



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA



**INFLUENCIA DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA
EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DEL VEHÍCULO
GASOLINERO TOYOTA EN LA REGIÓN
PUNO, 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JESUS MANUEL MAMANI YUJRA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECATRÓNICO**

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

**INFLUENCIA DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA
EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DEL VEHÍCULO
GASOLINERO TOYOTA EN LA REGIÓN
PUNO, 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JESUS MANUEL MAMANI YUJRA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECATRÓNICO

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

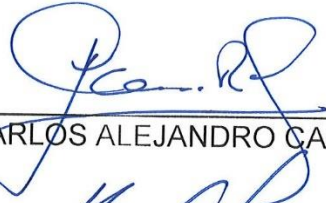
PRESIDENTE

: 
Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

PRIMER MIEMBRO

: 
Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Ing. CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS

ASESOR DE TESIS

: 
Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN – P21

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1368-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 27 de octubre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 10165 presentado por el (la) Bachiller: **JESUS MANUEL MAMANI YUJRA** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **JESUS MANUEL MAMANI YUJRA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **INFLUENCIA DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DEL VEHÍCULO GASOLINERO TOYOTA EN LA REGIÓN PUNO, 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
- * **1er Miembro** : Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN
- * **2do Miembro** : Ing. CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS

ARTICULO SEGUNDO. - **RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO**.

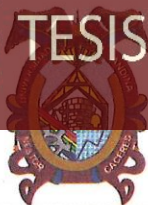
ARTICULO TERCERO . - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **JESUS MANUEL MAMANI YUJRA**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **INFLUENCIA DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DEL VEHÍCULO GASOLINERO TOYOTA EN LA REGIÓN PUNO, 2024** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : miércoles 05 de noviembre del 2025
- * **HORA** : 15:30 horas
- * **LUGAR** : Aula 204 - FICP

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURASDr. OSCAR V. VAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730cc.
Archivo
internas de laUNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



RESOLUCIÓN DECANAL N° 926-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 27 de agosto del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 6504 por el señor (a): **JESUS MANUEL MAMANI YUJRA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 728-2025-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 010 - 2025 del integrante del comité de investigación **EPIM** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **JESUS MANUEL MAMANI YUJRA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **INFLUENCIA DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DEL VEHÍCULO GASOLINERO TOYOTA EN LA REGIÓN PUNO, 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Ing. **Adwar Ranulfo Sanchez Carreón** de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 010 - 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **INFLUENCIA DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DEL VEHÍCULO GASOLINERO TOYOTA EN LA REGIÓN PUNO, 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **JESUS MANUEL MAMANI YUJRA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DEL VEHÍCULO GASOLINERO TOYOTA EN LA REGIÓN PUNO, 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C. PURAS

Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C. PURAS

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



TESIS UANCV

UNIVERSIDAD ANDINA

"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1462-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 06 de noviembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 13208, presentado el señor (a) JESUS MANUEL MAMANI YUJRA solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO - N° 1028 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 036 -2024 del integrante del comité de investigación EPIM de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): JESUS MANUEL MAMANI YUJRA ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **INFLUENCIA DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DEL VEHÍCULO GASOLINERO TOYOTA EN LA REGIÓN PUNO, 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Ing. Adwar Ranulfo Sanchez Carreón de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 036 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **INFLUENCIA DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DEL VEHÍCULO GASOLINERO TOYOTA EN LA REGIÓN PUNO, 2024**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): JESUS MANUEL MAMANI YUJRA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DEL VEHÍCULO GASOLINERO TOYOTA EN LA REGIÓN PUNO, 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Eirain Rafillo Soza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



TESIS UANCV

11% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 8%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 9%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

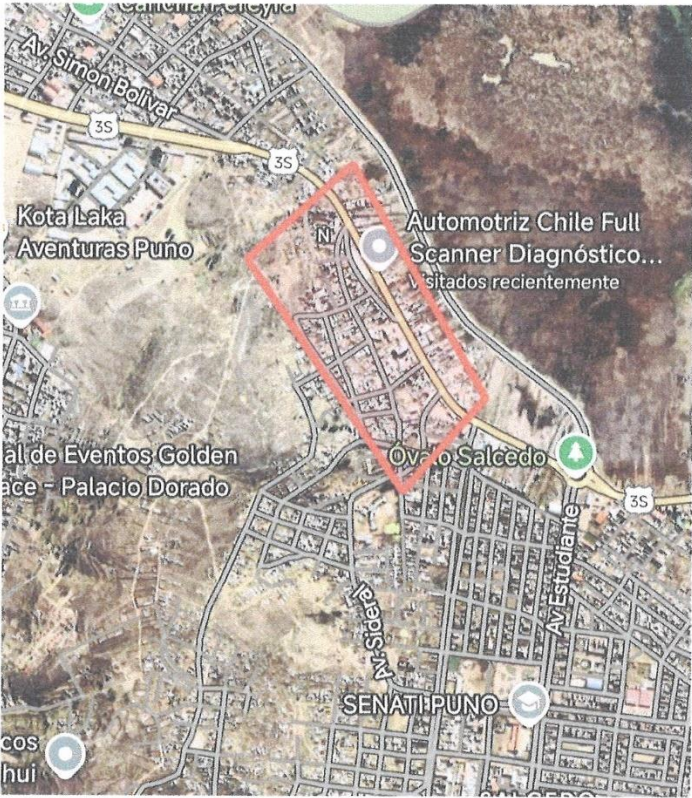
Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos complementarios - UANCV

TITULO TESIS	
INFLUENCIA DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DEL VEHÍCULO GASOLINERO TOYOTA EN LA REGIÓN PUNO, 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	JESUS MANUEL MAMANI YUJRA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73640659
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02406088
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-9858-2464
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02383061
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02064066
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	29591476



Datos de investigación	
Línea de investigación	TECNOLOGIA DE LA INSTRUMENTACION – P21
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: puno Distrito: puno Latitud: -15.8597701 Longitud: -70.0020501 URL: Mapa https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1Hch7s4BAshOK8Bn9qpnAUakszvbSIO0&usp=sharing 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	AGOSTO 2024 – AGOSTO 2025
URL de disciplinas OCDE https://purl.org/pe-repo/ocde/ford (concytec-pe.github.io) - Librería	Ingeniería eléctrica, Ingeniería electrónica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.01



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

Dr. César G. Camargo Nájor



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, JESÚS... MANUEL... MAMANI... YUSRA... identificado con DNI Nro. 73640659
en mi condición de egresado de:

☒ Escuela Profesional

☐ Programa de Segunda Especialidad,

☐ Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA MECATRÓNICA
informo que he elaborado el/la ☒ Tesis o ☐ Trabajo de Investigación, ☐ Trabajo Académico
denominada:

INFLUENCIA DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA
EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DEL VEHÍCULO
GASOLINERO TOYOTA EN LA REGIÓN PUNO, 2024.

Asesorado por: DR. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 16 de DICIEMBRE del 2025


FIRMA ASESOR


FIRMA TESISTA


Huella



DEDICATORIA

A dios por su amor cuidado y protección e infinita sabiduría, A mi madre por darme la vida y su apoyo incondicional.



AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por haberme cuidado y guiado durante el transcurso de mi carrera quien siempre será mi guía y mi luz, a mi familia por estar conmigo en todo momento, a mi amigo Carlos cárdenas por sus palabras de motivación y apoyo moral constante.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	xi

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1. 1 Descripción del problema.	1
1. 2 Formulación del problema	1
1. 2. 1 Problema general.....	1
1. 2. 2 Problemas específicos	1
1. 3 Justificación.....	2
1. 4 Objetivos.....	2
1. 4. 1 Objetivo general	2
1. 4. 2 Objetivos específicos	2
1. 5 Hipótesis de la investigación	3
1. 5. 1 Hipótesis general.....	3



1. 5. 2 Hipótesis específicas.....	3
1. 6 Variables de investigación.	3
1. 6. 1 Variable independiente.....	3
1. 6. 2 Variable Dependiente.....	4
1. 7 Operacionalización de variables	4

CAPITULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2. 1 Bases teóricas.....	5
2. 1. 1 Nivel Nacional	5
2. 1. 2 Nivel internacional	6
2. 2 Marco conceptual	7
2. 2. 1 Sistemas de Inyección Electrónica en Motores Gasolineros	7
2. 2. 2 Influencia de la Altitud y Condiciones Climáticas en el Rendimiento del Motor	12
2. 2. 3 Ajustes automáticos de inyección y avance de chispa para mantener rendimiento y eficiencia.....	14
2. 2. 4 Diagnóstico y Evaluación del Sistema de Inyección Electrónica	15

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3. 1 Método de investigación	18
3. 2 Ámbito de la investigación	18
3. 3 Población y muestra	18



3. 4 Técnicas e instrumentos de recogida de información.....	19
3. 5 Recogida de datos.....	19
3. 6 Selección de componentes y equipos.....	19
3. 6. 1 Selección de equipos de diagnóstico electrónico	19
3. 6. 2 Proceso de evaluación técnica en estado defectuoso:.....	22
3. 6. 3 Proceso de evaluación técnica en estado operativo	27
3. 6. 4 Proceso de evaluación técnica del segundo vehículo.....	32
3. 6. 5 Proceso de evaluación técnica en estado operativo 1	34
3. 6. 6 Prueba de sensor MAP en movilidad antigua Toyota.....	39

CAPITULO IV

ANALISIS DE RESULTADO Y DISCUSION

4.1. Presentación.....	46
4.2. Análisis e interpretación de resultados	46
4.3. Discusión de resultados	48
4.4. Análisis de los resultados obtenidos	49
4.5. Sensor MAP/IAT (vehículo antiguo) vs sensor Maf moderno.....	50
CONCLUSIONES.....	52
RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
ANEXOS	58



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Unidad de control y ingeniería ECU.	8
Figura 2 Inyector de gasolina	9
Figura 3 Inyección directa e indirecta en diésel.....	10
Figura 4 Los principios de funcionamiento del sensor	11
Figura 5 El sensor MAF.....	11
Figura 6 Herramientas de diagnóstico.....	15
Figura 7 Instrumento de medición electrónico	20
Figura 8 ScannerThinkDiag + DiagZone Pro	21
Figura 9 Sistema de inyección electrónica del vehículo.	22
Figura 10 Visualización del sensor MAF	23
Figura 11 Parámetros obtenidos mediante scanner al sensor MAF	24
Figura 12 Consumo de combustible en 10km en estado defectuoso.	26
Figura 13 Figura para lectura en estado ralenti y acelerar.	28
Figura 14 Flujo de aire en estado ralenti	28
Figura 15 Prueba de flujo de aire en estado acelerado.	29
Figura 16 Medición en estado ralenti.....	30
Figura 17 Prueba en estado acelerado	31
Figura 18 Consumo de combustible, con sensor en buen estado.	31
Figura 19 Motor yaris 1NR 2016.....	32
Figura 20 Escaneo del sensor MAF en el estado defectuoso.	34
Figura 21 Escaneo de flujo de aire en estado ralenti.	35
Figura 22 Escaneo de flujo de aire en estado acelerado.....	35
Figura 23 Voltaje en estado ralenti	36
Figura 24 Voltaje en estado acelerado.	37



Figura 25 Oscilaciones en estado ralentí	38
Figura 26 Oscilaciones en estado acelerado.....	38
Figura 27 Diagrama de conexiones de sensor MAP.	39
Figura 28 Sensor de temperatura IAT	40
Figura 29 Sensor MAP Vehículo antiguo Toyota 1995.....	40
Figura 30 Sensor de temperatura de aire (IAT)	41
Figura 31 Voltaje de señal THA disminuye (por ejemplo, ~ 0.47 V).	42
Figura 32 Sensor IAT muestra un voltaje aproximado de 0.14 V	43
Figura 33 Sensor MAP en acelerado.....	44
Figura 34 Sensor MAP en ralentí.	45
Figura 35 Tabla de comparación de parámetro de vehículos.....	50



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tabla de operación de variable independiente.	4
Tabla 2 Tabla de calificaciones y validación de parámetros.	19
Tabla 3 Tabla de características del multímetro	20
Tabla 4 Especificaciones técnicas del scanner.....	21
Tabla 5 Prueba del sensor MAP en relenti	23
Tabla 6 Parámetros del sensor MAF en funcionamiento	24
Tabla 7 Tabla de flujo de aire en estado operativo	25
Tabla 8 Parámetros con multímetro del sensor MAF.....	26
Tabla 9 Pruebas del sensor MAF en estado ralenti	27
Tabla 10 Pruebas del sensor MAF en operativo.	27
Tabla 11 Tabla de flujo de aire en estado operativo	29
Tabla 12 Parámetros con multímetro del sensor MAF.....	30
Tabla 13 Valores en estado ralenti	32
Tabla 14 Valores obtenidos en estado acelerado	33
Tabla 15 Pruebas de flujo de aire en ralenti.	33
Tabla 16 Pruebas del voltaje en sensor MAF	33
Tabla 17 Lectura de datos en estado ralenti.....	34
Tabla 18 Flujo de aire en estado ralenti.....	36
Tabla 19 Tabla de voltaje para pruebas en diferentes estados.....	37
Tabla 20 Parámetros eléctricos y de flujo de aire del sensor MAP	46
Tabla 21 Parámetro en estado acelerado en ambas movilidades	47
Tabla 22 Consumo real de combustible (recorrido de 10 km).....	47



RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal analizar la influencia del sistema de inyección electrónica en el consumo de combustible de vehículos gasolineros de la marca Toyota en la región de Puno durante el año 2024. El estudio se desarrolló en respuesta a la creciente preocupación por la eficiencia energética y la optimización del gasto en combustibles en contextos de altitud y clima como los que presenta esta región.

Se aplicó una metodología cuantitativa con un diseño experimental, evaluando el rendimiento de distintos modelos Toyota equipados con sistemas de inyección electrónica multipunto (MPFI) y secuencial, comparando su consumo de combustible en condiciones similares de conducción urbana y rural. Los datos fueron recolectados mediante pruebas técnicas en ruta, con instrumentos de medición homologados y bajo condiciones controladas.

