



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA**

**MECÁNICA ELÉCTRICA**

**“ANÁLISIS DE SEÑALES DE SENSORES Y ACTUADORES EN MOTORES DE  
1300CC PARA OPTIMIZAR TIEMPO DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE,  
CHICLAYO 2017”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**AUTOR:**

**ILATOMA IDROGO HENRY FRANKLIN**

**ASESOR:**

**JAMES SKINNER CELADA PADILLA**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Simulación de Sistema electromecánicos**

**CHICLAYO, PERÚ**

**2017**

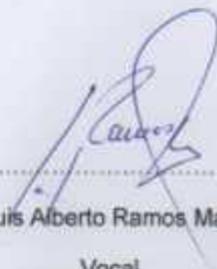
## PAGINA DEL JURADO



Ing. Fredy Dávila Hurtado  
Presidente



Ing. James Skinner Celada Padilla  
Secretario



Ing. Luis Alberto Ramos Martínez  
Vocal

## Dedicatoria

Esta tesis se las dedico a mi familia que siempre están ahí conmigo dándome siempre su apoyo en cada día que doy un paso más para superarme.

En especial a lo más lindo que tengo que es mi madre Hilda Idrogo Quintana que sola logro sacarnos adelante y darnos todo a pesar de las adversidades que siempre está en cada momento de mi vida y que es por la quiero ser mejor cada día a la cual le debo todo en esta vida.

A mis hermanas que siempre han estado apoyándome que con sus consejos y sacrificándose para yo cumplir mis metas.

## Agradecimiento

Muy agradecido en especial a dios por todas las bendiciones que me ha brindado y por guiarme día a día en mí camino, por darme las fuerzas de ser una mejor persona capaz de lograr todo lo que se a propuestos a pesar de todos los obstáculos y dificultades que haya tenido que pasar.

Agradecer a mi centro de estudio Universidad Cesar Vallejo por brindarme los docentes que han compartido sus conocimientos para yo poder desarrollar mi formación profesional.

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo Ilatoma Idrogo Henry Franklin, con DNI N° 46911607, a efecto de cumplir con los criterios de evaluación de la experiencia curricular de Metodología de la Investigación Científica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, Noviembre de 2018

Ilatoma Idrogo Henry Franklin

## Presentación

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “**ANÁLISIS DE SEÑALES DE SENSORES Y ACTUADORES DE MOTOR DE 1300CC PARA OPTIMIZAR EL TIEMPO DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE, CHICLAYO 2017**”

La misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de **INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

El Autor

**ILATOMA IDROGO HENRY FRANKLIN**

# Índice

Página del Jurado.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Presentación.....	vi
Índice.....	vii
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA:.....	13
Problemática internacional:.....	13
Problemática nacional:.....	14
Problemática local:.....	15
1.2 TRABAJOS PREVIOS:.....	16
Trabajos previos internacional:.....	16
1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA:.....	22
1.3.2 Teorías científicas.....	32
1.4 Formulación del problema:.....	35
1.5 Justificación del estudio:.....	35
1.6 Hipótesis:.....	37
1.7 Objetivos:.....	37
Objetivo general.....	37
Objetivos específicos.....	37
II.MARCO METODOLÓGICO.....	38
2.1 Diseño de investigación.....	38
Tipo descriptivo.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
No experimental.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.2 Variable de operación.....	38
Variable independiente.....	38
Variable dependiente.....	38

2.2 Operacionalización de variables.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.3 Población, muestra y muestreo .....	40
Población. ....	40
Muestra. ....	40
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	41
2.4.1 Técnica e Instrumento de recolección de datos.....	41
2.4.2 Validez y confiabilidad .....	42
2.5 Métodos de análisis de datos .....	42
2.6 Aspectos éticos. ....	43
III. RESULTADOS.....	44
3.1 Realizar diagnóstico del tiempo de inyección .....	44
3.1.1. Función de cada sensor del motor de la unidad vehicular .....	44
3.1.2 Señales eléctricas de cada sensor .....	46
3.1.3 Rango de valores de señales para tiempo de inyección óptimo .....	50
3.2 Medición de las señales de los sensores y actuadores.....	53
3.2.1 Protocolo de Mediciones .....	53
3.3 Establecer la relación entre todas las variables de ingreso descritas.....	55
3.4 Realizar el análisis económico por el incremento de consumo de combustible por el incremento de tiempo de inyección.....	65
IV. DISCUSIÓN.....	69
V. CONCLUSIONES .....	71
VI. RECOMENDACIONES.....	74
VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	75
ANEXOS .....	77
Acta de aprobación de originalidad de tesis.....	80
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV.....	81

## Índice de figuras

Figura 1.....	22
Figura 2.....	23
Figura 3.....	24
Figura 4.....	25
Figura 5.....	25
Figura 6.....	26
Figura 7 .....	27
Figura 8.....	28
Figura 9.....	29
Figura 10.....	30
Figura 11.....	31
Figura 12.....	32
Figura 13.....	33
Figura 14.....	33
Figura 15.....	34
Figura 16.....	45
Figura 17.....	46
Figura 18.....	46
Figura 19.....	47
Figura 20.....	48
Figura 21.....	49

## Índice de tablas

Tabla 1.....	50
Tabla 2.....	51
Tabla 3.....	52
Tabla 4.....	55
Tabla 5.....	57
Tabla 6.....	58
Tabla 7.....	59
Tabla 8.....	60
Tabla 9.....	61
Tabla 10.....	63
Tabla 11.....	65
Tabla 12.....	67

## RESUMEN

El sector automotriz, en los últimos años es una Industria en proceso continuo de innovación tecnológica, teniendo a la Informática y Electrónica como áreas complementarias, que buscan en el vehículo, tener menor consumo de combustible, menor contaminación, mayor confort y mayor seguridad; en base a ello se realiza en el presente trabajo de investigación, el análisis de las señales eléctricas que entregan y reciben los sensores y actuadores del motor, dichas señales son el resultado de mediciones de variables de funcionamiento de los mecanismos y de los fluidos de trabajo.

La tesis tiene como objeto de estudio, establecer la relación que existe entre las diversas señales eléctricas de los sensores y actuadores del sistema de inyección electrónica de un motor gasolinero de 1300 cc, con el tiempo de inyección de combustible en cada uno de los inyectores.

Se realizaron mediciones en los sensores que son determinantes para establecer el tiempo de inyección, y están divididos en sensores que establecen la duración básica determinada de inyección (sensor de Presión del Múltiple de Admisión MAP); los sensores que establecen la duración de inyección corregida (Sensor de Temperatura del aire de Admisión IAT, Sensor de Temperatura del Refrigerante ECT, Sensor de Posición del Acelerador TPS y Sensor de Oxígeno O<sub>2</sub>); y las señales para la determinación de la señal de inyección final (señal de tensión de la batería).

Finalmente, se hizo en función a las mediciones de las señales eléctricas, la relación entre la variación de cada uno con el tiempo de inyección en milisegundos y el consumo de combustible en Km/Galón, para 4 vehículos de prueba.

Palabras Claves: Tiempo de Inyección, Señal Eléctrica, Consumo de Combustible.

## **ABSTRACT**

The automotive sector, in recent years is an industry in continuous process of technological innovation, having the Computer and Electronics as complementary areas, looking in the vehicle, have lower fuel consumption, less pollution, greater comfort and greater safety; Based on this, in the present research work, the analysis of the electrical signals delivered and received by the sensors and actuators of the motor, these signals are the result of measurements of operating variables of the mechanisms and fluids of work .

The thesis has as object of study, to establish the relation that exists between the diverse electrical signals of the sensors and actuators of the system of electronic injection of a gasoline engine of 1300 cc, with the time of injection of fuel in each one of the injectors.

Measurements were made on the sensors that are determinant to establish the injection time, and are divided into sensors that establish the specific basic injection duration (MAP Admission Multiple Pressure sensor); the sensors that set the corrected injection duration (Admission Air Temperature Sensor IAT, Coolant Temperature Sensor ECT, Throttle Position Sensor TPS and Oxygen Sensor O<sub>2</sub>); and the signals for the determination of the final injection signal (voltage signal of the battery).

Finally, it was made based on the measurements of the electrical signals, the relation between the variation of each one with the injection time in milliseconds and the fuel consumption in Km / Gallon, for 4 test vehicles.

Key Words: Injection Time, Electric Signal, Fuel Consumption.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Realidad Problemática

#### **Problemática internacional:**

“Los altos consumos de combustible en los vehículos son frecuentemente fallas de la información que proviene del sistema de inyección electrónica del motor, con consumos superiores a los especificados por el fabricante” (Gonzales, 2010, p.3).

Normalmente los fabricantes de vehículos y de motores establecen rangos de consumos de combustibles en función a las circunstancias de funcionamiento de las unidades vehiculares en todo el mundo, si embargo en realidad, los consumos de combustible es mayor a lo establecido por el fabricante; ésta diferencia se encuentra en que los parámetros de funcionamiento del motor que son medidos por los sensores, que envían información a la unidad de control electrónica en tiempo real, de acuerdo a las condiciones de carga, de clima, de operación, y en muchos casos son condiciones extremas de funcionamiento, que finalmente la unidad de control determina mayor entrega de combustible, causando disconformidad en los usuarios, incrementando los costos de operación. (Alarcón, 2010, p,5).

En los vehículos de una marca asiática reconocida, que fue la mas vendida en el mundo, entre los años 2012 al 2015, específicamente el que tiene motor de cilindrada 1300 cc, los consumos que estableció el fabricante bajo condiciones normales de funcionamiento es de 40 a 43 km por galón en ciudad y de 55 a 65 Km por galón en carretera; sin embargo los usuarios se han sentido disconformes con éstos valores, debido a que los rangos de consumos son mayores.

Los sensores y actuadores de los vehículos con gestión electrónica, en muchos casos su mal funcionamiento, son los causales de que la unidad de control electrónica determine el consumo de combustible, debido a la mala información de los sensores; ésta situación en países en vías de

desarrollo, no es alertado por los usuarios, que persisten en utilizar aún con señales erradas el vehículo, siendo en muchos casos, la no concientización en cumplir con los planes de mantenimiento que el fabricante ha establecido para dichas unidades. Las labores de mantenimiento lo realizan en talleres informales, los cuales no detectan dicha anormalidad.

En España, El cálculo del consumo real se realiza mediante un sistema portátil de medición de emisiones (PEMS) que se instala en el vehículo. El procedimiento, que es fiscalizado por el órgano independiente Bureau Veritas, incluye un recorrido urbano de 25 kilómetros, un tramo de 39 km por caminos rurales y un trayecto de 31 km por autopista. (ONG Transport & Environment, 2016, p.2).

### **Problemática nacional:**

El parque automotor Peruano, desde el año 2010, se ha modificado tanto en cantidad de unidades vehiculares como en antigüedad; es decir que el promedio de vehículos por habitante en el Perú es de 42 vehículos por cada 1000 Habitantes, sin embargo ésta proporción es diferente para el sector urbano, en donde por cada 100 habitantes se tiene 14 unidades. Los vehículos con año de fabricación a partir del 2010, tienen sistemas de gestión electrónica no solamente para el motor, sino para los sistemas de frenos, dirección suspensión, encendido y otros.

Los consumos de combustible en los vehículos livianos con cilindrada 1300cc, tan igual como en otros países en vías de desarrollo, los consumos no son los que han establecido los fabricantes, indistintamente de las regiones en donde circule la unidad en mención. En la costa del Perú, específicamente en las grandes ciudades, se tiene reportes que el consumo de combustible está alrededor de 38 Km por galón y de 58 Km por galón en carretera. Estos valores divergen con las estipuladas por el fabricante, sin embargo, ésta divergencia muchas veces es por que la información que emiten los sensores de los

sistemas de inyección electrónica lo hacen con valores fuera del rango, debido a dos posibles factores, una de ellas es por que los componentes del motor al no tener un mantenimiento preventivo, no tienen la calibración correcta y presentan algún tipo de desgaste; la otra posible causa es por defecto en la instalación de los sensores, lo que hace que envíe información errada hacia la unidad de control, por lo que ésta determine un tiempo de inyección largo, que finalmente cause un alto consumo de combustible.

La llegada de los procesadores electrónicos y su utilización en sistemas de inyección y encendido, en los cuales se recibe información de varios sensores, sirvieron para determinar la mezcla y encendido necesarios para lograr la mejor eficiencia y menores emisiones del motor. (Besich, 2012, p.10).

### **Problemática local:**

“En la ciudad de Chiclayo, actualmente circulan alrededor de unos 60000 unidades vehiculares entre camiones, buses, autos y otros, los cuales consumen una cantidad de combustible de unos 70000 galones por día de combustible” (Rojas, 2015, p.1).

En el Departamento de Lambayeque, específicamente en la ciudad de Chiclayo, una ciudad con fuente incidencia del transporte público y de uso particular, cuenta con un parque automotor renovado, en lo que se refiere al servicio de taxi, con unidades de año de fabricación 2015 y 2016 y 2017, todos ellos con sistemas electrónicos en el motor, constituidos por sensores, actuadores y unidad de control electrónico, sin embargo algunos de ellos, no reportan el consumo tal como lo establece el fabricante.

En los vehículos que tienen motor de combustión interna de 1300 cc de cilindrada, se acentúa más ésta problemática. Los consumos de combustible en casi todos los casos no llega al valor de 40 Km de recorrido por galón de gasolina consumido, dentro de la ciudad, sin embargo el fabricante en la ficha técnica del motor, estipula 100 Km de recorrido por 8,2 litros de

gasolina, que es equivalente a 46,02 Km/Galón. La diferencia de 6 km por galón, es significativa, debido a que para un recorrido de 250 Km al día que realiza éstos vehículos de 1300 cc de cilindrada, el usuario realmente consume 6.25 galones por los 250 Km recorridos, siendo el consumo nominal del fabricante de 5.43 galones por 250 Km de recorrido.

Esta variación de 0,81 galones entre lo real y lo nominal, genera un mayor costo de operación. El precio del galón de gasolina de 90 octanos actual es de 12.00 Nuevos Soles; por lo que el costo de operación por día se incrementa en 9,72 Nuevos Soles, equivalente a 291.6 Nuevos Soles por mes.

## **1.2 Trabajos previos**

### **Trabajos previos internacional:**

Giró (2005, p.5), en su tesis titulada: “Modelización y Simulación de un Sistema de Control para Ensayos de Motores de Combustión Interna” Universidad Nacional De La Plata, Argentina.

La finalidad de este trabajo es la modelización y simulación de un sistema de control para ensayos de motores de combustión interna. Este modelo computarizado de tiempo real estará destinado a predecir el desempeño de un conjunto motor-freno y a evaluar el comportamiento de su unidad de control. Éste permitirá estudiar condiciones de inestabilidad del sistema, facilitará el ajuste de los parámetros de la unidad de control y hará posible reproducir fenómenos colaterales o respuestas inesperadas. Más aún, la disponibilidad de este modelo permitirá también anticipar el comportamiento del motor en condiciones especiales, reemplazando así en algunos casos a los propios ensayos con un consiguiente ahorro de tiempo y costos.

Si bien la simulación de motores de combustión interna no es nueva, ya que desde los años '70 se vienen registrando experiencias en este campo (Borman, 1971), es a partir de los '90 que se produce un gran auge en este

tipo de modelos, de la mano de los avances de la tecnología informática y del interés comercial que despiertan.

Los objetivos perseguidos con estos modelos son muy diversos, pero tienen en común la necesidad de aportar información adicional a la obtenida con ensayos experimentales (Rubin, 1997).

