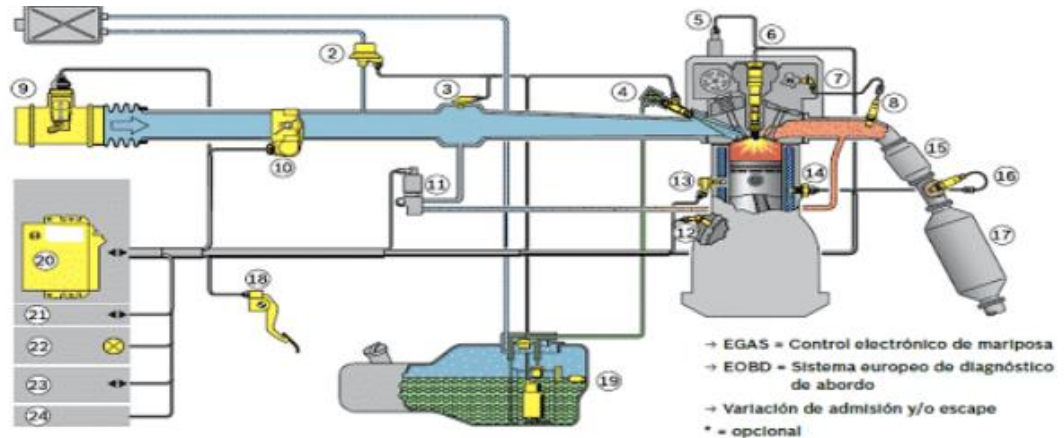
En condiciones de carga parcial, el sistema genera una mezcla estratificada pobre de aire y combustible, optimizando así la eficiencia del motor. En carga completa, se produce una mezcla homogénea para garantizar un rendimiento óptimo. La válvula de inyección de alta presión, montada junto al distribuidor de combustible, dosifica y pulveriza el combustible a alta presión y velocidad, asegurando una preparación óptima de la mezcla en la cámara de combustión.

A continuación, en la figura 5 se observa el respectivo esquema con sus componentes del sistema Bosch Motronic MED.

⁷ MARKEL, Andrew. Toyota D-4S: ¿Inyección directa o por puerto? ¿Por qué no ambas? [En línea]. TOMORROW'S TECHS. 21 de marzo de 2019. [Consultado 12 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.tomorrowstechnician.com/toyota-d-4s-port-fuel-or-direct-fuel-injection-why-not-both/>

⁸ TOMAYLLAH, Marcot. 30 Control Sistema D-4S. [En línea]. SCRIBD. 22 de enero de 2021. [Consultado 12 de enero de 2024]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/491763611/30-Control-Sistema-D-4S>

Figura 5. Sistema Bosch Metronic MED



1. Depósito de carbón activo	9. Medidor de masa de aire	17. Catalizador principal
2. Válvula de ventilación de depósito	10. Cuerpo de mariposa electrónico (EGAS)	18. Pedal del acelerador
3. Sensor de presión del tubo de aspiración*	11. Válvula de retroalimentación de gases de escape*	19. Conjunto bombas de combustible
4. Distribuidor de combustible/ Válvula de inyección	12. Sensor de revoluciones	20. Unidad de mando
5. Variador del árbol de levas*	13. Sensor de picado (detonación)	21. CAN
6. Bobina de encendido/Bujía de encendido	14. Sensor de temperatura	22. Testigo de diagnóstico
7. Sensor de posición de árbol de levas	15. Catalizador previo	23. Interfaz de diagnóstico
8. Sonda Lambda	16. Sonda Lambda	24. Bloqueo electrónico del arranque

Fuente: <https://mundodelmotor.net/sistema-de-inyeccion/>

3.1.2.6 Sistema Bosch Flex Fuel:

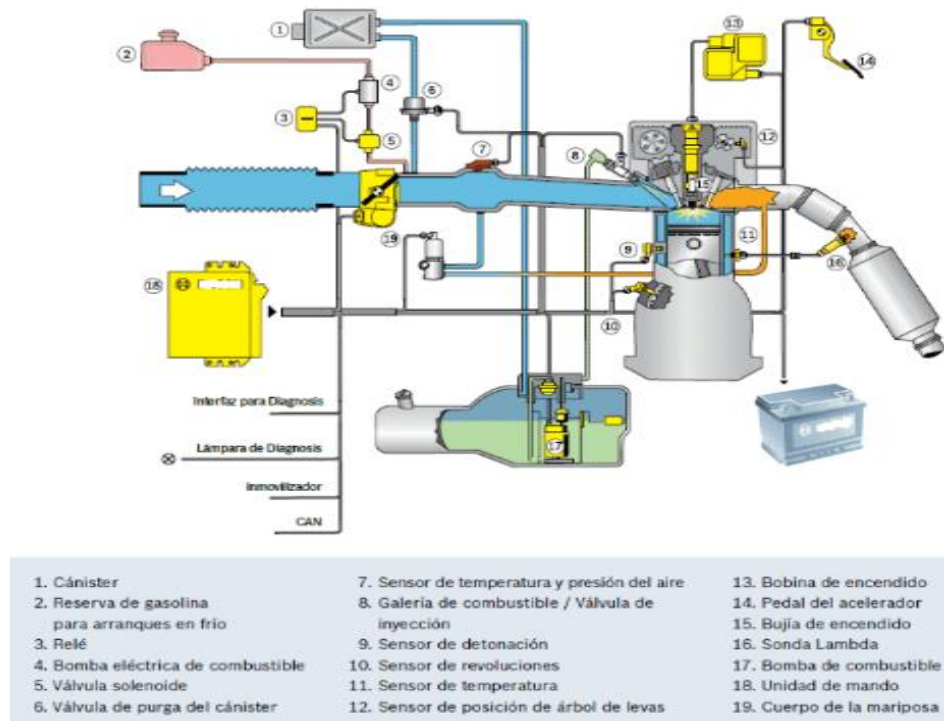
- Funcionamiento del sistema Bosch Flex Fuel.** El sistema Bosch Flex Fuel tiene la capacidad de ajustar automáticamente las funciones de gestión del motor según la proporción de mezcla de alcohol y gasolina presente en el tanque. La identificación de la mezcla se realiza mediante el sensor de oxígeno (sonda lambda), que monitorea constantemente el nivel de oxígeno en los gases de escape. Basándose en esta información, el módulo de control del motor determina la cantidad de alcohol presente en el combustible.

Una vez identificada la mezcla, junto con la demanda del conductor expresada a través del pedal del acelerador, el software del módulo de control compara estos datos con los puntos óptimos previamente mapeados. De esta manera, se ajustan

los diferentes componentes del sistema para garantizar el rendimiento deseado, minimizando tanto el consumo de combustible como las emisiones contaminantes.

A continuación, en la figura 6 se observa el respectivo esquema con sus componentes del sistema Bosch Flex Fuel.

Figura 6. Sistema Bosch Flex Fuel



Fuente: <https://mundodelmotor.net/sistema-de-inyeccion/>

3.1.2.7 Sistema Bosch Trifuel:

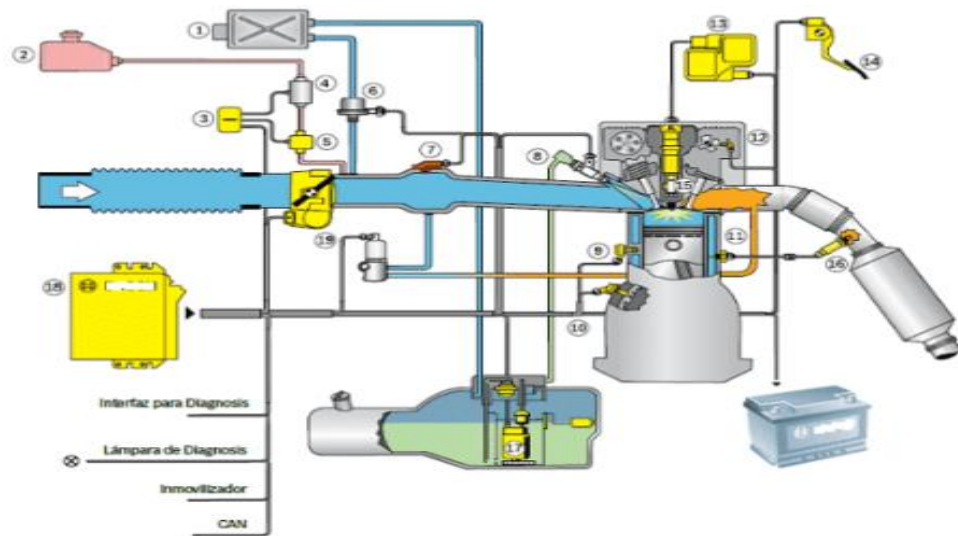
- **Funcionamiento del sistema Bosch Trifuel.** El sistema Trifuel de Bosch es una avanzada solución digital para la gestión de motores que permite utilizar Gas Natural Comprimido (GNC), gasolina, alcohol o cualquier combinación de estos combustibles en un mismo vehículo. Mediante una única unidad de control, el Trifuel gestiona sistemas de inyección y encendido, control de aire,

regulación de detonación y otros componentes críticos. Este sistema se basa en el análisis continuo de múltiples sensores para ajustar la mezcla de combustible, el avance del encendido y la cantidad de aire que ingresa al motor.

La inclusión de un turbocompresor en el sistema maximiza las características individuales de los tres tipos de combustible, proporcionando un aumento de torque que contrarresta las pérdidas de rendimiento típicas en los vehículos convertidos.

A continuación, en la figura 7 se observa el respectivo esquema con sus componentes del sistema Bosch Trifuel.

Figura 7. Sistema Bosch Trifuel



- | | | |
|---|--|---------------------------|
| 1. Cánister | 7. Sensor de temperatura y presión del aire | 13. Bobina de encendido |
| 2. Reserva de gasolina para arranques en frío | 8. Galería de combustible / Válvula de inyección | 14. Pedal del acelerador |
| 3. Relé | 9. Sensor de detonación | 15. Bujía de encendido |
| 4. Bomba eléctrica de combustible | 10. Sensor de revoluciones | 16. Sonda Lambda |
| 5. Válvula solenoide | 11. Sensor de temperatura | 17. Bomba de combustible |
| 6. Válvula de purga del cánister | 12. Sensor de posición de árbol de levas | 18. Unidad de mando |
| | | 19. Cuerpo de la mariposa |

Fuente: <https://mundodelmotor.net/sistema-de-inyeccion/>

3.2 SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA

La evolución de la industria automotriz en todo el mundo permitió que los fabricantes de vehículos en conjunto de la experiencia y alto conocimiento desarrollen sistemas que reducen el consumo de combustible, aumenta la potencia del motor, cumpliendo con normas ambientales, aumentando la seguridad activa, pasiva y el confort para el conductor y sus ocupantes.

Este sistema sustituye al carburador en motores de gasolina debido a las exigencias cada vez más estrictas de las autoridades ambientales para reducir las emisiones. Su importancia radica en su capacidad superior para dosificar el combustible y crear una mezcla aire/combustible más precisa, acercándose a la estequiometría ideal.

Su función principal es captar aire del ambiente, medirlo y luego introducirlo en el motor. Basándose en esta medición y en las condiciones de funcionamiento del motor, se inyecta la cantidad exacta de combustible necesaria para lograr una combustión óptima.

El sistema incluye sensores, una unidad de control electrónica y actuadores. Su operación se basa en la medición de parámetros como el flujo de aire, la temperatura del aire y del refrigerante, la carga del motor (mediante el sensor PAM), la cantidad de oxígeno en los gases de escape (con el sensor EGO o Lambda) y las revoluciones del motor. Estas señales son procesadas por la unidad de control, que luego envía órdenes a los actuadores (inyectores) y otras partes del motor para mejorar la eficiencia de la combustión.

El sensor PAM (Presión Absoluta del Múltiple) monitoriza la presión en el múltiple de admisión, mientras que el sensor EGO (Exhaust Gas Oxygen) detecta el nivel de oxígeno en los gases de escape. Para un funcionamiento efectivo, el sistema

debe mantener una relación aire/combustible cercana a la estequiometría constante, lo cual se puede verificar mediante análisis de los gases de combustión. Similar a los sistemas con carburador, se espera que opere de manera suave y sin interrupciones en diferentes condiciones de funcionamiento del motor⁹.

3.2.1 Tipos de inyección. De la inyección electrónica se derivan los siguientes:

3.2.1.1 Por ubicación de inyector:

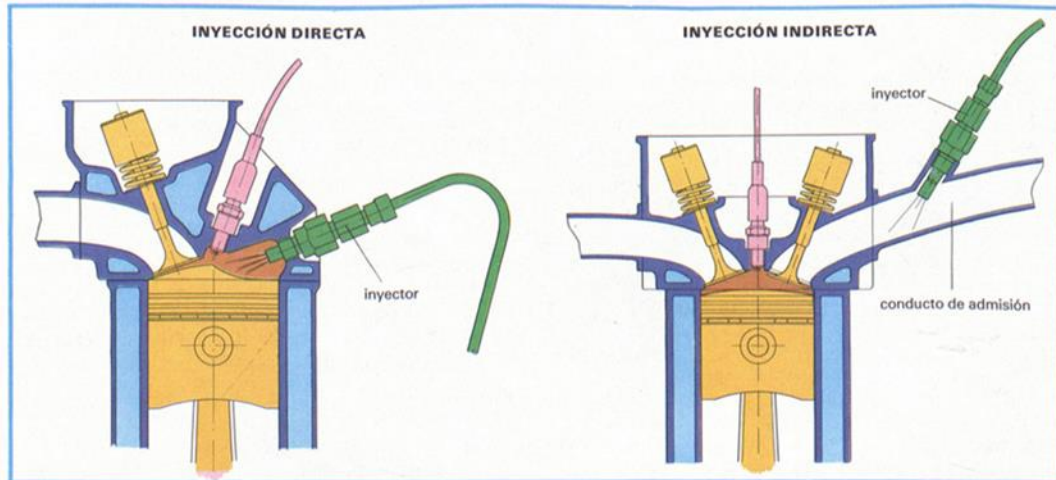
- **Inyección directa:** Este tipo de inyección es utilizado en automóviles de gasolina. Los inyectores del sistema de inyección directa funcionan dentro del cilindro, introduciendo el combustible directamente en su interior. Esto permite un control más preciso de las cantidades de combustible que se inyectan¹⁰.
- **Inyección indirecta:** En este sistema, la gasolina se inyecta en el múltiple de admisión, ubicado justo antes de la válvula de admisión. En ese punto, se produce la mezcla con el aire antes de ingresar a las cámaras de combustión del motor¹¹.

⁹ SAAVEDRA CORDERO, Héctor Eulisis y SOLORZANO VILLA. Recuperación del banco simulador de inyección electrónica a gasolina de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Santander: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. 2010. 143p.

¹⁰ HELLO INSURANCE GROUP. Inyección directa. [En línea]. Blog HELLOAUTO. 2024. [Consultado 14 de enero de 2024]. Disponible en: <https://helloauto.com/es-es/glosario/inyeccion-directa/>

¹¹ Ibid.

Figura 8. Inyección directa e indirecta de combustible



Fuente: FIERROS CLÁSICOS. Qué es la inyección de combustible. [En línea]. Blog Fierros Clásicos. 25 de febrero de 2015. [Consultado 14 de enero de 2024]. Disponible en: <https://fierrosclasicos.com/que-es-la-inyeccion-de-combustible/>

3.2.1.2 Por cantidad de inyectores:

- **Inyección mono punto:** El sistema mono punto utiliza un solo inyector ubicado en el colector de admisión, ya que no puede inyectar directamente en la cámara de combustión. Este inyector mezcla el aire y el combustible antes de que ingresen a los cilindros, suministrando combustible a todas las cámaras de combustión simultáneamente. Este sistema reemplazó a los carburadores para cumplir con las normativas de emisiones¹².
- **Inyección multi punto:** La inyección multipunto es un sistema más eficiente que la inyección mono punto para suministrar combustible a las cámaras de

¹² HELLO INSURANCE GROUP. Inyección Monopunto. [En línea]. Blog HELLOAUTO. 2024. [Consultado 14 de enero de 2024]. Disponible en: <https://helloauto.com/es-es/glosario/inyeccion-monopunto/>

combustión. Este sistema permite la inyección directa de combustible en cada cilindro, proporcionando un control más preciso sobre la dosificación del combustible requerido para el funcionamiento del motor. En un sistema de inyección multipunto, el combustible se introduce a través de las válvulas de admisión, directamente en las cámaras de combustión¹³.

3.2.1.3 Según la frecuencia de inyección:

- **Inyección continua:** El combustible se introduce en el múltiple de admisión por los inyectores, con una cantidad y presión determinadas. Este suministro es previamente dosificado y puede ser ajustado o controlado según las necesidades del motor¹⁴.
- **Inyección intermitente:** El proceso se realiza a través de impulsos eléctricos enviados por la unidad de inyección a los inyectores, ordenándoles abrirse en intervalos específicos. Así, los inyectores suministran el combustible de manera intermitente, abriéndose y cerrándose según las instrucciones de la ECU. La inyección intermitente se clasifica en tres tipos distintos¹⁵:
 1. **Secuencial:** Los inyectores se activan individualmente cuando la válvula de admisión está abierta. Esto significa que el combustible se inyecta en el cilindro mientras la válvula de admisión permanece abierta, con los inyectores operando de manera secuencial y coordinada, uno por uno¹⁶.

¹³ HELLO INSURANCE GROUP. Inyección Multipunto. [En línea]. Blog HELLOAUTO. 2024. [Consultado 14 de enero de 2024]. Disponible en: <https://helloauto.com/es-es/glosario/inyeccion-multipunto/>

¹⁴ RENAULT. ¿Qué es la inyección de combustible y cuáles son los tipos? [En línea]. Descubre Renault. 23 de septiembre de 2022. [Consultado 14 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.renault.com.mx/blog/tips/inyeccion-de-combustible.html>

¹⁵ Ibid.

¹⁶ AUTO CRASH. Evolución de los sistemas de inyección de combustible. [En línea]. Revista Auto Crash. Julio 22 de 2015. [Consultado 14 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.revistaautocrash.com/evolucion-de-los-sistemas-de-inyeccion->

2. Semi secuencial: Los inyectores se activan en pares alternos. El combustible es inyectado en los cilindros con los inyectores abriendo y cerrando en alternancia por pares¹⁷.
3. Simultanea: Todos los inyectores operan de manera sincronizada al abrirse y cerrarse simultáneamente para pulverizar el combustible. En los cilindros se inyecta combustible con todos los inyectores funcionando a la vez, abriendo y cerrando coordinadamente¹⁸.

3.2.1.4 Según el sistema de control. En la actualidad, el sistema de inyección de gasolina ha sustituido completamente al carburador, ya que la inyección electrónica permite una dosificación precisa del combustible y la regulación de las diferentes fases de operación. Este progreso ha contribuido a la protección del medio ambiente.

La evolución constante y gradual de los sistemas de inyección electrónica ha dado lugar a tres tipos distintos, según su modo de operación¹⁹.

- **Inyección mecánica (K-jetronic):** Tanto el control como los inyectores funcionan de manera totalmente mecánica.
- **Inyección electromecánica (KE-jetronic):** Integra componentes mecánicos y electrónicos.
- **Inyección electrónica (L-jetronic, LE-jetronic, motronic, Dijijet, Digifant, entre otras):** Los inyectores son accionados electrónicamente^{20,21}.

de%20combustible/#:~:text=4.1%20Simult%C3%A1nea%3A%20todos%20los%20inyectores,de%20admisión%3%B3n%20se%20encuentra%20abierta

¹⁷ Ibid.

¹⁸ Ibid.

¹⁹ AUTODOC CLUB. Sistema de inyección: una guía completa sobre los sistemas de inyección de gasolina y diésel. [En línea]. Clun Autodoc. Octubre 23 de 2020. [Consultado 14 de enero de 2024]. Disponible en: <https://club.autodoc.es/magazin/sistema-de-inyeccion-funciones-tipos-sintomas>

²⁰ Ibid.

²¹ BOSCH EXTRANET SERVICE. Sistemas de Inyección Electrónica. [En línea]. STUODOCU. Diciembre de 2010. [Consultado 13 de enero de 2024]. Disponible en:

3.2.1.5 Inyección programable. La inyección programable de combustible es una tecnología avanzada que permite al usuario controlar y ajustar el sistema de inyección de combustible en un motor de combustión interna. Aunque su principio de funcionamiento es similar al de la inyección electrónica, ofrece la capacidad adicional de ajustar manualmente los parámetros del sistema²².

3.3 ECU Y SENSORES NECESARIOS PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

El sistema de inyección electrónica de combustible se compone de múltiples componentes interconectados que colaboran para asegurar una inyección de combustible precisa y regulada. Estos elementos incluyen la unidad de control del motor (ECU), los sensores del motor, entre otros²³.

3.3.1 Air Charge Temperature Sensor (ACT). La computadora usa el sensor de temperatura del colector de aire para determinar la densidad del aire y gestionar la mezcla de combustible. Con esta información, la computadora ajusta la relación aire/combustible conforme a la densidad del aire²⁴.

<https://www.studocu.com/co/document/universidad-de-caldas/bioarqueologia/sistemas-de-inyeccion-bosch/14405761>

²² VIGLIANI, Nelson y PENIN, Gustavo. Inyección programable ¿Cómo funciona? [En línea]. Blog Instituto de Automovilismo Deportivo. Abril 10 de 2023. [Consultado 13 de enero de 2024]. Disponible en: <https://iad.la/blogs/inyeccion-programable-como-funciona-iad/>

²³ Ibid.

²⁴ STANDARD. Sensores de temperatura del colector/carga de aire. [En línea]. Blog Standard Brand. 2023. [Consultado 13 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.standardbrand.com/en/products/sensors/sensors/air-charge-manifold-temperature-sensors#:~:text=The%20Air%20Charge%2FManifold%20Temperature,according%20to%20the%20air%20density>

Figura 9. Sensor ACT



Fuente: PRO-M RACING. Sensor de temperatura de carga de aire (ACT). [En línea]. Pro-M Racing. 2023. [Consultado 14 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.promracing.com/air-charge-temperature-sensor-act.html>

3.3.2 Engine Coolant Temperature (ECT). El sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT), es un componente crucial en el sistema de gestión del motor de un vehículo. Su función principal es monitorizar la temperatura del refrigerante del motor y enviar datos en tiempo real a la Unidad de Control del Motor (ECU). Esta información es esencial para optimizar el rendimiento del motor, la eficiencia del combustible, las emisiones y el funcionamiento general del vehículo²⁵.

Figura 10. Sensor ECT



Fuente: PRO-M RACING. Sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT). [En línea]. Pro-M Racing. 2023. [Consultado 14 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.promracing.com/engine-coolant-temperature-sensor-ect.html>

²⁵ DUBIZZLE CARS. Todo sobre el sensor de temperatura del refrigerante del motor. [En línea]. Cars Blog. 2024. [Consultado 13 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.dubizzle.com/blog/cars/engine-coolant-temperature-sensor/>

3.3.3 EGR Valve Position Sensor (EVP). El sensor EVP mide con precisión la posición de la válvula EGR, crucial en el sistema de recirculación de gases de escape. Este sistema, implementado para reducir la contaminación, recircula gases de escape hacia las cámaras de combustión con la mezcla de combustible, disminuyendo la temperatura interna. Esto reduce las emisiones de NOx y previene el golpeteo del motor. La regulación eficiente de este proceso es posible gracias al sensor de posición de la válvula EGR²⁶.

Figura 11. Sensor EVP



Fuente: SENSOR AUTOMOTRIZ. Sensor de posición de la válvula EGR - Sensor EVP. [En línea]. Portal Sensor Automotriz. Marzo de 2019. [Consultado 13 de enero de 2024]. Disponible en: <https://sensorautomotriz.com/sensor-emp/>

3.3.4 EGR Vacuum Regulator (EVR). El regulador de vacío de EGR (EVR) maneja la apertura y el cierre de la válvula de EGR. Este regulador es un solenoide electromagnético con una resistencia que debe oscilar entre 20 y 70 ohmios entre los pines. Un suministro constante de 12 voltios debe estar presente en un lado del relé EEC, mientras que la computadora gestiona la señal de tierra cuando se requiere el flujo de EGR²⁷.

²⁶ SENSOR AUTOMOTRIZ. Sensor de posición de la válvula EGR - Sensor EVP. [En línea]. Portal Sensor Automotriz. Marzo de 2019. [Consultado 13 de enero de 2024]. Disponible en: <https://sensorautomotriz.com/sensor-emp/>

²⁷ OLD FUEL INJECTION. Regulador de vacío (EVR). [En línea]. UNIVEX Automotive Institute. Marzo de 2012. [Consultado 13 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.grandmarq.net/oldfuelinjection/page43.html>

Figura 12. Sensor EVR



Fuente: OLD FUEL INJECTION. Regulador de vacío (EVR). [En línea]. UNIVEX Automotive Institute. Marzo de 2012. [Consultado 13 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.grandmarq.net/oldfuelinjection/page43.html>

3.3.5 IDLE Air Bypass (IAB). Cuando el motor regresa a la velocidad de ralentí, el IAB disminuye su ciclo de trabajo para mantener estables las RPM. Al detenerse el vehículo, el IAB se encarga de controlar el ralentí. Durante la aceleración máxima, el IAB se abre completamente, alcanzando el 100%²⁸.

Figura 13. Sensor IAB



Fuente: OLD FUEL INJECTION. Bypass de aire en ralentí (IAB). [En línea]. UNIVEX Automotive Institute. Marzo de 2012. [Consultado 13 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.grandmarq.net/oldfuelinjection/page39.html#:~:text=As%20the%20engine%20returns%20to,to%20keep%20the%20RPM%20stable.&text=When%20the%20vehicle%20comes%20to,FuII%20Throttle%3A&text=The%20IAB%20does%20opens%20100%25%20at%20full%20throttle>

²⁸ OLD FUEL INJECTION. Bypass de aire en ralentí (IAB). [En línea]. UNIVEX Automotive Institute. Marzo de 2012. [Consultado 13 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.grandmarq.net/oldfuelinjection/page39.html#:~:text=As%20the%20engine%20returns%20to,to%20keep%20the%20RPM%20stable.&text=When%20the%20vehicle%20comes%20to,FuII%20Throttle%3A&text=The%20IAB%20does%20opens%20100%25%20at%20full%20throttle>

3.3.6 Inyectores. Los inyectores, componentes cruciales del sistema de inyección de combustible, suministran carburante a alta presión de manera atomizada durante el ciclo de compresión del motor, asegurando una distribución uniforme en la cámara de combustión. Funcionan como electroválvulas, abriéndose y cerrándose con precisión en respuesta a pulsos eléctricos, sin permitir fugas de combustible²⁹.

Figura 14. Inyector



Fuente: EBAY COLOMBIA. Inyectores de combustible Motorcraft para Ford Bronco. [En línea]. EBAY: Piezas de inyección de combustible para automóviles y camiones. 2024. [Consultado 14 de enero de 2024]. Disponible en: https://co.ebay.com/b/Motorcraft-Fuel-Injectors-for-Ford-Bronco/33554/bn_19897130

3.3.7 Relays. Un relé es un interruptor eléctrico esencial que controla el flujo de corriente hacia diferentes componentes del vehículo. Actúa activando o desactivando el paso de electricidad mediante un circuito de alta intensidad, permitiendo que accesorios como luces, ventanillas eléctricas, cierre centralizado, sistema de inyección y radiador funcionen cuando están activados. Cuando el relé está inactivo, estos componentes no reciben electricidad, lo que los mantiene apagados y protegidos, extendiendo así su vida útil³⁰.

²⁹ HELLO INSURANCE GROUP. Glosario: Inyector. [En línea]. Blog HELLOAUTO. 2024. [Consultado 14 de enero de 2024]. Disponible en: <https://helloauto.com/es-es/glosario/inyector/>

³⁰ RENTING FINDERS. Glosario de términos: Relé. [En línea]. Blog Renting Finders. [Consultado 14 de enero de 2024]. Disponible en: <https://rentingfinders.com/glosario/rele/#:~:text=Estos%20son%20algunos%20de%20los,o%20no%20se%20pueden%20apagar>

Figura 15. Relays



Fuente: CARiD DRIVE. Interruptores y relés de espejos eléctricos de Ford Bronco. [En línea]. 2024. [Consultado 15 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.carid.com/ford-bronco-power-mirror-switches-relays/>

3.3.8 Throttle Position Sensor (TPS). El sensor TPS es fundamental en los motores modernos, ya que envía al ECM información precisa sobre la posición de la mariposa de aceleración. Este componente controla el flujo de aire que ingresa al motor, lo cual influye directamente en la cantidad de combustible inyectado en los cilindros.

Funcionalmente, el sensor TPS mide el ángulo de apertura de la mariposa de aceleración y transmite esta información al ECM mediante señales eléctricas. En ralentí, el ángulo es de 0 grados, indicando la mariposa cerrada sin paso de aire, y a máxima aceleración el ángulo alcanza los 100 grados.

El ECM utiliza esta señal para ajustar la mezcla de combustible y aire, optimizando así el rendimiento del motor en diferentes condiciones de conducción. Además, el sensor TPS monitorea la demanda eléctrica del vehículo, proporcionando al ECM

datos continuos que ayudan a controlar las revoluciones del motor de manera efectiva³¹.