Los resultados evidenciaron una mejora significativa en el rendimiento del combustible en los vehículos con sistemas de inyección electrónica modernos, en comparación con sistemas de carburación tradicionales o tecnologías más antiguas. Además, se determinó que factores como la calibración del sistema, el mantenimiento preventivo y las condiciones de altitud influyen directamente en la eficiencia del sistema de inyección.

Se concluye que la implementación y el adecuado mantenimiento del sistema de inyección electrónica en vehículos Toyota es un factor determinante para la optimización del consumo de combustible en la región de Puno.

Palabras clave: inyección electrónica, consumo de combustible, vehículos Toyota, eficiencia energética, región de Puno.



ABSTRACT

The main objective of this research was to analyze the influence of the electronic fuel injection system on the fuel consumption of Toyota gasoline vehicles in the Puno region during the year 2024. The study was developed in response to the growing concern about energy efficiency and fuel cost optimization in the high altitude and climate conditions of this region.

A quantitative methodology with an experimental design was applied, evaluating the performance of different Toyota models equipped with multipoint fuel injection (MPFI) and sequential fuel injection systems, comparing their fuel consumption under similar urban and rural driving conditions. Data were collected through on-road technical tests using approved measuring instruments and under controlled conditions.

The results showed a significant improvement in fuel efficiency in vehicles with modern electronic fuel injection systems, compared to traditional carburetion systems or older technologies. Furthermore, it was determined that factors such as system calibration, preventive maintenance, and altitude conditions directly influence fuel injection system efficiency. It is concluded that the implementation and proper maintenance of the electronic fuel injection system in Toyota vehicles is a determining factor for optimizing fuel consumption in the Puno region.

Keywords: electronic fuel injection, fuel consumption, Toyota vehicles, energy efficiency, Puno region.



INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el avance de la tecnología automotriz ha generado importantes mejoras en la eficiencia de los motores de combustión interna, siendo el sistema de inyección electrónica uno de los desarrollos más relevantes. Este sistema ha reemplazado progresivamente al carburador tradicional, permitiendo una dosificación más precisa del combustible, una combustión más eficiente y, en consecuencia, un menor consumo y emisión de contaminantes.

En la región de Puno, caracterizada por su altitud y condiciones climatológicas particulares, el rendimiento de los vehículos puede verse afectado significativamente. Estas condiciones hacen aún más necesario contar con sistemas de inyección electrónica óptimamente calibrados y mantenidos, especialmente en vehículos gasolineras que operan a diario en entornos urbanos y rurales.

La presente investigación se enfoca en analizar cómo influye el sistema de inyección electrónica en el consumo de combustible en vehículos Toyota, una de las marcas más utilizadas en la región. Se busca determinar si existe una relación significativa entre el tipo y estado del sistema de inyección y el rendimiento del vehículo en términos de eficiencia energética.

El estudio tiene una importancia práctica, ya que permitirá generar recomendaciones técnicas para propietarios, mecánicos y autoridades regionales, orientadas a la mejora del consumo de combustible, reducción de costos operativos y disminución del impacto ambiental. Asimismo, aporta conocimiento técnico aplicado a las condiciones específicas de Puno, lo cual resulta fundamental para optimizar el uso de la tecnología automotriz en regiones de altura



En el capítulo I en este capítulo se identifican las problemáticas y se establecen objetivos de estudio y las limitaciones que esta puede tener.

En el capítulo II en la investigación se buscan antecedentes de estudios se hayan realizado en temas similares que ayuden en la investigación.

En el capítulo III Se desarrolla el estudio mediante las metodologías de investigación de experimentación.

En el capítulo IV se evalúa los parámetros de funcionamiento en el sistema

Finalmente, se realiza la conclusión y recomendaciones que se obtuvieron en el proceso de la investigación.



CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1. 1 Descripción del problema.

En la región de Puno, la altitud y las condiciones climáticas afectan el rendimiento de los vehículos gasolineros, en especial los de la marca Toyota. Se ha observado un incremento en el consumo de combustible, posiblemente relacionado con el funcionamiento del sistema de inyección electrónica, el cual regula la mezcla aire-combustible del motor. A pesar de ser una tecnología moderna, muchos usuarios y técnicos locales desconocen su influencia en el consumo de gasolina. Esta situación genera costos adicionales y mayor contaminación ambiental. Sin estudios técnicos específicos en la zona, se hace necesario analizar cómo este sistema impacta en el rendimiento de combustible de los vehículos Toyota en Puno durante 2024

1. 2 Formulación del problema

1. 2. 1 *Problema general*

¿Cómo influye el sensor MAF del sistema de inyección electrónica en el consumo de combustible del vehículo gasolinera Toyota en condiciones de altitud en la región de Puno, 2024?

1. 2. 2 *Problemas específicos*

PE1: ¿Cómo varían los niveles de consumo de combustible en los vehículos gasolineras Toyota en función del desempeño del sensor MAF en la región de Puno?



PE2: ¿Cuál es el estado operativo del sensor MAF en los vehículos gasolineras Toyota que circulan en la región de Puno?

PE3: ¿Qué diferencia existe en el consumo de combustible entre vehículos Toyota con el sensor MAF en buen estado y en mal estado, en condiciones reales de uso en la región de Puno?

1. 3 Justificación.

La presente investigación analiza la influencia del sensor de presión del sistema de inyección electrónica en el consumo de combustible de vehículos gasolineros Toyota en la región de Puno durante el año 2024. Considerando las condiciones de altitud, se evalúa el estado operativo del sensor mediante pruebas técnicas y electrónicas, así como su efecto en la mezcla aire-combustible y el rendimiento del motor. Además, se compara el consumo de combustible en vehículos con sensores en buen estado y en mal estado.

1. 4 Objetivos

1. 4. 1 Objetivo general

Analizar la influencia del sensor MAF del sistema de inyección electrónica en el consumo de combustible de los vehículos gasolineras Toyota en condiciones de altitud en la región de Puno, 2024.

1. 4. 2 Objetivos específicos

OE1: Evaluar los niveles de consumo de combustible en los vehículos gasolineras Toyota en función del desempeño del sensor MAF en la región de Puno.

OE2: Diagnosticar el estado operativo del sensor MAF en los vehículos gasolineras Toyota que circulan en la región de Puno.



OE3: Comparar el consumo de combustible entre vehículos Toyota con el sensor MAF en buen estado y en mal estado, en condiciones reales de uso en la región de Puno.

1. 5 Hipótesis de la investigación

1. 5. 1 Hipótesis general

El estado y desempeño del sensor MAF influyen significativamente en el consumo de combustible de los vehículos gasolineros Toyota en condiciones de altitud en la región de Puno.

1. 5. 2 Hipótesis específicas

HE1: Los vehículos Toyota con un sensor MAF que presenta lecturas incorrectas registran un mayor consumo de combustible en comparación con aquellos cuyo sensor funciona correctamente.