Entre otros beneficios, esto permite reducir el ciclo de desarrollo de nuevos productos, explorar nuevas soluciones y evaluar performances en dominios inaccesibles o en circunstancias en que los ensayos son muy costosos. Más recientemente, son los estudios orientados a la reducción del consumo y las emisiones nocivas de motores los que se han convertido en uno de los principales objetivos de estos modelos (Brace, 2001). Se identifica así, en el dominio del problema planteado, a un sistema que involucra la respuesta dinámica continua de un conjunto mecánico y la acción de una unidad digital de control que opera a partir del muestreo discreto de los valores reales de velocidad y carga.

Más adelante, se describirán las características de este sistema de control y será necesario evaluar un modelo capaz de representar el comportamiento dinámico de un motor acoplado a un freno dinamométrico. Estos sistemas de control, que tienen la finalidad de operar sobre dominios continuos, dan lugar a un tipo particular de sistema denominado “híbrido”.

Estos sistemas híbridos combinan, por lo tanto, componentes discretos y continuos que interactúan entre sí y responden a concepciones de naturaleza diferente, a pesar de que en última instancia el subsistema discreto no es más que una abstracción de la realidad. Estas dos dinámicas coexisten y es necesario representarlas con modelos que reflejen esta interacción, reconociéndose que las mayores dificultades se originan en la necesidad de sincronizar sus comportamientos. Podría afirmarse que en la actualidad los sistemas de control, en su mayoría, pueden ser reconocidos en alguna medida como híbridos, en realidad todo sistema de computación que interactúa con el mundo real queda encuadrado en esta categoría.

Caballero (2014, p.2), en su tesis denominada “Implementación y montaje de un banco de pruebas de inyección electrónica para el taller de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH mediante la utilización de un motor Chevrolet AVEO de combustión interna a gasolina” Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.

Se ha diseñado y construido un banco didáctico de inyección electrónica para el taller de la Escuela de Ingeniería Automotriz, con el objetivo de desarrollar experticia en la solución de problemas provenientes del funcionamiento de sensores y actuadores automotrices.

El estudio inicia con la recopilación de información y determinación de herramientas principales para ejecutar la presente investigación, en este caso un motor Chevrolet Aveo, con una cilindrada de 1600 centímetros cúbicos, doble árbol de levas en la culata, mismo que se encuentra adosado en una estructura de acero la cual fue diseñada en SAP2000, tomando en cuenta normas de estética, seguridad y funcionalidad. Coordina funciones con un circuito electrónico de control y un ordenador. En base al VISUAL BASIC se elaboró un software que permite generar fallas de inyección electrónica a través del ordenador, el mismo que funciona con una placa electrónica de control.

Tanto el banco didáctico como el software permiten a los estudiantes desarrollar sus destrezas de diagnóstico y localización de fallas como también su correcta solución. El sistema de inyección electrónica didáctico cuenta con 16 guías de prácticas que permiten dar un correcto uso al banco; así mismo, se debe aplicar el plan de mantenimiento como buena práctica técnica que alarga la vida útil de ésta importante herramienta de adiestramiento.

Urrutia (2001, p.9). en su tesis de maestría, denominada: Sistema Motor-Inversor "Sensorless" Para El Arranque De Vehículo Híbrido "PLUG-IN" PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE.

Esta tesis presenta el desarrollo e implementación de un sistema "sensorless" de partida para un motor de combustión interna (ICE) en un vehículo híbrido serie "plug-in". Al no poseer torque a la partida, el ICE requiere ser acelerado externamente hasta la velocidad de encendido, usando generalmente un motor eléctrico de corriente continua. El vehículo desarrollado dispone de un rectificador de frente activo que carga las baterías utilizando la máquina síncrona como generador. En el trabajo se elabora el control que permite al rectificador funcionar como inversor trifásico para operar momentáneamente el generador síncrono de imanes permanentes acoplado al ICE como motor de partida, sin necesidad de hardware extra.

Dado que esta operación requiere del conocimiento de la posición instantánea del rotor, se desarrolló una alternativa que no utiliza sensor de posición ("sensorless"). El objetivo de la tesis es elaborar un sistema de control "sensorless" capaz de llevar a la partida al motor térmico usando el generador, superando los problemas derivados de la falta de información de la posición angular del rotor y de la naturaleza variable del torque de carga del ICE. El trabajo incluye el diseño y construcción de los equipos de electrónica de potencia y el control digital necesarios.

La solución desarrollada aborda estos problemas creando un método que combina un algoritmo de detección de la posición angular inicial del rotor del generador basado en la variación angular de la inductancia entre fases de la máquina eléctrica con un esquema de control del inversor de corriente-velocidad adaptado a las características de la carga. El método implementado logra llevar al ICE a la velocidad de encendido evitando la probabilidad de rotación inversa del ICE, la pérdida de sincronismo y el daño térmico en el generador. Ofrece características de sencillez y robustez que

lo hacen poco sensible a variaciones en los parámetros del conjunto generador-ICE.

Hernández (2011, p.5), en su tesis denominada: “Diseño e Implementación de una Unidad Electrónica para Controlar el Desempeño de un Motor de Combustión Interna” Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.

El diseño e implementación de un “Sistema Electrónico de Control de Encendido e Inyección de un motor de combustión interna”, fue desarrollado en “Talleres Automotrices Álvarez” de la ciudad de Riobamba, para que los sistemas de carburador y distribuidor de un automóvil, puedan ser remplazados por sistemas modernos de alimentación de combustible y encendido.

El hardware de este proyecto utilizó el PIC18F452, un microcontrolador de gama alta de Microchip, complementado por circuitos de control electrónico y comunicación serial, el software de control fue desarrollado en MPLAB con compilador de lenguaje C; paralelamente una interfaz de configuración y monitorización fue desarrollada utilizando tecnologías .NET.

Los circuitos de control electrónico principalmente se forman por seis módulos de adecuación de señales, una fuente de estabilización de voltaje, dos interfaces especiales de bobinas de encendido y un Módulo de interfaces compuesto de MOSFETs para los inyectores de combustible. Un módulo de comunicación serial basado en el MAX232, permite la comunicación entre la unidad de control y una interfaz de computadora diseñada en C-Sharp de Visual Estudio 2005, la cual se compone de un módulo de monitorización, uno de configuraciones iniciales y uno de configuración de cartografía, además un módulo extra permite configurar los parámetros de la comunicación serial.

El código de control contempla interrupciones de alta prioridad para el análisis de señales y otra de baja prioridad para la limpieza del sistema, el lazo principal del programa contiene códigos de control y almacenamiento de parámetros de funcionamiento en la memoria de la unidad. Para lograr un replazo adecuado de los sistemas mecánicos de encendido e inyección de un motor por sistemas electrónicos se recomienda implementar el sistema de control electrónico desarrollado, para lo cual es necesario que el motor este en optimo estado y dotado de todos los sensores y actuadores.

Campoverde (2016, p.3). Tesis de Maestría en sistemas automotrices: “Determinación de la eficiencia de un motor ciclo Otto de inyección electrónica respecto de la temperatura y presión de inyección del combustible” Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.

El presente trabajo desarrolla el estudio del efecto de la temperatura y la presión del combustible sobre las prestaciones de un motor de combustión interna. Establece un análisis mediante el diseño experimental, que determina las condiciones de toma de datos, para proporcionar un modelo estadístico que establezca la variación de las prestaciones del motor, emisiones y eficiencia térmica, en relación a las variables de entrada.

Luego de obtener la información, esta se procesa en el software estadístico MINITAB, en el cual se permite analizar la aleatorización de las muestras, las variables que más influyen en el experimento, así como la interacción, combinación y efectos de las variables. Se obtienen valores óptimos para mejorar las prestaciones.

Luego de encontrar la zona óptima se realiza el experimento en el cual se procede a comparar los valores estándar del motor y una muestra con los valores óptimos. Se analiza el rendimiento térmico del motor para conocer cómo afecta las variables de entrada en el comportamiento del mismo. Se compara la potencia térmica liberada por el combustible con la potencia medida en el banco dinamométrico para conocer su eficiencia.

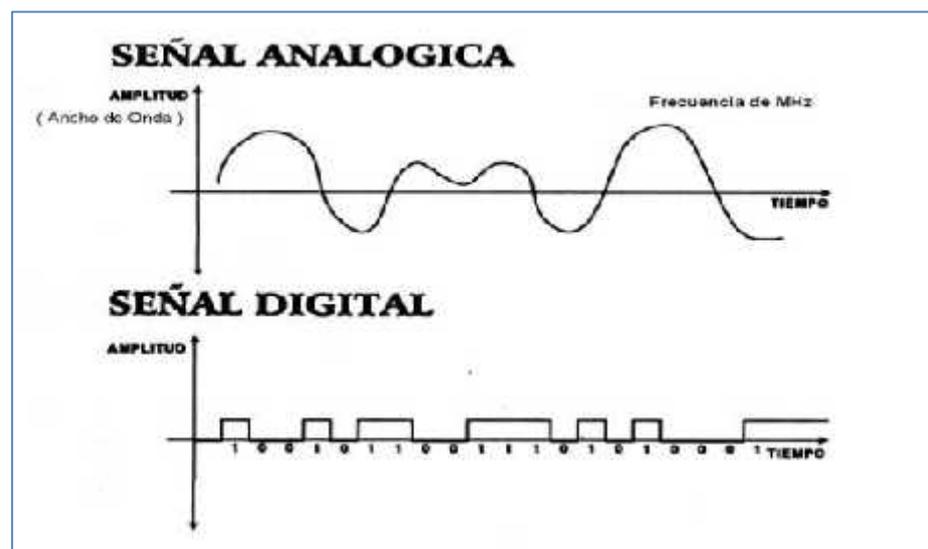
## 1.3 Teorías relacionadas al tema

### 1.3.1 SEÑALES ELÉCTRICAS.

“Las señales eléctricas que se originan en los sensores de los dispositivos del motor de combustión interna, envían información a la unidad de control electrónico del motor” (Aguirre, 2014, p4)

Las señales eléctricas que envían pueden ser analógicas o digitales las que envían lo sensores, pero la unidad de control electrónico, requiere de señal digital para el procesamiento, por lo cual las señales deben ser transformadas en el caso de los sensores analógicos, mediante un dispositivo denominado dispositivo análogo digital; ésta transformación se realiza en el interior de la unidad de control electrónico del motor.

Figura 1



Fuente: Aguirre, 2014

Tipos de señales analógica y digital

#### Señal Eléctrica Digital.

La señal digital es un tipo de señal en que cada signo que codifica el contenido de la misma puede ser analizado en término de algunas magnitudes que representan valores discretos, en lugar de valores dentro de un cierto rango.

## Señal Eléctrica Analógica.

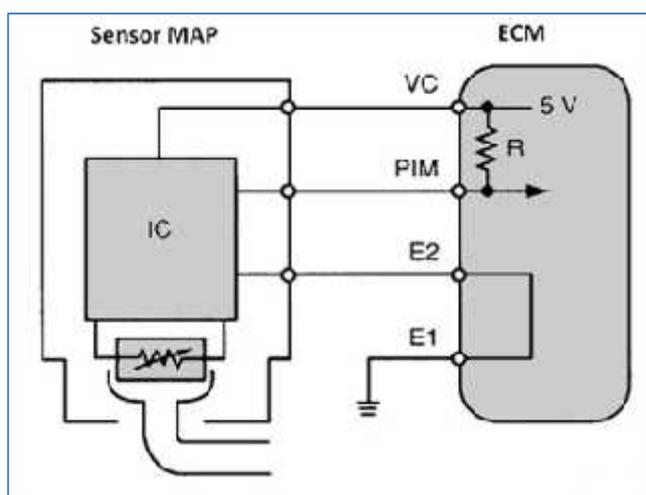
Una señal analógica es un tipo de señal generada por algún tipo de fenómeno electromagnético y que es representable por una función matemática continua en la que es variable su amplitud y periodo en función del tiempo.

### Sensor MAP

El sensor **MAP** controla la entrega de combustible al motor tomando en cuenta el estado de carga y la demanda de aceleración. Es un sensor electrónico que de forma constante inspecciona el vacío del múltiple de admisión, actuando de acuerdo al valor de vacío puede entregar mayor o menor voltaje a la **ECU** (Engine Control Unit) la cual suministra la cantidad de combustible a través de los inyectores. Consta de un sensor piezoeléctrico el cual va situado encima de un circuito integrado.

Este mide la variación de presión o vacío, y a su vez entrega al exterior una señal de voltaje.

Figura 2

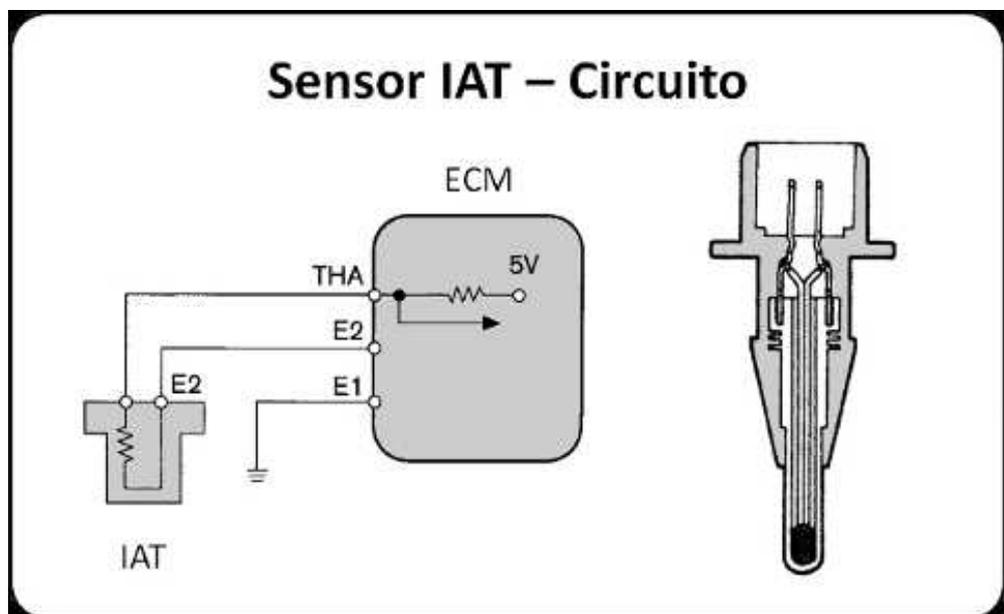


Circuito sensor MAP

## Sensor IAT

El IAT detecta la temperatura del aire entrante. En los vehículos equipados con un sensor MAP, el IAT se encuentra en un paso de aire de admisión. En los vehículos con sensor de masa de aire, el IAT es parte del sensor MAF. El IAT está conectado a la terminal de THA en la ECM. El IAT se utiliza para la detección de la temperatura ambiente en un arranque en frío y la temperatura del aire de admisión mientras el motor calienta el aire entrante.