Figura 16. Sensor TPS



Fuente: AUTOSENSORES. Sensor TPS Ford Bronco F-150 8 Cil. 5.0. [En línea]. AUTOSENSORES: Repuestos, carros y camionetas. 2024. [Consultado 15 de enero de 2024]. Disponible en: https://www.autosensores.com/MCO-506156226-sensor-tps-ford-bronco-f-150-8-cil-50-_JM

³¹ HELLO INSURANCE GROUP. Glosario: TIPS. [En línea]. Blog HELLOAUTO. 2024. [Consultado 15 de enero de 2024]. Disponible en: <https://helloauto.com/es-es/glosario/TPS/>

4. ELEMENTOS NO FUNCIONALES A SUSTITUIR QUE GARANTICEN EL ADECUADO FUNCIONAMIENTO DEL BANCO SIMULADOR DE INYECCION ELECTRONICA DE GASOLINA

Antes de realizar el diagnóstico de cada sensor descrito en el capítulo anterior, con la primera puesta en marcha y a medida que se trabajó en el banco, se evidenciaron elementos de vital importancia que no estaban funcionando correctamente. Estos elementos fueron sustituidos o se consideró necesario realizarles mantenimiento o reparar los daños en aquellos elementos que no se podían sustituir.

En este capítulo se presentarán cada uno de estos elementos, se abordará su funcionamiento y se explicará por qué se tomó la decisión de actuar sobre ellos, ya sea mediante reparación, mantenimiento o, en su caso, sustitución.

4.1 BOMBA DE GASOLINA

Al energizar el BSIEG por primera vez, se evidenció que no se estaba enviando gasolina del tanque al sistema de inyección. Por lo tanto, se comenzó a buscar la causa principal. Tras analizar el sistema, se identificó, como primera medida, la bomba de gasolina.

Se procedió a realizar, como primera medida, una prueba de presión a la bomba, lo cual evidenció que el problema se localizaba en la bomba, ya que no generaba la presión necesaria para enviar la gasolina desde el tanque hasta el sistema de inyección. Posteriormente, se realizó una prueba acústica, verificando si al poner el BSIEG solo en arranque se escuchaba el sonido característico del zumbido de la bomba. La ausencia de este sonido indicaba que la bomba estaba quemada, ya que no se lograba identificar el zumbido.

Finalmente, se realizó una prueba de continuidad mediante un multímetro, que confirmó que la bomba estaba efectivamente quemada.

Teniendo en cuenta lo anterior, se tomó la decisión de cambiar la bomba de gasolina. Se reemplazó la bomba por una nueva que proporcionara las mismas condiciones de trabajo que la anterior. A continuación, en la figura 17 se presenta una imagen del antes y del después de las bombas del BSEIG.

Figura 17. Antes y después bomba eléctrica de gasolina



Fuente: Autores

Una vez solucionado el problema de la bomba, se continuó con la revisión de los sistemas. Se constató que la gasolina ya se enviaba al riel de inyección, pero ahora se observó que la gasolina no era inyectada a los cilindros, en este caso, a las probetas. Por lo tanto, se decidió revisar este sistema, lo cual se abordará en el siguiente numeral.

4.2 INYECTORES

Una vez identificado que no se estaba inyectando gasolina a los cilindros o probetas, se procedió a revisar toda la línea de inyección, comenzando por desmontar el riel de inyección para verificar si tenía fugas o alguna obstrucción. Tras descartar problemas con el riel, se centró la atención en los inyectores, los

cuales, al realizar una inspección visual, mostraron la presencia de óxido y material que probablemente obstruía el paso del combustible.

Se tomó la decisión de llevar estos inyectores a un técnico especializado, quien realizó una prueba en un banco de pruebas. Se evidenció que los inyectores estaban pegados por falta de uso. En el centro especializado, se llevó a cabo el mantenimiento necesario, que incluyó el cambio de los O-rings y otros elementos que impedían el buen funcionamiento. Finalmente, se realizó una calibración a cada inyector en los bancos de prueba del centro.

Tras completar este proceso, los inyectores se reinstalaron en el BSIEG, donde se pudo confirmar el paso de gasolina a los cilindros. A continuación, en la figura 18 y 19 se observará en la imagen el proceso descrito anteriormente.

Figura 18. Orings de los inyectores antes del cambio



Fuente: Autores

Figura 19. Antes y después inyectores



Fuente: Autores

Tras observar que ya funcionaba, se continuó con la revisión de los sistemas. Los sistemas con fallas se describen a continuación.

4.3 MOTOR Y CORREA DEL MOTOR

Como primera medida, se realizó una inspección visual del motor, en la cual se observó que la correa que se tenía en ese momento era de un material similar al cuero, lo cual provocaba que se deslizara sobre las poleas. Por este motivo, se decidió desmontar esa correa y reemplazarla por una más adecuada. A continuación, en la figura 20 se ilustrará la correa que se encontraba en el BSIEG y por la que se sustituyó.

Figura 20. Antes y después correa del motor



Fuente: Autores

Una vez sustituida la correa, se observó que esta comenzaba a desgastarse de manera irregular. Se decidió entonces investigar la causa y se descubrió que las poleas del motor y del distribuidor estaban desalineadas. Por lo tanto, antes de realizar cualquier otra acción, se decidió corregir esta desalineación. Una vez corregido el problema, se constató que la correa ya no se desgastaba irregularmente y que el rendimiento del motor mejoró significativamente. Después, se realizaron pruebas de funcionamiento del motor. Debido a la falta de uso, el motor comenzó a perder revoluciones durante las pruebas. Se decidió cambiar las escobillas y realizar un mantenimiento, y al destapar el motor, se descubrió que este se encontraba quemado. Se optó por reemplazarlo con un nuevo que tenía las mismas características. A continuación, en la figura 21 se presenta la imagen del motor antiguo y el nuevo motor con el que cuenta el BSIEG.

Figura 21. Antes y después motor



Fuente: Autores

4.4 BUJÍAS

Cuando el motor funcionaba correctamente y la polea del distribuidor se alineaba con la del motor, se verificó el funcionamiento de las bujías para asegurarse de que operaran de manera óptima. Se constató que la mayoría de las ocho bujías no

generaban chispa. Por lo tanto, se retiraron las bujías y se observó que la mayoría presentaba óxido y que los terminales del electrodo central estaban algo cerrados. Se realizó un mantenimiento y limpieza, durante el cual se retiró el material de óxido. Después, se realizó de nuevo el montaje de las ocho bujías, lo que permitió apreciar su funcionamiento mejorado, y se observó que en cada una la chispa era más evidente. A continuación, en la figura 22 se presentan imágenes de las bujías antes y después de realizar el respectivo mantenimiento.

Figura 22. Antes y después inyectores



Fuente: Autores

4.5 ECU

Una vez revisado y funcionando correctamente cada sistema del BSIEG, se procedió a realizar una prueba de funcionamiento completa del banco. Durante esta prueba, se observó que la inyección de gasolina no se estaba realizando de manera uniforme. Por lo tanto, se decidió hacer una revisión exhaustiva de los sistemas anteriores, verificando nuevamente su buen funcionamiento. Después, se optó por conseguir un escáner para revisar fallas en general.

Esto resultó complicado, ya que los escáneres actuales no podían leer la ECU del BSIEG debido a que se trataba de una computadora muy antigua. Finalmente, se

logró obtener un escáner especializado para esta ECU, lo que permitió observar que la ECU no estaba funcionando correctamente.

Se decidió desmontar la ECU para una revisión más detallada. Al realizar esta revisión, se descubrió que un transistor en la tarjeta de la ECU estaba quemado, lo que impedía que la ECU enviara los pulsos correctamente al acelerar el BSIEG. Se corrigió este error y se aprovechó la ocasión para realizar un mantenimiento a la ECU.

Una vez solucionado el problema, se volvió a montar la ECU y se realizaron nuevas pruebas al BSIEG. A continuación, en la figura 23 se presenta una imagen del transistor quemado en la tarjeta.

Figura 23. Transistor quemado de la ECU



Fuente: Autores

4.6 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINA

Con el banco ya totalmente funcional, se observó que el tanque de almacenamiento de gasolina, que se encarga de la entrada y retorno de la gasolina del sistema, presentaba deformaciones y fisuras que causaban fugas. Se descubrió que el

tanque estaba hecho de material acrílico, el cual no resistía la presencia prolongada de gasolina. Por esta razón, se decidió reemplazar el tanque por uno fabricado con un material que soportara mejor la gasolina; el material escogido fue [especificar material].

Se optó por mantener el tanque con las mismas dimensiones y, de acuerdo con el artículo 203 de seguridad industrial, se dejó el tanque pintado de color rojo para indicar que contiene un líquido inflamable.

A continuación, en la figura 24,25,26, se presentan imágenes del tanque de almacenamiento de gasolina antes y después del reemplazo.

Figura 24. Antes y después tanque de almacenamiento de gasolina



Fuente: Autores

4.7 ACCESORIOS

Cabe resaltar que, antes de comenzar las pruebas de los sistemas, como se mencionó anteriormente, se realizó el cambio de algunos accesorios que impedían la realización de las pruebas y la revisión del BSIEG. Entre estos accesorios se encontraban las mangueras, que son los conductos por los cuales circula la gasolina a través del sistema. Se evidenció que, debido a la falta de uso, las

mangueras anteriores estaban cristalizadas y contenían sedimentos que bloqueaban el paso de la gasolina.

Asimismo, se cambió los interruptores del tablero principal, ya que la mayoría estaban deteriorados y partidos, lo que impedía el encendido de los diferentes subsistemas del BSIEG. También se reemplazaron las guayas que simulan la aceleración del motor, ya que las anteriores estaban en mal estado.

De igual manera, se desmontaron las llaves de paso de los cilindros (probetas) al retorno del tanque, ya que algunas presentaban sedimentos que impedían el retorno de la gasolina. Algunas de estas llaves de paso pudieron recuperarse, y las partidas se reemplazaron para asegurar un retorno óptimo.

A continuación, en la figura 25, 26, 27 y 28 se presenta el registro fotográfico del estado de estos accesorios antes y después de su sustitución en el BSIEG.

Figura 25. Antes y después mangueras de transporte de gasolina



Fuente: Autores

Figura 26. Antes y después guayas de aceleración



Fuente: Autores

Figura 27. Antes y después suiches de control del BSIEG



Fuente: Autores

Figura 28. Llave de paso defectuosa



Fuente: Autores

5. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL BANCO SIMULADOR DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE GASOLINA DE LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS.

5.1 SENSOR DE TEMPERATURA DE CARGA DE AIRE (ACT)

Como su nombre indica, este sensor mide la temperatura del aire que va ingresando al motor. Este sensor se integra principalmente por un termistor de coeficiente positivo, por lo que, conforme la temperatura se eleva, la resistencia del termistor también incrementa. Esta variación en la resistencia se reflejará en las pruebas realizadas al sensor. A continuación, en la figura 29, se puede ver una imagen del sensor ACT actualmente instalado en el BSIEG.

Figura 29. Sensor ACT



Fuente: Autores

Para simular el funcionamiento de este sensor, se utiliza un secador de pelo para simular la entrada continua de aire al motor, y el sensor proporcione los datos a la ECU. Para la obtención de datos de referencia, se emplea un termómetro digital con sonda.

Para verificar el funcionamiento de este sensor, se hicieron pruebas con un divisor de tensión. El objetivo de estas pruebas era obtener la curva característica del sensor y compararla con las curvas ideales correspondientes.

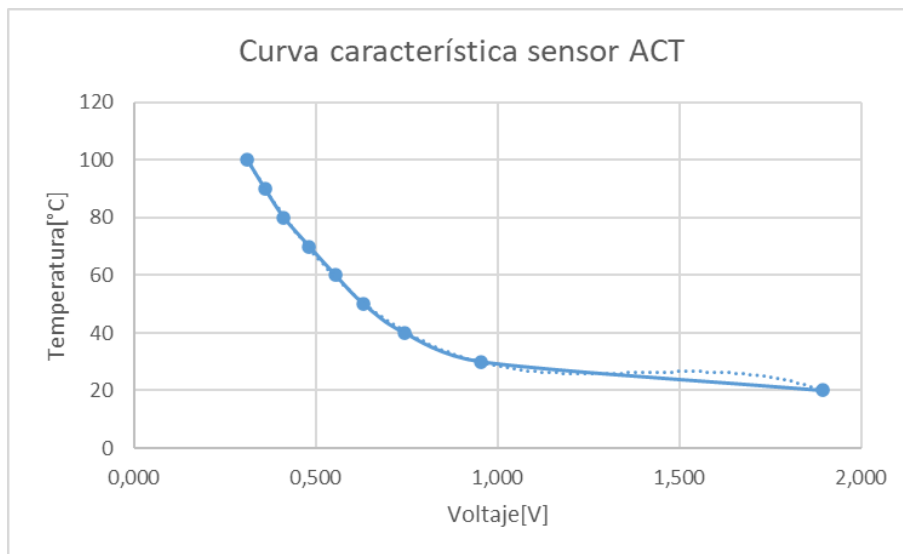
Se realizó una conexión en serie entre una resistencia y el sensor, para lo que se utilizó un voltaje de referencia de 5V. La resistencia empleada tenía un valor de 21.5 kΩ. Los datos obtenidos mediante un multímetro se presentan a continuación en la tabla 1. Con los que se construyó la curva característica de este sensor que se presenta en la gráfica 1.

Tabla 1. Prueba sensor ACT

Voltaje[V]	Temperatura[°C]
1,894	20
0,954	30
0,744	40
0,631	50
0,554	60
0,482	70
0,412	80
0,360	90
0,312	100

Fuente: Autores

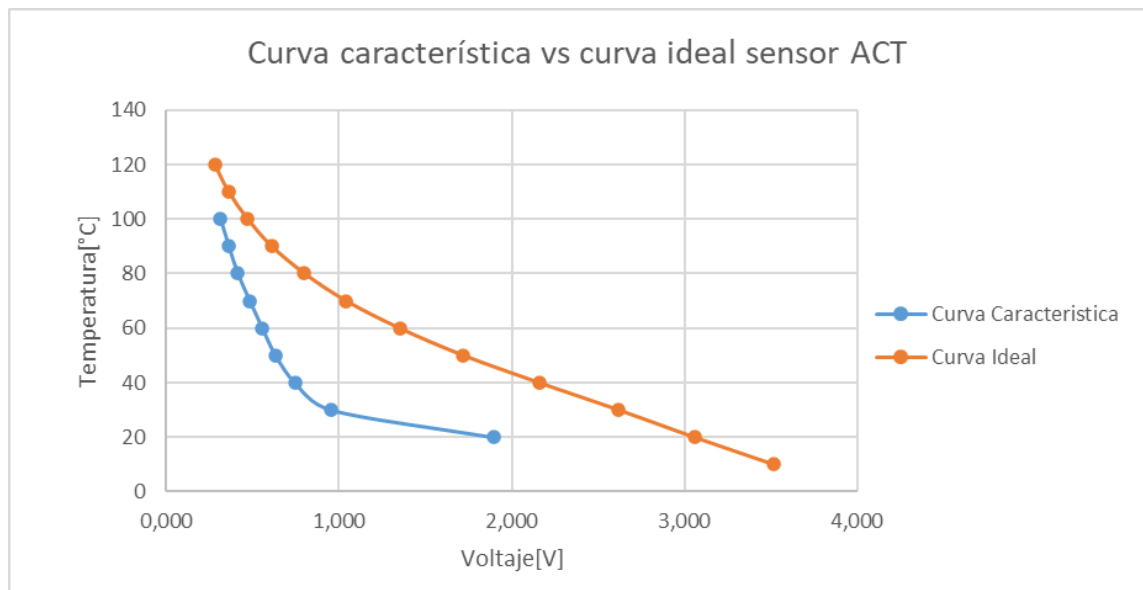
Gráfica 1. Curva característica sensor ACT



Fuente: Autores

Una vez elaborada la curva característica del sensor, se observa que, como se mencionó, la resistencia aumenta con la temperatura. Tras este análisis, se procede a comparar esta curva con la curva ideal del sensor, la cual se extrae del Manual H: Tren de Potencia de 1994³². Esta curva característica se puede ver en el Anexo A.

Gráfica 2. Curva característica vs curva ideal sensor ACT



Fuente: Autores

Como se puede observar en la gráfica 2, las curvas característica e ideal no están superpuestas, pero presentan valores muy cercanos. Según el Manual H: Tren de Potencia de 1994, el sensor está dentro de los rangos deseados, ya que el manual permite una variación del 15 % en este sensor por las condiciones de trabajo.

³² Manual H: Tren de Potencia Control de Emisiones. 1994.

5.2 TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR (ECT)

Como su nombre sugiere, este sensor tiene la función de medir la temperatura del refrigerante del motor, que en el caso del BSIEG es agua. Este sensor se integra principalmente por un termistor de coeficiente positivo, por lo que, conforme la temperatura se eleva, la resistencia del termistor también se incrementa. Esta variación en la resistencia se reflejará en las pruebas realizadas al sensor. A continuación, en la figura 30, se puede ver una imagen del sensor ECT actualmente instalado en el BSIEG.

Figura 30. Sensor ECT



Fuente: Autores

Para simular el funcionamiento de este sensor, se utilizó un recipiente con agua que se calentaba mediante una termocupla. Esta termocupla calentaba el agua y proporcionaba los datos necesarios para que el sensor enviara a la ECU. Para la obtención de datos de referencia, se empleó un termómetro digital con sonda.

Para verificar el funcionamiento de este sensor, se hicieron pruebas con un divisor de tensión. El objetivo de estas pruebas era obtener la curva característica del sensor y compararla con las curvas ideales correspondientes.

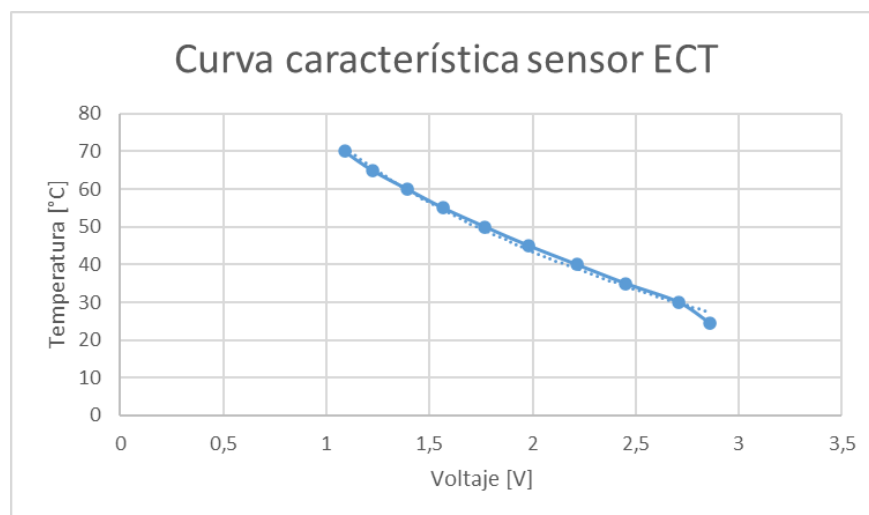
Se realizó una conexión en serie entre una resistencia y el sensor, para lo que se utilizó un voltaje de referencia de 5V. La resistencia empleada tenía un valor de 21.5 k Ω . Los datos obtenidos mediante un multímetro se presentan a continuación en la tabla 2. Con los que se construyó la curva característica de este sensor que se presenta en la gráfica 3.

Tabla 2. Prueba sensor ECT

Temperatura [°C]	Voltaje [V]
24,5	2,859
30	2,707
35	2,449
40	2,214
45	1,981
50	1,769
55	1,567
60	1,392
65	1,222
70	1,087

Fuente: Autores

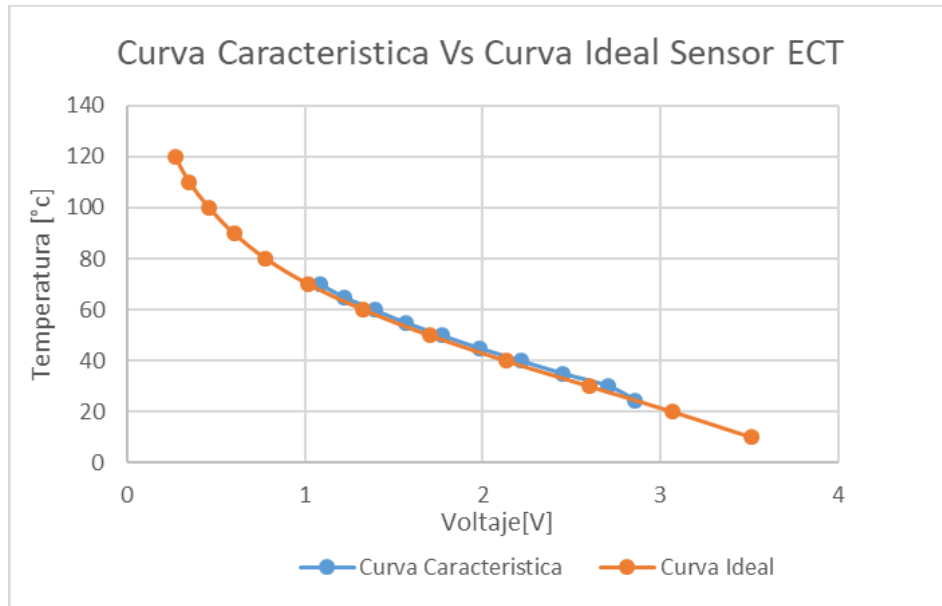
Gráfica 3. Curva característica sensor ECT



Fuente: Autores

Una vez elaborada la curva característica del sensor, se observa que, como se mencionó, la resistencia aumenta con la temperatura. Tras este análisis, se procede a comparar esta curva con la curva ideal del sensor, la cual se extrae del Manual H: Tren de Potencia de 1994³³. Esta comparación se puede ver en el Anexo A.

Gráfica 4. Curva característica vs curva ideal sensor ECT



Fuente: Autores

Como se puede observar en la gráfica 4, la curva característica y la gráfica ideal se sobreponen una sobre la otra, lo cual permite corroborar que el sensor está funcionando correctamente. Aunque se presentan algunas variaciones, estas se encuentran dentro de los rangos aceptables según el Manual H: Tren de Potencia de 1994³⁴, al que corresponden los componentes del BSIEG.

³³ Ibid.

³⁴ Ibid.

5.3 SENSOR DE POSICION DE LA VALVULA EGR (EVP)

El sensor EVP, se encarga de detectar la posición de la válvula de recirculación de gases de escape de la válvula (EGR). Se trata de un potenciómetro lineal que posee tres líneas distintas, estas son: una línea de tierra, una línea de señal y un positivo. El voltaje del extremo positivo puede ser de 5 V (voltios) o 12 V, a continuación, se muestra su forma en la figura 31.

Figura 31. Sensor EVP



Fuente: Autores

Para este dispositivo, se utilizó un óhmetro para determinar la resistencia del sensor en diversas posiciones. Los valores obtenidos se presentan en la tabla 3, y en la gráfica 5 se comparan estos valores con los proporcionados por Saavedra y Solórzano³⁵ en su trabajo "Recuperación del Banco Simulador de Inyección

³⁵ SAAVEDRA CORDERO, Héctor Eulisis y SOLORZANO VILLA. Recuperación del banco simulador de inyección electrónica a gasolina de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Santander: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. 2010. 143p.

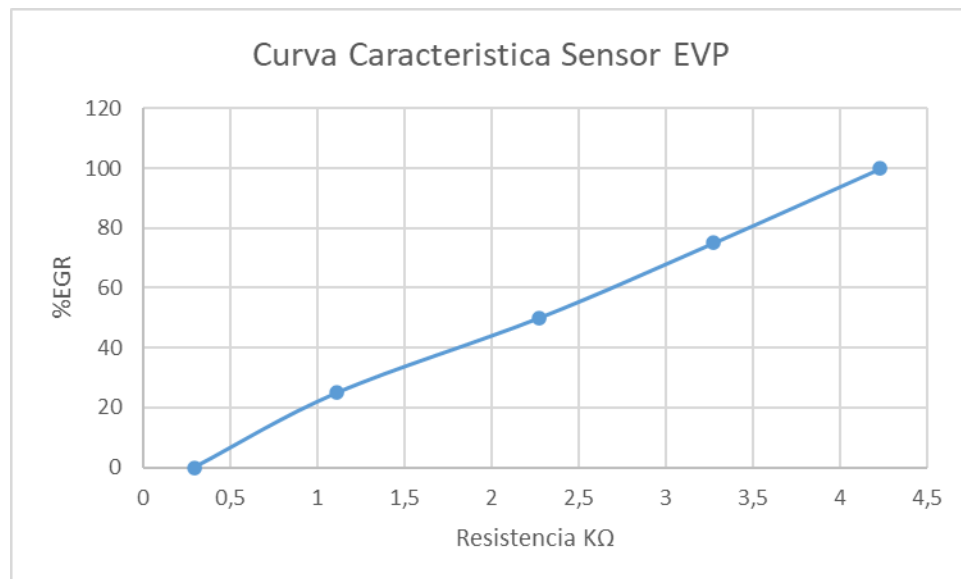
Electrónica de Gasolina de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander".

Tabla 3. Prueba sensor EVP

%EGR	Resistencia KΩ
0	0,29
25	1,11
50	2,27
75	3,27
100	4,23

Fuente: Autores

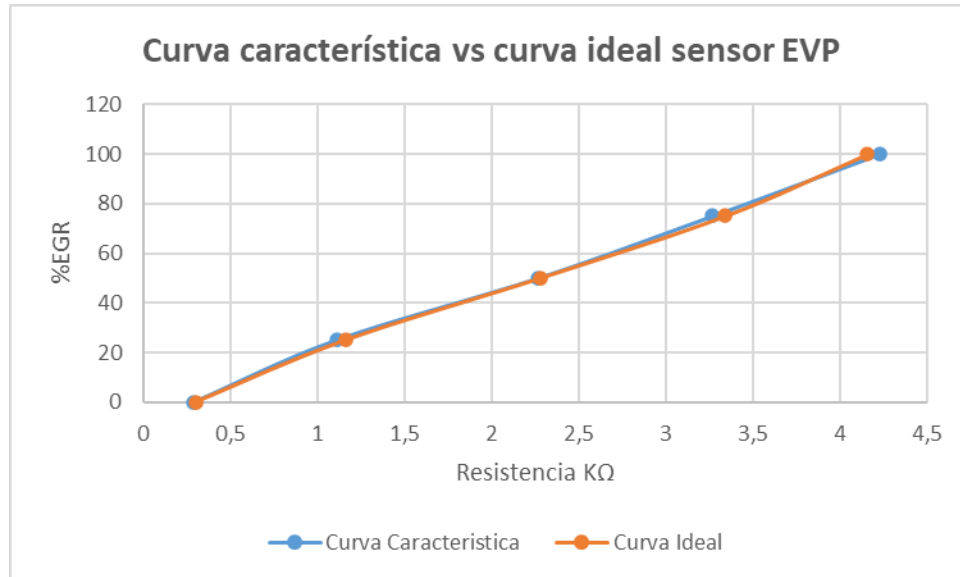
Gráfica 5. Curva característica sensor EVP



Fuente: Autores

Como se puede observar en la figura anterior, los valores obtenidos corroboran la operatividad del sensor EVP. Estos resultados demuestran que el sensor responde adecuadamente a las variaciones en las posiciones, confirmando su funcionamiento.

Gráfica 6. Curva característica vs curva ideal sensor EVP



Fuente: Autores

Como se puede observar en la gráfica 6, la curva característica y la gráfica ideal se superponen una sobre la otra, lo cual permite corroborar que el sensor está funcionando correctamente³⁶. Esta curva ideal se encuentra dentro del trabajo "*Recuperación del Banco Simulador de Inyección Electrónica de Gasolina de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander*", desarrollado por Saavedra y Solórzano³⁷.

5.4 REGULADOR DE VACÍO (EVR)

El EVR regula el flujo entre la bomba de vacío y el proceso para ajustar con precisión la presión de vacío a un punto específico. Este dispositivo controla la apertura y cierre de la válvula EGR, utilizando un solenoide electromagnético que,

³⁶ SENSOR AUTOMOTRIZ. Sensor de posición de la válvula EGR - Sensor EVP. [En línea]. Portal Sensor Automotriz. Marzo de 2019. [Consultado 13 de enero de 2024]. Disponible en: https://sensorautomotriz.com/sensor-evp/#para_que_sirve_el_sensor_de_posicion_de_la_valvula_egr_y_como_funciona_

³⁷ Ibid.

mediante un voltaje aplicado, permite o bloquea el paso de vacío hacia la válvula. A continuación, en la figura 32, se puede ver una imagen del sensor EVR actualmente instalado en el BSIEG.

Figura 32. Sensor EVR



Fuente: <https://fordfuelinjection.com/images/evr.jpg>

Se comprobó el desempeño del actuador mediante las siguientes evaluaciones:

- **Medición de la resistencia interna:** Para los vehículos de la marca FORD, los valores estándar de resistencia oscilan entre 20 y 30 ohmios. Con un multímetro, se detectó una resistencia de 33,3 ohmios entre los terminales, dentro del intervalo permitido por el fabricante.
- **Evaluación del sistema electromecánico:** Estos reguladores operan aprovechando la fuerza inducida por un campo magnético, generado al aplicar un voltaje de 12V. Durante su funcionamiento, estos dispositivos emiten un sonido característico ("clic") como parte del control. Al suministrar 12V al

actuador, este mostró una respuesta adecuada, confirmando su correcto funcionamiento.