HE2: Una proporción considerable de vehículos gasolineros Toyota en la región de Puno presenta sensores MAF con deterioro, suciedad o fallas operativas

HE3: Existe una diferencia significativa en el rendimiento de combustible entre vehículos Toyota con sensores MAF en buen estado y aquellos con sensores deteriorados en condiciones reales de conducción en Puno.

1. 6 Variables de investigación.

1. 6. 1 Variable independiente.

Estado operativo del sensor MAF del sistema de inyección electrónica: condición funcional del sensor de MAF, evaluada mediante pruebas técnicas y electrónicas (correcto funcionamiento, calibración, desgaste o fallo).

1. 6. 2 Variable Dependiente.

Consumo de combustible del vehículo gasolineras Toyota: Cantidad de combustible utilizado por el vehículo durante un recorrido determinado, influenciado por el rendimiento del sistema de inyección electrónica

1. 7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Tabla de operación de variable independiente.

Variable	Dimensión	Indicadores	Instrumentos / Técnicas de medición	Escala / Unidad de medida
Estado operativo del sensor de MAF (Variable independiente)	Funcionamiento y calibración	Voltaje de salida del sensor MAF, Códigos de error (DTC), Respuesta a cambios de masa-flujo, Estado físico (suciedad, desgaste)	Escáner OBD II, Multímetro, Inspección visual del sensor	Voltios (V), Presencia/ausencia de códigos, Evaluación cualitativa (Bueno/Malo)
Consumo de combustible (Variable dependiente)	Cantidad de combustible usado	Litros consumidos por recorrido, Kilómetros recorridos, Promedio de consumo (L/100 km)	Medidor de combustible (flujómetro o método tanque lleno) Contador de distancia (odómetro)	Litros (L), Kilómetros (km), Litros por 100 kilómetros (L/100 km)

Nota. Tabla de operacionalización de variable independiente y dependiente.



CAPITULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2. 1 Bases teóricas

2. 1. 1 Nivel Nacional

La emisión de gases contaminantes por vehículos afecta la calidad del aire. Esta investigación estima el consumo de combustible utilizando datos del puerto OBD y sensores del motor en tiempo real. A diferencia de estudios en Europa, en Perú no hay investigaciones similares. El estudio busca promover una conducción eficiente para reducir emisiones. (Masco, 2022)

La investigación analiza la relación entre las señales eléctricas de los sensores y actuadores del sistema de inyección electrónica en un motor gasolinera de 1300 cc y el tiempo de inyección de combustible. Se evaluaron sensores como MAP, IAT, ECT, TPS, O₂ y la tensión de batería. A través de mediciones en cuatro vehículos, se determinó cómo estas señales influyen en el tiempo de inyección y en el consumo de combustible expresado en kilómetros por galón. (Ilatoma Idrogo, 2017)

Aunque se enfoca en conversión híbrida, este trabajo hace un análisis detallado del funcionamiento del motor térmico y su consumo de combustible. Constituye uno de los escasos estudios universitarios realizados en Puno sobre vehículos Toyota, y aporta datos metodológicos de diagnóstico de mezcla y eficiencia del motor. (Apaza López, 2017)



Proyecto sobre un banco de diagnóstico para unidades de control electrónico (ECU) en la región de Puno. Describe la necesidad de herramientas para evaluar el estado funcional de los sistemas de control electrónico en vehículos a gasolina. Aunque no se centra en consumo, es un antecedente técnico muy útil para tu variable independiente. (yujra, 2025)

2. 1. 2 Nivel internacional

Tesis general sobre sensores automotrices (CKP, CMP, ECT, inyector, etc.) y desarrollo de un banco de pruebas para ECUs de Toyota. Proporciona antecedentes metodológicos para medir el estado de sensores como los de presión, directamente vinculados a tu investigación. (lindersin, 2017).

Desarrollo de un modelo dinámico e ingenieril usando GT-Power para estimar el consumo en un motor de gasolina 1.4 L en altitudes de hasta 4000 m. Se evidenció que la eficiencia (BSFC) del motor empeora a mayor altitud, reduciendo torque y aumentando consumo por ciclo. (Hao, 2019).

El estudio midió señales del sensor MAP y otros parámetros (TPS) en 11 ubicaciones que abarcan desde el nivel del mar hasta 4 500 m de altitud. Y como también la variación en señal MAP: se observó un descenso de aproximadamente 0,38 V por cada 1 000 m de altitud, la depresión del motor: se registró una reducción de ~7,7 kPa por cada 1 000 m, Asimismo, el estudio analizó cómo el ECU ajusta el ancho de pulso de inyección y el avance de chispa en función de la altitud. (Jorge Martínez, 2022)

CDA Rastrillan tas actualizará su electrónica obsoleta en la pista de revisiones técnico mecánicas mediante un sistema de automatización con PLC y software especializado. Se mejorará la eficiencia, reduciendo fallas y reprocesos. El proyecto durará cuatro meses y costará \$10.705.000. (Andres, 2021)

El artículo analiza la automatización en la industria automotriz, abordando conceptos clave, procesos automatizados, desafíos y variables para mejorar seguridad y competitividad. También revisa tendencias y grupos de investigación en Colombia especializados en este campo. (sanchez, 2014).

2. 2 Marco conceptual

2. 2. 1 Sistemas de Inyección Electrónica en Motores Gasoliner

Los sistemas de inyección electrónica en motores a gasolina son sistemas que reemplazan a los carburadores para dosificar la cantidad de combustible que se inyecta en los cilindros del motor. Estos sistemas ofrecen mayor precisión en la mezcla aire-combustible, lo que resulta en una combustión más eficiente, menor consumo de combustible, menor contaminación y mejor rendimiento del motor. (wikipedia, 2025).

2. 2. 1. 1. Definición y evolución del sistema de inyección electrónica.

La inyección electrónica comenzó a usarse en motores diésel a fines de los años 50. En los 70, se introdujo en motores de gasolina en Europa, especialmente por Mercedes-Benz y Volkswagen. Para los 80, ya era común en Europa y Japón, y en los 90 se convirtió en el sistema estándar a nivel mundial.

2. 2. 1. 2. ¿Qué es la ECU?

La ECU (Unidad de Control del Motor) es un miniordenador que recibe datos de sensores y controla parámetros del motor, como la combustión. Gestiona procesos clave y registra fallos del vehículo. Si recibe información errónea, pueden surgir averías que se corrigen con programación o clonado. También es útil en tuning y diagnóstico.

2. 2. 1. 3. ¿Como funciona?

La ECU es el núcleo del sistema electrónico del coche, conectando sensores y actuadores. Recibe datos de los sensores, los procesa y envía órdenes a los actuadores, que responden con acciones mecánicas. Su procesador regula parámetros como la mezcla de aire y combustible. Si los sensores fallan o se ensucian, pueden enviar datos erróneos y causar problemas en el funcionamiento del vehículo.

Figura 1

Unidad de control y ingeniería ECU.



Nota. La ECU es el corazón de un complejo sistema electrónico.

2. 2. 1. 4. Tipos de sistema de inyección.