Figura 3



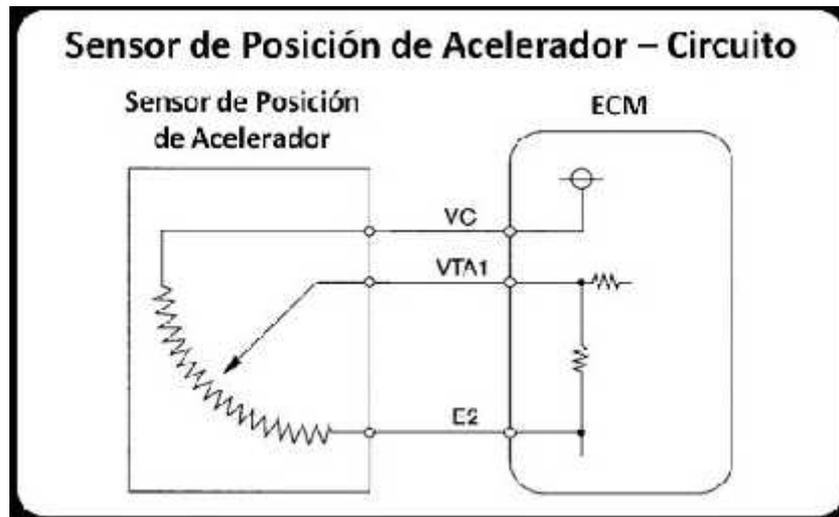
Conexión Circuito sensor IAT

## Sensor TPS

Es una resistencia variable, en el cual su valor óhmico varía por la posición de la válvula mariposa, en el estado de ralentí la resistencia entre los terminales es alta, por lo cual la tensión disponible oscila entre 0,6 y 0,9 voltios,

Figura 4

Fuente: Aguirre, 2014



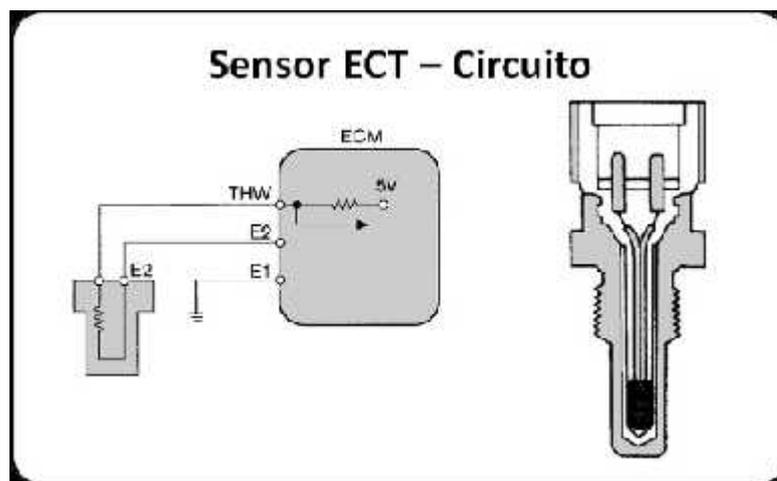
Conexión Circuito sensor IAT

### Sensor ECT

El sensor tiene la función de responder ante las variaciones de la temperatura del refrigerante del motor. Mediante la medición de la temperatura del motor, por lo cual la EC, conoce la temperatura media del motor. Este sensor se ubica en un paso del refrigerante antes del termostato.

Figura 5

Fuente: Aguirre, 2014



Conexión Circuito sensor ECT

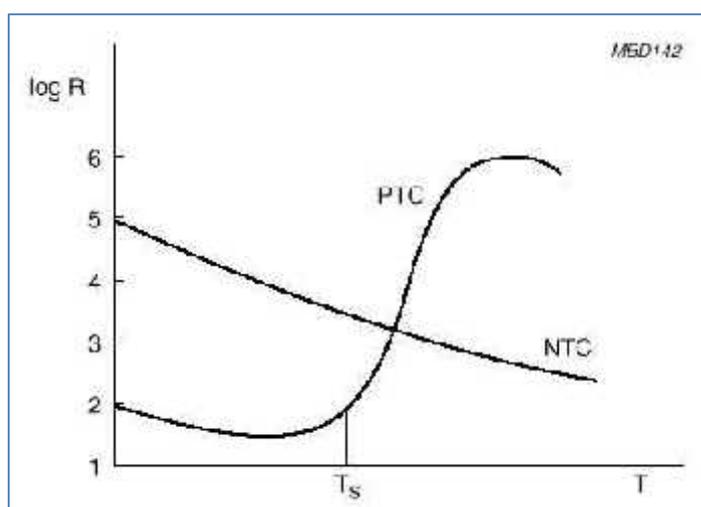
El sensor de temperatura, está constituido por un elemento termistor, que es el que tiene la propiedad de variar su resistencia óhmica en función a la temperatura, existiendo dos tipos.

### El termistor PTC y NTC

“Al variar el valor de la temperatura en donde se encuentra la resistencia eléctrica, su valor óhmico varía” (Sanchez, 2013, p.5).

Los termistores son resistencias eléctricas, que tienen una particularidad, que a medida que el valor de la temperatura varía, el valor de resistencia varía; y esa variación puede ser de dos formas: si la temperatura se incrementa, el valor óhmico también se incrementa, o bien, si la temperatura se incrementa el valor de la resistencia eléctrica disminuye, denominándose Termistores PTC y NTC, al coeficiente positivo o negativo de temperatura respectivamente.

Figura 6



Fuente: Manual del  
Vehículo Bosch, 2014

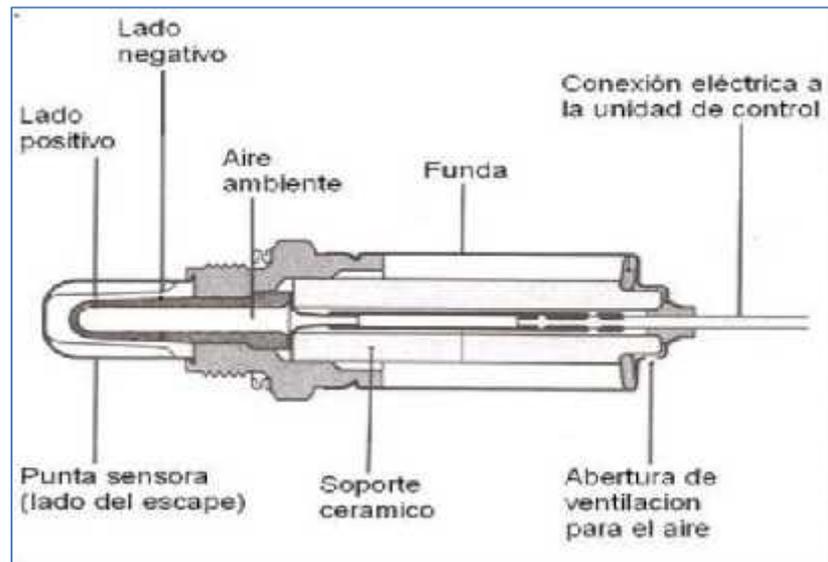
Variación de la resistencia eléctrica con la temperatura

## Sensor de Oxígeno.

Es el encargado de determinar la cantidad de oxígeno que se utilizó en la combustión. Su función principal es de mantener la relación del aire con el combustible, dentro de los rangos que estipula el fabricante o valores cercanos a la relación estequiometria.

Figura 7

Fuente: Manual del  
Vehículo Bosch, 2014

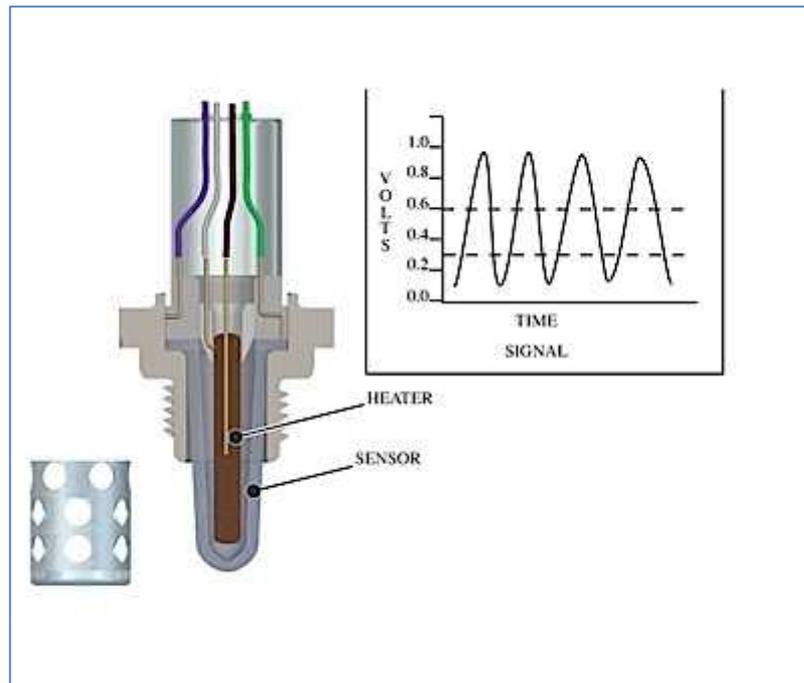
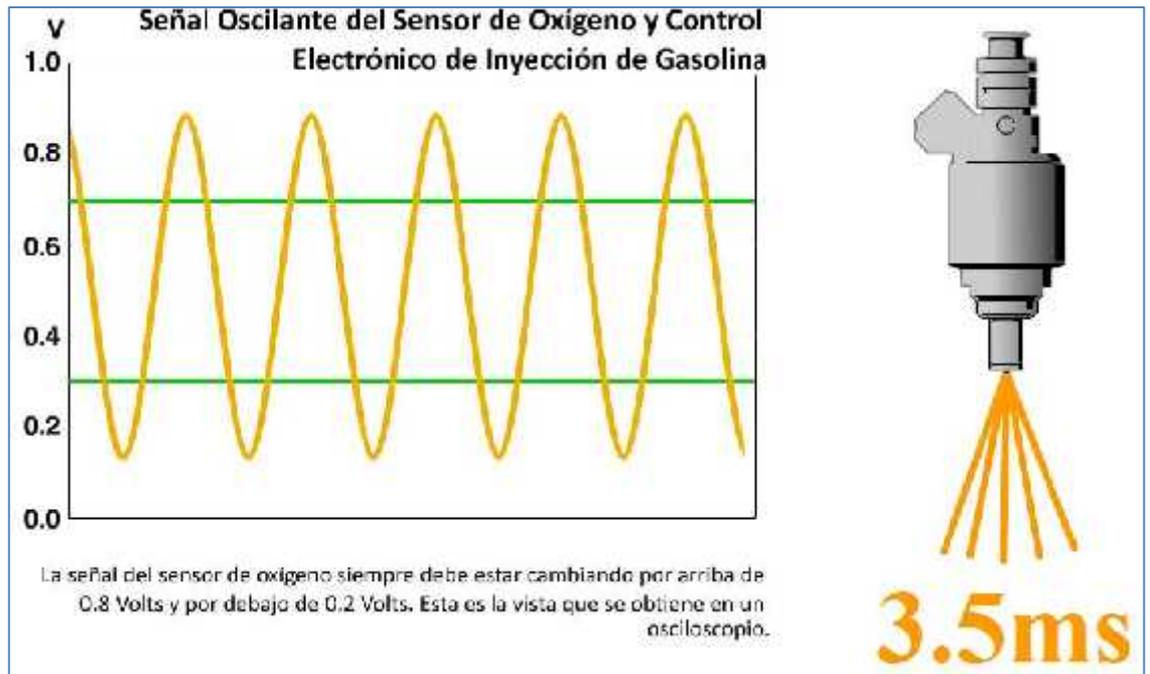


Vista del sensor Lambda

La unidad de control electrónico incrementa el tiempo de la inyección en milisegundos de acuerdo a la información del sensor de oxígeno, es decir si la cantidad de exceso de aire es mayor o menor, la ECU, incrementa el tiempo de la abertura del inyector de gasolina.

Figura 8

Fuente: Manual del  
Vehículo Bosch, 2014

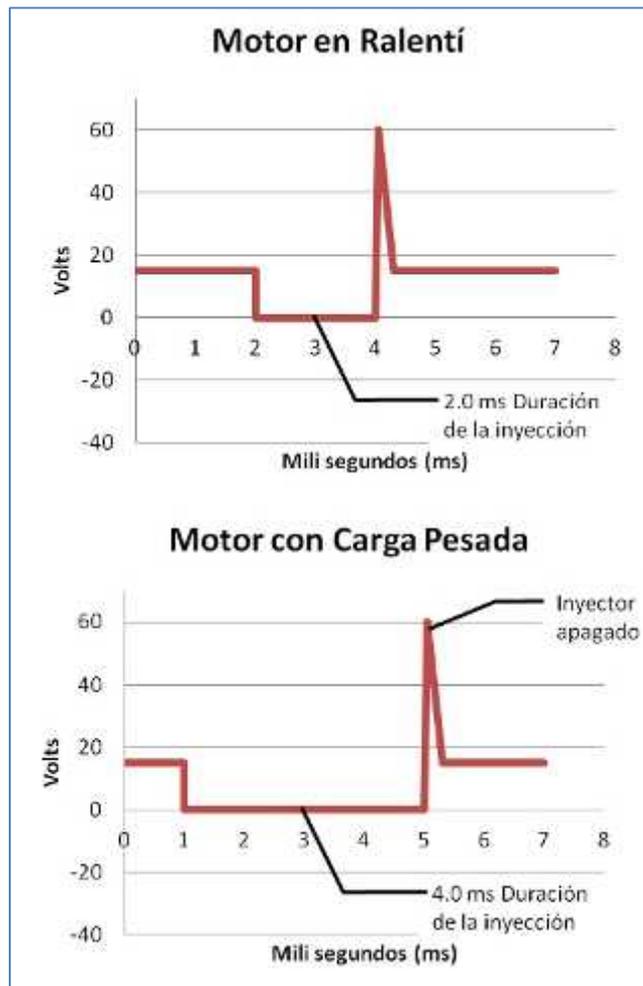


Señal en el Inyector de Gasolina

## Tiempo de Inyección.

“El tiempo de inyección determina el volumen del combustible cada vez que envía una señal eléctrica desde la ECU hasta los inyectores, dicho tiempo se mide en milisegundos”

Figura 9



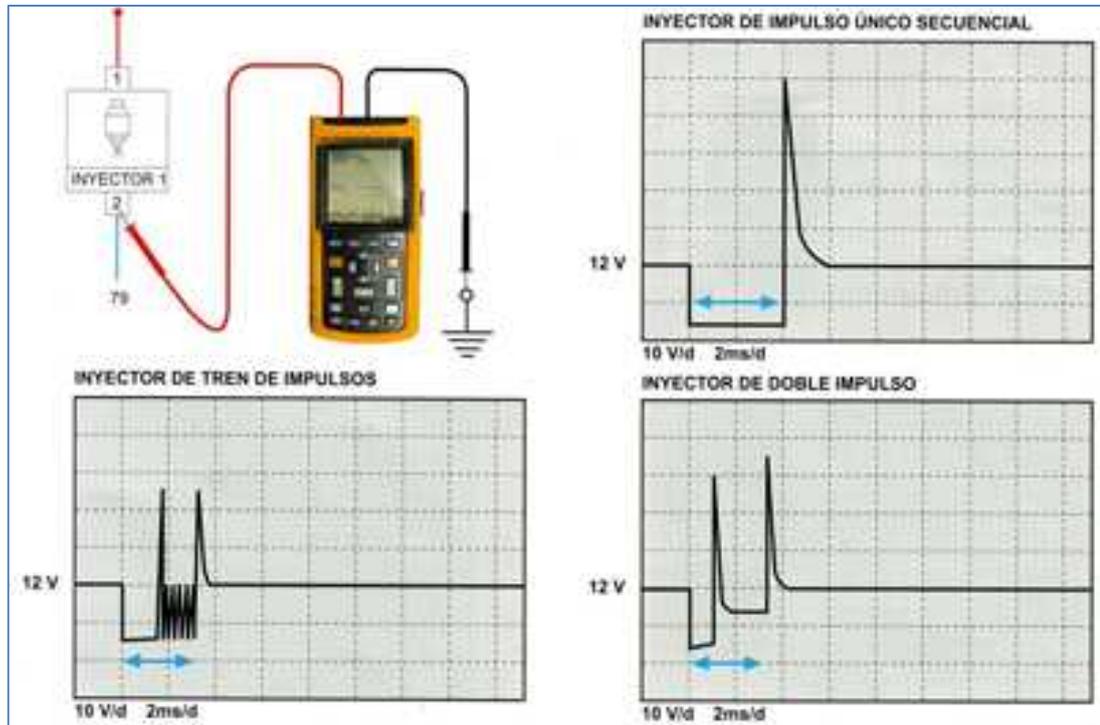
Tiempo de Inyección

Los inyectores reciben 12 voltios para activar la bobina que activa a la válvula del inyector. El circuito se abre y se cierra en el lado negativo de la alimentación eléctrica, es decir en “masa” del motor. En este lado es donde se ubica el transistor que activa al inyector.