5.5 BYPASS DE AIRE EN RALENTI (IAB)

Como su nombre sugiere, esta válvula regula eléctricamente el flujo de aire a través de la mariposa del sistema de admisión. De esta forma, ajusta el flujo de aire según las necesidades del motor mediante la ECU (Unidad de Control del Motor). A continuación, en la figura 33, se puede ver una imagen del sensor IAB actualmente instalado en el BSIEG.

Figura 33. Sensor IAB



Fuente: Autores

La válvula se divide en dos secciones: la parte eléctrica y la neumática. La sección eléctrica consta de un solenoide que transforma la energía eléctrica en un movimiento lineal. Este movimiento activa la sección neumática, que recibe la señal y regula el flujo de aire.

Para verificar el funcionamiento de esta válvula, se llevó a cabo una medición de la resistencia entre los pines, obteniendo un valor de 10Ω . Al comparar este valor con los datos de referencia del banco de pruebas³⁸, se constató que se trata de un valor correcto y característico de este tipo de válvulas.

Se hizo una prueba alimentando los pines con 12V, lo que permitió verificar el clic de activación característico del solenoide y observar su desplazamiento para accionar la sección neumática. De esta manera, se confirmó el correcto funcionamiento del sensor IAB.

5.6 INYECTORES

Los inyectores son electroválvulas de alta precisión que controlan electrónicamente el flujo de combustible en los cilindros del motor. Operadas por pulsos eléctricos sincronizados enviados por la computadora del vehículo, estas válvulas se abren y cierran millones de veces sin fugas, garantizando una pulverización homogénea del combustible en el conducto de admisión o en la cámara de precombustión, según si el sistema es de inyección directa o indirecta. Su funcionamiento depende de un solenoide que regula el paso del combustible mediante voltajes, en un mecanismo similar al utilizado en otros componentes eléctricos como el EVR o el IAB. A continuación, en la figura 34, se puede ver una imagen de los inyectores actualmente instalado en el BSIEG³⁹.

³⁸ SAAVEDRA CORDERO, Héctor Eulisis y SOLORZÁNO VILLA. Op. Cit.

³⁹ RO-DES. ¿Qué son los inyectores? [En línea]. Portal RO-DES. Junio de 2016. [Consultado 15 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.ro-des.com/mecanica/que-son-los-inyectores/>

Figura 34. Inyectores



Fuente: Autores

La comprobación del funcionamiento de los inyectores se llevó a cabo a través de la evaluación de la resistencia interna y el análisis del sonido durante su activación y apertura. Utilizando una fuente de alimentación de 12 V DC y un multímetro, se obtuvieron valores satisfactorios que confirmaron su correcto desempeño. Los valores registrados se visualizan en la Tabla 4.

Tabla 4. Pruebas a inyectores

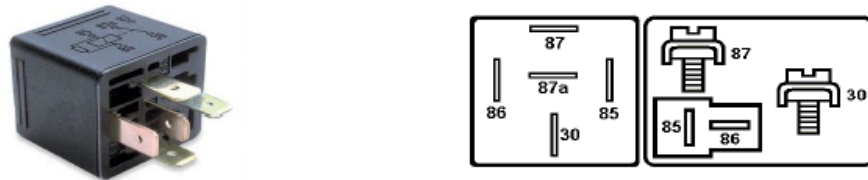
Inyector	Resistencia Ω	Corriente de corte en mA	Clic de despegue
I1	14,6	832	✓
I2	14,5	837	✓
I3	14,5	837	✓
I4	14,5	837	✓
I5	14,5	837	✓
I6	14,6	832	✓
I7	14,6	832	✓
I8	14,6	832	✓

Fuente: Autores

5.7 RELAYS

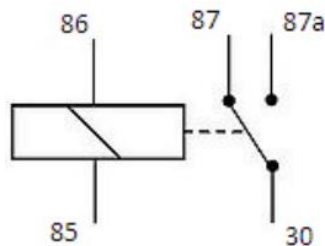
Los dispositivos conocidos como relés son electromecánicos que funcionan como interruptores controlados eléctricamente. Su función principal es abrir o cerrar circuitos eléctricos en respuesta a una señal específica. En el caso del BSIEG, se encuentran tres relés de tipo conmutación en la caja de fusibles, como se muestra en la figura 35 a continuación junto con su circuito equivalente.

Figura 35. Relay



Fuente: Disponible en: <http://fordfuelinjection.com/images/relay.jpg>

Figura 36. Circuito equivalente relay



Fuente: fordfuelinjection.com/images/relay.jpg

Para llevar a cabo la prueba de funcionamiento, se aplicaron 12V entre los pines de la bobina (85 y 86), lo que hizo que el relé conmutara la continuidad entre el pin (87) y el pin (87a). Se verificó esta continuidad utilizando un multímetro al alimentar y desalimentar la bobina con 12V. Los resultados obtenidos durante estas conmutaciones fueron los esperados, confirmando así el correcto funcionamiento de los relés. A continuación, en la tabla 5 se presentan los valores de resistencia para cada relé.

Tabla 5. Prueba relays

Relay	Resistencia Ω
R1	71,1
R2	69,4
R3	70,2

Fuente: Autores

En la tabla anterior, se puede observar y comparar los valores con los datos de referencia del banco de pruebas⁴⁰. Los valores de resistencia de los relés son muy similares a los antecedentes, lo que confirma nuevamente el correcto funcionamiento de estos.

5.8 SENSOR DE POSICION DEL ACELERADOR (TPS)

El sensor de posición de la mariposa (TPS) es responsable de transmitir información a la ECU sobre la posición de la mariposa de aceleración. Esta mariposa regula el flujo de aire que ingresa a la cámara de admisión.

Figura 37. Sensor TPS



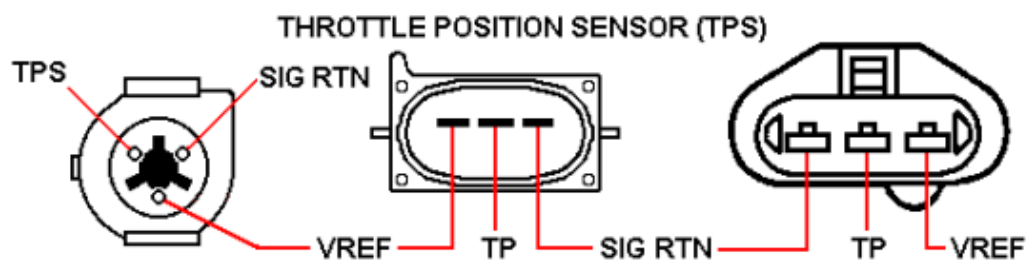
Fuente: Autores

⁴⁰ SAAVEDRA CORDERO, Héctor Eulisis y SOLORZÁNO VILLA. Op. Cit.

Este sensor mide la carga eléctrica requerida por el vehículo en cada momento, lo que permite a la ECU ajustar las revoluciones del motor. La señal emitida por el TPS, expresada en voltios, varía según la posición del acelerador. A ralentí, el voltaje es bajo y aumenta progresivamente a medida que se acelera, alcanzando un valor máximo en plena aceleración.

Está conformado por tres terminales: VREF, que proporciona un voltaje de referencia de 5V; TP, que actúa como conexión a tierra; y SIG RTN, que envía la señal de posición a la ECU.

Figura 38. Throttle position sensor (TPS)



Fuente: <http://fordfuelinjection.com/images/tps02.gif>

Para verificar el funcionamiento de este sensor, se midió la resistencia entre sus terminales utilizando un multímetro. Entre TP y SIG RTN se registró una resistencia de 802 ohmios, ligeramente diferente al valor original de 508 ohmios; sin embargo, el sensor fue calibrado y probado nuevamente para asegurar su precisión.

A máxima apertura de la mariposa, se obtuvo una resistencia de 4044 ohmios, un valor más cercano al original de 4190 ohmios.

Finalmente, se probó el sensor TPS aplicando un voltaje de 5V DC entre los pines VREF y TP, y se midió la tensión en el pin SIG RTN utilizando un multímetro. Los datos obtenidos se presentan en la tabla 6.

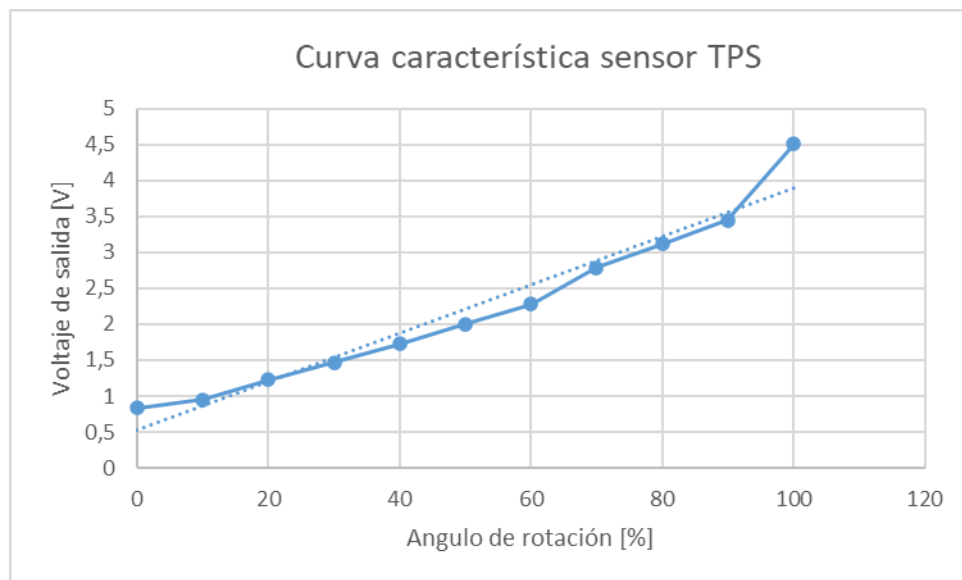
Tabla 6. Prueba sensor TPS

Angulo de rotación [%]	Voltaje de salida [V]
0	0,83
10	0,947
20	1,228
30	1,47
40	1,726
50	2,001
60	2,278
70	2,784
80	3,115
90	3,444
100	4,512

Fuente: Autores

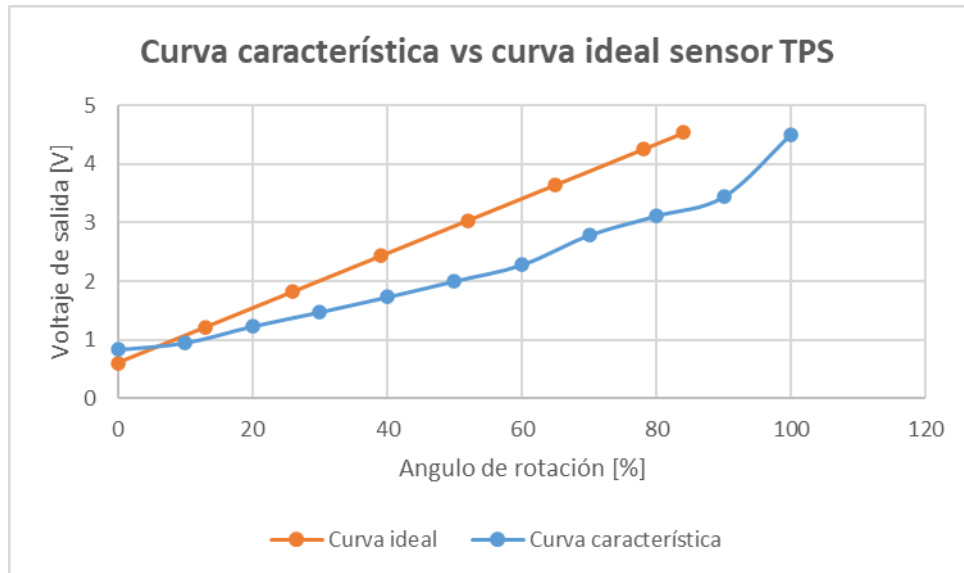
A continuación, en la gráfica 7 se muestra la curva característica del sensor posición de la mariposa.

Gráfica 7. Curva característica sensor TPS



Fuente: Autores

Gráfica 8. Curva característica vs curva ideal sensor TPS



Fuente: Autores

Como se observa en la gráfica 8, la curva característica presenta un comportamiento similar al esperado (curva ideal) según lo indicado en la literatura del Manual H: Tren de Potencia de 1994. Además, la gráfica está dentro del rango de error establecido por dicha referencia.

5.9 FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL BANCO

Una vez comprobado el funcionamiento de cada uno de los sensores y actuadores, se procedió a desarrollar una prueba de funcionamiento general del BSIEG. En esta prueba se tuvieron en cuenta variables indispensables del sistema de inyección, tales como las RPM del motor, la posición de la mariposa de aceleración, así como la temperatura del aire y del agua.

El objetivo de esta prueba fue evaluar el comportamiento del sistema de inyección bajo diferentes condiciones de operación. Se realizó estableciendo RPM constantes, variando la posición de la mariposa de aceleración, y ajustando la

temperatura del aire y del agua. La prueba se llevó a cabo en seis niveles de RPM distintos, y para cada nivel se modificaron las condiciones previamente mencionadas. Para cada condición, se midió el volumen de combustible inyectado y la presión del múltiple.

Los valores registrados durante esta prueba fueron consignados en la tabla adjunta. Estos datos permitieron verificar, de acuerdo con ⁴¹el Saavedra y Solórzano, que es el antecedente del BSIEG, el correcto funcionamiento del banco de pruebas. Además, se logró proporcionar claridad para que, al realizar las prácticas pedagógicas, los estudiantes se enfrenten a un entorno más comprensible y estructurado en cuanto al funcionamiento del sistema. Los datos obtenidos fueron registrados en la Tabla 7.

Tabla 7. Prueba funcionamiento general del BSIEG

RPM	Presión del Múltiple	T[°C] Aire	T[°C] Agua	Posición Mariposa	Vol. Combustible
2500	34	25	25	Cerrada	12
2500	35	25	25	Abierta	17
2500	35	25	80	Cerrada	11
2500	35	25	80	Abierta	13
2500	40	50	80	Cerrada	26
2500	40	50	80	Abierta	28
3000	34	25	25	Cerrada	15
3000	35	25	25	Abierta	19
3000	34	25	80	Cerrada	14
3000	34	25	80	Abierta	16
3000	40	50	80	Cerrada	33
3000	40	50	80	Abierta	35

⁴¹ SAAVEDRA CORDERO, Héctor Eulisis y SOLÓRZANO VILLA. Recuperación del banco simulador de inyección electrónica a gasolina de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Santander: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. 2010. 143p.

RPM	Presión del Múltiple	T[°C] Aire	T[°C] Agua	Posición Mariposa	Vol. Combustible
3500	34	25	25	Cerrada	18
3500	33	25	25	Abierta	21
3500	33	25	80	Cerrada	16
3500	34	25	80	Abierta	18
3500	41	50	80	Cerrada	35
3500	40	50	80	Abierta	36
4000	33	25	25	Cerrada	22
4000	33	25	25	Abierta	25
4000	34	25	80	Cerrada	18
4000	33	25	80	Abierta	20
4000	40	50	80	Cerrada	37
4000	41	50	80	Abierta	39

Fuente: Autores

De la tabla anterior, se puede concluir y comprobar la recuperación del banco verificando datos teóricos, como que, a medida que la temperatura del aire que entra al motor aumenta, se consumirá más combustible. Esto sugiere que un vehículo tiende a consumir más gasolina en ciudades de clima cálido.

También se observa cómo la posición de la mariposa del acelerador influye en la cantidad de combustible gastado, ya que, al estar más abierta, se consumirá más combustible. Dicho en términos más coloquiales, a medida que se acelera más, el consumo de gasolina será mayor.

6. DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA PARA EL LABORATORIO UTILIZANDO EL BANCO SIMULADOR DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE GASOLINA

Una vez que el BSIEG se encuentra funcional y se han realizado las pruebas necesarias para corroborar su correcto funcionamiento, se desarrollaron estrategias pedagógicas o pruebas de laboratorio. Estas pruebas tienen como objetivo que los futuros estudiantes del laboratorio de máquinas térmicas puedan simular y reconocer el funcionamiento del sistema de inyección en los vehículos. Se pretende generar una experiencia a través de diversas pruebas en las que los estudiantes puedan identificar los elementos del sistema de inyección, tomar datos para verificar su buen funcionamiento y, además, enfrentar fallas del sistema de inyección, identificarlas y comprender cómo proceder ante dichas fallas. Todo esto con el fin de que los estudiantes adquieran un mayor conocimiento sobre la parte automotriz.

Para las pruebas, se diseñó una serie de formatos que se encuentran en el Anexo B. Estos formatos, en su estructura principal, incluyen en primer lugar una breve introducción para que el estudiante pueda familiarizarse con el tema que se abordará en la prueba. A continuación, el estudiante encontrará los objetivos que se pretende alcanzar al desarrollar la prueba, así como una descripción de los elementos o herramientas disponibles para llevar a cabo la práctica. La explicación de los procedimientos se presenta paso a paso, y donde sea necesario, se incluirán registros fotográficos para facilitar la toma de datos y la identificación por parte de los estudiantes. Finalmente, se proporcionarán tablas para que el estudiante complete la toma de datos y, al concluir la práctica, pueda realizar las respectivas conclusiones.

Se realizaron en total seis pruebas de laboratorio, entre las cuales se encuentran algunas en las que los estudiantes deben realizar una inspección visual, como lo

son las pruebas de fallas. En estas pruebas, se espera que el estudiante identifique la falla, determine su origen y proponga medidas para corregirla. De manera similar, en otras pruebas, el estudiante deberá tomar datos y elaborar curvas características tanto de sensores como de actuadores, con el objetivo de verificar el correcto funcionamiento del BSIEG al comparar los resultados obtenidos con los consignados en los capítulos anteriores de este libro.

De las seis prácticas diseñadas, cuatro de ellas están orientadas al reconocimiento de fallas en el BSIEG. Con estas prácticas se pretende que el estudiante observe visualmente el comportamiento de las fallas en el simulador, y así pueda aprender cómo proceder al enfrentarse a una falla similar en un entorno laboral. Para ello, se estudiaron las fallas más frecuentes en el sistema de inyección y se complementaron y repararon las fallas existentes en el BSIEG. Así, las fallas que se incorporaron en el banco son las siguientes:

- Falla en el sistema eléctrico de los inyectores
- Falla en la bomba eléctrica de gasolina
- Falla en el sensor TPS
- Falla en el sensor ECT

A continuación, se enunciarán cada uno de los laboratorios y lo que se pretende con cada uno de ellos, teniendo en cuenta que el cuerpo de cada laboratorio se encuentra en el Anexo B.

6.1 PRACTICA No. 1: RECONOCIMIENTO Y PUESTA EN MARCHA DEL BSIEG

La práctica se encuentra dividida en dos fases. En la primera fase, se busca que el estudiante tenga contacto y se familiarice con cada uno de los elementos del BSIEG. En esta fase, el estudiante realizará una inspección visual de cada componente del banco, con el objetivo de identificar físicamente los actuadores,

sensores y demás elementos que componen los subsistemas del BSIEG. De esta manera, podrá analizar su funcionamiento mediante un pequeño marco teórico o con la ayuda de este documento. Además, se le ilustrará al estudiante el funcionamiento general del banco, desde el encendido hasta la puesta en marcha de todos los elementos y su trabajo en conjunto.

Una vez que el estudiante tenga claro cada uno de los elementos del banco y su función, se enfrentará a la segunda fase de esta práctica, que consiste en la toma de datos de cada sensor y actuador para corroborar el correcto funcionamiento de cada uno de ellos. Para esta fase, será necesario el uso de un multímetro. Cabe resaltar que el paso a paso de esta práctica, con ilustraciones, se encuentra en el formato de laboratorio incluido en el Anexo B.

El objetivo de esta segunda fase es que el estudiante pueda comparar y analizar los datos obtenidos en el laboratorio con los consignados en el capítulo 5 de este documento, donde se encuentran las respectivas curvas de operación de cada sensor y actuador. De esta forma, el estudiante podrá verificar el funcionamiento de cada uno de los elementos del BSIEG.

6.2 PRACTICA No. 2: FALLA EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE LOS INYECTORES

El objetivo de esta práctica es que el estudiante pueda identificar una de las principales fallas a las que puede enfrentarse un sistema de inyección: la falla en el sistema eléctrico de los inyectores.

Durante la práctica, el estudiante podrá observar que, en caso de esta falla, los inyectores no entregarán la gasolina en pulsos de acuerdo con las necesidades del vehículo. En su lugar, funcionarán de manera continua, inyectando toda la gasolina que les suministra la bomba.

Se espera que el estudiante realice una inspección visual para identificar cómo se manifestaría esta falla en un vehículo, investigue las posibles causas de la misma y proponga alternativas para solucionar las diversas causas planteadas.

Esta falla será controlada mediante un interruptor que se encuentra en el panel principal, el cual se ilustra en la imagen 39.

Figura 39. Identificación interruptores de falla para los laboratorios



Fuente: Autores

Para esta práctica de laboratorio, el interruptor que controlará la falla es el que se indica en la figura 39 con el número uno.

El formato detallado de la práctica, que será utilizado por los estudiantes, se encuentra en el anexo B.

6.3 PRACTICA No. 3: FALLA EN LA BOMBA ELÉCTRICA DE GASOLINA

El objetivo de esta práctica es que el estudiante pueda identificar una de las principales fallas a las que puede enfrentarse un sistema de inyección: la falla en la bomba eléctrica de gasolina.

Durante la práctica, el estudiante podrá observar que, en este caso, la bomba no suministra gasolina a los inyectores, por lo que no se está inyectando gasolina en los cilindros.

Se espera que el estudiante realice una inspección visual para identificar cómo se manifiesta esta falla en el vehículo, investigue las posibles causas y proponga alternativas para solucionar las diversas causas identificadas.

Para esta práctica de laboratorio, el interruptor que controlará la falla es el que se indica en la figura 39 con el número dos.

El formato detallado de la práctica, que será utilizado por los estudiantes, se encuentra en el Anexo B.

6.4 PRACTICA No. 4: FALLA EN EL SENSOR TPS

El objetivo de esta práctica es que el estudiante pueda identificar una de las principales fallas a las que puede enfrentarse un sistema de inyección: la falla en el sensor TPS.

Durante esta práctica, el estudiante podrá identificar los efectos de un mal funcionamiento del sensor TPS al acelerar el BSIEG. Este sensor es el encargado de transmitir la posición de la mariposa de aceleración, y su fallo se evidenciará en la inyección de gasolina, ya que, al no funcionar correctamente, la cantidad de gasolina inyectada será irregular y no se ajustará a las necesidades del motor.

Se espera que el estudiante realice una inspección visual para identificar cómo se manifiesta esta falla en el vehículo, investigue las posibles causas y proponga alternativas para solucionar las diversas causas identificadas.

Para esta práctica de laboratorio, el interruptor que controlará la falla es el que se indica en la figura 39 con el número tres.

El formato detallado de la práctica, que será utilizado por los estudiantes, se encuentra en el Anexo B.

6.5 PRACTICA No. 5: FALLA EN EL SENSOR ECT

El objetivo de esta práctica es que el estudiante pueda identificar una de las principales fallas a las que puede enfrentarse un sistema de inyección: la falla en el sensor ECT.

Durante esta práctica, se pretende que el estudiante realice una inspección visual para observar los efectos de una falla en el sensor ECT. Esta falla es de vital importancia, ya que genera un desajuste en la mezcla aire-combustible, debido a que la ECU recibirá datos incorrectos sobre la temperatura del motor, lo que afecta la inyección de combustible.

Se espera que el estudiante identifique cómo se manifiesta esta falla en el vehículo, investigue las posibles causas y proponga alternativas para solucionar las diferentes causas identificadas.

Para esta práctica de laboratorio, el interruptor que controlará la falla es el que se indica en la figura 39 con el número cuatro.

El formato detallado de la práctica, que será utilizado por los estudiantes, se encuentra en el Anexo B.

6.6 PRACTICA No. 6: FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL BSIEG

La práctica se divide en dos fases principales. La primera fase consiste en la identificación visual por parte de los estudiantes del funcionamiento general del BSIEG, con el objetivo de proporcionar una comprensión más clara de cómo opera este sistema de inyección en los vehículos.

En la segunda fase, se invita a los estudiantes a recolectar datos, manipulando variables importantes del BSIEG, como las RPM del motor, la temperatura del aire y del agua, y la posición de la mariposa de aceleración. Se pretende que los estudiantes registren los valores de presión del múltiple y el volumen de combustible en los cilindros, que para el caso del BSIEG son las probetas.

El objetivo de esta práctica es que los estudiantes identifiquen las variaciones en el sistema de inyección bajo diferentes condiciones de funcionamiento y, a su vez, comparen estos resultados con la tabla 7 que se encuentra en el capítulo 5 de este documento.

En el Anexo B, se incluye el manual para esta práctica, el cual ofrece un paso a paso detallado, acompañado de un registro fotográfico, que explica cómo realizar la toma de datos y otras actividades necesarias para llevar a cabo esta práctica de laboratorio.

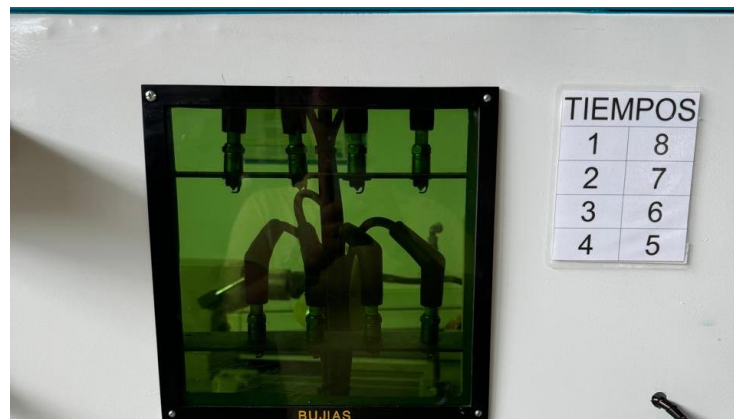
6.7 PRACTICA No. 7: IDENTIFICACIÓN DE LOS TIEMPOS DEL MOTOR

Esta práctica tiene como objetivo que el estudiante identifique los tiempos de un motor para llevar los conocimientos adquiridos a la práctica y de igual manera identificar visualmente como se reconocen los tiempos en todo el sistema de inyección.

Para esto el estudiante identificara visualmente como se complementan las bujías con los inyectores, para lo cual se recomienda que se trabaje el banco a las mínimas RPM para que pueda identificar la chispa en las bujías, y a su vez identifique cual bujía va con cada inyector.

Para que este trabajo sea más sencillo el banco ya cuenta con una tabla en la cual se puede apreciar los tiempos con los que funciona ese motor de ocho cilindros como se ilustra en la figura 40, y de igual manera está identificado por números el orden de la secuencia de encendido de la chispa de las bujías y respectivamente el inyector con el cual funciona.

Figura 40. Tabla de Tiempos del motor



Fuente: Autores

De esta manera el estudiante aterrizará los conceptos vistos en la materia máquinas térmicas alternativas y pueda tener una idea más clara de cómo funciona el sistema de inyección en conjunto.

7. PLAN DE MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DE OPERACIONAL PARA EL BANCO SIMULADOR DE INYECCION ELECTRONICA DE GASOLINA

7.1 MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL BANCO SIMULADOR DE INYECCION ELECTRONICA DE GASOLINA

El banco simulador de inyección electrónica de gasolina, al igual que cualquier otro equipo mecánico, requiere mantenimiento regular debido al uso y al desgaste natural de sus componentes, con el fin de garantizar su buen funcionamiento y prolongar su vida útil. Este equipo es fundamental para la formación práctica, ya que permite a los estudiantes familiarizarse con los sistemas de inyección electrónica de gasolina, ampliamente utilizados en la industria automotriz.

El mantenimiento de este simulador es crucial no solo para evitar fallos o averías inesperadas que puedan interrumpir el proceso de enseñanza, sino también para asegurar el buen rendimiento de los resultados obtenidos durante las prácticas. Debido a la complejidad y la naturaleza electrónica de muchos de sus componentes, es importante que estas actividades sean realizadas por personal capacitado y con conocimientos técnicos especializados.

Además, el mantenimiento periódico ayuda a identificar y corregir posibles desgastes o fallas incipientes antes de que se conviertan en problemas mayores. Esto no solo facilita el rendimiento del simulador, sino que también protege el equipo. La implementación de un plan de mantenimiento es una medida necesaria para asegurar que el simulador sea una herramienta educativa efectiva y segura para los estudiantes.

La información sobre el mantenimiento del BSIEG se encuentra organizada de manera detallada en el anexo C el cual los formatos de mantenimiento fueron dados

por el ingeniero encargado del mantenimiento de todos los equipos de la escuela de ingeniería mecánica.

7.2 MANUAL DE SEGURIDAD OPERACIONAL

La seguridad operacional en el uso del banco simulador de inyección electrónica de gasolina (BSIEG) garantiza la integridad de los equipos y la seguridad de los estudiantes, personal docente y de apoyo durante su uso. Es imprescindible que todos los usuarios del BSIEG comiencen por familiarizarse con los procedimientos de seguridad, así como con los requisitos de conexión y encendido detallados en el manual de instrucciones. Seguir estas indicaciones es esencial para asegurar el correcto funcionamiento de los diversos componentes eléctricos y electrónicos del simulador⁴².