El sistema de inyección de combustible reemplaza al carburador en los motores de combustión, siendo obligatorio en motores diésel y predominante en los de gasolina. Permite dosificar el combustible con precisión, mejorando el rendimiento y reduciendo emisiones, en línea con las normativas ambientales. (club, 2025)

Sistema de inyección gasolina

El sistema de inyección de gasolina alimenta el motor mezclando aire y combustible de forma precisa para lograr una combustión eficiente. Ha evolucionado de mecánico a electrónico, mejorando rendimiento y control. Funciona mediante inyectores que dosifican el combustible en el momento exacto y a la presión adecuada. Sus componentes básicos incluyen el depósito de combustible, la bomba de gasolina, las tuberías de descarga y los inyectores, que pulverizan el combustible en la admisión del motor. (club, 2025)

- Depósito de combustible: Almacena el combustible del vehículo.
- Bomba de gasolina: Extrae el combustible del depósito y lo envía al motor.
- Tuberías: Conducen el combustible desde la bomba hasta los inyectores.
- Inyectores: Pulverizan el combustible en la admisión para la combustión

Figura 2

Inyector de gasolina



Nota. Sistemas de inyección de gasolina.

Sistemas de inyección Diesel

En los motores diésel, la mezcla y combustión ocurren de forma instantánea por autoencendido, sin necesidad de mariposa del acelerador. Aunque el proceso difiere del de gasolina, ambos motores usan componentes similares para formar la mezcla. (club, 2025)

Tipos de inyección Diesel.

- **Inyección indirecta:** El combustible se inyecta en una precámara, donde comienza la combustión y la presión empuja la mezcla hacia la cámara principal.
- **Inyección directa:** El combustible se inyecta directamente en la cámara ubicada en el pistón, mezclándose con el aire de admisión.

Figura 3

Inyección directa e indirecta en diésel.



Nota, Sistemas de inyección de diésel.

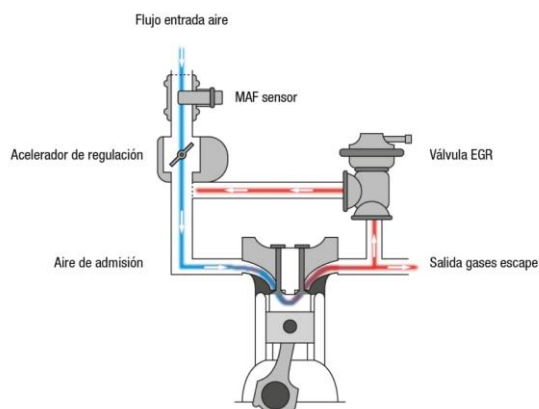
2. 2. 1. 5. importancia del sensor MAF

El sensor MAF es un componente esencial del sistema de inyección electrónica, encargado de medir la cantidad de aire que ingresa al motor. Esta información permite que la ECU determine la cantidad

exacta de combustible para lograr una mezcla adecuada. Su buen funcionamiento garantiza un consumo eficiente de gasolina, una combustión completa y un rendimiento óptimo del motor. (avance, 2025)

Figura 4

Los principios de funcionamiento del sensor



Nota. Así funciona el sensor MAF.

Figura 5

El sensor MAF.



Nota. Partes del sensor MAF.



2. 2. 2 Influencia de la Altitud y Condiciones Climáticas en el Rendimiento del Motor

2. 2. 2. 1. Efecto de la altitud sobre la presión atmosférica y densidad del aire.

A medida que sube la altitud, la presión atmosférica y la densidad del aire disminuyen notablemente. Por cada aumento de 1 000 m, la presión baja alrededor de un 10 % y la densidad un 12 % respecto al nivel del mar. (Jie Liu, 2024)

Un artículo para uso civil y aeronáutico indica que, al subir 1 000 m, la densidad del aire disminuye ~12 %, y puede reducirse hasta ~24 % a 2 000 m y ~41 % a 4 000 m.

2. 2. 2. 2. Impacto en la mezcla aire-combustible y ajuste por la ECU

La mezcla aire-combustible es un factor fundamental en el funcionamiento de los motores de combustión interna, ya que influye directamente en el rendimiento, consumo y emisiones del motor. La mezcla estequiométrica ideal para gasolina es aproximadamente 14.7:1 (aire: combustible), y cualquier desviación hacia una mezcla rica (más combustible) o pobre (más aire) puede afectar negativamente el desempeño del motor. (Robert Bosch GmbH, 2014)

La ECU (Unidad de Control Electrónico) ajusta esta mezcla en tiempo real utilizando datos de varios sensores. En condiciones normales, el sistema opera en modo de bucle cerrado, en el cual el sensor de oxígeno (sonda lambda) monitorea los gases de escape para detectar desviaciones en la mezcla y enviar señales a la ECU, que corrige la inyección de combustible. (Robert Bosch GmbH, 2014)

Cuando la mezcla es pobre, la ECU aumenta el tiempo de inyección para enriquecerla; si es rica, lo reduce. Este proceso se realiza constantemente para mantener una combustión eficiente y dentro de los límites de emisiones establecidos por las normativas ambientales (Robert Bosch GmbH, 2014).

2. 2. 2. 3. Variaciones en señales de sensores a diferentes altitudes

A medida que un vehículo asciende a mayores altitudes, la presión atmosférica disminuye, lo cual afecta la cantidad de oxígeno disponible para la combustión. esto influye directamente en el comportamiento de ciertos sensores del motor, especialmente en aquellos que miden aire o presión, como el sensor map (manifold absolute pressure). (Robert Bosch GmbH, 2014)

Ejemplo técnico: Sensor MAP y la altitud

El sensor MAP mide la presión absoluta dentro del múltiple de admisión, que está influenciada tanto por la presión atmosférica como por el vacío generado por el motor.

Efecto de la altitud sobre la señal del MAP:

- A nivel del mar: presión atmosférica ≈ 101.3 kPa, voltaje MAP típico en ralentí $\approx 0.9\text{--}1.1$ V
- A 1000 m sobre el nivel del mar: presión atmosférica ≈ 89.9 kPa, caída de voltaje $\approx \sim 0.38$ V
- A 3000 m: presión atmosférica ≈ 70 kPa, voltaje MAP puede caer a $\approx 0.5\text{--}0.6$ V

Estimación típica:

~0.38 V menos por cada 1000 metros de altitud ganados, bajo ciertas condiciones de motor en ralentí (valor aproximado, varía por diseño del sensor y sistema de gestión del motor). (Robert Bosch GmbH, 2014)

2. 2. 3 Ajustes automáticos de inyección y avance de chispa para mantener rendimiento y eficiencia

En los motores modernos, la Unidad de Control Electrónico (ECU) adapta dinámicamente los parámetros de funcionamiento del motor, como la duración del pulso de inyección y el avance del encendido, en respuesta a variables ambientales (como la altitud, temperatura del aire, presión atmosférica y carga del motor). Este proceso tiene como objetivo mantener la eficiencia térmica, minimizar las emisiones contaminantes y conservar el rendimiento del motor.