La medición de la señal eléctrica, se mide en el lado negativo, en donde se conecta el scanner automotriz en modo de osciloscopio.

Figura 10

Fuente: Sistemas de Inyección Electrónica 2015



Conexión de osciloscopio en Inyector de gasolina

### Sistema de gestión eléctrica.

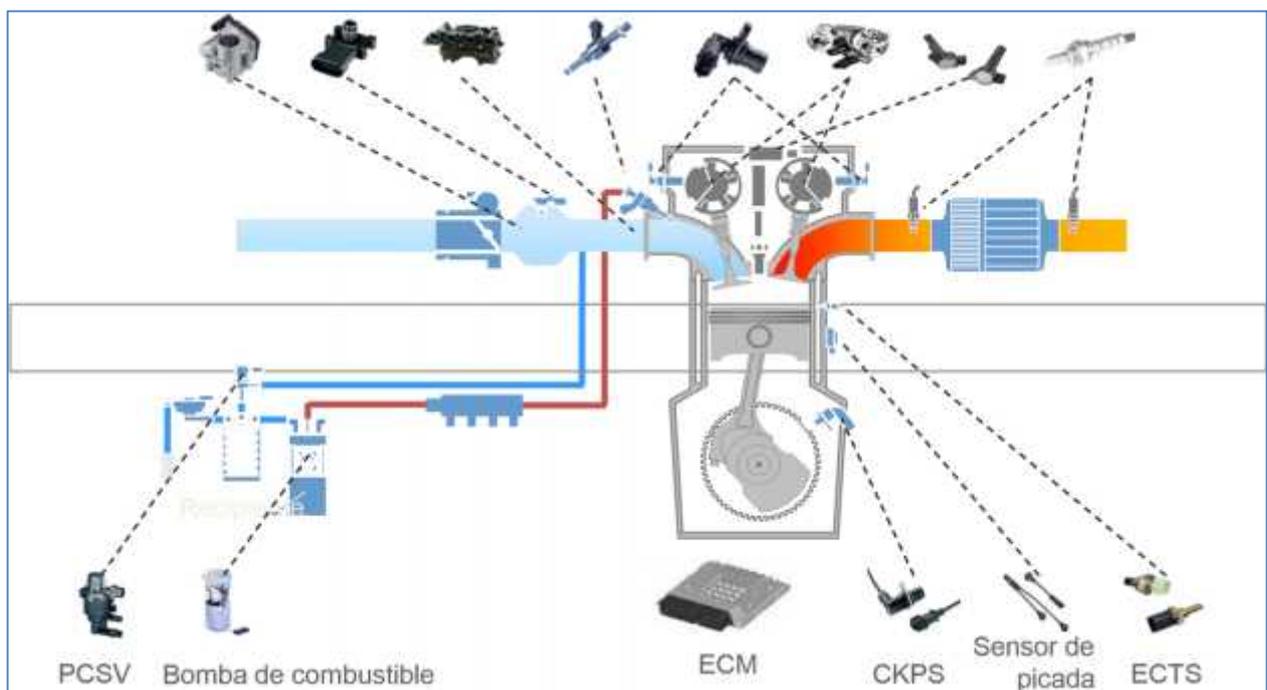
Hoy en día, los motores de gasolina deben cumplir con las demandas del mercado en cuanto a producción, eficiencia de combustible y emisiones bajas. Hay un sistema de control electrónico instalado en la ECU de los vehículos para el control de todos los procesos de combustión. El sistema de control electrónico puede dividirse en elementos de entrada y de salida.

Los elementos de entrada permiten detectar con precisión el estado actual del motor para apoyar la función de la ECU. El sensor MAP mide el volumen del aire succionado en la cámara de combustión y lo envía a la ECU. El sensor de oxígeno detecta el nivel de oxígeno en el gas descargado a través del tubo

de escape y lo envía a la ECU. Esto permite el control de la relación aire-combustible. El sensor ECT detecta la temperatura del refrigerante en el motor, mientras que el sensor CKP y el sensor CMP detectan las RPM del motor e identifican el punto muerto superior del primer cilindro.

Los elementos de salida son controlados cuando la ECU envía señales y opera el actuador o la bobina. Los elementos de salida incluyen la válvula de mariposa, la OCV, los inyectores y la bobina de encendido. Dichos elementos de salida están controlados por un "sistema de control", el cual puede dividirse en un sistema de encendido, un sistema de inyección de combustible y un controlador de gas de escape.

Figura 11



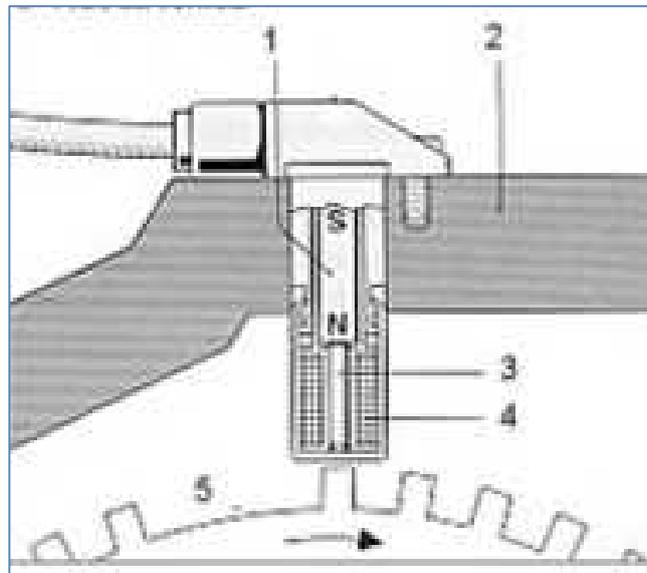
Sistema de alimentación de combustible

### 1.3.2. Teorías científicas.

#### Efecto Inductivo.

“El efecto inductivo es un fenómeno eléctrico, en el cual se da origen a una diferencia de tensión, cuando se encuentra un conductor en un entorno de campo magnético variable” (Bravo, 2014, p.4).

Figura 12



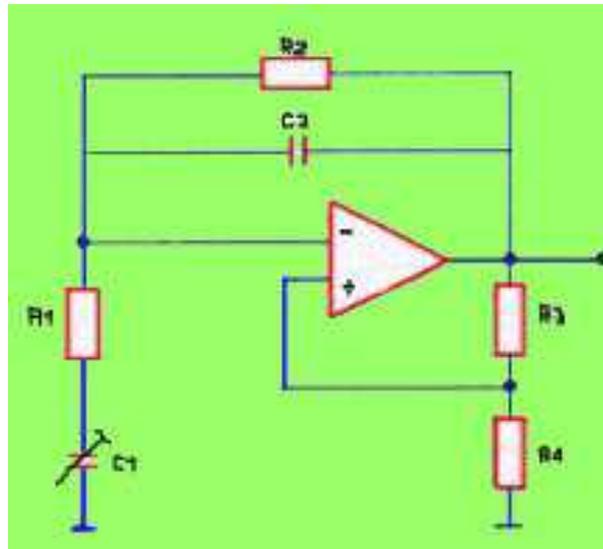
Efecto Inductivo

#### Efecto Capacitivo.

El sensor está formado por un oscilador cuya capacidad la forman un electrodo interno (parte del propio sensor) y otro externo (constituido por una pieza conectada a masa). El electrodo externo puede estar realizado de dos modos diferentes; en algunas aplicaciones dicho electrodo es el propio objeto a sensor, previamente conectado a masa; entonces la capacidad en cuestión variará en función de la distancia que hay entre el sensor y el objeto.

Fuente: Bravo, 2014

Figura 13

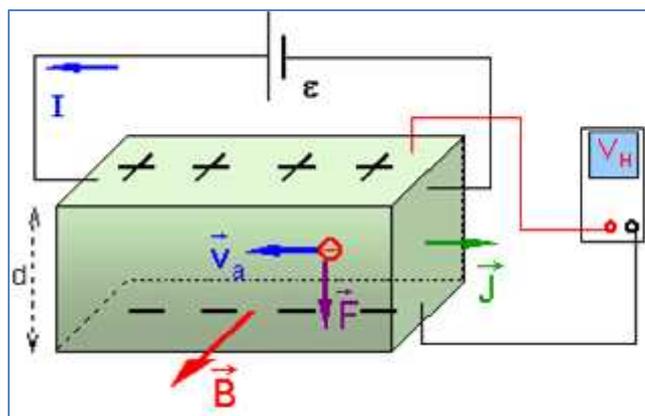


Efecto capacitivo

### Efecto Hall.

En un conductor por donde circula corriente en el entorno de un campo magnético, aparece otra corriente que tiene dirección perpendicular, conocida con corriente hall” (Olmo, 2014)

Figura 14



Fuente: Bravo, 2014

Efecto Hall

## Efecto óptico de sensor

Este sensor consta de un LED y un fototransistor.

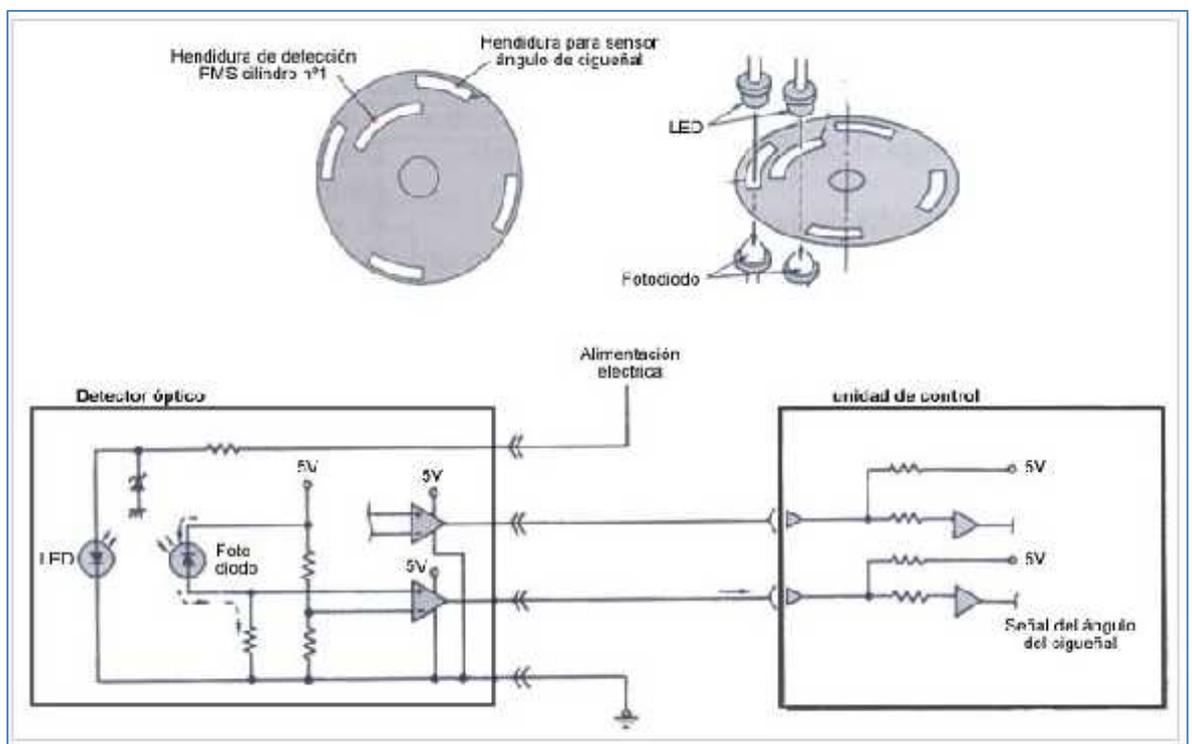
Se encuentra en sensores.

En el volante del motor de combustión emite una luz que pasa por un orificio que se hace en el volante y el fototransistor lo detecta y emite un voltaje.

Su voltaje que emite es pulsatoria.

Su gran defecto es que si se ensucia el volante de la grasa que pasa se tapan los orificios y así ya no puede emitir el voltaje a la ECM y se apaga la máquina.

Figura 15



Fuente: Bravo, 2014

Sensor óptico

## **1.4 Formulación del problema**

¿Cómo determinar el óptimo tiempo de inyección de combustible si se realiza el análisis de las señales de sensores y actuadores en un motor de 1300 cc?

## **1.5 Justificación del estudio.**

### **Técnica**

Técnicamente se justifica el proyecto de investigación porque existe dispositivos capaces de transformar una o mas variables de funcionamiento del motor en variables eléctricas, capaces de ser analizadas, para captar en tiempo real, dichas informaciones se agrupan en tres fases o momentos, como son los que determinan la duración básica determinada de inyección, la duración de la inyección corregida, y la señal de inyección final. Por lo cual la señal de inyección debe reflejar las condiciones de funcionamiento del motor, todas ella son visualizadas en el scanner automotriz que tiene funciones específicas para registrar, graficar y simular las señales de los sensores.

### **Científica**

La determinación del óptimo del tiempo de inyección tiene relación directa con los valores de las señales eléctricas de los sensores del motor, estableciendo un rango de tiempo para dichos valores; por lo cuál científicamente se justifica el análisis debido a que dicha relación sigue una función numérica con rangos establecidos, con variables de restricción. Dicha función que normalmente no es lineal, tiene como variables de ingreso las señales de los sensores expresados en diferencia de tensión y de tiempo, y como variable de salida tiempo de activación de los solenoides de los inyectores de gasolina.

## **Ambiental**

Al analizar las señales eléctricas de los sensores y corregir dicha información para disminuir el consumo de combustible, justifica el proyecto de investigación, debido a que la disminución del consumo de combustible tiene consecuencia directa en la disminución de las emisiones de gases al medio ambiente; la combustión correcta de la gasolina origina en los gases de escape el dióxido de carbono, que debe tener valores de concentraciones superiores al 12%, como indicador de combustión casi completa, sin embargo, dicho valor contribuye a la emisión de éste gas al medio ambiente.

## **Social**

El exceso de consumo de combustible en un motor de cilindrada 1300 cc, justifica su análisis desde el punto de vista social, porque dichas unidades vehiculares son utilizadas mayormente para el sector de transporte público, y en muchos casos representan una fuente de trabajo, es importante determinar si los excesos de consumo no solo son de índole técnico, sino también de cultura de mantenimiento vehicular de los usuarios.