La prevención de riesgos en el entorno del laboratorio no es un simple cumplimiento de normas, sino una suma de acciones y medidas que buscan minimizar los riesgos inherentes a las actividades prácticas. Tanto docentes como estudiantes deben estar conscientes de los peligros que los rodean, ya que el desconocimiento de estos puede conducir a accidentes evitables. La capacitación y la concientización juegan un papel crucial en este aspecto, ya que, como se dice, "nadie se cuida de lo que no conoce".

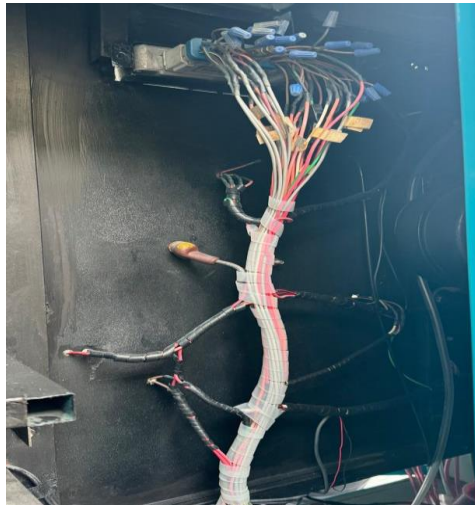
El cumplimiento de las normas de seguridad no solo protege la salud y el bienestar de los usuarios, sino que también preserva el equipo, las herramientas y los materiales utilizados en las actividades de laboratorio. Por lo tanto, es responsabilidad de todos respetar y adherirse a estas normas para crear un ambiente de trabajo seguro.

⁴² LÓPEZ, Jorge. Normas de seguridad en talleres y laboratorios del departamento de mecánica – Comisión SySO FACET-UNT. Tucumán, Argentina: Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Mecánica. 2016. 54p. <https://www.facet.unt.edu.ar/syso/wp-content/uploads/sites/36/2016/03/Normas-de-seguridad-Taller.pdf>

7.2.1 Principales riesgos presentes en laboratorios. A continuación, se remarcan los distintos riesgos presentes en las prácticas de laboratorio.

- Riesgo Eléctrico:

Figura 41. Riesgo Eléctrico en el BSIEG



Fuente: Autores

- Riesgo de Incendio:

Figura 42. Riesgo de incendios en el BSIEG



Fuente: Autores

- Atrapamiento:

Figura 43. Riesgo de Atrapamiento en el BSIEG



Fuente: Autores

- Quemaduras por contacto:

Figura 44. Riesgo de Quemaduras en el BSIEG



Fuente: Autores

Para reducir el riesgo de incendios, fallas eléctricas y lesiones, es esencial seguir el manual de seguridad operacional y usar equipo de protección personal, como

batas y gafas. La información detallada está en el Anexo C. El manual establece protocolos de seguridad para proteger a los usuarios y equipos en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander.

7.2.2 Máquinas térmicas alternativas. Según el manual PROTOCOLOS DE FUNCIONAMIENTO Y SEGURIDAD DE LOS LABORATORIOS, este laboratorio se emplea, en especial, en la asignatura electiva 21806-Máquinas Térmicas Alternativas, para enseñar el funcionamiento de motores de combustión interna, utilizando motores diésel, de gasolina y de gas disponibles, y analizar parámetros de operación y componentes de estas máquinas.

En este caso el equipo disponible para el laboratorio es el siguiente:

Figura 45. Máquina térmica alternativa disponible

Inyección electrónica	Permite conocer y estudiar los diferentes elementos que corresponden a un sistema de inyección electrónica
-----------------------	--

Fuente: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Protocolo de Funcionamiento y de Seguridad de los Laboratorios. [En línea]. Escuela de Ingeniería Mecánica UIS. Julio 07 de 2024. [Consultado 15 de agosto de 2024]. Disponible en: http://mecanicaxserver.uis.edu.co/eisi/images/Noticias/archivos/20240902184059-protocolos_de_funcionamiento_y_de_seguridad_de_lo.pdf

8. CONCLUSIONES

Se logró reactivar de manera exitosa el banco simulador de inyección electrónica de gasolina del Laboratorio de Máquinas Térmicas Alternativas de la Universidad Industrial de Santander. Primero, se realizó un análisis y se reemplazaron los elementos que no funcionaban correctamente, para luego proceder con un diagnóstico del funcionamiento de cada uno de sus componentes, garantizando que el simulador operara adecuadamente. Este proceso permitió restablecer las funcionalidades básicas del simulador, asegurando un entorno de aprendizaje más práctico para los estudiantes de ingeniería mecánica.

A través de una revisión preliminar, se identificaron varios componentes que no cumplían con las especificaciones de funcionamiento, como la bomba de gasolina, los inyectores, la ECU, entre otros. La sustitución y mantenimiento de estos elementos fueron fundamentales para restaurar el adecuado funcionamiento del banco simulador, lo que asegura la fiabilidad de las prácticas pedagógicas.

Con el diagnóstico detallado de cada uno de los elementos del banco simulador, como sensores y actuadores, se logró comprobar que el simulador ha sido dejado en buenas condiciones de funcionamiento. Esto asegura que los estudiantes puedan desarrollar sus prácticas de manera adecuada, permitiéndoles aplicar el conocimiento teórico adquirido en un entorno práctico y controlado. De esta manera, se facilita un aprendizaje más integral, en el que la teoría se complementa con la experiencia directa en la operación de sistemas de inyección electrónica, mejorando sus competencias técnicas y profesionales.

Se desarrolló e implementó una estrategia pedagógica que integra el uso del banco simulador en las prácticas de laboratorio, desarrollando 7 actividades, facilitando la comprensión de los conceptos teóricos relacionados con la inyección electrónica de combustible. Esta estrategia no solo ha mejorado la calidad de aprendizaje

práctico, sino que también ha aumentado el interés y la motivación de los estudiantes en el estudio de los sistemas de inyección electrónica.

La elaboración de un plan de mantenimiento preventivo, así como de un protocolo de seguridad operacional, garantiza la durabilidad del banco simulador y la seguridad de los usuarios. Este plan proporciona una guía clara para el manejo adecuado del equipo, reduciendo los riesgos de fallos técnicos y mejorando la sostenibilidad del simulador a largo plazo.

La reactivación del banco simulador ha contribuido significativamente al fortalecimiento del vínculo entre la teoría y práctica dentro del plan de estudios de la Escuela de Ingeniería mecánica. Además, ha preservado y potenciado el patrimonio académico de la institución, proporcionando a los estudiantes herramientas más robustas para su formación profesional.

9. RECOMENDACIONES

Actualización constante del software y hardware del simulador: Con los rápidos avances en la tecnología automotriz, es fundamental que tanto el hardware como el software del banco se mantengan actualizados. Proyectos futuros podrían enfocarse en el desarrollo de nuevas interfaces de usuario o en la integración con plataformas de diagnóstico modernas.

Integración con herramientas de diagnóstico avanzadas: En un futuro, sería útil desarrollar métodos para integrar el banco con herramientas avanzadas de diagnóstico, permitiendo a los estudiantes familiarizarse con tecnologías actuales en la industria automotriz, como el diagnóstico OBD-II y otros sistemas.

Mejora de la infraestructura del laboratorio: Considerar la posibilidad de actualizar o mejorar otros equipos del laboratorio para garantizar una experiencia práctica más completa, integrando nuevas tecnologías relacionadas con los sistemas de inyección electrónica actuales, como sistemas híbridos o eléctricos, que están en crecimiento en la industria automotriz.

BIBLIOGRAFÍA

AUTO CRASH. Evolución de los sistemas de inyección de combustible. [En línea]. Revista Auto Crash. Julio 22 de 2015. [Consultado 14 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.revistaautocrash.com/evolucion-de-los-sistemas-de-inyeccion-de%20combustible/#:~:text=4.1%20Simult%C3%A1nea%3A%20todos%20los%20inyectores,de%20admis%C3%B3n%20se%20encuentra%20abierta>

AUTODOC CLUB. Sistema de inyección: una guía completa sobre los sistemas de inyección de gasolina y diésel. [En línea]. Clun Autodoc. Octubre 23 de 2020. [Consultado 14 de enero de 2024]. Disponible en: <https://club.autodoc.es/magazin/sistema-de-inyeccion-funciones-tipos-sintomas>

AUTOMOTRIZ. Sensor de posición de la válvula EGR - Sensor EVP. [En línea]. Portal Sensor Automotriz. Marzo de 2019. [Consultado 13 de enero de 2024]. Disponible en: <https://sensorautomotriz.com/sensor-evp/>

AUTOSENSORES. Sensor TPS Ford Bronco F-150 8 Cil. 5.0. [En línea]. AUTOSENSORES: Repuestos, carros y camionetas. 2024. [Consultado 15 de enero de 2024]. Disponible en: https://www.autosensores.com/MCO-506156226-sensor-tps-ford-bronco-f-150-8-cil-50-_JM

AUTOSENSORES: Repuestos, carros y camionetas. 2024. [Consultado 15 de enero de 2024]. Disponible en: https://www.autosensores.com/MCO-506156226-sensor-tps-ford-bronco-f-150-8-cil-50-_JM

BARAJAS, Ies. Gestión Motor: Sistema Motronic. [En línea]. Blog MGALLEGOSANTOS. 31 de mayo de 2009. [Consultado 13 de enero de 2024]. Disponible en: <https://mgallegosantos.wordpress.com/wp-content/uploads/2009/01/motronic.pdf>

BOSCH EXTRANET SERVICE. Sistemas de Inyección Electrónica. [En línea]. STUDOCU. Diciembre de 2010. [Consultado 13 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.studocu.com/co/document/universidad-de-caldas/bioarqueologia/sistemas-de-inyeccion-bosch/14405761>

CARiD DRIVE. Interruptores y relés de espejos eléctricos de Ford Bronco. [En línea]. 2024. [Consultado 15 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.carid.com/ford-bronco-power-mirror-switches-relays/>

CHAYLE, Luu. Sistema de inyección D-Jetronic de Bosch. [En línea]. SCRIBD. Julio 07 de 2014. [Consultado 13 de enero de 2024]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/232970045/D-Jetronic>

DUBIZZLE CARS. Todo sobre el sensor de temperatura del refrigerante del motor. [En línea]. Cars Blog. 2024. [Consultado 13 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.dubizzle.com/blog/cars/engine-coolant-temperature-sensor/>

EBAY COLOMBIA. Inyectores de combustible Motorcraft para Ford Bronco. [En línea]. EBAY: Piezas de inyección de combustible para automóviles y camiones. 2024. [Consultado 14 de enero de 2024]. Disponible en: https://co.ebay.com/b/Motorcraft-Fuel-Injectors-for-Ford-Bronco/33554/bn_19897130

FIERROS CLÁSICOS. Qué es la inyección de combustible. [En línea]. Blog Fierros Clásicos. 25 de febrero de 2015. [Consultado 14 de enero de 2024]. Disponible en: <https://fierrosclasicos.com/que-es-la-inyeccion-de-combustible/>

FUL MECÁNICA. Definición y conceptos de Mecánica: L-jetronics / Ljetronic / inyección por pulsos. [En línea]. Full Mecánica. 2014. [Consultado 13 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.fullmecnica.com/definiciones/l/842-l-jetronic>

HELLO INSURANCE GROUP. Glosario: Inyector. [En línea]. Blog HELLOAUTO. 2024. [Consultado 14 de enero de 2024]. Disponible en: <https://helloauto.com/es-es/glosario/inyector/>

HELLO INSURANCE GROUP. Glosario: TIPS. [En línea]. Blog HELLOAUTO. 2024. [Consultado 15 de enero de 2024]. Disponible en: <https://helloauto.com/es-es/glosario/TPS/>

HELLO INSURANCE GROUP. Inyección directa. [En línea]. Blog HELLOAUTO. 2024. [Consultado 14 de enero de 2024]. Disponible en: <https://helloauto.com/es-es/glosario/inyeccion-directa/>

HELLO INSURANCE GROUP. Inyección Multipunto. [En línea]. Blog HELLOAUTO. 2024. [Consultado 14 de enero de 2024]. Disponible en: <https://helloauto.com/es-es/glosario/inyeccion-multipunto/>

KUHLGATZ, Dietrich. La columna vertebral de la electrónica automotriz. [En línea]. BOSCH. 2020. [Consultado 10 enero 2024]. Disponible en: <https://www.bosch.com/stories/50-years-of-bosch-gasoline-injection-jetronic/>

LÓPEZ, Jorge. Normas de seguridad en talleres y laboratorios del departamento de mecánica – Comisión SySO FACET-UNT. Tucumán, Argentina: Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Mecánica. 2016. 54p. <https://www.facet.unt.edu.ar/syso/wp-content/uploads/sites/36/2016/03/Normas-de-seguridad-Taller.pdf>

MARKEL, Andrew. Toyota D-4S: ¿Inyección directa o por puerto? ¿Por qué no ambas? [En línea]. TOMORROW'S TECHS. 21 de marzo de 2019. [Consultado 12

de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.tomorrowstechnician.com/toyota-d-4s-port-fuel-or-direct-fuel-injection-why-not-both/>

MECANICAAUTOMOTRIZDMG. Inyección Electrónica Bosch D-Jetronic. [En Línea]. Blog Mecánica Automotriz. Octubre 01 de 2017. [Consultado 12 enero 2024]. Disponible en: <https://mecanicaautomotrizdg.wordpress.com/2017/10/01/inyeccion-electronica-bosch-d-jetronic/>

OLD FUEL INJECTION. Bypass de aire en ralentí (IAB). [En línea]. UNIVEX Automotive Institute. Marzo de 2012. [Consultado 13 de enero de 2024]. Disponible en:

<https://www.grandmarq.net/oldfuelinjection/page39.html#:~:text=As%20the%20engine%20returns%20to,to%20keep%20the%20RPM%20stable.&text=When%20the%20vehicle%20comes%20to,Full%20Throttle%3A&text=The%20IAB%20does%20opens%20100%25%20at%20full%20throttle>

OLD FUEL INJECTION. Regulador de vacío (EVR). [En línea]. UNIVEX Automotive Institute. Marzo de 2012. [Consultado 13 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.grandmarq.net/oldfuelinjection/page43.html>

OLD FUEL INJECTION. Regulador de vacío (EVR). [En línea]. UNIVEX Automotive Institute. Marzo de 2012. [Consultado 13 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.grandmarq.net/oldfuelinjection/page43.html>

PRO-M RACING. Sensor de temperatura de carga de aire (ACT). [En línea]. Pro-M Racing. 2023. [Consultado 14 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.promracing.com/air-charge-temperature-sensor-act.html> SENSOR

RENAULT. ¿Qué es la inyección de combustible y cuáles son los tipos? [En línea]. Descubre Renault. 23 de septiembre de 2022. [Consultado 14 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.renault.com.mx/blog/tips/inyeccion-de-combustible.html>

RENTING FINDERS. Glosario de términos: Relé. [En línea]. Blog Renting Finders. [Consultado 14 de enero de 2024]. Disponible en: <https://rentingfinders.com/glosario/rele/#:~:text=Estos%20son%20algunos%20de%20los,o%20no%20se%20pueden%20apagar>

RO-DES. ¿Qué son los inyectores? [En línea]. Portal RO-DES. Junio de 2016. [Consultado 15 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.ro-des.com/mecanica/que-son-los-inyectores/>

SAAVEDRA CORDERO, Héctor Eulisis y SOLORZANO VILLA. Recuperación del banco simulador de inyección electrónica a gasolina de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Santander: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. 2010. 143p.

SENSOR AUTOMOTRIZ. Sensor de posición de la válvula EGR - Sensor EVP. [En línea]. Portal Sensor Automotriz. Marzo de 2019. [Consultado 13 de enero de 2024]. Disponible en: https://sensorautomotriz.com/sensor-evp/#para_que_sirve_el_sensor_de_posicion_de_la_valvula_egr_y_como_funciona_

STANDARD. Sensores de temperatura del colector/carga de aire. [En línea]. Blog Standard Brand. 2023. [Consultado 13 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.standardbrand.com/en/products/sensors/sensors/air-charge-manifold-temperature-sensors#:~:text=The%20Air%20Charge%2FManifold%20Temperature,according%20to%20the%20air%20density>

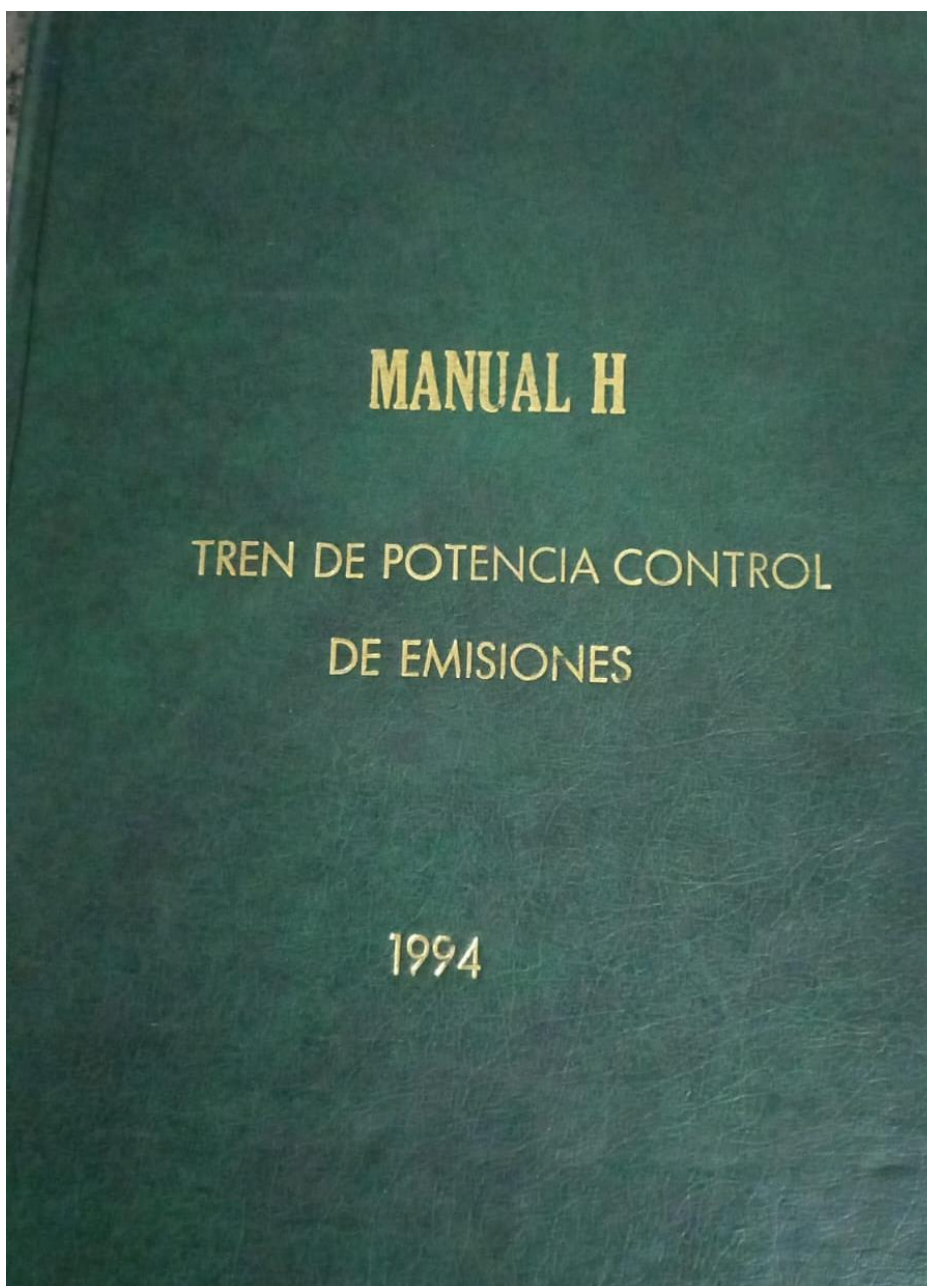
TOMAYLLAH, Marcot. 30 Control Sistema D-4S. [En línea]. SCRIBD. 22 de enero de 2021. [Consultado 12 de enero de 2024]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/491763611/30-Control-Sistema-D->

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Protocolo de Funcionamiento y de Seguridad de los Laboratorios. [En línea]. Escuela de Ingeniería Mecánica UIS. Julio 07 de 2024. [Consultado 15 de agosto de 2024]. Disponible en: http://mexanicaxserver.uis.edu.co/eisi/images/Noticias/archivos/20240902184059-protocolos_de_funcionamiento_y_de_seguridad_de_lo.pdf

VIGLIANI, Nelson y PENIN, Gustavo. Inyección programable ¿Cómo funciona? [En línea]. Blog Instituto de Automovilismo Deportivo. Abril 10 de 2023. [Consultado 13 de enero de 2024]. Disponible en: <https://iad.la/blogs/inyeccion-programable-como-funciona-iad/>

ANEXOS

Anexo A. Característica del sensor a partir del Manual H: Tren de Potencia Control de Emisiones

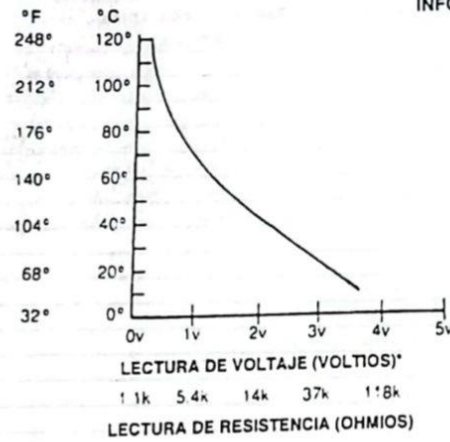


APENDICE: Gráficos y Tablas EEC

IAT
y
ECT

Gráfico de Sensor IAT

TEMPERATURA



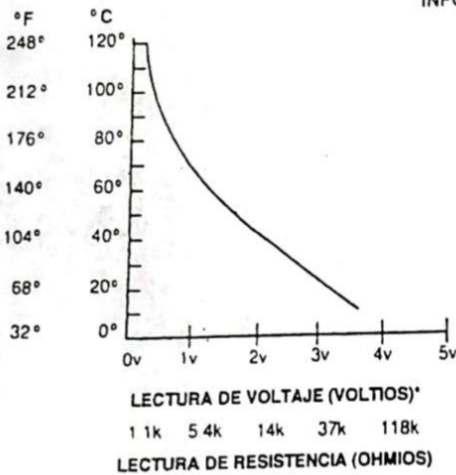
INFORMACION DE SENSOR IAT* Valores de voltaje calculados por VREF = 5.0v (Estos valores pueden variar ± 15% debido a variaciones del sensor y VREF)

TEMPERATURA °F	TEMPERATURA °C	VOLTAJE* Voltios	RESISTENCIA K ohmios
248	120	0.28	1.18
230	110	0.36	1.55
212	100	.47	2.07
194	90	.61	2.80
176	80	.80	3.84
158	70	1.04	5.37
140	60	1.35	7.60
122	50	1.72	10.97
104	40	2.16	16.15
86	30	2.62	24.27
68	20	3.06	37.30
50	10	3.52	58.75

A12843-C

Gráfico de Sensor ECT

TEMPERATURA



INFORMACION DE SENSOR ECT* Valores de voltaje calculados por VREF = 5.0v (Estos valores pueden variar ± 15% debido a variaciones del sensor y VREF)

TEMPERATURA °F	TEMPERATURA °C	VOLTAJE* Voltios	RESISTENCIA K ohmios
248	120	0.28	1.18
230	110	0.36	1.55
212	100	.47	2.07
194	90	.61	2.80
176	80	.80	3.84
158	70	1.04	5.37
140	60	1.35	7.60
122	50	1.72	10.97
104	40	2.16	16.15
86	30	2.62	24.27
68	20	3.06	37.30
50	10	3.52	58.75

A12842-B

procedimiento

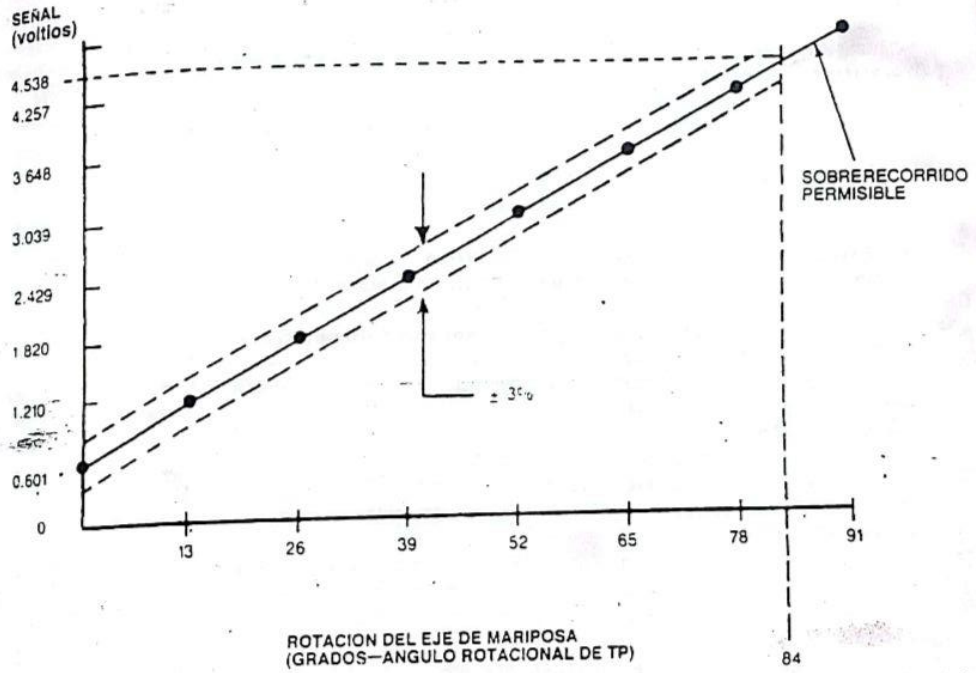
Sensor de Posición de Mariposa (TP) (Motores a Gasolina)

Prueba Precisa

DH

NOTA: El rango normal de la medición del ángulo de la mariposa para el sensor de Posición de Mariposa (TP) es de 0 a 85 grados.

Tabla del Sensor TP



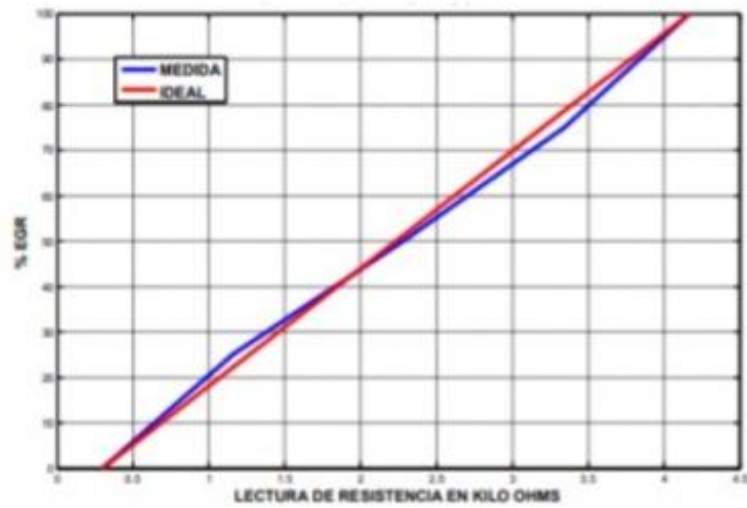
A9210-B

Tabla 5: Prueba Sensor EVP

% EGR	RESISTENCIA SENSOR (K Ω)
0	4,16
25	3,34
50	2,28
75	1,16
100	0,3

Fuente: Autores

Figura 13: Curva Característica Sensor EVO



La validación del funcionamiento los inyectores se realizó mediante la medición de la resistencia interna y sonido de despegue y apertura. Con la ayuda de una fuente de 12 V DC y un multímetro se obtuvieron los siguientes resultados positivos que se muestran en la tabla

Tabla 8: Resultado de Pruebas a Inyectores

INYECTOR	RESISTENCI	CORRIENTE DE CORTO	CLIC DE
	A Ω	mA	DESPEGUE
I1	14,7	840	✓
I2	14,6	850	✓
I3	14,6	860	✓
I4	14,5	850	✓
I5	14,6	850	✓
I6	14,6	850	✓
I7	14,6	850	✓
I8	14,6	850	✓

Fuente: Autores

Tabla 9: Resultado de Pruebas en BSIE

rpm	P. Múltiple	T aire (C)	T agua (C)	Pos. Mariposa	Vol. combustible (ml)
2500	37	25	25	Tot. cerrada	18
2500	35	50	25	Tot. cerrada	16
3000	28	25	80	Tot. cerrada	16
3000	28	25	80	Tot. cerrada	16
3500	21	25	80	Tot. cerrada	27
3500	25	50	80	Tot. cerrada	18

101

3800	32	50	25	Tot. cerrada	12
3800	34	25	70	Tot. cerrada	18
3000	18	25	80	Tot. abierta	32
3000	18	25	80	Tot. abierta	32

Fuente: Autores

3.7 RELAYS

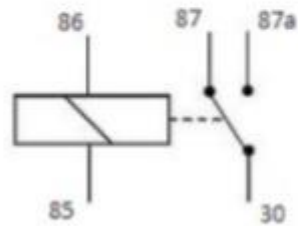
Es un dispositivo electromecánico, que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico, estos son usados por la computadora para diversos sistemas eléctricos. En la caja de fusibles se encontraron tres Relay's de tipo conmutación cuyo circuito equivalente se muestra en la figura 19 y 20:

Figura 19: Relays



Fuente: [en línea]. <<http://fordfuelinjection.com/images/relay.jpg>>

Figura 20: Circuito Equivalente Relay's



Fuente: [en línea]. <<http://fordfuelinjection.com/images/relay.jpg>>

Anexo B. Formatos Prácticas de Laboratorio

Práctica de Laboratorio No. 1



PRÁCTICA # 1: RECONOCIMIENTO Y PUESTA EN MARCHA DEL BSIEG



LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE

SANTANDER

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

BUCARAMANGA

1

1. INTRODUCCIÓN

En esta práctica de laboratorio, nos enfocaremos en el análisis y reconocimiento de los elementos de un banco simulador de inyección a gasolina (BSIEG). El objetivo primordial de la práctica es familiarizar al estudiante con los componentes del banco y su funcionamiento integral, a través de un proceso dividido en dos fases distintas pero complementarias.