2. 2. 3. 1. Ajuste del avance de chispa

Cuando la presión atmosférica disminuye (por ejemplo, en altitudes elevadas), la velocidad de combustión se reduce debido a la menor densidad del aire. Para compensarlo, la ECU adelanta el momento de encendido para asegurar que la presión máxima dentro del cilindro ocurra en el punto óptimo del ciclo. (Robert Bosch GmbH, 2014)

2. 2. 3. 2. Ajuste de la inyección de combustible.

El volumen de aire disponible para la combustión disminuye con la altitud, lo que puede enriquecer la mezcla si no se compensa. La ECU reduce la cantidad de combustible inyectado en función de la lectura de presión (MAP o sensor barométrico), asegurando que la mezcla permanezca cerca del valor estequiométrico. (Bi, Wang, Ren, & Liu, 2022).

2. 2. 4 Diagnóstico y Evaluación del Sistema de Inyección Electrónica

El sistema de inyección electrónica controla con precisión la cantidad de combustible que se entrega al motor, usando sensores, actuadores y una unidad de control (ECU). Diagnosticar este sistema correctamente es fundamental para detectar fallos que afectan el rendimiento, consumo y emisiones. (Jack Erjavec, 2015).

Figura 6

Herramientas de diagnóstico.

Herramienta	Función principal
Escáner OBD-II/EOBD	Lee códigos de falla (DTC), datos en tiempo real y borra códigos.
Multímetro Digital	Mide voltaje, resistencia y continuidad en sensores y actuadores.
Osciloscopio Automotriz	Visualiza señales eléctricas complejas (MAP, CKP, CMP, inyector).
Probador de inyectores	Verifica funcionamiento, resistencia y patrones de pulverización.
Manómetro de presión de combustible	Evalúa presión en el riel de inyección y regulador.
Sensor Simulator/Test Bench	Emula señales para verificar la respuesta de la ECU y actuadores.
Humo/vacuum tester	Detecta fugas en el múltiple de admisión o en el sistema EVAP.

Nota: Automotive Technology: A Systems Approach

2. 2. 4. 1. Parámetros evaluados para la eficiencia del sistema de inyección electrónica

- **Proporción aire-combustible (λ o AFR):** Mantener la mezcla cerca del punto estequiométrico (~14.7:1 en gasolina) para optimizar combustión y emisiones.
- **Duración del pulso de inyección:** Control precisa del tiempo que los inyectores permanecen abiertos para suministrar la cantidad exacta de combustible.
- **Presión de combustible en el riel:** Presión constante y adecuada para asegurar atomización óptima y respuesta rápida.



- **Respuesta y calibración de sensores:** Sensor de oxígeno (O₂) que detecta cambios en mezcla para ajuste dinámico.
- **Sensor MAP o MAF:** para medir cantidad de aire correctamente.
- **Tiempo y avance de encendido:** Avance adecuado para maximizar potencia y eficiencia térmica, evitando detonaciones.
- **Velocidad del motor (RPM):** Parámetro clave para ajustar inyección y encendido en diferentes regímenes.
- **Temperatura del motor y aire de admisión:** Ajuste de la mezcla y tiempo de inyección según condiciones térmicas para evitar sobre enriquecimiento.
- **Consumo de combustible:** Medición indirecta para evaluar eficiencia general.
- **Emisiones contaminantes:** Control y reducción de HC, CO, NO_x mediante mezcla correcta y ajuste dinámico.
- **Uniformidad y consistencia de inyección:** Comprobación que todos los inyectores funcionen uniformemente para evitar cilindros pobres o ricos.

2. 3 Definición de términos

2. 3. 1 Sistema de inyección electrónica:

Conjunto de componentes electrónicos y mecánicos que regulan y dosifican de forma precisa la cantidad de combustible que se inyecta en el motor, reemplazando al sistema de carburador.

2. 3. 2 ECU (Unidad de Control del Motor):

Dispositivo electrónico que actúa como el "cerebro" del motor. Recibe información de los sensores y envía señales a los actuadores para controlar la mezcla aire-combustible, el encendido y otros parámetros del motor.



2. 3. 3 Sensor MAP (Manifold

Sensor que mide la presión absoluta dentro del múltiple de admisión del motor. La ECU utiliza esta información para calcular la carga del motor y ajustar la inyección de combustible.

2. 3. 4 OBD-II (On Board Diagnostics II)

Estándar de diagnóstico a bordo presente en la mayoría de vehículos modernos. Permite acceder a códigos de error, lecturas de sensores y otros parámetros del motor a través de un escáner.

2. 3. 5 Voltaje del sensor

Señal eléctrica emitida por un sensor, usualmente medida en voltios (V). Indica el comportamiento del sensor frente a los cambios de presión o condiciones de funcionamiento.

2. 3. 6 Consumo de combustible

Cantidad de combustible que utiliza un vehículo para recorrer una determinada distancia. Generalmente expresado en litros por cada 100 kilómetros (L/100 km).

2. 3. 7 Altitud

Instancia vertical entre un punto y el nivel del mar. A mayor altitud, menor presión atmosférica y densidad del aire, lo cual afecta el rendimiento del motor.

2. 3. 8 Mezcla aire-combustible

Proporción entre el aire y el combustible que ingresa al cilindro del motor. Una mezcla correcta garantiza buena combustión, eficiencia y menores emisiones contaminantes.



CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Método de investigación

La presente investigación se enmarca dentro del enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y con un diseño cuasi-experimental. Se busca analizar la influencia del estado del sensor de flujo (MAF) en el consumo de combustible de vehículos gasolineras Toyota, considerando las condiciones de altitud en la región de Puno.

Este método permite establecer relaciones causa-efecto entre las variables, mediante la comparación de indicadores de consumo de combustible en vehículos con sensores MAF en buen estado y en mal estado, en condiciones reales de operación.

3.2 Ámbito de la investigación

El estudio se desarrollará en la región de Puno, con énfasis en zonas urbanas (ciudad de Puno, Juliaca) y rurales cercanas, donde operan vehículos gasolineras Toyota de uso frecuente. Se eligió esta región debido a su altitud promedio superior a los 3 800 msnm, lo cual tiene un impacto directo en el rendimiento de los motores y el comportamiento de los sensores de flujo.

3.3 Población y muestra

La población está compuesta por los vehículos gasolineras Toyota que circulan en la región de Puno en el año 2024. Se considera especialmente

vehículos de los modelos más comunes en la zona, como: Toyota Yaris, Toyota Corolla, Toyota Avanza.

3. 4 Técnicas e instrumentos de recogida de información

- Observación directa del funcionamiento del equipo.
- Medición de parámetros técnicos (tiempo de operación, fallas, consumo energético).
- Encuestas o entrevistas a los técnicos encargados del mantenimiento.

Tabla 2

Tabla de calificaciones y validación de parámetros.

INDICADOR	Deficiente 0 a 05	Regular 06 a 10	Bueno 11 a 15	Muy bueno 16 a 20
Claridad				
Objetividad				
Organización				
Suficiencia				
Intencionalidad				
Consistencia				
Metodología				

Nota. Validación de datos y parámetros del sistema.

3. 5 Recogida de datos

3. 6 Selección de componentes y equipos.