## **Económica**

Se justifica económicamente el trabajo de investigación porque el exceso de consumo de combustible con respecto al valor nominal que estipula el fabricante bajo condiciones de funcionalidad dentro de una ciudad, son incrementos de costos de operación para el usuario de la unidad vehicular; por lo que si se logran disminuir el exceso, los usuarios tendrán mayores utilidades.

También se justifica económicamente, porque al tener un correcto tiempo de inyección y por ende un óptimo consumo, los mecanismos del motor desarrollan funciones dentro de un contexto normal de funcionamiento, y de

esa manera se previene futuras fallas por desgaste, lo cual minimiza los costos de mantenimiento correctivo.

## **1.6 Hipótesis**

El análisis de las señales de los sensores y actuadores determina el óptimo tiempo de inyección de combustible en un motor de 1300cc.

## **1.7 Objetivos**

### **Objetivo general.**

- ) Analizar las señales eléctricas de los sensores y actuadores de un motor de gasolina de 1300 cc para determinar el óptimo tiempo de inyección de combustible.

### **Objetivos específicos.**

- ) Realizar un diagnóstico del tiempo de inyección operando a condiciones normales de un vehículo de 1300 cc de cilindrada, determinando el consumo específico de combustible en Km/Galón.
- ) Medir las señales de los sensores de Presión del Múltiple de Admisión MAP, Sensor de Temperatura del aire de Admisión IAT, Sensor de posición del pedal del acelerador APS, Sensor de Posición del Acelerador TPS y Sensor de Oxígeno O<sub>2</sub>); y la señal de tensión de la batería, para lo cual se establece un protocolo de medición, utilizando los instrumentos de diagnóstico apropiado.
- ) Establecer la relación entre todas las variables de ingreso descritas con el tiempo óptimo de inyección en milisegundos a diferentes regímenes de funcionamiento del motor, determinando las causas de las diferencias entre lo nominal y lo real.
- ) Realizar el análisis del incremento de consumo de combustible por el incremento de los tiempos de inyección.

## **II. MÉTODO**

### **2.1 Diseño de investigación**

Este diseño será de tipo descriptivo no experimental

### **2.2 Variable de operación**

#### **Variable independiente**

Señales de Sensores y Actuadores de un Motor de 1300cc

#### **Variable dependiente**

Tiempo de inyección de combustible

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de medición
Señales de Sensores y Actuadores de un Motor de 1300cc	Son tipos de señales generadas por algún fenómeno electromagnético, y que se clasifican en señales analógicas o continuas y señales digitales; los cuales contienen información de la variación de algún parámetro de funcionamiento en función al tiempo. Las señales de los sensores son informaciones que ingresan a la unidad de control electrónico, mientras que las señales de los actuadores son señales que salen de la unidad de control para modificar y/o corregir una determinada variable, mediante el accionamiento de un elemento físico.	La medición de las señales eléctricas se hacen en tiempo real, en las cuales se analizan el comportamiento de la información y cómo influyen una variación de un parámetro, que mediante una función numérica, es transformado a términos de señal digital. La señal eléctrica es procesada en la unidad de control electrónica, y ésta determina el tiempo de inyección, en las electroválvulas de los inyectores, lo cuales tienen dos posiciones: abierto y cerrado.	Señales de Sensores  Señales de Actuadores	Señal de sensor de Presión del Múltiple de Admisión MAP.  Señal de Sensor de Temperatura del aire de Admisión IAT.  Señal de Sensor de posición del acelerador APS.  Señal de Sensor de Posición del Acelerador TPS.  Señal de Sensor de Oxígeno O <sub>2</sub> .  Señal de tensión de la batería	Guía de Observación	Diferencia de tensión.  Ohmios.  Hertz.
Tiempo de inyección de combustible	Es el tiempo en el cual la unidad de control electrónico del motor activa mediante una señal eléctrica al solenoide la electroválvula del inyector de gasolina, permitiendo el ingreso de combustible hacia la cámara de combustión del motor.	La variación del tiempo de inyección en milisegundos determina la cantidad de combustible en mm <sup>3</sup> por cada ciclo que ingresa al cilindro, es decir la cantidad de combustible es directamente proporcional al tiempo de inyección.	Tiempo de duración básica de inyección.  Tiempo de inyección corregida.  Tiempo de Inyección Final.	Señal eléctrica de duración básica de inyección.  Señal eléctrica de inyección corregida.  Señal eléctrica final.	Guía de Observación	Milisegundos.

## 2.3 Población y muestra

### Población.

Vehículos Automotrices Menores con Motores de combustión interna de 1300 cc, desde el año 2014, en la ciudad de Chiclayo.

### Muestra.

Para determinar el tamaño de la muestra, los vehículos con inyección electrónica con 1300 cc de cilindrada, según reporte del concesionario, se tiene que existen 520 vehículos desde el año 2014, que se han registrado para los mantenimientos post venta.

### Tamaño de muestra:

$$n = \frac{Z^2(N)(p)(q)}{Z^2(p)(q) + e^2(N - 1)}$$

N = Población (520)

p = Proporción máxima a favor de la muestra 10% (0.1)

q = Proporción máxima que afecta a la muestra 10% (0.1)

Z = Nivel de confianza de estudio 92% (1.75)

e = Margen de error de muestra (0.09 = 9%)

Remplazando en mi fórmula para hallar el tamaño de mi muestra:

$$n = \frac{1.75^2(520)(0.1)(0.1)}{1.75^2(0.1)(0.1) + (0.09)^2(520 - 1)}$$

$$n = 3.53$$

$$n = 4 \text{ v } \text{h} \text{a} \text{c} \text{e} \text{r} \text{a} \text{ } .$$

## 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se emplearán las siguientes técnicas de investigación.

TÉCNICA	USO	INSTRUMENTO
Revisión documentaria	Se hará revisión de los datos de tiempos de inyección, de consumo de combustible por kilómetros recorridos, además se realizarán las mediciones eléctricas, con el scanner automotriz previamente calibrado actualizado con el software respectivo. Se tendrá la ficha técnica del fabricante como elemento validado para la comparación entre lo real y lo nominal.	Guía de análisis de documento
Observación	Mediante protocolos previamente establecidos se registrará la información gráfica de las señales eléctricas, a diferentes condiciones de funcionamiento del vehículo.	Guías de observación.

### 2.4.1 Técnicas e Instrumento de recolección de datos

#### -Guías de observación:

Las guías de observación nos permiten conocer la realidad de las condiciones de funcionamiento del motor de los vehículos, esto se comprueba mediante mediciones de RPM, presiones de combustible, aceite y aire, temperatura del aceite, aire y combustible, de acuerdo a un protocolo previamente establecido por los fabricantes de la maquinaria.

### **-Guía de análisis de documento:**

Se revisará los diversos manuales de los fabricantes (marca Toyota), Normas Técnicas Peruanas, las Normas Europeas (EUROS), en cuanto a estándares de emisiones de gases como Dióxido de carbono, monóxido de carbono, combustibles no quemados, vapor de agua.

Los fabricantes emiten cada cierto tiempo actualizaciones de sus parámetros, es por ello que el software del scanner automotriz a utilizar tendrá que ser actualizado.

## **2.4.2 Validez y confiabilidad**

### **Validez**

La validez de este proyecto de investigación nos concierne a la interpretación correcta y cuidado exhaustivo del proceso metodológico de los resultados que obtenemos en el estudio del tema científico estudiando en este caso la optimizar el consumo de combustible utilizando las señales eléctricas del motor.

### **Confiabilidad**

Los Protocolos de Prueba que se utilizarán, serán realizados de acuerdo a lo planificado, y los datos de los equipos son de confiabilidad alta, debido a que se utilizarán instrumentos calibrados.

## **2.5 Métodos de análisis de datos**

Los protocolos de prueba que se utilizarán, serán realizados de acuerdo a lo planificado, y los datos de los equipos son de

confiabilidad alta, debido a que se utilizarán instrumentos calibrados.

Los datos obtenidos en las mediciones de las señales eléctricas, serán analizados con la estadística inferencial, y luego se propone un modelo teórico para optimizar el consumo específico de combustible.

## **2.6 Aspectos éticos.**

El investigador tiene la obligación de poner fuentes confiables de información y ser responsable con la toma de decisiones para que éstas sean consistentes con la seguridad, salud, medio ambiente y beneficio de la sociedad, ser honesto y realista al establecer conclusiones o estimaciones derivadas del análisis.

### **III. RESULTADOS**

**3.1 Realizar un diagnóstico del tiempo de inyección operando a condiciones normales de un vehículo de 1300 cc de cilindrada, determinado por las señales de los sensores del motor de los vehículos de pruebas.**

#### **3.1.1 Función de cada sensor del motor de la unidad vehicular.**

a) Sensor MAP.

Detecta la presión absoluta de la cámara de compensación y transmite una señal análoga proporcional a la presión al ECM. Con esta señal, el ECM calcula la cantidad del aire de admisión y la velocidad del motor

b) Sensor IAT

Detecta la temperatura del aire de admisión. Para calcular la cantidad precisa de aire, es necesaria una corrección de la temperatura del aire puesto que la densidad del aire varía según la temperatura. Por eso el ECM no sólo utiliza la señal del MAPS sino también la del IATS

c) Sensor APS

Puesto que no existe conexión mecánica desde el pedal del acelerador a la mariposa si el vehículo está equipado con sistema de mariposa electrónica, la posición del acelerador (intención del conductor) debe informarse a la ECU, que como respuesta acciona la mariposa electrónica.

d) Sensor TPS

En los motores de gasolina, la cantidad de combustible inyectado depende de la cantidad de aire succionado en la

cámara de combustión (aire:combustible=14,7:1). La potencia del motor se determina según la cantidad de aire succionado en la cámara de combustión. Las intenciones de aceleración/deceleración del conductor son enviadas a la ECU como señales APS. La apertura de la válvula de mariposa es controlada para determinar la cantidad de aire a succionar en la cámara de combustión.

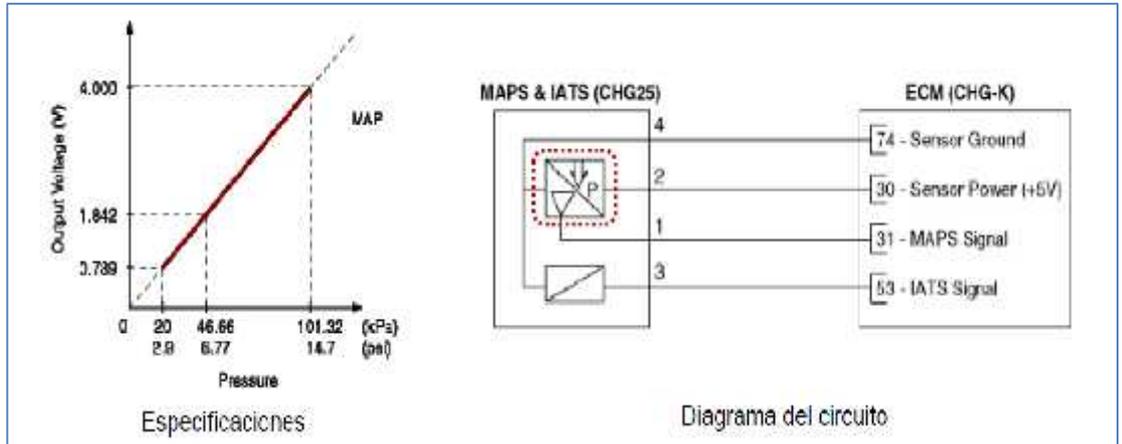
e) Sensor Oxígeno.

Hay un catalizador de tres vías montado en el vehículo para reducir el gas de escape tóxico y cumplir con los requisitos de regulación en cuanto a las emisiones de CO<sub>2</sub>. Un catalizador de tres vías oxida el CO y el HC y desoxida el Nox simultáneamente cuando está cerca de la relación estequiometria y convierte el CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub> y N<sub>2</sub> en sustancias no tóxicas. En un estado más pobre que la relación estequiometria, el NO<sub>x</sub> no se purifica eficientemente y se libera al aire en grandes cantidades. En un estado más rico que la relación estequiometria, el CO y el HC no se purifican eficientemente y se liberan en grandes cantidades en el gas de escape.

### 3.1.2 Señales eléctricas de cada sensor.

a) Sensor MAP.