En la primera fase, se busca proporcionar al estudiante un entendimiento profundo de cada uno de los elementos presentes en el BSIEG. Para lograr esto, se realizará una inspección visual detallada de los componentes, incluyendo actuadores, sensores y otros elementos clave que forman parte de los subsistemas del banco. Esta etapa es crucial para construir una base sólida de conocimiento sobre el funcionamiento general del BSIEG, desde el encendido hasta la puesta en marcha de todos los elementos y su interacción en el sistema. El estudiante podrá consultar un marco teórico y el documento proporcionado para apoyar su comprensión y análisis de los componentes.

La segunda fase de la práctica se centra en la verificación empírica del funcionamiento de cada sensor y actuador mediante la recolección de datos. Utilizando un multímetro, el estudiante tomará medidas precisas para comparar los datos obtenidos con las curvas de operación especificadas en el capítulo 5 del documento de referencia. Esta fase permite una evaluación crítica del desempeño de cada componente, asegurando que operen dentro de los parámetros esperados y confirmando su correcta funcionalidad.

A través de estas dos fases, el estudiante no solo adquirirá conocimientos teóricos y prácticos sobre el BSIEG, sino que también desarrollará habilidades prácticas en la medición y análisis de datos, fundamentales para el diagnóstico y optimización de sistemas de inyección a gasolina.

2. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA:

PRIMERA FASE:

Identificar y reconocer visualmente todos los componentes del BSEIG.

Comprender el funcionamiento general del banco desde el encendido hasta la puesta en marcha y la interacción de todos los elementos del sistema en conjunto.

Estudiar y analizar el propósito y funcionamiento de cada componente del BSIEG.

SEGUNDA FASE:

Desarrollar habilidades prácticas en la toma de datos para realizar mediciones precisas de los parámetros de funcionamiento de los elementos del BSIEG.

Comparar y verificar los datos obtenidos en la medición de los parámetros con las curvas de operación descritas en el documento base del proyecto.

Evaluar y analizar la consistencia de los datos obtenidos con respecto a las especificaciones.

3. FUNDAMENTOS TEORICOS.

El Banco Simulador de Inyección de Gasolina es un dispositivo educativo creado para replicar el funcionamiento de un sistema de inyección electrónica en un motor de gasolina. Este simulador ofrece una experiencia práctica que permite a los estudiantes explorar el funcionamiento, la detección de fallos y el mantenimiento de sistemas de inyección electrónica, elementos cruciales en los motores contemporáneos.

Sistema de Inyección Electrónica: Este tipo de sistema regula con precisión el suministro de combustible al motor. Emplea una serie de sensores y actuadores para ajustar la mezcla de aire y combustible, mejorando así el rendimiento del motor, la eficiencia del consumo de combustible y reduciendo las emisiones de contaminantes.

Componentes del Sistema

Sensores: Los sensores son dispositivos que monitorean diferentes parámetros del motor y envían esta información al módulo de control para ajustar el funcionamiento del sistema. Los principales sensores incluyen:

Sensor de Temperatura del aire (ACT): Mide la temperatura del aire que entra al motor. Esta información es crucial para ajustar la mezcla de aire y combustible para la función óptima del sensor y el control de emisiones

Sensor de Temperatura del agua (ECT): Mide la temperatura del agua del motor. Esta información es crucial para ajustar la mezcla de aire y combustible en función de la temperatura del motor.

Válvula de posición sensor EVP: El sensor EVP, se encarga de detectar la posición de la válvula de recirculación de gases de escape de la válvula (EGR).

Sensor de Posición del Acelerador (TPS):

Detecta la posición del pedal del acelerador. Este sensor ayuda a determinar la cantidad de aire que debe entrar en el motor y, por ende, la cantidad de combustible necesaria.

2.Actuadores:

Los actuadores son dispositivos que responden a las señales del módulo de control y realizan acciones físicas para regular el funcionamiento del motor. Los principales actuadores incluyen:
Inyectores de Combustible: Controlan la cantidad de combustible que se inyecta en el motor. La cantidad de inyección se ajusta en función de las señales recibidas de los sensores.

Válvula de Control de Aire (IAB):

como su nombre sugiere, esta válvula regula eléctricamente el flujo de aire a través de la mariposa del sistema de admisión. De esta forma, ajusta el flujo de aire según las necesidades del motor mediante la ECU

4. MATERIAL Y EQUIPO PARA UTILIZAR

Banco simulador de inyección electrónica
Multímetro
Termómetro
Bata de laboratorio
Cubre oídos (opcional)
Gafas de seguridad

5. PROCEDIMIENTO

Para llevar a cabo esta práctica de laboratorio, se seguirán una serie de pasos que se describirán a continuación.

Paso a paso

Identificación visual de los elementos del BSIEG

En este paso, se procederá a identificar cada elemento del banco antes de que el estudiante realice la puesta en marcha y encendido del BSIEG. Se espera que el estudiante haya revisado previamente el documento original del proyecto, para que el proceso de identificación de los componentes sea más sencillo

1. Encendido y Puesta en marcha del BSIEG

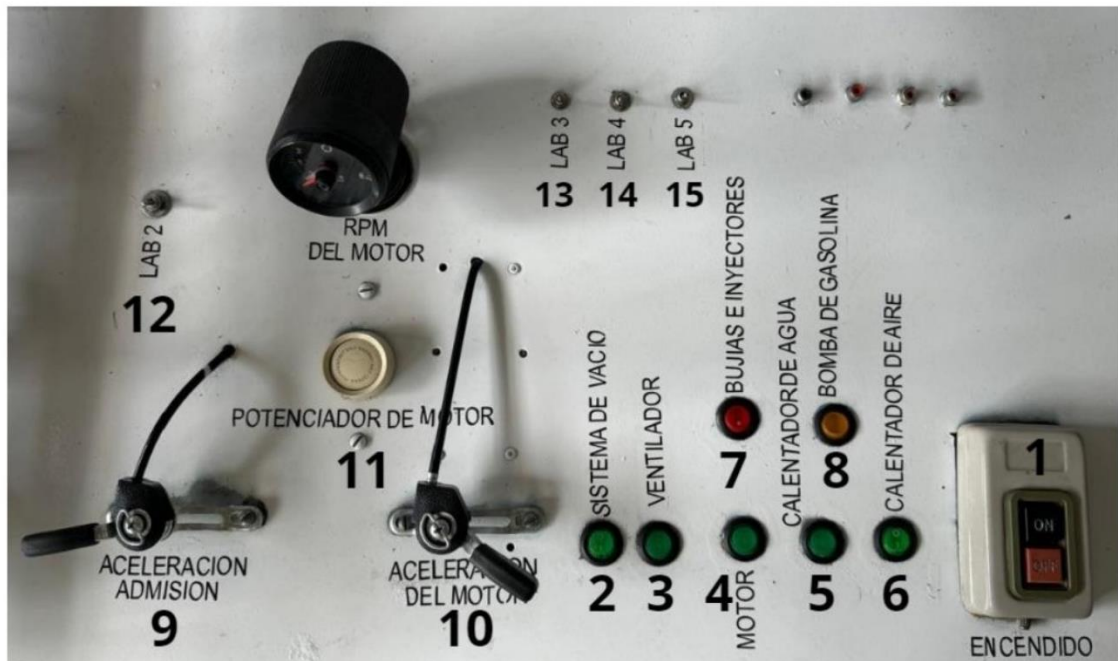


Figura 1 1 Panel principal BSIEG

Una vez conectada la batería y el cable de alimentación, se procederá a encender el banco presionando el botón de encendido (1). A continuación, se activarán los sistemas de vacío, el ventilador, el motor, el calentador de agua y aire, las bujías, los inyectores y la bomba de gasolina

(2, 3, 4, 5, 6, 7, 8).

Una vez encendidos estos sistemas, se ajustarán las guayas de aceleración del motor y de admisión hasta su posición máxima (9, 10). Posteriormente, se activará el potenciador del motor (11), el cual se girará para aumentar las RPM del motor.

Toma de datos del funcionamiento de los sensores

A continuación, se ilustrará el proceso de toma de datos para que el estudiante pueda verificar el funcionamiento de los sensores y completar las tablas propuestas en el numeral 6 de este documento.

2. Toma de datos en el sensor ACT

Una vez encendido el BSIEG, se debe proceder a tomar el valor de voltaje del sensor ACT utilizando un multímetro. Este procedimiento se llevará a cabo desconectando la conexión del sensor, ubicada en la parte trasera del mismo, como se muestra en la figura 2. Luego, se conectará el multímetro a esta conexión del sensor para medir el voltaje, mientras se observa la temperatura en el reloj del panel principal.

Con los datos obtenidos, se completará la tabla 1 que se encuentra en el numeral 6 de este documento.

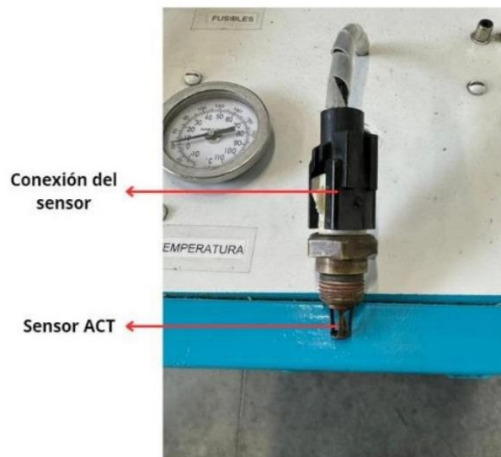


Figura 1.2 Sensor ACT

3. Toma de datos en el sensor ECT

Una vez encendido el BSIEG, se debe proceder a tomar el valor de voltaje del sensor ECT utilizando

un multímetro. Este procedimiento se llevará a cabo desconectando la conexión del sensor, ubicada en la parte trasera del mismo, como se muestra en la figura 3. Luego, se conectará el multímetro a esta conexión del sensor para medir el voltaje, mientras se va mirando el valor de la temperatura del agua en un termómetro, se recomienda tomar estos datos de menos a más iniciando con la temperatura ambiente.

Con los datos obtenidos, se completará la tabla 2 que se encuentra en el numeral 6 de este documento.

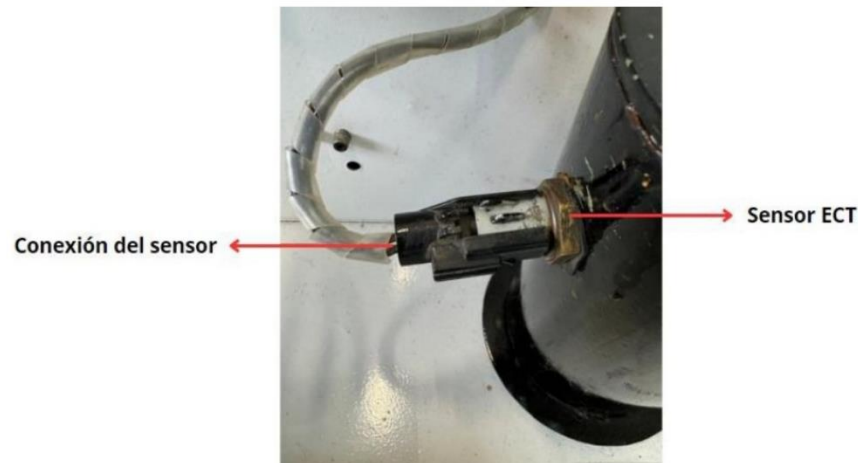


Figura 1 3 Sensor ECT

4. Toma de datos en el sensor EVP

Para la toma de datos de este sensor, se marcaron las dimensiones en proporciones iguales, donde el 0% representa la posición totalmente exterior y el 100% la posición completamente interior. De esta manera, se identificaron los puntos intermedios del 50%, 75%, y otros porcentajes de la posición. Luego, se procederá a medir los valores de resistencia en la conexión del sensor para cada porcentaje de posición, tal como se ilustra en la Figura 4.

Con los datos obtenidos, se completará la tabla 3 que se encuentra en el numeral 6 de este documento

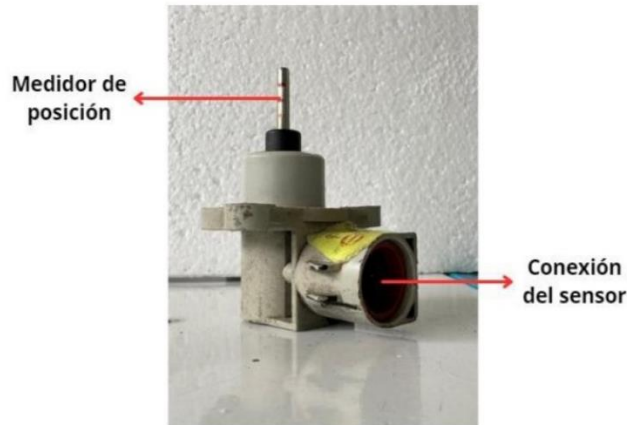


Figura I 4 Sensor EVP

5. Toma de datos en los Relays

Para la toma de datos de los relés, es necesario que el banco esté completamente energizado. Procederemos a medir la continuidad entre los pines (87) y (87a) utilizando un multímetro, ya que los relés están energizados con 12 V entre los pines de la bobina (85 y 86). Se verificará la continuidad entre el pin (87) y el pin (87a). A continuación, se ilustrará la posición de los pines en los relés.

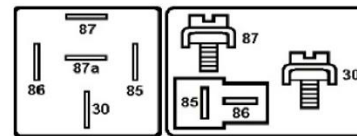


Figura I 5 Relays y diagrama de los pines relay

Con estos datos, se completará la tabla 4 que se encuentra en el numeral seis de este formato. El BSIEG cuenta con tres sensores; a continuación, se mostrará una figura que ilustra el orden de estos relés para poder verificar la tabla.

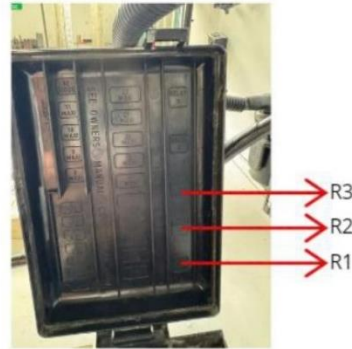


Figura I 6 Posiciones de los realys

6. Toma de datos en el sensor TPS

Para la toma de datos de este sensor, se evaluó en relación con la posición de la mariposa de aceleración y el voltaje de salida hacia la ECU. Este procedimiento se realizó con el banco energizado, por lo cual el sensor recibe un voltaje de referencia de 5 V. Durante la toma de datos, se ajustará la mariposa de aceleración en porcentajes de apertura, siendo 0% la mariposa totalmente cerrada y 100% la mariposa completamente abierta. Con estos ajustes, se obtendrán valores aproximados para determinar los porcentajes intermedios. Para cada porcentaje de apertura, se medirá el voltaje de salida del sensor utilizando un multímetro. Este voltaje se tomará en el pin SIG RTN, el cual se ilustrará en la figura siguiente.

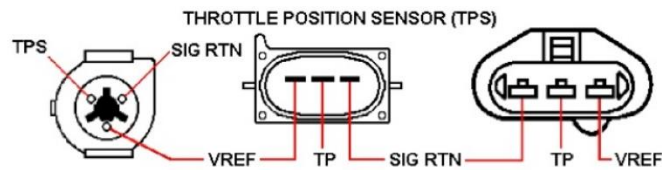


Figura I 7 Prueba TPS

De igual manera a continuación se ilustra la mariposa de aceleración la cual será controlada con la guaya de aceleración de admisión (9) que se aprecia en la figura 8.



Figura I 8 Mariposa de aceleración

7. Toma de datos en los Inyectores

Para la toma de datos de los inyectores, se evaluará tanto la resistencia interna de cada uno como el sonido característico de "clic" que emiten al activarse. Para ello, el BSIEG debe estar energizado, proporcionando una alimentación de 12 V. Con la ayuda de un multímetro, se medirá la resistencia interna de cada inyector. Para hacer esto, se deberá retirar el conector de cada inyector para tener acceso a los pines y así poder medir la resistencia interna. La figura siguiente ilustra el conector de cada inyector.



Figura I 9 Conexión de los inyectores

8. Desarrollo de cuestionario y tablas de recolección de Datos

Una vez realizada la tarea mencionada en el numeral anterior, se procederá a completar la toma de datos en las tablas presentadas a continuación y, de igual manera, a responder el cuestionario. El objetivo es que el estudiante amplíe el conocimiento adquirido durante esta práctica.

6. TABLAS PARA LA TOMA DE DATOS

Sensor ACT	
Temperatura[°C]	Voltaje[V]
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
100	

Sensor ECT	
Temperatura[°C]	Voltaje[V]
24,5	
30	
35	
40	
45	
50	
55	
60	
65	
70	

Sensor EVP	
% EGR	Resistencia[kΩ]
0	
25	
50	
75	
100	

Relays	
Relay	Resistencia[kΩ]
R1	
R2	
R3	

Sensor TPS		Inyectores			
Angulo de Rotacion	Voltaje de Salida[V]	Inyector	Corriente corte [mA]	Resistencia [Ω]	Click de Despegue
0					
10					
20		I1	832		
30		I2	837		
40		I3	837		
50		I4	837		
60		I5	837		
70		I6	832		
80		I7	832		
90		I8	832		
100					

7. CUESTIONARIO Y/O ACTIVIDADES A REALIZAR

- ¿Qué es un Banco Simulador de Inyección Electrónica a Gasolina (BSIEG) y cuál es su función principal en el laboratorio?
- Enumere y describa brevemente los componentes clave que forman parte del BSIEG. Incluya al menos tres actuadores y tres sensores.
- Explique cómo se realiza una inspección visual detallada de los componentes del BSIEG. ¿Qué aspectos deben observarse para asegurar que los componentes están en condiciones adecuadas?
- ¿Cuál es el objetivo de familiarizarse con los componentes y el funcionamiento integral del BSIEG durante la primera fase de la práctica?
- ¿Por qué es importante consultar el marco teórico y el documento proporcionado durante la inspección de los componentes del BSIEG?
- Describa el procedimiento para medir la resistencia interna de los inyectores utilizando un multímetro. ¿Qué pasos debe seguir para obtener medidas precisas?
- Describa el procedimiento para medir la resistencia interna de los inyectores utilizando un multímetro. ¿Qué pasos debe seguir para obtener medidas precisas?
- Explique el proceso para verificar el voltaje de salida de un sensor de mariposa de aceleración. ¿Cómo debe ajustarse la mariposa de aceleración y qué se debe observar en el multímetro?

- ¿Cómo se debe proceder para medir la continuidad entre los pines de los relés en el BSIEG? ¿Qué importancia tiene esta medición en la práctica?
- Compare los datos obtenidos durante la recolección con las curvas de operación especificadas en el capítulo 5 del documento de referencia. ¿Qué criterios se deben utilizar para evaluar si un componente está funcionando dentro de los parámetros esperados?
- ¿Qué habilidades prácticas desarrollará el estudiante a través de la medición y análisis de datos en esta práctica? ¿Cómo estas habilidades son fundamentales para el diagnóstico y optimización de sistemas de inyección a gasolina?
- ¿Qué desafíos encontró al realizar la inspección y medición de los componentes del BSIEG? ¿Cómo los superó?
- Reflexione sobre la importancia de la verificación empírica en el mantenimiento y diagnóstico de sistemas de inyección electrónica. ¿Cómo contribuye a garantizar el correcto funcionamiento del sistema?
- ¿Cómo podría aplicar el conocimiento y habilidades adquiridas en esta práctica a otros sistemas o contextos dentro del campo de la ingeniería automotriz?

Práctica de Laboratorio No. 2



PRÁCTICA # 2: FALLA EN EL SISTEMA ELECTRICO DE LOS INYECTORES



LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE

SANTANDER

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

BUCARAMANGA

1

1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la mecánica automotriz, comprender el funcionamiento y las posibles fallas del sistema de inyección es fundamental para garantizar el rendimiento óptimo de los vehículos. Esta práctica de laboratorio se centra en una de las fallas más comunes que puede afectar a este sistema: la falla en el sistema eléctrico de los inyectores. El objetivo principal es que el estudiante adquiera la capacidad de identificar y diagnosticar esta falla, así como comprender sus implicaciones en el funcionamiento del vehículo.

Durante esta práctica, se simulará una falla en el sistema eléctrico de los inyectores, donde los inyectores no entregarán la gasolina en pulsos intermitentes, como es necesario para el funcionamiento adecuado del motor. En cambio, se observará que los inyectores operan de manera continua, inyectando toda la gasolina que les suministra la bomba sin regular su cantidad en función de las necesidades del motor. Este comportamiento anómalo puede llevar a un funcionamiento deficiente del motor y a un consumo excesivo de combustible.

El estudiante llevará a cabo una inspección visual para identificar las señales y síntomas de esta falla en un vehículo. A partir de esta observación, deberá investigar las posibles causas subyacentes que pueden provocar este malfuncionamiento y desarrollar propuestas de solución adecuadas para cada causa identificada.

2. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA:

Identificar y reconocer la fuente de la falla del sistema eléctrico de los inyectores, para poder diagnosticarla adecuadamente.

Desarrollar la habilidad de diagnosticar mediante una inspección visual la falla en el sistema eléctrico de inyectores, observando cómo afecta el funcionamiento de estos componentes.

Investigar las posibles causas de esta falla y proponer diversas soluciones para corregirlas o, en su defecto, estrategias para prevenir su aparición.

3. FUNDAMENTOS TEORICOS.

Funcionamiento de los Inyectores

Los inyectores son mecanismos electromagnéticos que regulan el flujo de combustible hacia el motor mediante la apertura y cierre de sus boquillas. La ECU controla este proceso eléctricamente, enviando señales que determinan el tiempo y la duración de cada pulso de inyección. Este mecanismo es crucial para mantener una mezcla óptima de aire y combustible, adaptada a las necesidades del motor en diversas condiciones de operación.

Sistema Eléctrico de los Inyectores

El sistema eléctrico de los inyectores abarca los cables, conectores y relés que suministran la energía necesaria para su funcionamiento. La ECU transmite señales eléctricas a estos componentes, que a su vez activan los inyectores en los momentos adecuados. Un fallo en este sistema eléctrico puede interrumpir la señal de activación, afectando directamente el rendimiento del motor.

Fallas Comunes en el Sistema Eléctrico de los Inyectores

Una de las fallas frecuentes en el sistema eléctrico de los inyectores es la pérdida o mal funcionamiento de la señal eléctrica proporcionada por la ECU. Esto puede provocar varios problemas, como:

Funcionamiento Continuo de los Inyectores: En lugar de inyectar gasolina en pulsos, los inyectores pueden quedarse abiertos permanentemente, permitiendo que el combustible fluya de manera continua hacia el motor. Esto genera una mezcla excesiva de combustible y aire, lo que puede resultar en una combustión ineficaz, pérdida de potencia y aumento del consumo de combustible.

Interrupción en el Suministro de Combustible: Si los inyectores no reciben las señales eléctricas adecuadas, pueden no abrirse en absoluto, lo que impide la entrega de combustible al motor. Esto puede causar dificultades para arrancar el motor o su funcionamiento errático.

Inspección Visual y Diagnóstico de la Falla

Conexiones y Cables: Asegurarse de que no haya cables sueltos, dañados o desconectados que puedan interferir con la transmisión de señales eléctricas a los inyectores.

Estado de los Inyectores: Comprobar que los inyectores no presenten daños físicos ni acumulación de suciedad que puedan afectar su funcionamiento.

Componentes Eléctricos: Revisar el estado de los relés y fusibles asociados al sistema de inyección para asegurar su correcto funcionamiento.

4. MATERIAL Y EQUIPO PARA UTILIZAR

Banco simulador de inyección electrónica
Bata de laboratorio
Cubre oídos (opcional)

5. PROCEDIMIENTO

Para llevar a cabo esta práctica de laboratorio, se seguirán una serie de pasos que se describirán a continuación.

En primer lugar, se explicará el proceso de puesta en marcha, con el objetivo de ilustrar cómo arrancar el BSIEG. Una vez que el BSIEG esté encendido, se demostrará cómo activar una falla en el sistema y se observará lo que sucede una vez generada la falla.

Paso a paso:

1. Encendido y Puesta en marcha del BSIEG

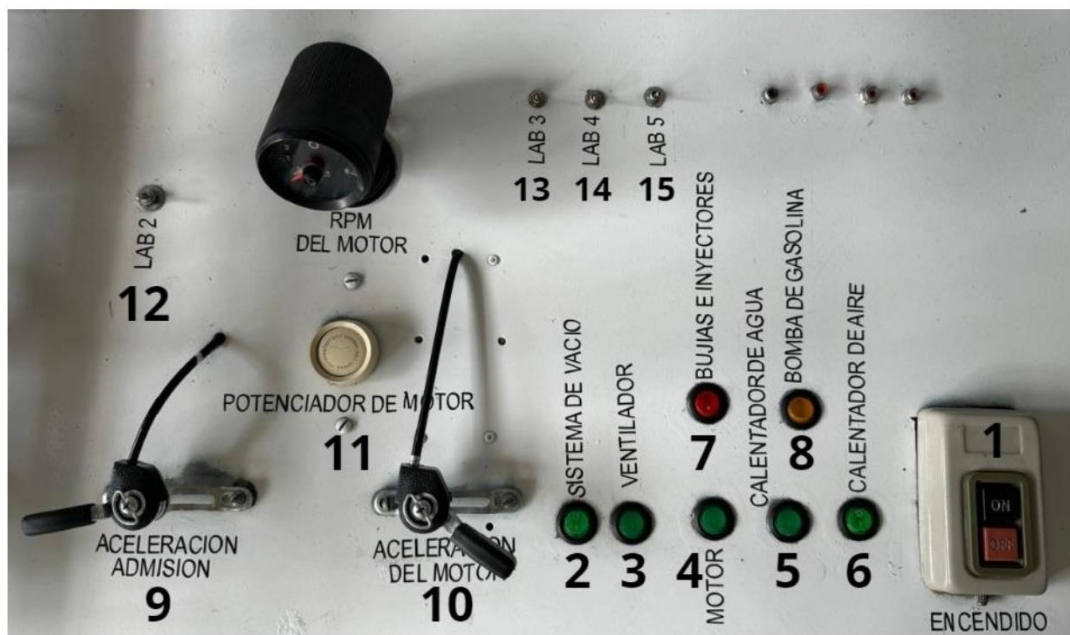


Figura 1 Panel principal BSIEG

Una vez conectada la batería y el cable de alimentación, se procederá a encender el banco presionando el botón de encendido (1). A continuación, se activarán los sistemas de vacío, el ventilador, el motor, el calentador de agua y aire, las bujías, los inyectores y la bomba de gasolina (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8).

Una vez encendidos estos sistemas, se ajustarán las guayas de aceleración del motor y de admisión hasta su posición máxima (9, 10). Posteriormente, se activará el potenciador del motor (11), el cual se girará para aumentar las RPM del motor.

Activación de a falla

Una vez encendido el banco, se procederá a activar la falla utilizando el interruptor ubicado en el panel principal, denominado LAB 2 y numerado en la figura () como 12. Este interruptor controla la falla y tiene dos posiciones: en la posición inicial, el sistema está en estado normal; al mover el interruptor, se activará la falla.

2. Reconocimiento de la falla

La falla será identificada visualmente en los cilindros, que en el caso del BSIEG están simulados por las probetas. Al activarse el interruptor, se cortará la corriente que llega a cada inyector, lo que impedirá que estos reciban la señal de la ECU para inyectar gasolina en pulsos. En lugar de eso, al estar activada la falla, la gasolina será enviada directamente y de manera continua por los inyectores.

A continuación, se mostrará la ubicación de esta falla, que se encuentra en la parte izquierda del BSIEG.

Lugar de
reconocimiento
de la falla



Figura 1 2 Lugar reconocimiento de la falla.

3. Desarrollo del cuestionario

Una vez realizada la inspección, se invita al estudiante a completar el cuestionario presentado en el numeral seis de este formato. Con ello se pretende que el estudiante amplíe el conocimiento adquirido durante la práctica.

6. CUESTIONARIO Y/O ACTIVIDADES A REALIZAR

Describe el objetivo de la práctica en relación con el sistema de inyección.

Explica cómo se manifestará la falla en el sistema eléctrico de los inyectores durante la práctica.