3. 6. 1 Selección de equipos de diagnóstico electrónico

3. 6. 1. 1. Multímetro uni-t ut33b+

El UNI-T UT33B es un multímetro digital portátil de categoría básica, ampliamente utilizado en aplicaciones automotrices y electrónicas. Cuenta con medición de voltaje (AC/DC), corriente, resistencia, y prueba de diodos.

Figura 7

Instrumento de medición electrónico



Nota. con precisión de $\pm 0.5 \%$

Tabla 3

Tabla de características del multímetro

Parámetro	Detalle
Tipo de pantalla	LCD de 2000 cuentas
Voltaje DC	200 mV / 2 V / 20 V / 200 V / 500 V (precisión $\pm 0.5\%$)
Corriente DC	Hasta 10 A
Resistencia	Hasta 20 M Ω
Prueba de diodos	Sí
Indicador de batería baja	Sí
Alimentación	1 batería de 9V (6F22)
Seguridad	CAT II 500V

Nota. Multímetro pequeño, con un peso de 160 gramos

3. 6. 1. 2. Escáner Automotriz ThinkDiag con Software DiagZone Pro

El ThinkDiag es una interfaz de diagnóstico OBD-II Bluetooth profesional desarrollada por ThinkCar, compatible con vehículos Toyota y muchas otras marcas. Se enlaza a través de un smartphone o Tablet mediante el software DiagZone Pro, una plataforma avanzada con capacidades extendidas de escaneo, codificación y monitoreo en tiempo real.

Tabla 4

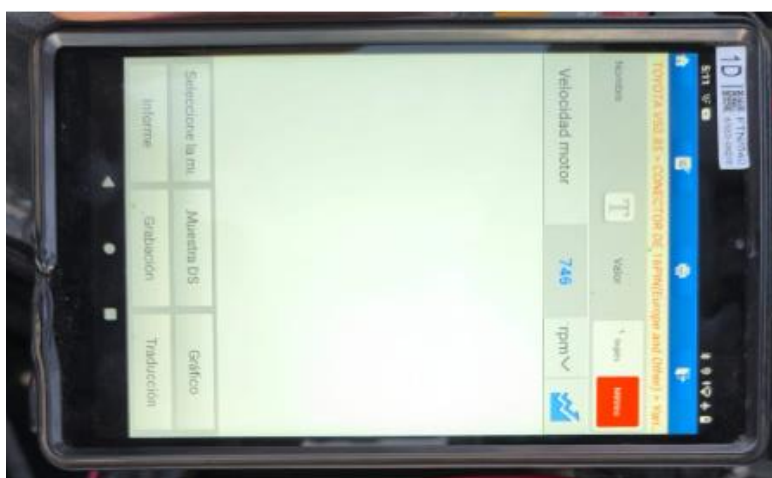
Especificaciones técnicas del scanner.

Parámetro	Detalle
Tipo de interfaz	Bluetooth OBD-II
Protocolo	Compatible con OBD-II, EOBD, JOBD, CAN, ISO9141, KWP2000, J1850
Aplicación/software	DiagZone Pro (Android)
Funcionalidades principales	Lectura/borrado de códigos DTC, datos en vivo, pruebas activas, reinicio de módulos, ajustes básicos
Marcas compatibles	Multimarca (incluye cobertura completa para Toyota)
Idioma del software	Español, inglés, entre otros
Conectividad	Bluetooth 4.2
Requisitos	Teléfono o tablet Android (RAM ≥ 2GB recomendado)
Alimentación	Desde el puerto OBD del vehículo (12V)

Nota. ThinkDiag + DiagZone Pro representa una solución profesional.

Figura 8

ScannerThinkDiag + DiagZone Pro



Nota. ThinkDiag + DiagZone Pro representa una solución profesional.

3. 6. 2 Proceso de evaluación técnica en estado defectuoso:

3. 6. 2. 1. vehículo adaptado en la investigación

El vehículo es de marca Toyota, modelo yaris, con motor 2NZ-FE, 1,298 cc (1.3 litros), con combustible a gasolina, sistema de inyección Electrónica multipunto (EFI).

Figura 9

Sistema de inyección electrónica del vehículo.



Nota. Escanear el sensor MAF para su diagnóstico.

3. 6. 2. 2. Inspección visual del sensor:

Se ha visualizado el estado físico del sensor MAF, en donde existe un poco de suciedad, no existe humedad, conector no se encuentra con grietas, se ha revisado los terminales y se encuentran bien, y él cable no tiene fisuras y ni abolladuras.

Figura 10

Visualización del sensor MAF



Nota. Evaluación del estado físico del sensor MAF.

3. 6. 2. 3. Lectura con scanner OBD-II en estado defectuoso

Se realiza la conexión del escáner al puerto de diagnóstico, para realizar las pruebas en diferentes estados.

Tabla 5

Prueba del sensor MAP en relenti

observar valores en estado defectuoso	
Distancia total recorrida	107298 km
Estado velocidad bomba combustible	encendido
Sensor masa flujo de aire	1.340 gm/s
Velocidad del vehículo	0 km/h
Velocidad del motor	673 rpm

Nota. Datos obtenidos con scanner OBD-II

Se realiza la prueba mientras se conduce 10 km, con revoluciones de 2000 en esta condición para poder saber el consumo de combustible, cuando se encuentra en estado defectuoso.

Tabla 6

Parámetros del sensor MAF en funcionamiento

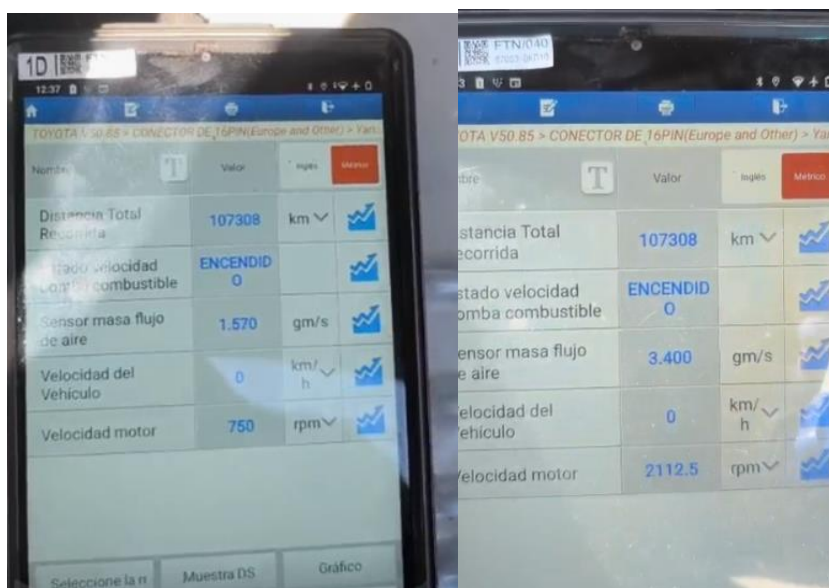
observar valores en estado defectuoso		
combustible	Distancia total recorrida	107298 km
	Estado velocidad bomba	encendido
	Sensor masa flujo de aire	7.280 gm/s
	Velocidad del vehículo	63 k/h
	Velocidad del motor	1500 a 2400 rmp

Nota. Datos obtenidos con scanner OBD-II

Una vez recorrido se puede observar que se tiene que la revolución es incorrecta, y también se observa que el sensor masa flujo se encuentra inestable.