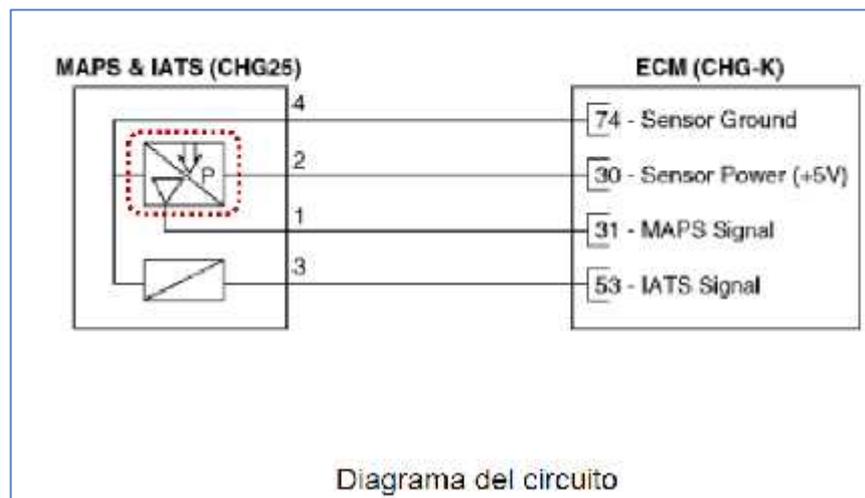
Figura 16



Señal y conexión de sensor MAP

b) Sensor IAT

Figura 17



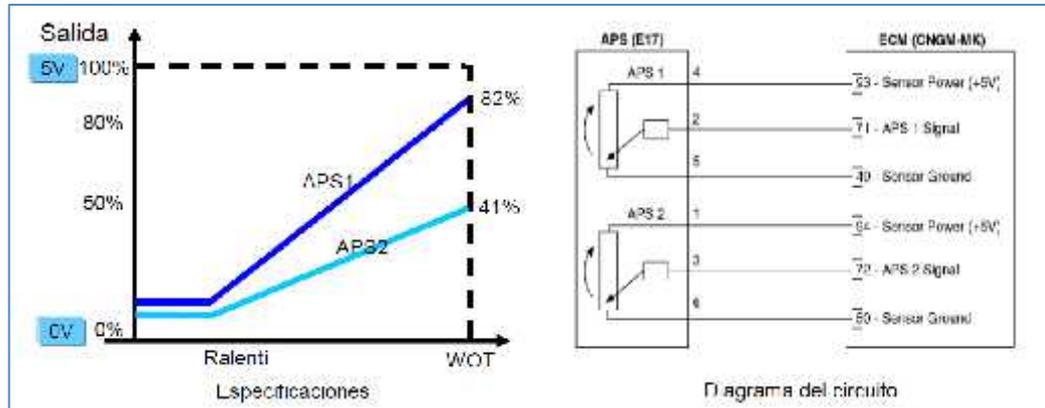
Conexión Sensor IAT

Fuente: Inyección  
Electrónica Bosch, 2015

Fuente: Inyección  
Electrónica Bosch, 2015

c) Sensor APS

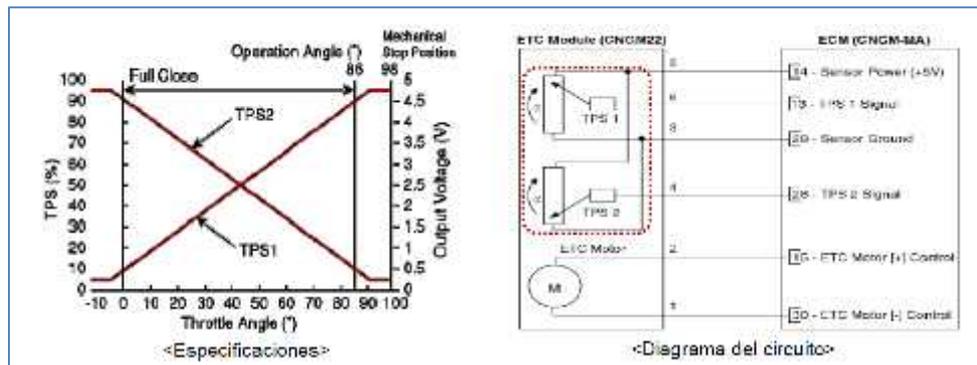
Figura 18



Señal y Conexión Sensor APS

d) Sensor TPS

Figura 19



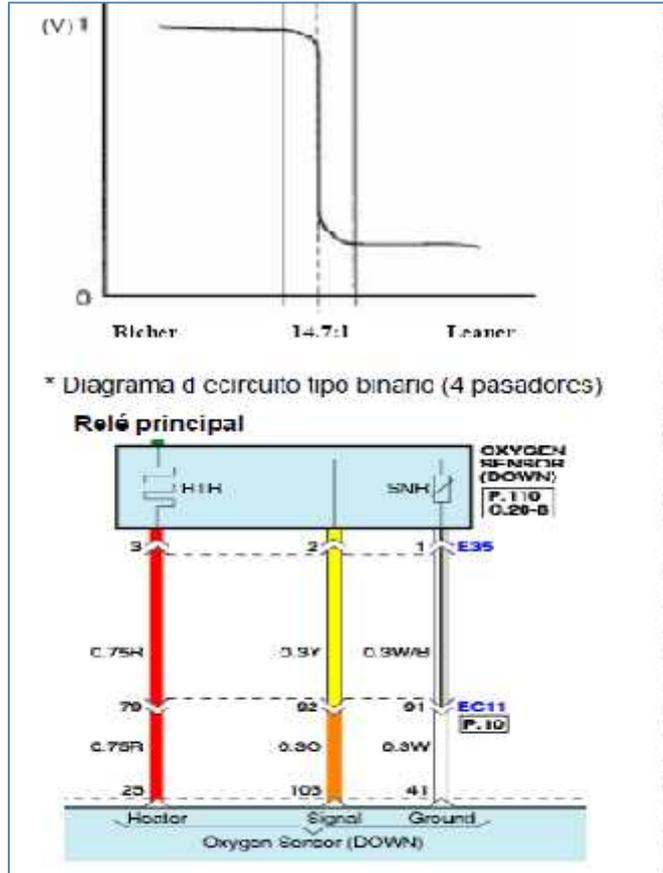
Señal y Conexión Sensor TPS

Fuente: Inyección Electrónica Bosch, 2015

Fuente: Inyección Electrónica Bosch, 2015

e) Sensor Oxígeno.

Figura 20

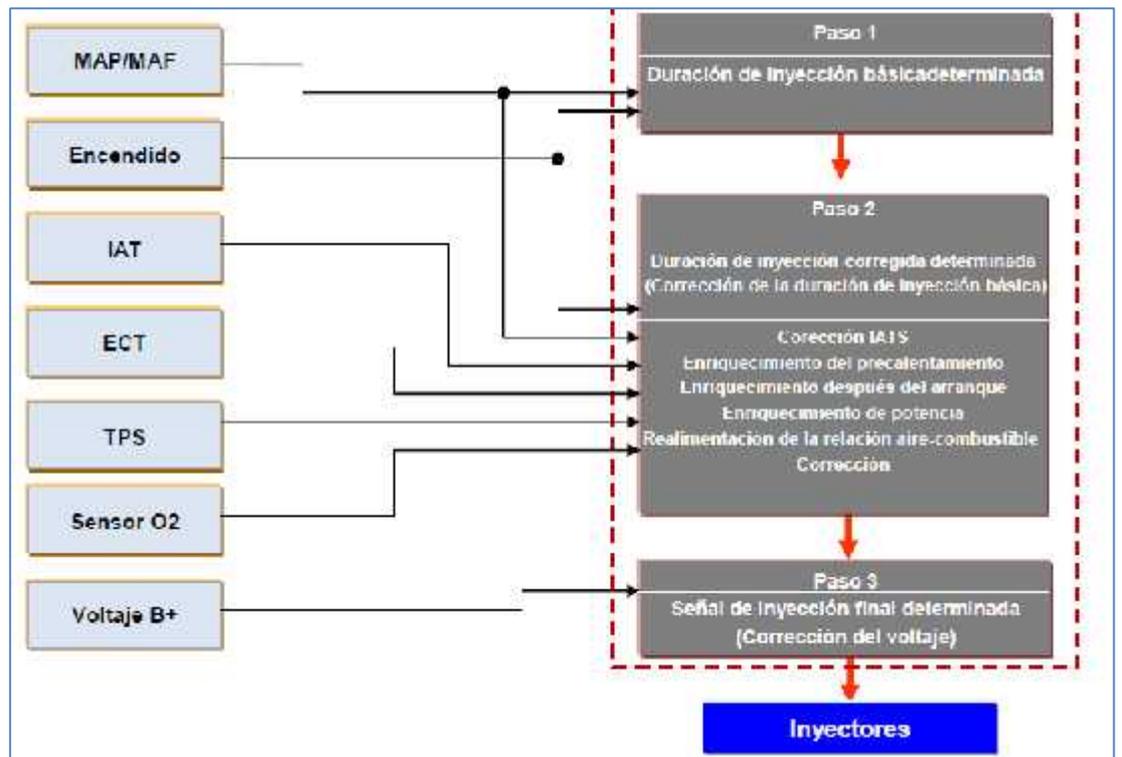


Señal y Conexión Sensor Oxígeno.

Fuente: Inyección  
Electrónica Bosch, 2015

Figura 21

Fuente: Inyección  
Electrónica Bosch, 2015



Activación de los Inyectores

### 3.1.3 Rango de valores de señales para tiempo de inyección óptimo.

a) A velocidad Ralenti.

Tabla 1

Velocidad de giro a Ralenti																															
Sensor	Rango de Medición de		Forma de Señal	Tiempo de Inyección (mseg)																											
	Mínimo	Máximo																													
Sensor MAP	0.8	1.2																													
Sensor IAT	3.8	4	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Temperatura</th> <th>Resistencia (kΩ)</th> <th>Resistencia (Ω)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-40</td> <td>40</td> <td>40.00 - 40.00</td> </tr> <tr> <td>-20</td> <td>4</td> <td>13.80 - 16.00</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>32</td> <td>5.00 - 6.00</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>60</td> <td>3.40 - 3.90</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>80</td> <td>2.91 - 2.97</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>104</td> <td>1.90 - 1.91</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>100</td> <td>0.84 - 0.86</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>170</td> <td>0.39 - 0.34</td> </tr> </tbody> </table>		Temperatura	Resistencia (kΩ)	Resistencia (Ω)	-40	40	40.00 - 40.00	-20	4	13.80 - 16.00	0	32	5.00 - 6.00	10	60	3.40 - 3.90	20	80	2.91 - 2.97	40	104	1.90 - 1.91	60	100	0.84 - 0.86	80	170	0.39 - 0.34
Temperatura	Resistencia (kΩ)	Resistencia (Ω)																													
-40	40	40.00 - 40.00																													
-20	4	13.80 - 16.00																													
0	32	5.00 - 6.00																													
10	60	3.40 - 3.90																													
20	80	2.91 - 2.97																													
40	104	1.90 - 1.91																													
60	100	0.84 - 0.86																													
80	170	0.39 - 0.34																													
Sensor ECT (A)	2	2.5																													
Sensor TPS	2.2	2.7																													
Sensor de Oxi	0.2	0.9																													

b) A velocidad Media.

Tabla 2

Velocidad de giro velocidad media 1500 RPM																															
Sensor	Rango de Medición de		Forma de Señal	Tiempo de Inyección (mseg)																											
	Mínimo	Máximo																													
Sensor MAP	3	3.2		<p>&lt;Forma de onda&gt;</p> <p>3,2 mseg</p>																											
Sensor IAT	3	3.2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Temperatura</th> <th>V</th> <th>Resistencia(KΩ)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-20</td> <td>-40</td> <td>40.93 - 40.35</td> </tr> <tr> <td>-20</td> <td>-4</td> <td>13.88 - 16.03</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>32</td> <td>5.39 - 6.09</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>50</td> <td>3.45 - 3.50</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>68</td> <td>2.31 - 2.57</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>104</td> <td>1.00 - 1.21</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>140</td> <td>0.54 - 0.66</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>176</td> <td>0.29 - 0.34</td> </tr> </tbody> </table>		Temperatura	V	Resistencia(KΩ)	-20	-40	40.93 - 40.35	-20	-4	13.88 - 16.03	0	32	5.39 - 6.09	10	50	3.45 - 3.50	20	68	2.31 - 2.57	40	104	1.00 - 1.21	60	140	0.54 - 0.66	80	176	0.29 - 0.34
Temperatura	V	Resistencia(KΩ)																													
-20	-40	40.93 - 40.35																													
-20	-4	13.88 - 16.03																													
0	32	5.39 - 6.09																													
10	50	3.45 - 3.50																													
20	68	2.31 - 2.57																													
40	104	1.00 - 1.21																													
60	140	0.54 - 0.66																													
80	176	0.29 - 0.34																													
Sensor ECT (A)	3	3.2																													
Sensor TPS	3	3.2																													
Sensor de Oxi	0.2	0.9																													

c) A máxima Velocidad

Tabla 3

Velocidad de giro velocidad máxima 2800 RPM																						
Sensor	Rango de Medición de		Forma de Señal	Tiempo de Inyección (mseg)																		
	Mínimo	Máximo																				
Sensor MAP	3.8	4.1		<p>3,5mseg</p>																		
Sensor IAT	2	2.2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Temperatura</th> <th>Resistencia(Ω)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40</td> <td>40.93 - 48.35</td> </tr> <tr> <td>-20</td> <td>13.60 - 16.03</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>9.36 - 9.09</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>3.46 - 5.90</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>2.31 - 2.57</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>1.08 - 1.21</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>0.54 - 0.66</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>0.29 - 0.34</td> </tr> </tbody> </table>		Temperatura	Resistencia(Ω)	40	40.93 - 48.35	-20	13.60 - 16.03	0	9.36 - 9.09	10	3.46 - 5.90	30	2.31 - 2.57	40	1.08 - 1.21	60	0.54 - 0.66	80	0.29 - 0.34
Temperatura	Resistencia(Ω)																					
40	40.93 - 48.35																					
-20	13.60 - 16.03																					
0	9.36 - 9.09																					
10	3.46 - 5.90																					
30	2.31 - 2.57																					
40	1.08 - 1.21																					
60	0.54 - 0.66																					
80	0.29 - 0.34																					
Sensor ECT (A)	3.8	4																				
Sensor TPS	3.7	3.9																				
Sensor de Oxi	0.2	0.9																				

**3.2 Medir las señales de los sensores de Presión del Múltiple de Admisión MAP, Sensor de Temperatura del aire de Admisión IAT, Sensor de Posición del pedal del acelerador APS, Sensor de Posición del Acelerador TPS y Sensor de Oxígeno O2), para lo cual se establece un protocolo de medición, utilizando los instrumentos de diagnóstico apropiado.**

### **3.2.1 Protocolo de Mediciones.**

Para la realización de las mediciones de las señales eléctricas, ésta se realiza en los vehículos de pruebas que son 4, de la misma marca, el mismo modelo, pero de diferente recorrido y año de fabricación. Los vehículos tienen como información técnica en cuanto al consumo de combustible, que el consumo de combustible dentro de la ciudad es de 38 Km/galón, y para funcionamiento en carretera de 55 Km/Galón.

a) Vehículo 1

Cilindrada: 1300 cc

Recorrido: 11200 Km.

Año de Fabricación: 2016.

b) Vehículo 2.

Cilindrada: 1300 cc.

Recorrido: 13500 Km.

Año de Fabricación: 2015

c) Vehículo 3.

Cilindrada: 1300 cc.

Recorrido: 23000 Km.

Año de Fabricación: 2014

d) Vehículo 4:

Cilindrada: 1300 cc.

Recorrido: 32500 Km.

Año de Fabricación: 2014

Se realiza las pruebas de medición de las señales eléctricas, el cual incluye verificar el valor de tensión de la señal en el caso de los sensores y el tiempo de inyección en el caso de los actuadores, pero también se establece los consumos de combustible en Km/Galón.

Se establece el siguiente protocolo de pruebas:

- a) Verificar estado actual de funcionamiento de la unidad vehicular.
- b) Verificar que todos los fluidos de trabajo del vehículo tengan el nivel adecuado.
- c) Registrar el recorrido del vehículo.
- d) Verificar que no exista ningún tipo de problemas en cuanto a fallas de señales, para lo cual verificar la seal del check engine.
- e) Conectar el scanner automotriz, en modo osciloscopio, en el cable conector de diagnóstico OBD2.
- f) Dar arranque al vehículo, y establecer un recorrido dentro de la ciudad de Chiclayo, para un consumo de combustible de 50.00 Nuevos Soles.
- g) Registrar el nivel de combustible al inicio y final del recorrido.
- h) Medir las señales eléctricas en la ficha de observación, para los tres regímenes de velocidad.
- i) Realizar la misma prueba para los 04 vehículos, bajo la misma condición de tráfico, estado de carretera, hora de funcionamiento y eficiencia del conductor.

Se realizaron las pruebas, y se obtuvo los siguientes resultados.

Resultados de las mediciones de sensores y actuadores de las pruebas a 4 vehículos, de acuerdo a protocolo de pruebas

Tabla 4

Vehículo de Prueba	Sensor Medido	Velocidad Ralenti			Media Velocidad 1500 RPM			Velocidad Máxima		
		Valor de tensión (Voltios)	Tiempo de Inyección (mseg)	Consumo de Combustible (Km/Galón)	Valor de tensión (Voltios)	Tiempo de Inyección (mseg)	Consumo de Combustible (Km/Galón)	Valor de tensión (Voltios)	Tiempo de Inyección (mseg)	Consumo de Combustible (Km/Galón)
Vehículo 1	Sensor MAP	0.75	2.71	40.6	3.42	3.32	38.6	4.3	3.65	36.8
	Sensor IAT	3.5			2.84			1.9		
	Sensor APS	2.75			3.4			4.2		
	Sensor TPS	2.1			3.34			4.43		
	Sensor de Oxígeno	0.4			0.8			0.78		
Vehículo 2	Sensor MAP	0.82	2.87	38.2	3.32	3.21	37.2	4.4	3,76	35.6
	Sensor IAT	3.4			2.95			1.79		
	Sensor APS	2.8			3.6			4.35		
	Sensor TPS	1.98			3.56			4.32		
	Sensor de Oxígeno	0.35			0.73			0.81		
Vehículo 3	Sensor MAP	0.71	2.74	39.6	2.85	3.54	37.6	4.15	3.56	35.3
	Sensor IAT	3.5			3.05			1.81		
	Sensor APS	2.75			3.21			4.15		
	Sensor TPS	2.1			3.31			4.34		
	Sensor de Oxígeno	0.65			0.54			0.58		
Vehículo 4	Sensor MAP	0.73	2.93	38	3.15	3.23	36	4.04	3.71	34.7
	Sensor IAT	3.7			2.92			2.03		
	Sensor ECT (APS)	2.93			3.42			4.34		
	Sensor TPS	1.96			3.28			4.31		
	Sensor de Oxígeno	0.8			0.73			0.71		

Fuente: Autoría Propia

Resultado de mediciones efectuadas

**3.3 Establecer la relación entre todas las variables de ingreso descritas con el tiempo óptimo de inyección en milisegundos, determinando las causas de las diferencias entre lo nominal y lo real.**

Para realizar el análisis, se establece cuantitativamente y cualitativamente las diferencias entre las mediciones y los valores nominales determinados por el fabricante, y se realiza el análisis para velocidad máxima, que es donde ocurre el mayor consumo de combustible.