- ¿Qué síntomas visuales o comportamientos del motor pueden indicar una falla en el sistema eléctrico de los inyectores?
- Enumera los pasos a seguir para realizar una inspección visual de los inyectores y los componentes eléctricos asociados.
- ¿Cuáles son las posibles causas de una falla en el sistema eléctrico de los inyectores? Enumera al menos tres.
- ¿Qué herramientas o equipos se utilizarían para diagnosticar una falla en el sistema eléctrico de los inyectores?
- Propón al menos dos posibles soluciones para cada una de las causas mencionadas en la pregunta 5.
- ¿Qué procedimientos seguirías para implementar una de las soluciones propuestas y verificar su eficacia?
- ¿Qué habilidades crees que has desarrollado al identificar y diagnosticar una falla en el sistema eléctrico de los inyectores?
- ¿Cómo puede la comprensión de estas fallas ayudar en el mantenimiento preventivo de los vehículos?

Práctica de Laboratorio No. 3



PRÁCTICA # 3: FALLA DE LA BOMBA ELECTRICA DE GASOLINA



LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE

SANTANDER

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

BUCARAMANGA

1

128

1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la mecánica automotriz, el sistema de inyección es crucial para el rendimiento eficiente del motor. Una de las fallas más comunes y significativas que pueden ocurrir en este sistema es la falla en la bomba eléctrica de gasolina. Esta práctica de laboratorio está diseñada para que el estudiante adquiera las habilidades necesarias para identificar y diagnosticar esta falla específica.

Durante la práctica, el estudiante observará cómo una falla en la bomba eléctrica de gasolina impide que esta suministre el combustible necesario a los inyectores. Como resultado, los inyectores no recibirán gasolina, lo que afecta directamente la inyección en los cilindros y puede llevar a un funcionamiento deficiente del motor o incluso a su detención.

El objetivo principal es que el estudiante realice una inspección visual detallada para identificar las señales y manifestaciones de esta falla en un vehículo. Posteriormente, el estudiante investigará las posibles causas de la falla en la bomba eléctrica y propondrá alternativas para solucionar cada una de las causas identificadas.

A través de esta práctica, se espera que el estudiante desarrolle habilidades clave para diagnosticar y resolver problemas relacionados con la bomba eléctrica de gasolina, preparándolo para enfrentar desafíos similares en el entorno profesional.

2. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA:

Identificar y reconocer la fuente de la falla de la bomba eléctrica de gasolina, para poder diagnosticarla adecuadamente.

Desarrollar la habilidad de diagnosticar mediante una inspección visual la falla en la bomba eléctrica de gasolina, observando cómo afecta el funcionamiento del sistema de inyección en general.

Investigar las posibles causas de esta falla y proponer diversas soluciones para corregirlas o, en su defecto, estrategias para prevenir su aparición.

3. FUNDAMENTOS TEORICOS.

Introducción a la Bomba Eléctrica de Gasolina

La bomba eléctrica de gasolina es un componente fundamental en los sistemas modernos de inyección de combustible. Su rol principal es transportar gasolina desde el tanque al sistema de inyección, garantizando un suministro continuo y adecuado hacia los inyectores. Estas bombas están diseñadas para operar bajo alta presión y, generalmente, se encuentran sumergidas en el tanque de combustible o instaladas en la línea de suministro de gasolina.

Funcionamiento de la Bomba Eléctrica de Gasolina

La bomba eléctrica de gasolina opera mediante un motor eléctrico que acciona un mecanismo de bombeo para mover el combustible. Dependiendo del diseño de la bomba, este mecanismo puede ser de tipo engranaje o paleta. La bomba es controlada por un relé de combustible, que recibe señales de la ECU (Unidad de Control del Motor) para encender o apagar la bomba según las necesidades del motor.

Fallas Comunes en la Bomba Eléctrica de Gasolina

Interrupción en el Suministro de Combustible: Si la bomba falla, puede dejar de enviar gasolina a los inyectores, impidiendo que el motor reciba el combustible necesario. Esto puede resultar en problemas para arrancar el motor o en un funcionamiento errático.

Caída en la Presión de Combustible: Una bomba defectuosa puede no mantener la presión adecuada, lo que causa una entrega insuficiente de combustible a los inyectores. Esto puede derivar en pérdida de potencia del motor o una aceleración irregular.

Ruido Inusual: Un fallo en la bomba puede generar ruidos anormales, como zumbidos o golpes, que suelen indicar problemas internos en el mecanismo de bombeo.

Inspección Visual y Diagnóstico de la Falla

Funcionamiento de la Bomba: Comprobar el funcionamiento de la bomba escuchando ruidos característicos o midiendo la presión de combustible con las herramientas adecuadas.

Condición de los Cables y Conexiones: Revisar que los cables y conectores eléctricos de la bomba estén en buen estado, sin señales de daño o desgaste que puedan interferir con su funcionamiento.

Estado del Relé de Combustible: Asegurarse de que el relé que controla la bomba esté

funcionando correctamente, ya que este componente regula el suministro de energía a la bomba.

4. MATERIAL Y EQUIPO PARA UTILIZAR

Banco simulador de inyección electrónica
 Bata de laboratorio
 Cubre oídos (opcional)

5. PROCEDIMIENTO

Para llevar a cabo esta práctica de laboratorio, se seguirán una serie de pasos que se describirán a continuación.

En primer lugar, se explicará el proceso de puesta en marcha, con el objetivo de ilustrar cómo arrancar el BSIEG. Una vez que el BSIEG esté encendido, se demostrará cómo activar una falla en el sistema y se observará lo que sucede una vez generada la falla.

Paso a paso

1. Encendido y Puesta en marcha del BSIEG



Figura 1 | Panel Principal BSIEG.

Una vez conectada la batería y el cable de alimentación, se procederá a encender el banco presionando el botón de encendido (1). A continuación, se activarán los sistemas de vacío, el ventilador, el motor, el calentador de agua y aire, las bujías, los inyectores y la bomba de gasolina (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8).

Una vez encendidos estos sistemas, se ajustarán las guayas de aceleración del motor y de admisión hasta su posición máxima (9, 10). Posteriormente, se activará el potenciador del motor (11), el cual se girará para aumentar las RPM del motor.

Activación de a falla

Una vez encendido el banco, se procederá a activar la falla utilizando el interruptor ubicado en el panel principal, denominado LAB 3 y numerado en la figura () como 13. Este interruptor controla la falla y tiene dos posiciones: en la posición inicial, el sistema está en estado normal; al mover el interruptor, se activará la falla.

2. Reconocimiento de la falla

La falla será identificada visualmente en los cilindros, que en este caso están simulados por las probetas. También se identificará en el depósito de combustible, donde se encuentra la bomba eléctrica de gasolina. Al activarse el interruptor, se cortará la corriente que llega a la bomba eléctrica. En su posición inicial, el interruptor está en estado normal, sin falla. Al activarlo, la bomba dejará de enviar gasolina al sistema de inyección, por lo que no se observará la llegada de gasolina a los cilindros.

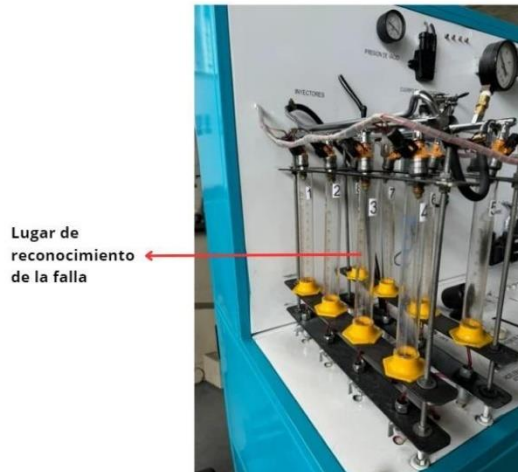


Figura 1 2 Lugar reconocimiento de la falla en los cilindros.

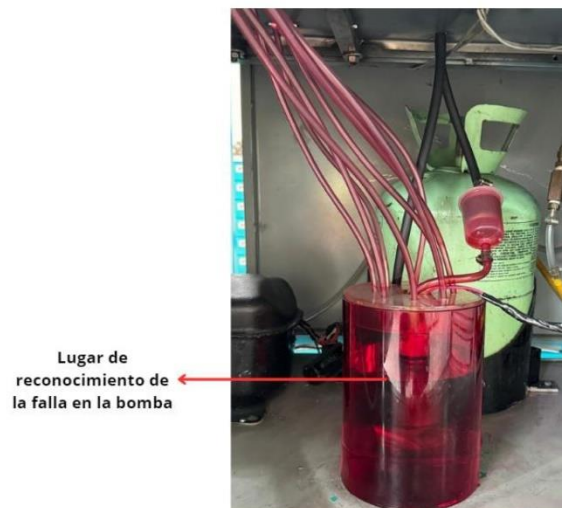


Figura 1 3 Lugar de reconocimiento de la falla en la bomba.

3. Desarrollo del cuestionario

Una vez realizada la inspección, se invita al estudiante a completar el cuestionario presentado en

el numeral seis de este formato. Con ello se pretende que el estudiante amplíe el conocimiento adquirido durante la práctica.

6. CUESTIONARIO Y/O ACTIVIDADES A REALIZAR

Explica el objetivo de la práctica en relación con la bomba eléctrica de gasolina.

Describe cómo se manifestará la falla de la bomba eléctrica de gasolina durante la práctica.

- ¿Qué síntomas visuales o comportamientos del vehículo pueden indicar una falla en la bomba eléctrica de gasolina?
- Enumera los pasos que seguirías para realizar una inspección visual de la bomba eléctrica de gasolina y los componentes asociados.
- ¿Cuáles son las posibles causas de una falla en la bomba eléctrica de gasolina? Enumera al menos tres.
- ¿Qué herramientas o equipos se utilizarían para diagnosticar una falla en la bomba eléctrica de gasolina?
- Propón al menos dos posibles soluciones para cada una de las causas mencionadas en la pregunta 5
- ¿Qué procedimientos seguirías para implementar una de las soluciones propuestas y verificar su eficacia?
- ¿Qué habilidades crees que has desarrollado al identificar y diagnosticar una falla en la bomba eléctrica de gasolina?
- ¿Cómo puede la comprensión de estas fallas contribuir al mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos?

Práctica de Laboratorio No. 4



PRÁCTICA # 4: FALLA EN EL SENSOR TPS



LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE

SANTANDER

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

BUCARAMANGA

1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la mecánica automotriz, el sensor TPS (Throttle Position Sensor) juega un papel crucial en el sistema de inyección de combustible, ya que es responsable de transmitir la posición de la mariposa de aceleración al sistema de control del motor. Esta información es esencial para ajustar la cantidad de gasolina inyectada en función de las necesidades del motor, optimizando así el rendimiento y la eficiencia del vehículo.

El objetivo de esta práctica de laboratorio es que el estudiante pueda identificar una de las fallas más comunes que puede afectar a este sistema: la falla en el sensor TPS. Durante la práctica, el estudiante experimentará los efectos de un mal funcionamiento del sensor TPS al acelerar el motor. Dado que el sensor no estará enviando información precisa sobre la posición de la mariposa de aceleración, la cantidad de gasolina inyectada será irregular y no se ajustará adecuadamente a las necesidades del motor, lo que puede provocar un rendimiento deficiente y problemas en la aceleración del vehículo.

Se espera que el estudiante realice una inspección visual del vehículo para detectar cómo se manifiesta esta falla. Además, el estudiante investigará las posibles causas que pueden llevar a un mal funcionamiento del sensor TPS y propondrá soluciones efectivas para cada una de las causas identificadas.

A través de esta práctica, el estudiante desarrollará habilidades críticas para diagnosticar problemas en el sensor TPS, lo que le permitirá abordar de manera efectiva problemas relacionados con el sistema de inyección de combustible en situaciones reales.

2. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA:

Identificar y reconocer la fuente de la falla en el sensor TPS, para poder diagnosticarla adecuadamente.

Desarrollar la habilidad de diagnosticar mediante una inspección visual la falla en el sensor TPS, observando cómo afecta el rendimiento del motor a nos transmitirse la posición de la mariposa de aceleración.

Investigar las posibles causas de esta falla y proponer diversas soluciones para corregirlas o, en su defecto, estrategias para prevenir su aparición.

3. FUNDAMENTOS TEORICOS.

Introducción al Sensor TPS

El Sensor de Posición del Acelerador (TPS, por sus siglas en inglés: Throttle Position Sensor) es un elemento fundamental en los sistemas de inyección de combustible actuales. Su función principal es medir la posición de la mariposa del acelerador en el motor. La mariposa controla el flujo de aire hacia el motor, y el TPS transmite a la ECU datos precisos sobre su apertura. Esta información es esencial para ajustar la cantidad de combustible inyectado en el motor, garantizando así un rendimiento óptimo.

Funcionamiento del Sensor TPS

El TPS es un dispositivo potenciométrico que determina la posición de la mariposa del acelerador mediante un eje conectado al mecanismo de apertura. Cuando el pedal del acelerador se mueve, la mariposa cambia su posición, y el TPS envía una señal eléctrica proporcional a esta posición. La ECU utiliza esta señal para ajustar el flujo de combustible a los inyectores, asegurando que la mezcla aire-combustible sea la adecuada para las condiciones actuales del motor.

Fallas Comunes en el Sensor TPS

Lecturas Inexactas o Erráticas: Si el TPS no proporciona una señal precisa a la ECU, esto puede causar una inyección incorrecta de combustible. Los síntomas pueden incluir aceleración irregular, pérdida de potencia y un funcionamiento inestable del motor.

Interrupción de la Señal de Salida: Un mal funcionamiento total del sensor puede resultar en la falta de señal, lo que provoca una mezcla de combustible incorrecta y, en casos graves, la imposibilidad de arrancar el motor.

Desgaste o Daño del Sensor: Con el tiempo, el TPS puede desgastarse o dañarse, afectando su capacidad para medir correctamente la posición del acelerador. Esto puede ocasionar un comportamiento errático del motor y problemas de rendimiento.

Inspección Visual y Diagnóstico de la Falla

Revisión del Estado del Sensor: Examinar físicamente el sensor TPS para identificar cualquier signo de daño o desgaste, como grietas en la carcasa o conexiones flojas.

Verificación de las Conexiones Eléctricas: Asegurarse de que las conexiones eléctricas del TPS estén seguras y sin signos de corrosión, ya que las conexiones defectuosas pueden afectar la señal transmitida a la ECU.

Evaluación del Funcionamiento del Sensor: Utilizar herramientas de diagnóstico para medir la señal que el TPS envía a la ECU. Comparar estos datos con las especificaciones del fabricante para verificar el funcionamiento correcto del sensor.

4. MATERIAL Y EQUIPO PARA UTILIZAR

Banco simulador de inyección electrónica

Bata de laboratorio

Cubre oídos (opcional)

5. PROCEDIMIENTO

Para llevar a cabo esta práctica de laboratorio, se seguirán una serie de pasos que se describirán a continuación.

En primer lugar, se explicará el proceso de puesta en marcha, con el objetivo de ilustrar cómo arrancar el BSIEG. Una vez que el BSIEG esté encendido, se demostrará cómo activar una falla en el sistema y se observará lo que sucede una vez generada la falla.

Paso a paso

1. Encendido y Puesta en marcha del BSIEG

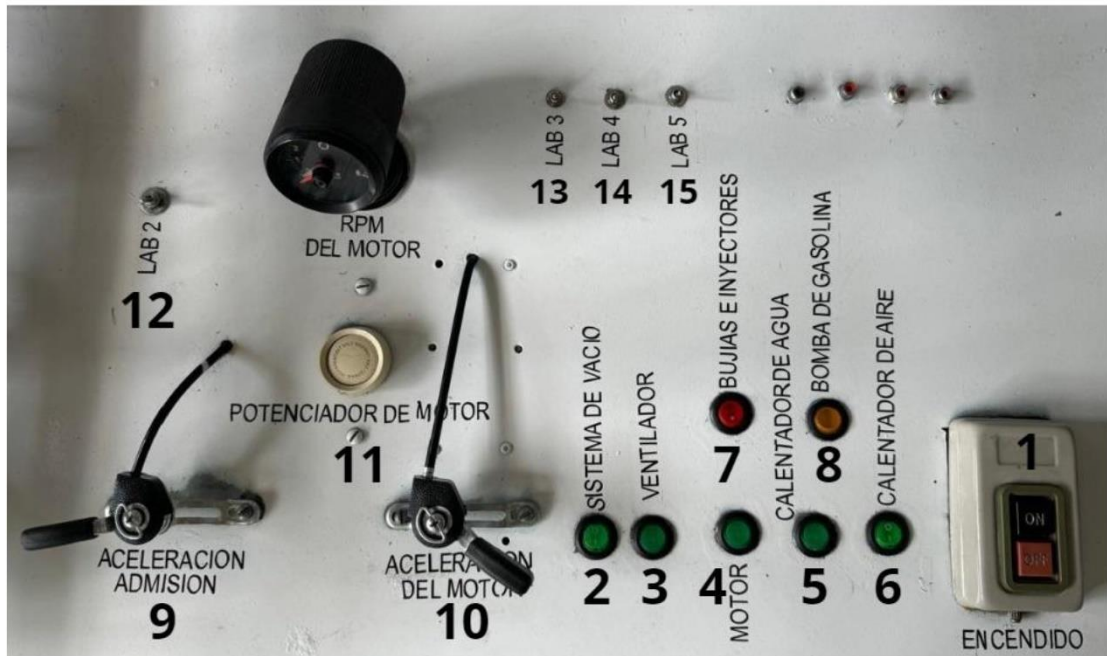


Figura 1 1 Panel principal BSIEG

Una vez conectada la batería y el cable de alimentación, se procederá a encender el banco presionando el botón de encendido (1). A continuación, se activarán los sistemas de vacío, el ventilador, el motor, el calentador de agua y aire, las bujías, los inyectores y la bomba de gasolina (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8).

Una vez encendidos estos sistemas, se ajustarán las guayas de aceleración del motor y de admisión hasta su posición máxima (9, 10). Posteriormente, se activará el potenciador del motor (11), el cual se girará para aumentar las RPM del motor.

Activación de a falla

Una vez encendido el banco, se procederá a activar la falla utilizando el interruptor ubicado en el panel principal, denominado LAB 4 y numerado en la figura () como 14. Este interruptor controla

la falla y tiene dos posiciones: en la posición inicial, el sistema está en estado normal; al mover el interruptor, se activará la falla. Esta falla se apreciará mejor al mover manualmente la mariposa de aceleración la cual se ilustrará en la siguiente imagen.



Figura 1 2 Ubicación de la mariposa de aceleración.

2. Reconocimiento de la falla

La falla se identificará visualmente en los cilindros, que en el caso del BSIEG están simulados por las probetas. Al activarse el interruptor, se interrumpirá la señal que envía el sensor TPS a la ECU, lo que provocará que la ECU no reciba la información correcta sobre la posición del acelerador. Como resultado, la ECU no enviará los pulsos adecuados para la inyección de gasolina. Para observar la falla con mayor claridad, se recomienda acelerar manualmente el cuerpo de aceleración para que la mariposa de aceleración se mueva.

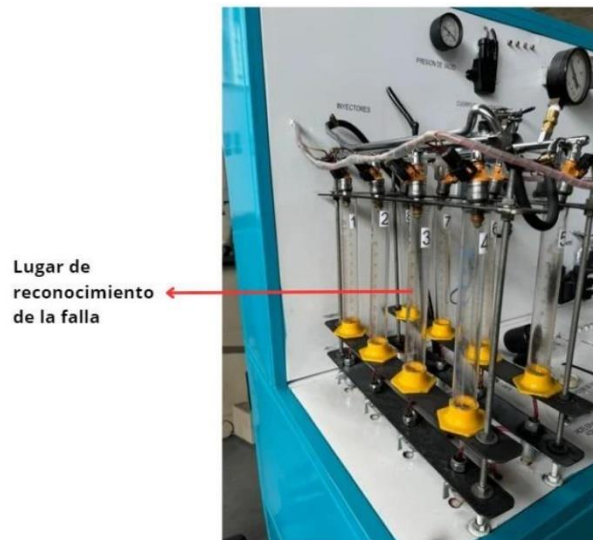


Figura 1 3 Lugar reconocimiento de la falla.

3. Desarrollo del cuestionario

Una vez realizada la inspección, se invita al estudiante a completar el cuestionario presentado en el numeral seis de este formato. Con ello se pretende que el estudiante amplíe el conocimiento adquirido durante la práctica.

6. CUESTIONARIO Y/O ACTIVIDADES A REALIZAR

Explica el objetivo de la práctica en relación con el sensor TPS.

Describe cómo se manifestará la falla del sensor TPS durante la práctica.

- ¿Qué síntomas visuales o comportamientos del vehículo pueden indicar una falla en el sensor TPS?
- Enumera los pasos a seguir para realizar una inspección visual del sensor TPS y sus componentes asociados.
- ¿Cuáles son las posibles causas de una falla en el sensor TPS? Enumera al menos tres.
- ¿Qué herramientas o equipos se utilizarían para diagnosticar una falla en el sensor TPS?

- Propón al menos dos posibles soluciones para cada una de las causas mencionadas en la pregunta 5.
- ¿Qué procedimientos seguirías para implementar una de las soluciones propuestas y verificar su eficacia?
- ¿Qué habilidades crees que has desarrollado al identificar y diagnosticar una falla en el sensor TPS?
- ¿Cómo puede la comprensión de las fallas del sensor TPS contribuir al mantenimiento y mejora del rendimiento del vehículo?

Práctica de Laboratorio No. 5



PRÁCTICA # 5: FALLA EN EL SENSOR ECT



LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE

SANTANDER

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

BUCARAMANGA

1

1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la mecánica automotriz, el sensor ECT (Engine Coolant Temperature) es un componente esencial del sistema de inyección de combustible, encargado de medir la temperatura del refrigerante del motor. Esta información es crítica, ya que permite a la ECU ajustar la mezcla de aire y combustible para optimizar el rendimiento del motor y garantizar su funcionamiento eficiente.

El objetivo de esta práctica de laboratorio es que el estudiante pueda identificar una de las principales fallas en el sistema de inyección: la falla en el sensor ECT. Durante la práctica, el estudiante llevará a cabo una inspección visual para observar los efectos que una falla en este sensor tiene en el funcionamiento del vehículo. Una falla en el sensor ECT puede provocar un desajuste en la mezcla aire-combustible, dado que la ECU recibirá datos incorrectos sobre la temperatura del motor. Esto puede resultar en una inyección de combustible inadecuada, afectando negativamente el rendimiento del motor y su eficiencia.

Se espera que el estudiante identifique cómo se manifiesta esta falla en el vehículo, realice una investigación sobre las posibles causas que pueden llevar a una falla en el sensor ECT y proponga soluciones para cada una de las causas identificadas.

A través de esta práctica, el estudiante desarrollará habilidades cruciales para diagnosticar y resolver problemas relacionados con el sensor ECT, preparándolo para enfrentar desafíos similares en el entorno profesional.

2. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA:

Identificar y reconocer la fuente de la falla en el sensor ECT, para poder diagnosticarla adecuadamente.

Desarrollar la habilidad de diagnosticar mediante una inspección visual la falla en el sensor ECT, observando cómo afecta la eficiencia del motor al no transmitir la temperatura del motor para ajustar la mezcla aire-combustible.

Investigar las posibles causas de esta falla y proponer diversas soluciones para corregirlas o, en

su defecto, estrategias para prevenir su aparición.

3. FUNDAMENTOS TEORICOS.

Introducción al Sensor ECT

El Sensor de Temperatura del Refrigerante del Motor (ECT, por sus siglas en inglés: Engine Coolant Temperature Sensor) es un componente esencial en el sistema de control del motor de los automóviles modernos. Su función principal es medir la temperatura del refrigerante del motor y transmitir esta información a la Unidad de Control del Motor (ECU). La ECU utiliza estos datos para ajustar diversos parámetros del motor, como la mezcla de aire y combustible y el momento de encendido, con el propósito de optimizar el rendimiento y la eficiencia del motor en función de su temperatura actual.

Funcionamiento del Sensor ECT

El sensor ECT suele operar mediante un termistor, un tipo de resistor cuya resistencia cambia en función de la temperatura. A medida que la temperatura del refrigerante varía, la resistencia del termistor también cambia, modificando la señal eléctrica que envía al ECU. Esta señal permite a la ECU calcular la temperatura del motor y ajustar el sistema de inyección para mantener la proporción correcta entre aire y combustible, adaptándose a las condiciones térmicas del motor.

Fallas Comunes en el Sensor ECT

Las fallas típicas en el sensor ECT incluyen:

Lecturas Inexactas:

Un mal funcionamiento del sensor puede provocar lecturas incorrectas de la temperatura, lo que lleva a que la ECU ajuste de forma inadecuada la mezcla de combustible. Esto puede resultar en una mezcla demasiado rica o demasiado pobre, afectando el rendimiento del motor, la eficiencia del combustible y causando un funcionamiento inestable.

Ausencia de Señal:

Si el sensor ECT falla completamente, puede no enviar ninguna señal a la ECU. Sin esta información, la ECU no podrá ajustar adecuadamente la mezcla de combustible, lo que puede causar problemas graves como dificultad para arrancar el motor o un funcionamiento deficiente. Problemas en las Conexiones: Con el tiempo, los cables y conectores del sensor ECT pueden deteriorarse, afectando la precisión de la señal enviada a la ECU. Esto puede resultar en lecturas inconsistentes y errores en la gestión del motor.

Inspección Visual y Diagnóstico de la Falla

La inspección visual es un paso inicial importante para diagnosticar problemas en el sensor ECT.

Durante la práctica, se debe:

Examinar el Estado del Sensor: Verificar físicamente el sensor ECT en busca de daños visibles, corrosión o desgaste en la carcasa y las conexiones. Asegurarse de que el sensor esté bien montado y libre de obstrucciones que puedan afectar su funcionamiento.

Inspeccionar las Conexiones Eléctricas: Comprobar el estado de los cables y conectores del sensor ECT, asegurándose de que no haya signos de corrosión, deshilachado o conexiones sueltas. Las conexiones defectuosas pueden comprometer la señal transmitida a la ECU.

Evaluar el Funcionamiento del Sensor: Utilizar herramientas de diagnóstico para medir la señal eléctrica que envía el sensor ECT. Comparar estos valores con las especificaciones del fabricante para confirmar si el sensor está operando correctamente y proporcionando datos precisos a la ECU.

4. MATERIAL Y EQUIPO PARA UTILIZAR

Banco simulador de inyección electrónica

Bata de laboratorio

Cubre oídos (opcional)

5. PROCEDIMIENTO

Para llevar a cabo esta práctica de laboratorio, se seguirán una serie de pasos que se describirán a continuación.

En primer lugar, se explicará el proceso de puesta en marcha, con el objetivo de ilustrar cómo arrancar el BSIEG. Una vez que el BSIEG esté encendido, se demostrará cómo activar una falla en el sistema y se observará lo que sucede una vez generada la falla.

Paso a paso

1. Encendido y Puesta en marcha del BSIEG

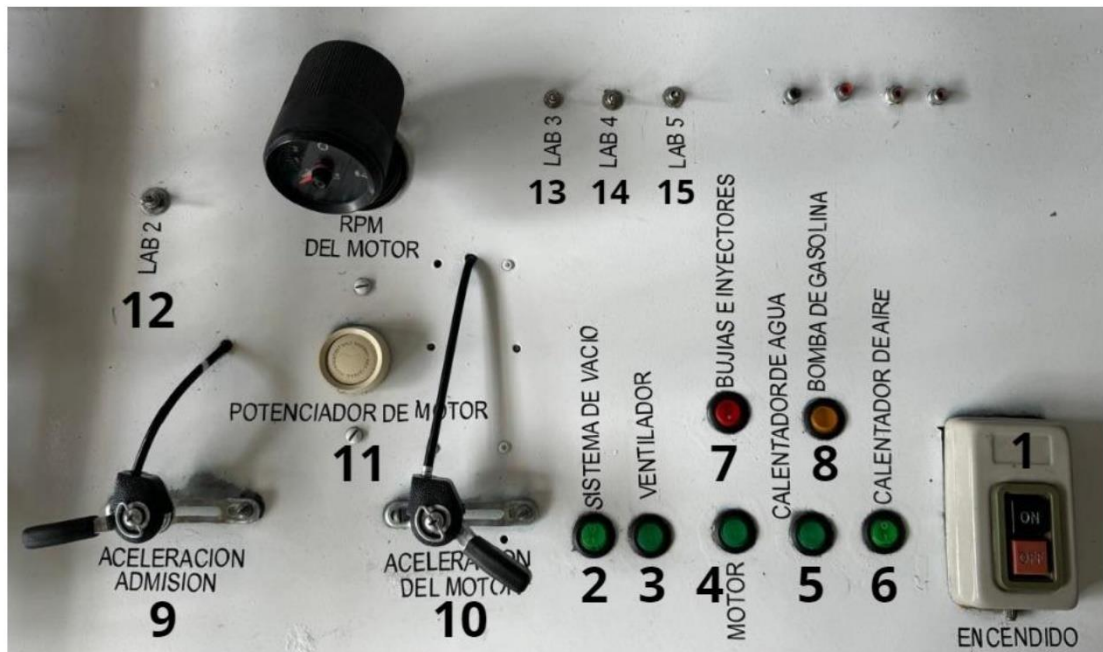


Figura 1 1 Panel principal BSIEG

Una vez conectada la batería y el cable de alimentación, se procederá a encender el banco presionando el botón de encendido (1). A continuación, se activarán los sistemas de vacío, el ventilador, el motor, el calentador de agua y aire, las bujías, los inyectores y la bomba de gasolina (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8).

Una vez encendidos estos sistemas, se ajustarán las guayas de aceleración del motor y de admisión hasta su posición máxima (9, 10). Posteriormente, se activará el potenciador del motor (11), el cual se girará para aumentar las RPM del motor.

Activación de a falla

Una vez encendido el banco, se procederá a activar la falla utilizando el interruptor ubicado en el panel principal, denominado LAB 5 y numerado en la figura () como 15. Este interruptor controla la falla y tiene dos posiciones: en la posición inicial, el sistema está en estado normal; al mover el interruptor, se activará la falla.

2. Reconocimiento de la falla

La falla se identificará visualmente en los cilindros, que en el caso del BSIEG están simulados por las probetas. Al activarse el interruptor, se interrumpirá la comunicación entre el sensor ECT y la ECU, lo que provocará que la ECU no reciba la información del sensor y no envíe los pulsos correctos. Como resultado, el motor perderá eficiencia al no recibir datos sobre la temperatura del sensor.

A continuación, se mostrará la ubicación de esta falla, que se encuentra en la parte izquierda del BSIEG.

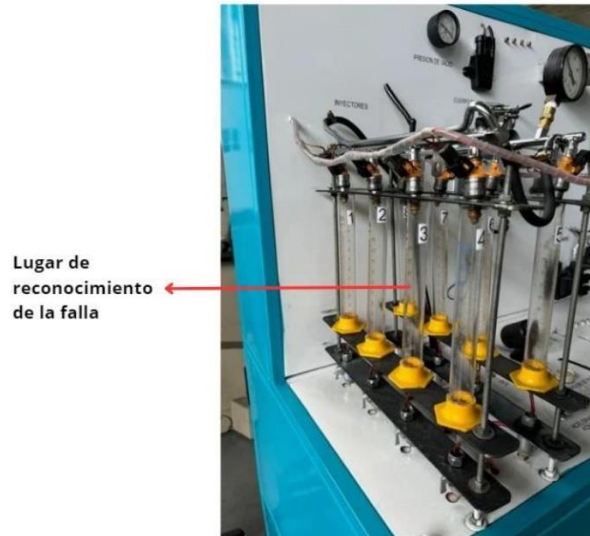


Figura 1 2 Lugar de reconocimiento de la falla de los cilindros.

3. Desarrollo del cuestionario

Una vez realizada la inspección, se invita al estudiante a completar el cuestionario presentado en el numeral seis de este formato. Con ello se pretende que el estudiante amplíe el conocimiento adquirido durante la práctica.

6. CUESTIONARIO Y/O ACTIVIDADES A REALIZAR

Explica el objetivo de la práctica en relación con el sensor ECT.

Describe cómo se manifestará la falla del sensor ECT durante la práctica.

- ¿Qué síntomas visuales o comportamientos del vehículo pueden indicar una falla en el sensor ECT?
- Enumera los pasos que seguirías para realizar una inspección visual del sensor ECT y sus componentes asociados.
- ¿Cuáles son las posibles causas de una falla en el sensor ECT? Enumera al menos tres.
- ¿Qué herramientas o equipos se utilizarían para diagnosticar una falla en el sensor ECT?

- Propón al menos dos posibles soluciones para cada una de las causas mencionadas en la pregunta 5.
- ¿Qué procedimientos seguirías para implementar una de las soluciones propuestas y verificar su eficacia?
- ¿Qué habilidades crees que has desarrollado al identificar y diagnosticar una falla en el sensor ECT?
- ¿Cómo puede la comprensión de las fallas del sensor ECT contribuir al mantenimiento y ajuste correcto del sistema de inyección del vehículo?

Práctica de Laboratorio No. 6



PRÁCTICA # 6: FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL BSIEG



LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE

SANTANDER

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

BUCARAMAN

1

1. INTRODUCCIÓN

El estudio del sistema de inyección electrónica a gasolina es crucial para entender cómo se gestiona la mezcla de aire y combustible en los vehículos modernos. Para facilitar este aprendizaje, la práctica de laboratorio se centra en el funcionamiento general de un Banco Simulador de Inyección Electrónica a Gasolina (BSIEG), que permitirá a los estudiantes experimentar de manera práctica los principios y operaciones de este sistema.

La práctica se divide en dos fases principales:

Primera Fase: Los estudiantes iniciarán con una identificación visual del funcionamiento general del BSIEG. El objetivo de esta fase es proporcionar una comprensión clara y detallada de cómo opera el sistema de inyección electrónica en los vehículos, observando los distintos componentes y su interacción dentro del simulador.

Segunda Fase: En esta fase, los estudiantes tendrán la oportunidad de recolectar datos manipulando variables críticas del BSIEG, como las RPM del motor, la temperatura del aire y del agua, y la posición de la mariposa de aceleración. Los estudiantes deberán registrar los valores de presión del múltiple y el volumen de combustible en los cilindros, que en el caso del BSIEG se miden con probetas.

El objetivo de la práctica es que los estudiantes identifiquen y analicen las variaciones en el sistema de inyección bajo diferentes condiciones de funcionamiento.

A través de esta práctica, los estudiantes desarrollarán habilidades para interpretar el comportamiento del sistema de inyección electrónica, facilitando su comprensión teórica y práctica de los procesos que influyen en el rendimiento del motor.

2. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA:

Identificar el funcionamiento del BSEIG facilitando que los estudiantes comprendan el funcionamiento general del sistema de inyección mediante una inspección visual.

Recolectar datos operativos y registrar valores específicos donde el estudiante manipule variables críticas de BSIEG como las RPM del motor, la temperatura del aire y del agua, y la posición de la

mariposa de aceleración.

Analizar las variaciones del sistema identificando las variaciones del sistema de inyección bajo diferentes condiciones de funcionamiento

Comparar los resultados con los valores de referencia donde el estudiante pueda verificar el correcto funcionamiento del banco bajo diferentes condiciones de funcionamiento.

3. FUNDAMENTOS TEORICOS.

Introducción al Banco de Pruebas de Inyección Electrónica a Gasolina (BSIEG)

El Banco de Pruebas de Inyección Electrónica a Gasolina (BSIEG) es una herramienta fundamental para la capacitación y evaluación en el área de sistemas de inyección de combustible. Este dispositivo permite simular y analizar el funcionamiento de sistemas de inyección de gasolina de forma controlada y segura. A través del BSIEG, los estudiantes tienen la oportunidad de estudiar cómo operan estos sistemas en un entorno de laboratorio, lo que les permite observar y evaluar su comportamiento bajo diversas condiciones de operación.

Funcionamiento del BSIEG

El BSIEG está diseñado para imitar el funcionamiento de un sistema de inyección electrónica, ofreciendo a los estudiantes la posibilidad de manipular variables clave como las revoluciones del motor por minuto (RPM), la temperatura del aire y del agua, y la posición de la mariposa de aceleración.

- RPM del Motor: Representa la velocidad de rotación del motor. En el simulador, ajustar las RPM permite a los estudiantes observar cómo varía la cantidad de combustible inyectado y la mezcla de aire-combustible en relación con la velocidad del motor.
- Temperatura del Aire y del Agua: Estas variables afectan la densidad del aire y la viscosidad del combustible, influyendo en la cantidad necesaria de combustible para una combustión óptima. El BSIEG permite simular cambios en estas temperaturas para estudiar su efecto sobre el sistema de inyección.
- Posición de la Mariposa de Aceleración: Regula la cantidad de aire que entra al motor. Modificar la posición de la mariposa permite observar cómo el sistema ajusta la inyección de combustible para mantener una mezcla adecuada.

Relevancia del BSIEG en el Análisis del Sistema de Inyección

El BSIEG es fundamental para entender cómo diferentes factores impactan el desempeño del

sistema de inyección de gasolina. Facilita a los estudiantes la experimentación con variables en un entorno controlado, lo que permite observar cómo estos factores afectan la presión del múltiple y el volumen de combustible suministrado a los cilindros.

El propósito es que los estudiantes comprendan cómo las variaciones en las condiciones operativas influyen en el rendimiento del sistema de inyección. Este conocimiento es esencial para diagnosticar y reparar sistemas de inyección en vehículos reales.

4. MATERIAL Y EQUIPO PARA UTILIZAR

- Banco simulador de inyección electrónica
- Termómetro
- Bata de laboratorio
- Cubre oídos (opcional)

5. PROCEDIMIENTO

Para llevar a cabo esta práctica de laboratorio, se seguirán una serie de pasos que se describirán a continuación

Paso a paso

1. Encendido y Puesta en marcha del BSIEG

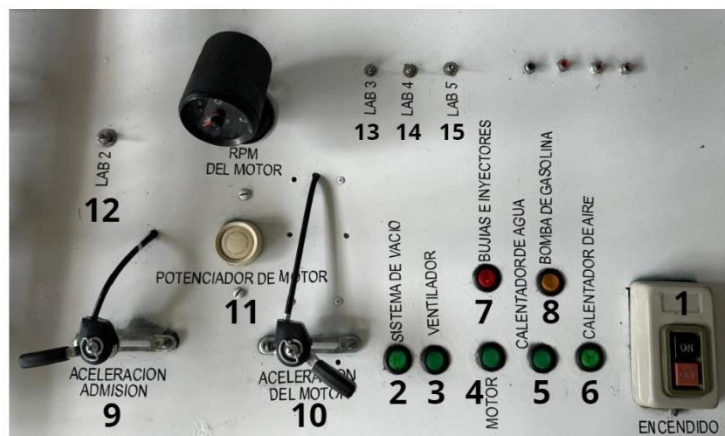


Figura 1 Panel principal BSIEG

Una vez conectada la batería y el cable de alimentación, se procederá a encender el banco presionando el botón de encendido (1). A continuación, se activarán los sistemas de vacío, el ventilador, el motor, el calentador de agua y aire, las bujías, los inyectores y la bomba de gasolina (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8).

Una vez encendidos estos sistemas, se ajustarán las guayas de aceleración del motor y de admisión hasta su posición máxima (9, 10). Posteriormente, se activará el potenciador del motor (11), el cual se girará para aumentar las RPM del motor.

2. Cierre de llaves de paso

En esta práctica, el estudiante medirá el volumen de combustible inyectado. Una vez encendido el banco, lo primero que se debe hacer es cerrar las llaves de paso que retornan la gasolina desde los cilindros (probetas) al tanque de almacenamiento. Estas llaves se cierran mediante una mariposa ubicada en cada una de las 8 llaves. A continuación, se ilustrará la ubicación de las llaves de paso y sus respectivas mariposas de cierre.



Figura 2 Ubicación llaves de paso.



Figura 3 Llave de paso

3. Toma de datos

En esta práctica, el estudiante deberá tomar datos de la presión del múltiple y del volumen de combustible. Para ello, una vez encendido el banco y con el potenciador del motor (11) indicado en la figura 1, se controlarán las RPM del motor. Se realizarán cuatro pruebas para cada valor de RPM, variando tres factores en cada prueba: la temperatura del aire, la temperatura del agua y la posición de la mariposa. La posición de la mariposa se ajustará con el acelerador de admisión (9), la temperatura del agua se medirá con un termómetro, y la temperatura del aire se observará en el reloj indicador del panel principal del banco. La presión del múltiple también se mostrará en un reloj indicador.

Cada vez que se realice una prueba para un valor de RPM, se deberá abrir las llaves de paso para permitir que la gasolina regrese completamente al tanque y luego volver a cerrarlas. A continuación, se ilustrarán imágenes de la ubicación de cada componente en el BSIEG.



Figura 4 Medidor de presión de vacío



Figura 5 Medidor de temperatura



Figura 6 Guata de aceleración

4. Desarrollo de cuestionario y de tablas de recolección de datos

Una vez realizada la tarea mencionada en el numeral anterior, se procederá a completar la toma de datos en las tablas presentadas a continuación y, de igual manera, a responder el cuestionario. El objetivo es que el estudiante amplíe el conocimiento adquirido durante esta práctica.

6. TABLAS PARA LA TOMA DE DATOS

RPM	T[°C]Aire	T[°C]Agua	Posicion Mariposa	Presion Multiple	Vol Combustible
2500	25	25	Cerrada		
2500	25	25	Abierta		
2500	25	80	Cerrada		
2500	25	80	Abierta		
2500	50	80	Cerrada		
2500	50	80	Abierta		
3000	25	25	Cerrada		
3000	25	25	Abierta		
3000	25	80	Cerrada		
3000	25	80	Abierta		
3000	50	80	Cerrada		
3000	50	80	Abierta		
3500	25	25	Cerrada		
3500	25	25	Abierta		
3500	25	80	Cerrada		
3500	25	80	Abierta		
3500	50	80	Cerrada		
3500	50	80	Abierta		
4000	25	25	Cerrada		
4000	25	25	Abierta		
4000	25	80	Cerrada		
4000	25	80	Abierta		
4000	50	80	Cerrada		
4000	50	80	Abierta		



7. CUESTIONARIO Y/O ACTIVIDADES A REALIZAR








- ¿Qué es un Banco Simulador de Inyección Electrónica a Gasolina (BSIEG) y cuál es su propósito en la práctica de laboratorio?
- **Enumere** y describa brevemente los componentes principales del BSIEG que se deben identificar en la primera fase. ¿Qué función cumple cada uno de estos componentes en el sistema de inyección?
- ¿Cómo se realiza una identificación visual efectiva de los componentes del BSIEG? ¿Qué aspectos deben observarse para comprender cómo interactúan dentro del simulador?






- ¿Qué información teórica se debe consultar para apoyar la comprensión del funcionamiento del BSIEG durante la identificación visual?
- ¿Por qué es importante comprender el funcionamiento general del BSIEG antes de pasar a la recolección de datos en la segunda fase?
- **Describe** el procedimiento para ajustar las RPM del motor en el BSIEG. ¿Cómo se controla este ajuste y qué herramienta se utiliza para medir las RPM?
- ¿Cómo se mide la temperatura del aire y del agua en el BSIEG? ¿Qué instrumentos se utilizan para estas mediciones y dónde se encuentran en el panel del banco?
- **Explique** cómo se controla la posición de la mariposa de aceleración en el BSIEG. ¿Qué impacto tiene esta variable en el funcionamiento del sistema de inyección?
- ¿Cuál es el procedimiento para registrar los valores de presión del múltiple y el volumen de combustible en los cilindros? ¿Cómo se utilizan las probetas en esta parte de la práctica?
- **Durante** las pruebas, ¿qué pasos deben seguirse para asegurar que la gasolina regrese completamente al tanque antes de cada medición?
- ¿Cómo se deben analizar las variaciones en el sistema de inyección bajo diferentes condiciones de funcionamiento? ¿Qué criterios se utilizan para interpretar los resultados obtenidos durante la práctica?
- **Reflexione** sobre la importancia de cada variable (RPM, temperatura del aire, temperatura del agua, posición de la mariposa) en el rendimiento del sistema de inyección electrónica. ¿Cómo influyen estas variables en el comportamiento general del motor?
- ¿Qué habilidades prácticas desarrollará el estudiante a través de la recolección y análisis de datos en esta práctica? ¿Cómo estas habilidades contribuyen a una comprensión más profunda del funcionamiento del sistema de inyección electrónica?
- ¿Qué desafíos encontró al manipular las variables y recoger datos? ¿Cómo los superó y qué aprendió de estas dificultades?








Anexo C. Manual de Mantenimiento Banco Simulador de Inyección Electrónica de gasolina







Ficha Técnica







	PROCESO RECURSOS TECNOLÓGICO SUBPROCESO MANTENIMIENTO DE EQUIPOS					Código: FRT.26	
	HOJA DE VIDA DE EQUIPOS E HISTORIAL DE MANTENIMIENTO - BPM					Versión: 01 Página: 1 de 2	
N° de inventario: Nombre del equipo: Banco simulador de inyección electrónica de gasolina Lugar de ubicación: Laboratorio máquinas térmicas alternativas (010) - EIM							
FOTOGRAFÍA DEL EQUIPO			INFORMACIÓN GENERAL				
			Marca:	FORD-MOTORCRAFT			
			Modelo:	N/A			
			Serie:	N/A			
			Fecha de compra (opcional):	N/A			
			Fecha de recepción (opcional):	N/A			
			Fecha inicio de función (opcional):	1999			
			Tiempo de garantía inicial (opcional):	N/A			
			Fabricante (opcional):	N/A			
			Proveedor (opcional):	N/A			
			N° de contrato (opcional):	N/A			
Costo del equipo (opcional):	N/A						
DESCRIPCIÓN GENERAL Y USOS DEL EQUIPO							
El Banco Simulador de Inyección de Gasolina es un equipo educativo para imitar el funcionamiento de un sistema de inyección electrónica en motores de gasolina. A través de este simulador, los estudiantes pueden obtener una experiencia práctica que les permite entender cómo operan estos sistemas, identificar fallos y realizar tareas de mantenimiento, todos aspectos fundamentales en los motores modernos.							
Sistema de Inyección Electrónica: Este sistema controla de manera precisa la cantidad de combustible suministrada al motor. Utiliza diversos sensores y actuadores para ajustar la proporción de aire y combustible, lo que optimiza el rendimiento del motor, incrementa la eficiencia en el uso del combustible y disminuye las emisiones de contaminantes.							
DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL EQUIPO							
Alto (cm):	170		Potencia eléctrica (Voltaje):	12-110			
Ancho (cm):	151		Frecuencia (Hertz):	N/A			
Profundidad (cm):	79		Corriente (Amperios):	520			
Diámetro (cm):	N/A		Capacidad del equipo:	N/A			
Peso del Equipo (Kg):	150		Otro:	N/A			
INTERVENCIONES METROLÓGICAS APLICABLES			ACCESORIOS DE MEDICIÓN DEL EQUIPO				
Tipo de intervención	Requiere esa intervención		Periodicidad de intervención sugerida	Accesorio(s) de medición	Equipo incorporado		Frecuencia de calibración sugerida
	SI	NO			SI	NO	
Mantenimiento Preventivo:	X		Semestral	Escáner		X	Anual
Calibración:	X		Anual	Multímetro		X	Anual
Limpieza y Desinfección:	X		Anual				
VARIABLES METROLÓGICAS APLICABLES AL EQUIPO							
Variable	Unidad de Medida	Rango	Tolerancia	Resolución			
DOCUMENTACIÓN SOPORTE DEL EQUIPO							
N°	Nombre del Documento	Idioma	Cantidad	Archivo Físico	Archivo Digital	Lugar o ruta de archivo	
ACCESORIOS DEL EQUIPO							
N°	Nombre del accesorio/Marca	N° inventario o referencia	Descripción del uso y precauciones	Cantidad	Lugar de ubicación	Imagen de referencia	
1	AIR CHARGE TEMPERATURE SENSOR (ACT)	N/A	El sensor de temperatura del aire de carga (ACT) mide la temperatura del aire que ingresa al colector de admisión. Precauciones: Mantener el sensor limpio, evitar temperaturas extremas y manejarlo con cuidado.	1	BSIEG		


2	ENGINE COOLANT TEMPERATURE (ECT)	N/A	<p>El sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT) monitorea la temperatura del refrigerante y envía datos en tiempo real a la Unidad de Control del Motor (ECU).</p> <p>Precaución: Mantener el sensor limpio, evitar temperaturas extremas y manejarlo con cuidado.</p>	1	BSIEG	
3	EGR VALVE POSITION SENSOR (EVP)	N/A	<p>El sensor de posición de la válvula EGR (EVP) mide con precisión la posición de la válvula EGR, componente clave en el sistema de recirculación de gases de escape.</p> <p>Precaución: Mantener el sensor limpio, evitar la exposición a contaminantes y manejarlo con cuidado.</p>	1	BSIEG	
4	EGR VACUUM REGULATOR (EVR)	N/A	<p>El regulador de vacío de EGR (EVR) controla la apertura y cierre de la válvula EGR, crucial para el sistema de recirculación de gases de escape.</p> <p>Precaución: Asegurar conexiones eléctricas estables, mantener el regulador limpio y manejarlo con cuidado.</p>	1	BSIEG	
5	IDLE AIR BYPASS (IAB)	N/A	<p>El bypass de aire en ralentí (IAB) controla la velocidad de ralentí del motor ajustando su ciclo de trabajo. Reduce su ciclo para mantener las RPM estables al ralentí y se abre completamente durante la aceleración máxima.</p> <p>Precaución: Mantener el IAB limpio y bien ajustado para asegurar un control efectivo de las RPM y un funcionamiento suave del simulador.</p>	1	BSIEG	
6	INYECTORES	N/A	<p>Los inyectores, suministran carburante a alta presión de manera atomizada, garantizando una distribución uniforme en la cámara de combustión. Funcionan como electroválvulas, abriéndose y cerrándose con precisión en respuesta a pulsos eléctricos.</p> <p>Precaución: Mantener los inyectores limpios y en buen estado para evitar fugas.</p>	8	BSIEG	
7	RELAYS	N/A	<p>Los relés son interruptores eléctricos que gestionan el flujo de corriente hacia componentes como luces, ventanillas y sistema de inyección, activándolos cuando es necesario.</p> <p>Precaución: Mantener los relés en buen estado para asegurar el correcto funcionamiento de los sistemas y evitar daños.</p>	3	BSIEG	
8	THROTTLE POSITION SENSOR (TPS)	N/A	<p>El sensor TPS informa al ECM sobre la posición de la mariposa de aceleración, controlando el flujo de aire y la inyección de combustible.</p> <p>Precaución: Mantener el TPS limpio y bien calibrado para garantizar un funcionamiento preciso del simulador.</p>	1	BSIEG	

9	BOMBA DE COMBUSTIBLE	N/A	<p>La bomba de combustible suministra combustible desde el tanque hacia los inyectores a la presión adecuada para su atomización.</p> <p>Precaución: Mantener la bomba en buen estado y sin obstrucciones para asegurar un rendimiento óptimo del simulador.</p>	I	BSIEG	
10	FILTRO DE COMBUSTIBLE	N/A	<p>El filtro de combustible es crucial para eliminar impurezas del combustible antes de que llegue a los inyectores, protegiendo así el sistema de inyección y asegurando una combustión eficiente.</p> <p>Precaución: Reemplazar el filtro regularmente para evitar obstrucciones y garantizar un flujo de combustible limpio al simulador.</p>	I	BSIEG	
11	MEDIDOR DE PRESION	N/A	<p>El medidor de presión monitorea la presión del combustible en el sistema de inyección, asegurando que se mantenga en niveles óptimos para un buen funcionamiento del simulador.</p> <p>Precaución: Verificar regularmente el medidor para detectar posibles fluctuaciones en la presión.</p> <p>El medidor de presión monitorea la presión del combustible en el sistema de inyección, asegurando que se mantenga en niveles óptimos para un buen funcionamiento del simulador.</p> <p>Precaución: Verificar regularmente el medidor para detectar posibles fluctuaciones en la presión que podrían afectar el rendimiento del motor.</p>	I	BSIEG	
12	CUERPO DE ACELERACION	N/A	<p>El cuerpo de aceleración controla el flujo de aire que ingresa a la admisión, regulando la velocidad y potencia mediante la apertura y cierre de la mariposa de aceleración.</p> <p>Precaución: Mantener el cuerpo de aceleración limpio y libre de residuos para asegurar un control preciso del flujo de aire y un rendimiento óptimo del simulador.</p>	I	BSIEG	
13	LLAVES DE PASO	N/A	<p>Las llaves de paso regulan el flujo de combustible que retorna de las probetas a tanque de almacenamiento, permiten abrir o cerrar el paso según sea necesario para el funcionamiento seguro de los componentes conectados.</p> <p>Precaución: Asegurarse de que las llaves de paso estén en buen estado y operen sin dificultades para evitar fugas y mantener el control adecuado del flujo en el sistema.</p>	8	BSIEG	

14	TANQUE ALMACENAMIENTO COMBUSTIBLE	N/A	<p>El tanque de almacenamiento de combustible guarda el combustible hasta que es necesario para el simulador.</p> <p>Precaución: Mantener el tanque en buen estado y libre de fugas para asegurar un suministro seguro y eficiente de combustible.</p>	1	BSIEG	
15	ECU	N/A	<p>La ECU (Unidad de Control del Motor) gestiona y regula el funcionamiento del simulador mediante el procesamiento de datos de sensores.</p> <p>Precaución: Asegurarse de que la ECU esté correctamente calibrada y libre de fallos para mantener un rendimiento óptimo del simulador.</p>	1	BSIEG	
16	TABLERO DE CONTROL	N/A	<p>El tablero de control permite el acceso a diversas funciones y controles del BSIEG.</p> <p>Precaución: Mantener el tablero funcional y libre de daños para asegurar el correcto funcionamiento de los controles del BSIEG.</p>	7	BSIEG	
17	DISTRIBUIDOR ELECTRICO	N/A	<p>El distribuidor eléctrico de 8 bujías dirige la corriente a las bujías en el orden correcto para encender el combustible en los cilindros.</p> <p>Precaución: Verificar el distribuidor regularmente para asegurar una distribución correcta de la corriente y un rendimiento óptimo del simulador.</p>	1	BSIEG	
18	BUJIAS	N/A	<p>Las bujías generan la chispa necesaria para encender la mezcla de aire y combustible en los cilindros del motor.</p> <p>Precaución: Revisar y limpiar las bujías regularmente para asegurar una combustión eficiente y un buen rendimiento del simulador.</p>	8	BSIEG	
19	BOBINA DE ENCENDIDO	N/A	<p>La bobina de encendido transforma la energía eléctrica de baja tensión en una chispa de alta tensión para encender el combustible en los cilindros.</p> <p>Precaución: Asegurarse de que la bobina esté en buen estado para mantener una chispa constante y un buen rendimiento del simulador.</p>	1	BSIEG	
20	BATERIA	N/A	<p>La batería proporciona la energía eléctrica necesaria para arrancar el motor y alimentar los sistemas eléctricos del simulador.</p> <p>Precaución: Mantener la batería limpia y en buen estado para asegurar un arranque confiable y el funcionamiento adecuado de los sistemas eléctricos.</p>	1	BSIEG	

21	UNIDAD DE VACIO	N/A	<p>La unidad de vacío genera y mantiene el vacío necesario para el funcionamiento de componentes del BSIEG.</p> <p>Precaución: Verificar que la unidad de vacío esté en buen estado para asegurar un rendimiento adecuado de los sistemas que dependen del vacío.</p>	I	BSIEG	
22	TANQUE DE AGUA	N/A	<p>El tanque de agua almacena el líquido que simula la temperatura del motor, permitiendo que el sensor ECT envíe datos precisos a la ECU para el proceso de inyección electrónica.</p> <p>Precaución: Revisar y mantener el tanque lleno, libre de fugas, y cambiar el agua periódicamente para asegurar datos precisos y un funcionamiento correcto del sistema.</p>	I	BSIEG	
23	CAJA FUSIBLES	N/A	<p>La caja de fusibles protege el sistema eléctrico del vehículo al interrumpir el flujo de corriente en caso de sobrecargas o cortocircuitos.</p> <p>Precaución: Verificar regularmente los fusibles y reemplazarlos si es necesario para evitar fallos eléctricos y mantener la seguridad del sistema.</p>	I	BSIEG	
24	ECU TEST	N/A	<p>El test de la ECU verifica el correcto funcionamiento de la Unidad de Control del Motor al comprobar sus respuestas a las señales de los sensores y los comandos del sistema.</p> <p>Precaución: Realizar pruebas regulares para asegurar que la ECU esté funcionando correctamente y responda adecuadamente a las señales del motor.</p>	I	BSIEG	
25	PROBETAS	N/A	<p>Las probetas simulan los 8 cilindros de inyección para replicar y evaluar el funcionamiento del sistema de inyección en un entorno controlado.</p> <p>Precaución: Asegurarse de que las probetas estén correctamente instaladas y libres de fugas para obtener resultados precisos en las pruebas del sistema de inyección.</p>	8	BSIEG	
26	ACELERADOR ADMISION	N/A	<p>El control del acelerador de la admisión regula el flujo de aire que entra al cuerpo de aceleración del simulador.</p> <p>Precaución: Mantener el control de la admisión limpio y ajustado para asegurar una respuesta adecuada del acelerador y buen rendimiento del mismo.</p>	I	BSIEG	