Tabla 5

Mediciones en sensores y actuadores / consumo de combustible

Vehículo de Prueba	Sensor Medido	Valor de tensión (Voltios)			Tiempo de Inyección (mseg)			Consumo de Combustible (Km/Galón)		
		Medido en Pruebas	Valor nominal	Diferencia	Medido en Pruebas	Valor nominal	Diferencia	Medido en Pruebas	Valor nominal	Diferencia
Vehículo 1	Sensor MAP	4.3	4	0.3	3.65	3.5	0.15	36.8	38	1.20
	Sensor IAT	1.9	2.1	-0.2						
	Sensor APS	4.2	3.9	0.3						
	Sensor TPS	4.43	3.8	0.63						
	Sensor de Oxígeno	0.78	0.5	0.28						
Vehículo 2	Sensor MAP	4.4	4	0.4	3.76	3.5	0.26	35.6	38	2.40
	Sensor IAT	1.79	2.1	-0.31						
	Sensor APS	4.35	3.9	0.45						
	Sensor TPS	4.32	3.8	0.52						
	Sensor de Oxígeno	0.81	0.5	0.31						
Vehículo 3	Sensor MAP	4.15	4	0.15	3.56	3.5	0.06	35.3	38	2.70
	Sensor IAT	1.81	2.1	-0.29						
	Sensor APS	4.15	3.9	0.25						
	Sensor TPS	4.34	3.8	0.54						
	Sensor de Oxígeno	0.58	0.5	0.08						
Vehículo 4	Sensor MAP	4.04	4	0.04	3.71	3.5	0.21	34.7	38	3.30
	Sensor IAT	2.03	2.1	-0.07						
	Sensor APS	4.34	3.9	0.44						
	Sensor TPS	4.31	3.8	0.51						
	Sensor de Oxígeno	0.71	0.5	0.21						

Fuente: Autoría Propia

Los resultados obtenidos entre las mediciones y los valores nominales, se analizan por separado, para ver la influencia de cada sensor en el tiempo de inyección y en el consumo de combustible.

### Análisis del sensor MAP

El sensor de presión del aire, emite la señal de la presión de aire que ingresa al motor, pero en realidad lo que establece es la cantidad de aire en la admisión, el aire al comportarse como un gas ideal, de acuerdo a la ley general de los gases, a una determinada densidad, presión y temperatura, se tiene un flujo másico, es decir un flujo en kilogramos de aire por cada segundo.

Una diferencia entre el valor medido y el valor nominal, indica que el motor está funcionando con un exceso de aire, que finalmente debe establecerse como mayor cantidad de aire a la que establece el fabricante.

Aplicando una teoría de linealidad de las relaciones entre las diferentes variables de funcionamiento, se tiene que si el valor de incremento porcentual de la señal de voltaje del sensor, se traduce en un incremento porcentual de la cantidad de aire, y se expresa:

$$\text{Diferencia Porcentual} = 100 * (\text{Diferencia entre lo medido y nominal}) / (\text{valor nominal})$$

Tabla 6

Vehículo de Prueba	Sensor Medido	Valor de tensión (Voltios)			
		Medido en Pruebas	Valor nominal	Diferencia	Diferencia Porcentual (%)
Vehículo 1	Sensor MAP	4.3	4	0.3	7.50
Vehículo 2	Sensor MAP	4.4	4	0.4	10.00
Vehículo 3	Sensor MAP	4.15	4	0.15	3.75
Vehículo 4	Sensor MAP	4.04	4	0.04	1.00

Fuente: Autoría Propia

En la misma proporción que existe entre la diferencia porcentual será el valor de la cantidad de ingreso de aire al motor. El valor nominal del ingreso de aire en una mezcla estequiometría es de 14,7Kg de aire por cada Kilogramo de combustible; por lo que se concluye que el motor está funcionando con aire adicional al que establece el fabricante.

### Análisis del sensor IAT

La cantidad de aire que ingresa al motor se ve modificada por la temperatura de éste, es decir que la densidad varía en función a la presión atmosférica, pero también varía por la variación de temperatura.

Por lo tanto es necesario conocer la temperatura del aire de admisión para que la unidad de control modifique la cantidad de aire registrada a través del sensor de presión de aire.

Sin embargo ésta variación tiene valores que tienen valores dentro de un rango especificado, y si éste valor excede, la unidad de control determinará mayor o menor cantidad de combustible a inyectar.

Diferencia Porcentual =  $100 * (\text{Diferencia entre lo medido y nominal}) / (\text{valor nominal})$ .

Tabla 7

Vehículo de Prueba	Sensor Medido	Valor de tensión (Voltios)			
		Medido en Pruebas	Valor nominal	Diferencia	Diferencia Porcentual (%)
Vehículo 1	Sensor IAT	1.9	2.1	-0.2	-10.53
Vehículo 2	Sensor IAT	1.79	2.1	-0.31	-17.32
Vehículo 3	Sensor IAT	1.81	2.1	-0.29	-16.02
Vehículo 4	Sensor IAT	2.03	2.1	-0.07	-3.45

Fuente: Autoría Propia

En el vehículo de prueba 2 y 3 se observa una diferencia significativa de 17.32% y 16.02% del valor nominal respectivamente, esto quiere decir que el aire ingresa con un valor de temperatura elevado, siendo una probabilidad que existe altos niveles de radiación hacia el múltiple de admisión; por lo tanto en la misma proporción se modifica la cantidad de aire. El aire a mayor temperatura tiene menor densidad, por lo tanto tiene menor flujo de masa, que finalmente repercute en la relación estequiométrica.

### Análisis del sensor APS

Este sensor envía información de la posición del pedal del acelerador, en donde el rango para máxima velocidad está en el rango de 3.9 y 4,1 voltios, sin embargo, en las mediciones realizadas, éste valor no está dentro de dicho rango por lo cual la unidad de control establece exceso de ingreso de combustible, al variar el tiempo de inyección.

Tabla 8

Vehículo de Prueba	Sensor Medido	Valor de tensión (Voltios)			
		Medido en Pruebas	Valor nominal	Diferencia	Diferencia Porcentual (%)
Vehículo 1	Sensor APS	4.2	3.8 - 4.0	0.2	5.00
Vehículo 2	Sensor APS	4.35	3.8-4.0	0.35	8.75
Vehículo 3	Sensor APS	4.15	3.8-4.0	0.15	3.75
Vehículo 4	Sensor APS	4.34	3.8-4.0	0.34	8.50

Fuente: Autoría Propia

El valor máximo de tensión en éste sensor es de 4.0 voltios, sin embargo en la prueba los valores están por encima de lo especificado, ésta diferencia porcentual ocasiona que la unidad de control tome ese dato como exceso, por lo cual el tiempo de inyección se incrementa. El problema radica en el ajuste preciso del sensor en el pedal del acelerador, o que éste tenga problemas de instalación. En los vehículos 2 y 4, éste valor supera el 8%.

### Análisis del sensor TPS

Éste sensor informa de la posición de la apertura de la válvula de mariposa, por lo que la unidad de control sabe la posición de ésta válvula; este sensor que es un potenciómetro, es de suma importancia para el cálculo de la cantidad de combustible que se inyectará en la cámara de combustión.

Tabla 9

Vehículo de Prueba	Sensor Medido	Valor de tensión (Voltios)			
		Medido en Pruebas	Valor nominal	Diferencia	Diferencia Porcentual (%)
Vehículo 1	Sensor TPS	4.43	3.7-3.9	0.53	13.59
Vehículo 2	Sensor TPS	4.32	3.7-3.9	0.42	10.77
Vehículo 3	Sensor TPS	4.34	3.7-3.9	0.44	11.28
Vehículo 4	Sensor TPS	4.31	3.7-3.9	0.41	10.00

Fuente: Autoría Propia

La información de la tensión del sensor TPS, para velocidad máxima está en un rango de 3.7 y 3.9, y en las mediciones realizadas, se observa que los valores superan el valor de 3.9; ésta situación se da por que el sensor TPS ha sufrido daños internos en su resistencia o que ha sufrido la acción de alguna fuerza externa que ha hecho que su posición cambie a lo diseñado inicialmente.

Para todos los vehículos se observa que dicho valor ésta por encima del 10% del valor estipulado, por lo que la lectura de información que realice la unidad de control no sea la correcta y decida inyectar una cantidad inadecuada de combustible, de acuerdo al cálculo que realiza la unidad de control, con el tiempo de inyección.

### **Análisis del sensor de Oxígeno.**

Este sensor indica si la mezcla es rica o es pobre, será rica si es que la cantidad del aire que se utilizó en la combustión es menor a 14,7 kg de aire por Kg de gasolina, y será pobre si en la combustión se utiliza más de 14,7 Kg de aire por Kg de gasolina; el sensor tiene un valor promedio de 0.5 voltios para la mezcla estequiométrica, y de valores entre 0.2 y 0.5 Voltios como información de mezcla rica y de 0.5 a 0.9 como mezcla pobre.

Sin embargo el motor funciona con variaciones entre mezcla rica y mezcla pobre y cuando se incrementa la velocidad, la mezcla ligeramente tiene tendencia a ser pobre; pero en las mediciones realizadas, está dentro del rango, por lo que no existe diferencias para el análisis de variación de tensión hacia la unidad de control del motor.

## Análisis del tiempo de inyección.

Tabla 10

Vehículo de Prueba	Tiempo de Inyección (mseg)			
	Medido en Pruebas	Valor nominal	Diferencia	Diferencia Porcentual (%)
Vehículo 1	3.65	3.5	0.15	4.29
Vehículo 2	3.76	3.5	0.26	7.43
Vehículo 3	3.56	3.5	0.06	1.71
Vehículo 4	3.71	3.5	0.21	6.00

Fuente: Autoría Propia

El actuador que es aquel dispositivo que recibe información de la unidad de control del motor para modificar alguna variable. El inyector recibe dicha información como señal eléctrica, y la variable que asume es el tiempo en el cual se induce tensión en la bobina del inyector de gasolina del motor.

En el análisis de la diferencia porcentual, se observa que existe una variación significativa en el tiempo de inyección, solamente en el vehículo 3, se puede decir que dicho valor tiene poca variación, en el resto de unidades los tiempos de 4.29, 7.43 y 6 por ciento más de tiempo de inyección, incrementa en la misma proporción el consumo de combustible, y eso es debido a que los sensores analizados son los que envían información excediendo al rango especificado por el fabricante.

## Análisis de la consumo de combustible.

Tabla 11

Vehículo de Prueba	Consumo de Combustible (Km/Galón)			
	Medido en Pruebas	Valor nominal	Diferencia	Diferencia Porcentual (%)
Vehículo 1	36.8	38	1.20	-3.16
Vehículo 2	35.6	38	2.40	-6.32
Vehículo 3	35.3	38	2.70	-7.11
Vehículo 4	34.7	38	3.30	-8.68

Fuente: Autoría Propia

En cuanto al consumo de combustible, se estableció que el vehículo de pruebas 1, con 3,16% y de 7.11, 6.32 y 8.68 por ciento más de combustible a lo especificado. Estos últimos tres valores son significativos porque proporcionalmente es el incremento de los costos de operación en éstos vehículos, que normalmente se utilizan en el servicio público de pasajeros.

Los consumos de combustible no necesariamente tienen su origen en éste análisis realizado, sino también a otros factores como son el manejo inadecuado del vehículo, el mantenimiento preventivo y el estado de los sistemas de suspensión, dirección y los neumáticos del vehículo.

### **3.4 Realizar el análisis económico por el incremento de consumo de combustible por el incremento de los tiempos de inyección.**

Del análisis del consumo de combustible, se puede establecer los costos de operación de las unidades vehiculares que se dedican al transporte público de servicio de taxi.

Tabla 12

De	Diferencia Porcentual de consumo de combustible (%)	Recorrido por día (Km)	Valor nominal de consumo (Km/galón)	Consumo Real Km/Galón	Costo de Galón de combustible (S/.)	Costo de combustible nominal por día (S/.)	Costo de combustible real por día (S/.)	Incremento diario de costo de combustible (S/.)	Incremento anual de costo de combustible (S/.)
<b>Vehículo 1</b>	-3.16	250	38	36.80	13.50	88.82	97.17	2.90	1057.83
<b>Vehículo 2</b>	-6.32	250	38	35.60	13.50	88.82	94.81	5.99	2187.02
<b>Vehículo 3</b>	-7.11	250	38	35.30	13.50	88.82	95.61	6.80	2481.33
<b>Vehículo 4</b>	-8.68	250	38	34.70	13.50	88.82	97.26	8.44	3081.32

Fuente: Autoría Propia

Se puede determinar que dichos valores de incremento de consumo de combustible, se originan debido a que el motor opera a las condiciones analizadas, y que finalmente disminuye los ingresos a los conductores de éstos vehículos. Para el caso del vehículo de prueba 4, el exceso de gastos operativos por consumo de combustible es de **3081.32 Nuevos Soles al año, que si se compara con el precio de la unidad representa entre el 6 y 8% de su valor de compra.**

#### IV. DISCUSIÓN

) Los diagnósticos de los parámetros de funcionamiento del motor, es una labor que debe tener un seguimiento constante, debido a que los sensores y actuadores, operan dentro de parámetros, y solo son dispositivos que envían señales eléctricas del fenómeno que ocurre, por lo tanto un envío de una señal eléctrica no acorde a la realidad, va a ocasionar incrementos en otras variables, debido a que la unidad de control está configurada para realizar el cálculo de señales hacia los actuadores

Los consumos específicos de los motores, varían de acuerdo a múltiples factores, entre los cuales se pueden considerar las alteraciones de la señales eléctricas, de los sensores como son de temperatura del motor, de la presión del aire, de la temperatura del aire, de la posición del sensor de posición de la mariposa del múltiple de admisión y del sensor de oxígeno o sonda lambda. Estos consumos específicos de alguna manera nos determinan un diagnóstico de funcionamiento del motor.

) Las mediciones de las señales eléctricas de los sensores Presión del Múltiple de Admisión MAP, Sensor de Temperatura del aire de Admisión IAT, Sensor de posición del pedal del acelerador APS, Sensor de Posición del Acelerador TPS y Sensor de Oxígeno O<sub>2</sub>; y la señal de tensión de la batería, mediante un protocolo de medición, establecen valores que miden que tan lejos o cerca están del valor óptimo. Dicha variación en muchos casos es significativa para la determinación del tiempo de inyección.

Las variaciones de las lecturas, no siempre suelen ser por la variación del parámetro a medir de forma indirecta, sino también por averías en el mismo sensor que capta la medición del parámetro físico para convertirlo en señal eléctrica.