27	ACELERADOR MOTOR	N/A	<p>El control del acelerador del simulador regula el giro del distribuidor electrónico, que a su vez controla el encendido de las bujías.</p> <p>Precaución: Asegurarse de que el control del acelerador esté bien ajustado y libre de obstrucciones para garantizar un encendido preciso y un buen funcionamiento del simulador.</p>	I	BSIEG	
28	POTENCIADOR MOTOR	N/A	<p>El potenciador del simulador mejora la entrega de energía al sistema, mejora la respuesta del acelerador del motor.</p> <p>Precaución: Verificar que el potenciador esté en buen estado y correctamente instalado para asegurar un buen rendimiento del simulador.</p>	I	BSIEG	
29	TACOMETRO RPM MOTOR	N/A	<p>El tacómetro de RPM del simulador mide y muestra las revoluciones por minuto del motor, proporcionando información clave sobre su velocidad de funcionamiento.</p> <p>Precaución: Asegurarse de que el tacómetro esté calibrado correctamente y funcione sin fallos para obtener lecturas precisas de las RPM del simulador.</p>	I	BSIEG	
30	MOTOR	N/A	<p>El motor del simulador proporciona la potencia necesaria para replicar el funcionamiento de un sistema de inyección y otros componentes automotrices en un entorno de simulación.</p> <p>Precaución: Mantener el motor en buen estado y realizar revisiones periódicas para asegurar su correcto funcionamiento y evitar problemas durante las simulaciones.</p>	I	BSIEG	
31	BASTIDOR	N/A	<p>El bastidor sostiene y organiza todos los componentes del simulador, proporcionando una estructura estable y accesible para su funcionamiento y mantenimiento.</p> <p>Precaución: Asegurarse de que el bastidor esté en buen estado y bien fijado para garantizar la estabilidad y el correcto alineamiento de todos los componentes del simulador.</p>	I	BSIEG	
CONSUMIBLES DEL EQUIPO						
Nº	Nombre del consumible/Marca	Nº inventario o referencia	Descripción del uso y precauciones	Cantidad	Lugar de almacenamiento	Imagen de referencia
I	GASOLINA CORRIENTE	N/A	El combustible es necesario para la practica de simulacion de inyeccion electronica de gasolina, ademas refrigera la bomba de gasolina.	I GAL	LMTA	







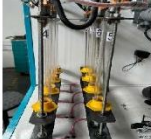


	PROCESO RECURSOS TECNOLÓGICO SUBPROCESO MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	Código: FRT.26
	HOJA DE VIDA DE EQUIPOS E HISTORIAL DE MANTENIMIENTO - BPM	Versión: 01 Página: 2 de 2
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN		
Bata de laboratorio, guantes, gafas de seguridad, tapa oídos.		
RIESGOS		
FACTOR DE RIESGO	CONTROLES	
ELECTRICO	<p> Verificar regularmente el estado de la instalación eléctrica, incluyendo cables, enchufes y dispositivos. No manipular instalaciones o equipos eléctricos sin la formación y autorización adecuada. Evitar sobrecargar las tomas de corriente conectando múltiples dispositivos en un solo enchufe. Mantener líquidos alejados de tomas de corriente y aparatos eléctricos. Desconectar los equipos antes de limpiarlos o reemplazar piezas como piedras, cuchillas, filtros y accesorios. Desenchufar los aparatos tirando del enchufe, no del cable. No utilizar equipos eléctricos con las manos húmedas o mojadas. Realizar mantenimiento periódico a todos los equipos. </p>	
BIOMECANICO	<p> Incorporar pausas y descansos. Mejorar las posturas de trabajo, evitando posiciones incómodas. Fomentar el trabajo en equipo y utilizar ayudas mecánicas. Rotar distintas tareas y actividades. Evitar esfuerzos prolongados y la aplicación excesiva de fuerza manual en movimientos repetitivos. Aplicar técnicas adecuadas de manipulación y levantamiento de cargas. No usar accesorios en manos y brazos durante la manipulación de cargas. Identificar y verificar el peso del material antes de manipularlo. Controlar el ritmo de la máquina y organizar el trabajo de manera eficiente. </p>	
ALTAS TEMPERATURAS	<p> Usar guantes térmicos para manipular piezas o partes calientes. Utilizar herramientas con aislante para manipular, ubicar, fijar o retirar piezas calientes. Familiarizarse con los medios contra incendios disponibles, su manejo y los números de emergencia. Colocar el equipo en su soporte específico cuando no esté en uso. Desconectar el equipo de la corriente eléctrica al finalizar su uso y permitir que se enfríe antes de guardarlo. </p>	
BAJAS TEMPERATURAS	<p> Calentar las manos después de manipular productos fríos durante mucho tiempo, antes de realizar tareas que requieran sensibilidad. Controlar los tiempos de exposición al frío. Usar elementos auxiliares para manipular productos congelados. Evitar pasar de zonas calientes a frías y viceversa. </p>	
RUIDO	<p> Usar los protectores auditivos adecuados. Realizar mantenimiento preventivo, incluyendo la lubricación y limpieza del equipo. </p>	
MECANICO	<p> Usar elementos auxiliares para sujetar las piezas de trabajo. Utilizar los equipos solo para las operaciones para las que fueron diseñados. Verificar que las máquinas mantengan sus protecciones, como guías y resguardos. Asegurarse de que el equipo esté firmemente sujeto a su base o banco. Desconectar la máquina para limpieza o en caso de avería. No trabajar con manos o manijas mojadas o grasosas; limpiar las herramientas. Evitar el uso de guantes, joyas, ropa suelta, o cabello largo suelto al operar equipos con partes móviles. Implementar el tarjeteo y bloqueo de equipos durante paradas o mantenimiento. No dejar herramientas en funcionamiento sin supervisión; apagarlas antes de abandonarlas. Apagar el equipo antes de realizar ajustes y evitar medir con la pieza en movimiento. Sujetar firmemente la pieza a trabajar. </p>	











TECNOLOGICO (INCENDIO O EXPLOSION)	<p>Realizar mantenimiento periódico a los equipos. Mantener trapos sucios con grasa o aceite alejados de partes calientes para evitar combustión espontánea. Usar ropa libre de sustancias inflamables. Almacenar productos inflamables en armarios cerrados y ventilados. No almacenar material combustible cerca de tableros eléctricos. Conocer los medios contra incendios disponibles, su manejo y los números de emergencia.</p>
FACTOR DE RIESGO	CONSECUENCIAS
ELECTRICO	<p>Electrocución. Choque eléctrico. Quemaduras. Incendios. Fibrilación. Muerte.</p>
BIOMECANICO	<p>Daños cervicales, dorsales y lumbares. Trastornos musculoesqueléticos (tendinitis, tenosinovitis, epicondilitis, síndrome del túnel carpiano). Trastornos dolorosos de los tejidos blandos. Trastornos degenerativos de la columna dorsal. Trastornos vasculares.</p>
ALTAS TEMPERATURAS	<p>Lesiones en el área de contacto. Las superficies calientes pueden causar quemaduras.</p>
BAJAS TEMPERATURAS	<p>El contacto prolongado con frío puede causar quemaduras. Enfermedades respiratorias. Enfermedades musculoesqueléticas. Contracturas musculares. Parálisis facial. Dolores articulares. Afecciones de la piel. Vasoconstricción.</p>
RUIDO	<p>Hipoacusia: Pérdida de la capacidad auditiva. Efectos fisiológicos: La exposición continua al ruido puede afectar el sistema cardiovascular, elevando la tensión y el estrés.</p>
MECANICO	<p>Atrapamientos, traumas y amputaciones. Heridas y cortes. Contusiones y golpes. Lesiones graves en manos y brazos.</p>
TECNOLOGICO (INCENDIO O EXPLOSION)	<p>Quemaduras Sofocación Intoxicación Lesiones severas Fallecimiento</p>
DATOS DEL PROVEEDOR DEL EQUIPO	
Empresa:	FORD-MOTORCRAFT
Nombre de Contacto:	N/A
Teléfono fijo:	N/A
Celular :	N/A
Correo electrónico:	N/A
Dirección correspondencia:	N/A
Página Web:	N/A
DATOS PROVEEDOR DE MANTENIMIENTO ESPECIALIZADO	
Empresa:	Auto ford injection
Nombre de Contacto:	Abegnego Clavijo Pino
Teléfono fijo:	6575867
Celular :	3158026287
Correo electrónico:	autofordinjection@hotmail.com
DATOS PROVEEDOR DE CALIBRACIÓN	
Empresa:	Auto ford injection
Nombre de Contacto:	Abegnego Clavijo Pino
Teléfono fijo:	6575867
Celular :	3158026287
Correo electrónico:	autofordinjection@hotmail.com







Dirección correspondencia:		CL 55 21 25, Bucaramanga, Santander, Colombia				Dirección correspondencia:		CL 55 21 25, Bucaramanga, Santander, Colombia			
Página Web:		N/A				Página Web:		N/A			
HISTORIAL											
N°	Fecha	Tipo de Mantenimiento				Descripción de la actividad realizada	¿ Se archiva informe complementario de la visita ?		Estado Final		Nombre del técnico/ Nombre de quien recibe la visita
		Preventivo	Correctivo	Calibración	Otro		SI	NO	En Funcionamiento	Fuera de Servicio	
	DD/MM/AAAA										

Programa de Mantenimiento Preventivo Banco Simulador de Inyección Electrónica de Gasolina



		PROCESO RECURSOS TECNOLÓGICO SUBPROCESO MANTENIMIENTO DE EQUIPOS					
		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
Nombre del equipo:		Banco simulador de inyección electrónica de gasolina					
Lugar de ubicación:		Laboratorio máquinas térmicas alternativas (010) - EIM					
Subconjunto	Componente	Tipo	Marca	Características	Actividad	Frecuencia	Imagen de referencia
SENSORES, VALVULAS Y ACTUADORES	AIR CHARGE TEMPERATURE SENSOR (ACT)	ELECTRICO	N/A	Mide la temperatura del aire en el colector. Calcula la densidad del aire. Regula la relación aire/combustible. Trabaja con la computadora del vehículo.	Limpieza y calibración	SEMESTRAL	
	ENGINE COOLANT TEMPERATURE (ECT)	ELECTRICO	N/A	Mide la temperatura del refrigerante. Envía datos a la ECU.	Limpieza y calibración	SEMESTRAL	
	EGR VALVE POSITION SENSOR (EVP)	ELECTRICO	N/A	Mide la posición de la válvula EGR. Contribuye a la recirculación de gases de escape. Reduce las emisiones de NOx.	Limpieza y calibración	SEMESTRAL	
	EGR VACUUM REGULATOR (EVR)	ELECTRICO	N/A	Controla la válvula EGR. Solenoido con resistencia de 20-70 ohmios. Necesita 12 voltios. La computadora gestiona la señal de tierra.	Limpieza y calibración	SEMESTRAL	
	IDLE AIR BYPASS (IAB)	ELECTRICO	N/A	Regula las RPM en ralentí. Disminuye el ciclo de trabajo para mantener estables las RPM. Se abre completamente al máximo de aceleración (100%).	Limpieza y calibración	SEMESTRAL	
	INYECTORES	ELECTRICO	N/A	Forma Cilíndrica: Se ajusta al conducto. Tamaño Compacto: Fácil instalación. Materiales Resistentes: Acero inoxidable o aleaciones. Conector Eléctrico: Se conecta a la ECU. Boquilla de Atomización: Atomiza el combustible. Muelle Interno: Regula la válvula. O-rings: Previene fugas.	Limpieza, calibración, cambio de oring	ANUAL	
	RELAYS	ELECTRICO	FORD	Interruptor Eléctrico: Controla el flujo de corriente. Activación/Desactivación: Gestiona electricidad en circuitos. Circuito de Alta Intensidad: Maneja componentes eléctricos. Protección de Componentes: Extiende la vida útil de accesorios.	Revisión de conexiones, limpieza	SEMESTRAL	

	THROTTLE POSITION SENSOR (TPS)	ELECTRICO	N/A	Medición de Posición: Detecta la apertura de la mariposa. Envía Datos a la ECU: Ajusta la mezcla aire-combustible. Rango de Apertura: 0 grados en ralentí a 100 grados en máxima aceleración.	Limpieza y calibración	SEMESTRAL	
SISTEMA DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE	BOMBA DE COMBUSTIBLE	ELECTRICO	ACDELCO	Material: Aleación de aluminio. Tipo: Eléctrica. Voltaje: 12V. Flujo: 50 L/h.	Inspección visual, verificación conexión eléctrica, cambio de filtro de combustible	SEMESTRAL	
	FILTRO DE COMBUSTIBLE	MECANICO	N/A	Carcasa de pasta, membrana filtrante, anillo sellador	Reemplazo	SEMESTRAL	
	MEDIDOR DE PRESION	ANALOGICO	WINIERS	Pr: -100 - 0 Kpa, conexión eléctrica.	Verificación de conexión, limpieza, calibración	ANUAL	
	CUERPO DE ACELERACION	MECANICO	N/A	Dimensiones: 14x15x14, de doble ducto de admisión de aire.	Limpieza	ANUAL	
	LLAVES DE PASO	MECANICO	N/A	∅=5.5mm, cantidad 8.	Limpieza	ANUAL	
	PROBETAS	MECANICO	ABS	Material: vidrio, 100ml y 8 probetas.	Limpieza	ANUAL	
	TANQUE ALMACENAMIENTO COMBUSTIBLE	MECANICO	N/A	Capacidad: 1 galón. Material: Acrílico.	Limpieza	MENSUAL	
	ECU	ELECTRICO	FORD	Funciona a 12V, conector OBD-I.	Verificación de funcionamiento, revisión de conexiones eléctricas	ANUAL	

SISTEMA DE CONTROL ELECTRICO	TABLERO DE CONTROL	ELECTRICO	N/A	Cuenta con 7 botones de encendido: sistema de vacío, ventilador admisión, motor, calentador de agua, calentador de aire, bomba de gasolina, bujías e inyectores.	Limpieza, revisión conexiones eléctricas	ANUAL	
	DISTRIBUIDOR ELECTRICO	ELECTRICO	N/A	De 8 salidas de corriente para las bujías y una entrada de corriente proveniente de la bobina.	Limpieza, revisión conexiones eléctricas, lubricar el cojinete	ANUAL	
	BUJIAS	ELECTRICO	MOTOR CRAFT	8 bujías.	Limpieza, revisión conexiones eléctricas	ANUAL	
	BOBINA DE ENCENDIDO	ELECTRICO	N/A	Convierte el voltaje de la batería en alta tensión para generar la chispa necesaria en las bujías.	Limpieza, revisión conexiones eléctricas	ANUAL	
	ELECTRONICO	ELECTRICO	MOTOR CRAFT	Componente que precede a la bobina.	Revisión de conexiones eléctricas	ANUAL	
	BATERIA	ELECTRICO	DUNCAN	12V a 800A, dimensiones (24x18x18).	Verificar nivel de electrolito, revisión de carga, limpieza	SEMESTRAL	
	UNIDAD DE VACIO	ELECTRICO	N/A	Compresor de nevera.	Limpieza, cambio de aceite de la unidad	ANUAL	
	CAJA DE FUSIBLES	ELECTRICO	N/A	Resistente, generalmente rectangular, con múltiples compartimentos para fusibles y una tapa protectora. Incluye etiquetas que indican la función de cada fusible.	Revisión de conexiones, limpieza	ANUAL	
	ECU TEST	ELECTRICO	FORD	Caja compacta con conexiones para diagnosticar y verificar el funcionamiento de la ECU.	Revisión de conexiones, limpieza	ANUAL	
URAL	TANQUE DE AGUA	MECANICO	N/A	Capacidad 2.3L, material: acero.	Cambio de agua de tanque, limpieza	SMENAL	

SISTEMA ESTRUCT	BASTIDOR	MECANICO	N/A	Largo 79cm, ancho 151cm, alto 170: material: acero estructural.	Limpieza	ANUAL	
	MOTOR	ELECTRICO	NEW DINAMI C	Motor eléctrico de 15cm; Vin 12V.	Cambio de escobillas, cambio de correa, limpieza	ANUAL	
SISTEMA DE ACELERACIÓN	ACELERADOR ADMISION	MECANICO	N/A	Tipo: Manija manual.	Revisión de conexión mecánica, limpieza	ANUAL	
	ACELERADOR DEL MOTOR	MECANICO	N/A	Tipo: Manija manual.	Revisión de conexión mecánica, limpieza	ANUAL	
	POTENCIADOR DE MOTOR	MECANICO	N/A	Perilla giratoria de pasta.	Revisión de conexión eléctrica, limpieza	ANUAL	
	TACOMETRO RPM MOTOR	MECANICO	N/A	RPM (1000 - 8000), conexión eléctrica.	Revisión de conexiones, limpieza	ANUAL	

Troubleshooting Banco Simulador de Inyección Electrónica de Gasolina

 	PROCESO RECURSOS TECNOLÓGICO SUBPROCESO MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	
	TROUBLESHOOTING	
Nombre del equipo:	Banco simulador de inyección electrónica de gasolina	
Lugar de ubicación:	Laboratorio máquinas térmicas alternativas (010) - EIM	
SENSORES, VALVULAS Y ACTUADORES		
PROBLEMA	CAUSA	SOLUCION
El sensor ACT no funciona	Sensor ACT dañado. Conexión eléctrica suelta o corroída. Cableado defectuoso. ECU no recibe señal del sensor.	Reemplazar el sensor ACT. Revisar y limpiar las conexiones eléctricas. Inspeccionar y reparar el cableado. Verificar la ECU y restablecer conexiones.
El sensor ECT no funciona	Sensor ECT defectuoso. Conexiones eléctricas flojas o corroídas. Cableado dañado. ECU no recibe la señal del sensor.	Sustituir el sensor ECT. Limpiar y asegurar las conexiones eléctricas. Inspeccionar y reparar el cableado. Revisar la ECU y restablecer conexiones.
Egr valve position sensor (EVP) no funciona	Sensor EVP defectuoso. Conexiones eléctricas sueltas o corroídas. Cableado dañado. Válvula EGR obstruida o atascada.	Reemplazar el sensor EVP. Verificar y ajustar las conexiones eléctricas. Revisar y reparar el cableado. Limpiar o reemplazar la válvula EGR.
Egr vacuum regulator (EVR) no funciona	Solenoido EVR defectuoso. Conexiones eléctricas dañadas. Cableado en mal estado. Falla en la señal de la ECU.	Reemplazar el solenoide EVR. Revisar y reparar las conexiones eléctricas. Inspeccionar y reparar el cableado. Verificar la señal de la ECU y restablecer si es necesario.
Valvula IAB no funciona	Válvula IAB obstruida o desgastada. Conexiones eléctricas flojas o dañadas. Señal incorrecta desde la ECU.	Limpiar o reemplazar la válvula IAB. Inspeccionar y reparar las conexiones eléctricas. Comprobar y corregir la señal de la ECU.
Falla en los inyectores	Inyectores obstruidos o sucios. Fallo en el conector eléctrico. Baja presión de combustible. Inyectores desgastados o dañados.	Limpiar o reemplazar los inyectores. Verificar y reparar las conexiones eléctricas. Comprobar la presión de combustible y ajustar si es necesario. Sustituir los inyectores desgastados o dañados.
Falla en relays	Relé quemado o desgastado. Conexiones eléctricas sueltas o corroídas. Sobrecarga en el circuito del relé. Bobina interna del relé defectuosa.	Reemplazar el relé defectuoso. Limpiar y asegurar las conexiones eléctricas. Revisar el circuito para evitar sobrecargas. Verificar la bobina interna y sustituir el relé si es necesario.
Falla en sensor TPS	Sensor TPS desgastado o dañado. Conexiones eléctricas sueltas o corroídas. Calibración incorrecta del sensor. Cableado defectuoso o cortocircuito.	Reemplazar el sensor TPS. Limpiar y asegurar las conexiones eléctricas. Calibrar el sensor correctamente. Inspeccionar y reparar el cableado.




SISTEMA DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE		
Bomba de combustible no bombea combustible	Bomba de combustible defectuosa o dañada. Filtro de combustible obstruido. Fugas o bloqueos en las líneas de combustible. Problemas eléctricos (fusible quemado, relé defectuoso, cableado dañado).	Reemplazar la bomba de combustible. Limpiar o reemplazar el filtro de combustible. Verificar y reparar las líneas de combustible. Revisar y reparar el sistema eléctrico asociado.
Filtro de combustible obstruido	Acumulación de suciedad y residuos en el filtro. Contaminación del combustible. Desgaste del filtro.	Reemplazar el filtro de combustible. Utilizar combustible limpio y de calidad. Realizar mantenimiento periódico al sistema de combustible.
Medidor de presión no funciona	Sensor de presión defectuoso. Fugas en el sistema de presión.	Reemplazar el sensor de presión si está defectuoso. Verificar y reparar posibles fugas en el sistema.
Cuerpo de aceleración no acelera	Guaya del acelerador atascada o dañada. Acumulación de suciedad o residuos en el cuerpo de aceleración. Resorte del cuerpo de aceleración defectuoso. Ajuste incorrecto del cable del acelerador.	Inspeccionar y desatascar o reemplazar la guaya del acelerador. Limpiar el cuerpo de aceleración para eliminar suciedad o residuos. Revisar y reemplazar el resorte si está defectuoso. Ajustar el cable del acelerador a las especificaciones correctas.
Llaves de paso obstruidas	Acumulación de sedimentos o residuos en la llave de paso. Corrosión interna en la llave de paso. Daño en el mecanismo interno de la llave.	Limpiar la llave de paso para eliminar sedimentos o residuos. Descorroer la llave o reemplazarla si la corrosión es severa. Reemplazar la llave de paso si el mecanismo interno está dañado.
Probetas presentan fugas	Conexiones defectuosas. Daños en la superficie de la probeta. Presión excesiva en la probeta.	Revisar y reemplazar conexiones o dañadas. Inspeccionar y reparar o reemplazar la probeta si tiene daños en la superficie. Ajustar la presión para que esté dentro del rango recomendado para la probeta.
Tanque de combustible roto o con fugas	Daños físicos en el tanque. Conexiones defectuosas. Desgaste del material.	Inspeccionar el tanque para detectar y reparar daños físicos. Revisar y reemplazar conexiones defectuosas. Sustituir el tanque si está desgastado.
SISTEMA DE CONTROL ELECTRICICO		
Falla la ECU	Conexiones eléctricas sueltas, dañadas o quemadas. Fallos internos del módulo. Problemas de programación.	Verificar y reparar conexiones eléctricas. Revisar y reemplazar la ECU si está defectuosa. Actualizar o reinstalar el software de la ECU.
Falla en tablero de control e interruptores	Conexiones internas sueltas o dañadas. Interruptores defectuosos o desgastados. Fallos en el cableado.	Revisar y asegurar conexiones internas. Reemplazar interruptores defectuosos. Inspeccionar y reparar el cableado según sea necesario.
Falla en el distribuidor eléctrico	Contactos internos desgastados o sucios. Fallo en el módulo de encendido. Problemas con las conexiones eléctricas.	Limpiar o reemplazar los contactos internos. Revisar y reemplazar el módulo de encendido si es necesario. Verificar y reparar las conexiones eléctricas.

Falla en las bujías	Bujías desgastadas o dañadas. Acumulación de depósitos o suciedad en las bujías. Conexiones eléctricas defectuosas.	Reemplazar las bujías dañadas o desgastadas. Limpiar o reemplazar bujías con depósitos acumulados. Revisar y reparar las conexiones eléctricas.
Bobina de encendido no envía chispa	Bobina defectuosa o quemada. Fallo en el módulo de encendido. Conexiones eléctricas sueltas o dañadas.	Reemplazar la bobina de encendido defectuosa. Revisar y reemplazar el módulo de encendido si es necesario. Verificar y asegurar las conexiones eléctricas.
Falla en electrónico	Componente electrónico defectuoso. Problemas de conexión o cables dañados. Señal de encendido incorrecta o interrumpida.	Sustituir el componente electrónico defectuoso. Inspeccionar y reparar conexiones y cables dañados. Verificar y corregir la señal de encendido desde la ECU.
Descarga o falla en la batería	Batería descargada o descargada por un uso prolongado. Conexiones corroídas o flojas. Alternador defectuoso o mal funcionamiento del sistema de carga.	Cargar o reemplazar la batería. Limpiar y ajustar las conexiones de la batería. Revisar y reparar el alternador o el sistema de carga.
Falla en la unidad de vacío	Fugas en las mangueras o conexiones del sistema de vacío. Fallo en la bomba de vacío o componente interno defectuoso. Bloqueo o obstrucción en el sistema de vacío.	Revisar y reparar fugas en mangueras y conexiones. Sustituir o reparar la bomba de vacío. Limpiar o despejar obstrucciones en el sistema de vacío.
Falla en caja de fusibles	Fusible quemado o defectuoso. Conexiones o cables dañados. Caja de fusibles sucia o corroída.	Reemplazar fusibles quemados o defectuosos. Revisar y reparar conexiones o cables dañados. Limpiar y asegurar la caja de fusibles y sus contactos.
Falla en el ecu test	Conexiones sueltas o dañadas. ECU Test defectuoso o desactualizado. Fallo en la ECU (Unidad de Control del Motor).	Revisar y asegurar todas las conexiones. Reemplazar o actualizar el ECU Test. Diagnosticar y reparar la ECU si es necesario.
SISTEMA ESTRUCTURAL		
Tanque de agua roto o con fugas	Daños físicos en el tanque. Desgaste o corrosión del material. Conexiones o sellos defectuosos.	Inspeccionar y reparar los daños en el tanque. Sustituir el tanque si está demasiado dañado o corroído. Revisar y reemplazar sellos y conexiones si es necesario.
Daño en el bastidor	Impactos o colisiones. Fatiga del material por uso prolongado. Corrosión o deterioro debido a condiciones ambientales.	Evaluar la extensión del daño y realizar reparaciones estructurales. Reemplazar el bastidor si está demasiado dañado para asegurar la integridad. Realizar un mantenimiento regular para prevenir futuros daños y corrosión.
Desgaste de escobillas, falla del motor	Desgaste natural por uso prolongado. Falta de mantenimiento o lubricación. Desalineación o fallos en el conmutador.	Reemplazar las escobillas desgastadas. Realizar mantenimiento regular y lubricación adecuada. Revisar y corregir la alineación del motor y el conmutador.

SISTEMA DE ACELERACION		
Falla en el acelerador de la admision	Acumulación de suciedad o obstrucciones. Fallo en el cable o mecanismo de control. Problemas en el motor del actuador.	Limpiar el acelerador y las vías de admisión. Revisar y reparar o reemplazar el cable de control. Verificar y sustituir el motor del actuador si es necesario.
Falla en el acelerador del motor	Desajuste en el cable o mecanismo de aceleración. Problemas en el sistema de control electrónico del acelerador. Acumulación de suciedad en el cuerpo del acelerador.	Ajustar o reemplazar el cable y mecanismo de aceleración. Revisar y reparar el sistema de control electrónico. Limpiar el cuerpo del acelerador para asegurar un funcionamiento adecuado.
Falla en potenciador del motor	Mal funcionamiento del circuito interno del potenciador. Conexiones eléctricas defectuosas o sueltas. Daño en los componentes del potenciador.	Revisar y reparar el circuito interno del potenciador. Verificar y asegurar todas las conexiones eléctricas. Reemplazar los componentes dañados del potenciador.
Falla en el tacómetro de RPM del motor, no registra las RPM adecuadamente.	Conexiones eléctricas defectuosas o sueltas. Sensor de RPM dañado o mal calibrado. Problemas en el circuito interno del tacómetro.	Revisar y asegurar todas las conexiones eléctricas. Verificar y calibrar el sensor de RPM. Reparar o reemplazar el circuito interno del tacómetro.

**Anexo D. Manual de Seguridad Operacional Banco Simulador de Inyección
Electrónica**

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
	MANUAL DE SEGURIDAD OPERACIONAL
Nombre del equipo:	Banco simulador de inyección electrónica de gasolina
Ubicación del equipo:	Laboratorio máquinas térmicas alternativas (010) - EIM
RIESGOS	
FACTOR DE RIESGO	CONTROLES
<p style="text-align: center;">Superficies calientes</p> 	<p>Aislar las partes del simulador que puedan alcanzar altas temperaturas. Utilizar guantes térmicos al manipular componentes calientes. Seguir estrictamente los procedimientos indicados en el manual del equipo para evitar contacto con superficies calientes. Desconectar el equipo al finalizar las actividades y permitir que se enfríe antes de guardarlo.</p>
	CONSECUENCIAS
	<p>Quemaduras en las partes de contacto. Lesiones por exposición prolongada.</p>
FACTOR DE RIESGO	CONTROLES
<p style="text-align: center;">Ruido</p> 	<p>Usar protectores auditivos cuando el equipo esté en funcionamiento prolongado. Realizar mantenimiento preventivo para reducir niveles de ruido, como lubricar piezas móviles. Limitar la exposición al ruido controlando el tiempo de uso del simulador.</p>
	CONSECUENCIAS
	<p>Pérdida auditiva (Hipoacusia). Aumento de estrés y tensión por exposición continua.</p>

FACTOR DE RIESGO	CONTROLES
<p style="text-align: center;">Tecnológico</p> 	<p>Realizar inspecciones periódicas para detectar cualquier fuga de combustible o fallo en componentes electrónicos. Mantener sustancias inflamables alejadas del simulador y de sus partes calientes. Tener disponibles extintores y conocer el manejo correcto de estos.</p>
	CONSECUENCIAS
	<p>Quemaduras. Asfixia. Intoxicación. Lesiones graves y muerte.</p>
FACTOR DE RIESGO	CONTROLES
<p style="text-align: center;">Eléctrico</p> 	<p>Revisar periódicamente el estado de los cables, conexiones y enchufes del simulador. No manipular el equipo si no se cuenta con la formación adecuada. Desconectar el equipo antes de realizar cualquier ajuste o reparación. Evitar el uso de líquidos cerca de los sistemas eléctricos del simulador.</p>
	CONSECUENCIAS
	<p>Electrocución. Quemaduras. Incendios. Muerte.</p>
FACTOR DE RIESGO	CONTROLES
<p style="text-align: center;">Locativo</p> 	<p>Mantener el área de trabajo libre de obstáculos para evitar caídas o tropiezos. Asegurar que el simulador esté correctamente instalado en un lugar estable. Proporcionar iluminación adecuada y ventilación en el área de trabajo.</p>
	CONSECUENCIAS
	<p>Caídas. Golpes. Lesiones físicas.</p>