) La relación de cada una de las variables de análisis, establecen por separado la variación de ésta variable como componente de la variación del tiempo de inyección a diferentes regímenes de funcionamiento del

motor. Se establece que cuando las señales eléctricas están muy lejos del rango especificado, la unidad de control, no toma en cuenta ésta información, solo dejando que la influencia del resto de parámetros determine el tiempo de inyección.

- ) El análisis del incremento de los costos operativos por combustible, debido al funcionamiento del motor, con valores reales, en comparación con los valores nominales de los fabricantes, determinan que será más rentable el negocio del transporte, sin las unidades están operando dentro del promedio especificado para cada sensor de análisis.

## V. CONCLUSIONES.

- 5.1. Se realizó el diagnóstico del tiempo de inyección de los 4 vehículos de prueba de 1300cc, con tres velocidades de giro del motor, una a velocidad ralentí, a media velocidad y a máxima velocidad, en función las señales de los sensores MAP, IAT, APS, TPS, 02. La forma de la señal eléctrica que cada sensor emite lo hace dentro de un rango de medición con valores máximos y mínimos en términos de voltaje
  
- 5.2. Se hizo las mediciones en velocidad ralentí, a 1500 RPM y a Velocidad máxima, de las señales de los sensores, así mismo se hizo la medición de los tiempo de inyección y del consumo de combustible, dichas pruebas se hicieron con el uso del scanner automotriz, en sus diferentes modos. Los tiempos de inyección se incrementan a medida que se incrementa la velocidad, existiendo una relación proporcional entre el incremento del tiempo de inyección y del consumo de combustible; sin embargo la diferencia entre tiempos de inyección entre los vehículos es de 0,20 milisegundos, lo cual evidencia que a pesar que el vehículo 4, registra mezcla rica, su tiempo no se excede debido a la influencia de los demás sensores.
  
- 5.3. En la misma proporción que existe entre la diferencia porcentual será el valor de la cantidad de ingreso de aire al motor. El valor nominal del ingreso de aire en una mezcla estequiometria es de 14,7Kg de aire por cada Kilogramo de combustible; por lo que se concluye que el motor está funcionando con aire adicional al que establece el fabricante.

De la relación sensor IAT y el tiempo de inyección, en el vehículo de prueba 2 y 3 se observa una diferencia significativa de 17.32% y 16.02% del valor nominal respectivamente, esto quiere decir que el aire ingresa con un valor de temperatura elevado, siendo una probabilidad que existe altos niveles de radiación hacia el múltiple de admisión; por lo tanto en la misma proporción se modifica la cantidad de aire.

De la relación APS y el Tiempo de inyección, el valor máximo de tensión en éste sensor es de 4.0 voltios, sin embargo en la prueba los valores están por encima de lo especificado, ésta diferencia porcentual ocasiona que la unidad de control tome ese dato como exceso, por lo cual el tiempo de inyección se incrementa. El problema radica en el ajuste preciso del sensor en el pedal del acelerador, o que éste tenga problemas de instalación. En los vehículos 2 y 4, éste valor supera el 8%.

De la relación TPS y Tiempo de Inyección, para velocidad máxima está en un rango de 3.7 y 3.9, y en las mediciones realizadas, se observa que los valores superan el valor de 3.9; ésta situación se da porque el sensor TPS ha sufrido daños internos en su resistencia o que ha sufrido la acción de alguna fuerza externa que ha hecho que su posición cambie a lo diseñado inicialmente.

De la relación sensor de oxígeno – Tiempo de Inyección, el sensor tiene un valor promedio de 0.5 voltios para la mezcla estequiométrica, y de valores entre 0.2 y 0.5 Voltios como información de mezcla rica y de 0.5 a 0.9 como mezcla pobre, Sin embargo el motor funciona con variaciones entre mezcla rica y mezcla pobre y cuando se incrementa la velocidad, la mezcla ligeramente tiene tendencia a ser pobre; pero en las mediciones realizadas, está dentro del rango, por lo que no existe diferencias para el análisis de variación de tensión hacia la unidad de control del motor.

En las mediciones del tiempo de inyección, en el análisis de la diferencia porcentual, se observa que existe una variación significativa en el tiempo de inyección, solamente en el vehículo 3, se puede decir que dicho valor tiene poca variación, en el resto de unidades los tiempos de 4.29, 7.43 y 6 por ciento más de tiempo de inyección, incrementa en la misma proporción el consumo de combustible, y eso

es debido a que los sensores analizados son los que envían información excediendo al rango especificado por el fabricante.

En cuanto al consumo de combustible, se estableció que el vehículo de pruebas 1, con 3,16% y de 7.11, 6.32 y 8.68 por ciento más de combustible a lo especificado. Estos últimos tres valores son significativos porque proporcionalmente es el incremento de los costos de operación en éstos vehículos, que normalmente se utilizan en el servicio público de pasajeros.

- 5.4. Se determinó que dichos valores de incremento de consumo de combustible, se originan debido a que el motor opera con una des calibración en los sensores y actuadores del sistema de inyección electrónica , y que finalmente disminuye los ingresos a los conductores de éstos vehículos. Para el caso del vehículo de prueba 4, el exceso de gastos operativos por consumo de combustible es de 3081.32 Nuevos Soles al año, que si se compara con el precio de la unidad representa entre el 6 y 8% de su valor de compra.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- 6.1. Ampliar el estudio para otros sistemas de los vehículos, es decir realizar el estudio de las variables e funcionamientos de los sensores y actuadores de la caja de cambios, del sistema de frenos, de sistema de suspensión y del sistema de dirección.
- 6.2. Complementar el estudio, con los análisis de los gases de la combustión, para observar el efecto de la variación de una variable de funcionamiento del motor, con la calidad de los gases producto de la combustión de la gasolina y aire.
- 6.3. El seguimiento constante a las mediciones de las señales eléctricas, es decir cada vez que se realice los mantenimientos preventivos cada 5000 Km, se debe realizar la lectura de las señales eléctricas de los sensores y actuadores del motor.

## VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

AGENCIA NACIONAL DEL PETROLEO. Consumo de combustible en Brasil en el año 2012. Brasil, 2013, 56pp.

ARIMARY. Renovación del Parque Automotriz Peruano. Perú, 2014, 65pp.

BOSCH. Inyección electrónica a gasolina. Brasil, 2013, 45pp.

BLASCO, Vicente. Medir el tiempo de Inyección. 09 de junio del 2017.

Disponible en:

[http://www.geocities.ws/tecnilibros/articulos/Articulo\\_Tiempo\\_inyeccion.pdf](http://www.geocities.ws/tecnilibros/articulos/Articulo_Tiempo_inyeccion.pdf)

CABALLERO. Implementación y montaje de un banco de pruebas de inyección electrónica para el taller de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH mediante la utilización de un motor Chevrolet AVEO de combustión interna a gasolina, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador, 2014, 124pp.

CAMPOVERDE. Determinación de la eficiencia de un motor ciclo Otto de inyección electrónica respecto de la temperatura y presión de inyección del combustible”, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2016, 101pp.

CARROYA. Innovaciones en el sector automotriz colombiano. Colombia, 2013, 98pp.

CÁRDENAS, Julián, Regresión Lineal.05 de Febrero del 2014.

Disponible en: <http://networkianos.com/regresion-lineal-multiple>

ECURED, Ley de la Conservación de la Energía.EcuRed.21 de diciembre2016.

Disponible en:

[https://www.ecured.cu/Ley\\_de\\_conservaci%C3%B3n\\_de\\_la\\_energ%C3%ADa](https://www.ecured.cu/Ley_de_conservaci%C3%B3n_de_la_energ%C3%ADa)

FUENTES. Dependencia del consumo de gasolina, Argentina, 2016, 78pp.

GIRÓ. Modelización y Simulación de un Sistema de Control para Ensayos de Motores de Combustión Interna”, Universidad Nacional De La Plata, Argentina. 2005, 99pp.

GONZALES. Combustión Directa de gasolina, Perú, 2015, 89pp.

HERNÁNDEZ. Diseño e Implementación de una Unidad Electrónica para Controlar el Desempeño de un Motor de Combustión Interna, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. 2011, 134pp.

INACAP. Sensor de Temperatura. Inacap. Agosto del 2011.

Disponible en:<http://www.inacap.cl>

JEFFERSON. Consumo Específico de Combustible, Argentina, s.f, 99pp.  
Ecured, Ley de la Conservación de la Energía. EcuRed. 21 de diciembre 2016.

Disponible en:

[https://www.ecured.cu/Ley\\_de\\_conservaci%C3%B3n\\_de\\_la\\_energ%C3%ADa](https://www.ecured.cu/Ley_de_conservaci%C3%B3n_de_la_energ%C3%ADa)

MEDINA. Perspectivas del uso de la gasolina en América Latina, México, 2012, 76pp.

Mecánica de Fluidos .Robert L.Mott. 04 de junio del 2012.

<https://es.slideshare.net>

ONG Transport & Environment. Informe de evaluación de consumos energéticos en unidades vehiculares. España, 2016, 127pp.

OSINERGMIN. Anuario de estadísticas energéticas del 2013, Lima – Perú, 2013, 145pp.

RUIZ. Motores de combustión a gasolina, Perú, 2012, 89pp.

SANCHEZ. El dominio del combustible en las actividades humanas. México 2014, 123pp.

URRUTIA. Sistema Motor-Inversor “Sensorless” Para El Arranque De Vehículo Híbrido “PLUG-IN”, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE. 2001, 89pp.

# ANEXOS



## GUIA DE OBSERVACION

TESIS: ANALISIS DE SEÑALES DE SENSORES Y ACTUADORES EN MOTORES DE 1300CC PARA OPTIMIZAR TIEMPO DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE, CHICLAYO 2017"

AUTOR: ILATOMA IDROGO HENRY FRANKLIN.

INSTRUCCIONES: ESTABLEZCA LOS RANGOS DE MEDICIÓN Y LA FORMA DE LA SEÑAL DE CADA SENSOR A ANALIZAR., PARA LOS TRES REGÍMENES DE VELOCIDAD, RALENTI, VELOCIDAD MEDIA Y MÁXIMA VELOCIDAD

Velocidad de giro a Ralenti																																				
Sensor	Rango de Medición de		Forma de Señal	Tiempo de Inyección (mseg)																																
	Mínimo	Máximo																																		
Sensor MAP	0.8	1.2		<p>2,5 mseg</p>																																
Sensor IAT	3.8	4	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Temperatura</th> <th>Resistencia</th> <th>Temperatura</th> <th>Resistencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40</td> <td>40</td> <td>40,00</td> <td>40,00</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>35</td> <td>50,00</td> <td>35,00</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>30</td> <td>60,00</td> <td>30,00</td> </tr> <tr> <td>70</td> <td>25</td> <td>70,00</td> <td>25,00</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>20</td> <td>80,00</td> <td>20,00</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>15</td> <td>90,00</td> <td>15,00</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>10</td> <td>100,00</td> <td>10,00</td> </tr> </tbody> </table>		Temperatura	Resistencia	Temperatura	Resistencia	40	40	40,00	40,00	50	35	50,00	35,00	60	30	60,00	30,00	70	25	70,00	25,00	80	20	80,00	20,00	90	15	90,00	15,00	100	10	100,00	10,00
Temperatura	Resistencia	Temperatura	Resistencia																																	
40	40	40,00	40,00																																	
50	35	50,00	35,00																																	
60	30	60,00	30,00																																	
70	25	70,00	25,00																																	
80	20	80,00	20,00																																	
90	15	90,00	15,00																																	
100	10	100,00	10,00																																	
Sensor ECT (A)	2	2.5																																		
Sensor TPS	2.2	2.7																																		
Sensor de Oxi	0.2	0.9																																		



## GUIA DE OBSERVACION

TESIS: ANALISIS DE SEÑALES DE SENSORES Y ACTUADORES EN MOTORES DE 1300CC PARA OPTIMIZAR TIEMPO DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE, CHICLAYO 2017”

AUTOR: ILATOMA IDROGO HENRY FRANKLIN.

INSTRUCCIONES: REALICE LAS MEDICIONES, DE LOS VALORES DE TENSIÓN DE CADA SENSOR, ASÍ COMO DEL TIEMPO DE INYECCIÓN, Y EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE CADA VEHÍCULO DE PRUEBA.

Vehículo de Prueba	Sensor Medido	Velocidad Ralenti			Media Velocidad 1500 RPM			Velocidad Máxima		
		Valor de tensión (Voltios)	Tiempo de Inyección (mseg)	Consumo de Combustible (Km/Galón)	Valor de tensión (Voltios)	Tiempo de Inyección (mseg)	Consumo de Combustible (Km/Galón)	Valor de tensión (Voltios)	Tiempo de Inyección (mseg)	Consumo de Combustible (Km/Galón)
Vehículo 1	Sensor MAP	0.75	2.71	40.6	3.42	3.32	38.6	4.3	3.65	36.8
	Sensor IAT	3.5			2.84			1.9		
	Sensor APS	2.75			3.4			4.2		
	Sensor TPS	2.1			3.34			4.43		
	Sensor de Oxígeno	0.4			0.8			0.78		
Vehículo 2	Sensor MAP	0.82	2.87	38.2	3.32	3.21	37.2	4.4	3,76	35.6
	Sensor IAT	3.4			2.95			1.79		
	Sensor APS	2.8			3.6			4.35		
	Sensor TPS	1.98			3.56			4.32		
	Sensor de Oxígeno	0.35			0.73			0.81		
Vehículo 3	Sensor MAP	0.71	2.74	39.6	2.85	3.54	37.6	4.15	3.56	35.3
	Sensor IAT	3.5			3.05			1.81		
	Sensor ECT APS	2.75			3.21			4.15		
	Sensor TPS	2.1			3.31			4.34		
	Sensor de Oxígeno	0.65			0.54			0.58		
Vehículo 4	Sensor MAP	0.73	2.93	38	3.15	3.23	36	4.04	3.71	34.7
	Sensor IAT	3.7			2.92			2.03		
	Sensor APS	2.93			3.42			4.34		
	Sensor TPS	1.96			3.28			4.31		
	Sensor de Oxígeno	0.8			0.73			0.71		

### ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, James Skinner Celada Padilla, Docente del curso Desarrollo de Tesis, del trabajo académico (Tesis) titulado: "ANÁLISIS DE SEÑALES DE SENSORES Y ACTUADORES EN MOTORES DE 1300CC PARA OPTIMIZAR TIEMPO DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE, CHICLAYO 2017"

Del Bachiller de la escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica:  
ILATOMA IDROGO HENRY FRANKLIN

Que el citado trabajo académico tiene un índice de similitud 21% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, grado de coincidencias irrelevantes que convierte el trabajo en aceptable y no constituye plagio, en tanto cumple con todas las normas del uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Cesar Vallejo.

Chiclayo, 22 Diciembre 2017



---

James Skinner Celada Padilla  
Docente

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE          TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> <b>UCV</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo **ILATOMA IDROGO HENRY FRANKLIN** identificado con DNI N° 46911607 egresada de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, autorizo ( x ), No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:

**"ANÁLISIS DE SEÑALES DE SENSORES Y ACTUADORES EN MOTORES DE 1300CC PARA OPTIMIZAR TIEMPO DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE, CHICLAYO 2017"**

: en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art.

33.

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

  
 \_\_\_\_\_  
 FIRMA

DNI: 46911607

FECHA: 06 de noviembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------