Figura 11

Parámetros obtenidos mediante scanner al sensor MAF



Nota: Datos obtenidos con scanner OBD-II

Para el recorrido se implementado en un envase para ver visualmente cuanto consume de combustible, en donde se introducela bomba que alimenta desde ese envase con señalización de litros, En

donde se concluye se ha tenido un consumo de aproximadamente de 1000 mililitros o un litro.

3. 6. 2. 4. Medición de flujo de aire

Se realiza la medición de fujo de aire en 2 estados, en estado ralenti y estado acelerado, con la finalidad de obtener parámetros de flujo de aire para su diagnóstico.

En este apartado se muestra que escáner nos muestra 0.9 en relenti y 8 gr /s en un sistema acelerado

Tabla 7

Tabla de flujo de aire en estado operativo

Pruebas de flujo de aire		
Tipos de prueba	Revoluciones por minuto	Gramos/segundo
ralenti	682 rpm	0.9 gr/s
acelerado	3275 rpm	8.6090 gr/s

Nota. Datos obtenidos con scanner OBD-II

En scanner OBD2 se ha mostrado como aumentaba el flujo de aire cuando se aceleraba para ello se corroborará con una tabla de estandarizad de funcionamiento para esta marca de movilidad.

3. 6. 2. 5. Medición de voltaje con multímetro.

Se realiza la medición de voltaje en el sensor MAF en estado ralenti con la finalidad de obtener parámetros que nos ayuden a su diagnóstico. E n una velocidad en ralenti de 744 rpm nos dará 1.19 v DC, y a medida que se acelera se tiene 3275 rpm con un voltaje de 1.94 v DC.

Tabla 8

Parámetros con multímetro del sensor MAF

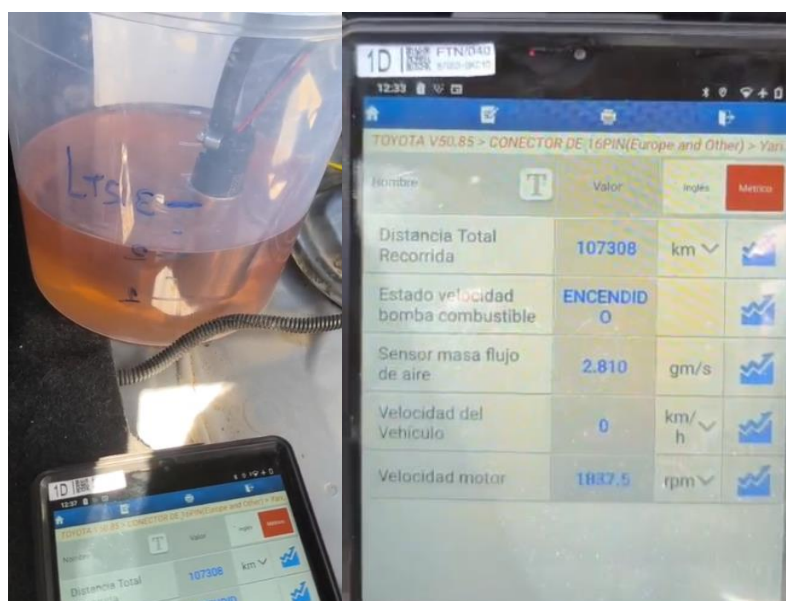
parámetros con multímetro		
Tipos de prueba	Revoluciones por minuto	voltaje
Ralentí	744	1.6
acelerado	3275	2.5

Nota. Voltajes de sensor MAF, ralenti y acelerado

Para realizar la prueba de manera practica el consumo de combustible se ha usado un envase con medidas de manera que pueda visualizar y saber el consumo en el estado defectuoso.

Figura 12

Consumo de combustible en 10km en estado



Nota. Se visualiza que el consumo es de 1 litro de combustible.

3. 6. 3 Proceso de evaluación técnica en estado operativo

3. 6. 3. 1. Lectura con sensor OBD II en estado operativo

Se inicia con las pruebas, una vez corregido los errores que se tenían, el sensor MAF, se encuentra en óptimas condiciones.

Tabla 9

Pruebas del sensor MAF en estado ralenti

observar valores en estado operativo	
Distancia total recorrida	107298 km
Estado velocidad bomba combustible	encendido
Sensor masa flujo de aire	1.350 gm/s
Velocidad del vehículo	0 km/h
Velocidad del motor	658.5 rpm

Nota. Búsqueda de datos con scanner OBD- II

Y nuevamente se realiza pruebas en 10 km con revoluciones de 2000 rpm, con un sensor MAF operativo.

Tabla 10

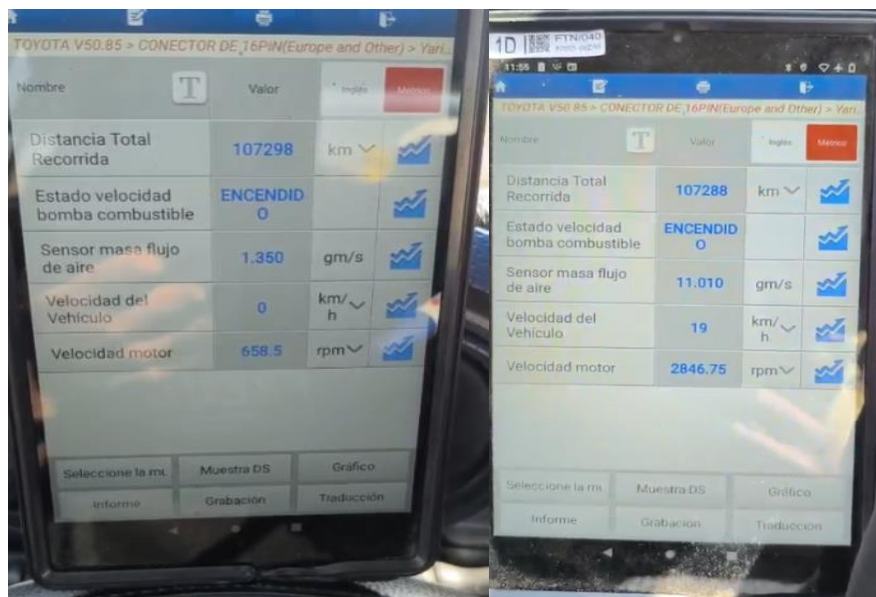
Pruebas del sensor MAF en operativo.

observar valores en estado operativo	
Distancia total recorrida	107288 km
Estado velocidad bomba combustible	encendido
Sensor masa flujo de aire	11.010 gm/s
Velocidad del vehículo	19 km/h
Velocidad del motor	2846.75 rpm

Como se muestra en las pruebas realizadas en un estado ralenti y acelerado, en donde se puede analizar el sensor masa flujo de aire y la velocidad del vehículo y velocidad de motor.

Figura 13

Figura para lectura en estado ralenti y acelerar.

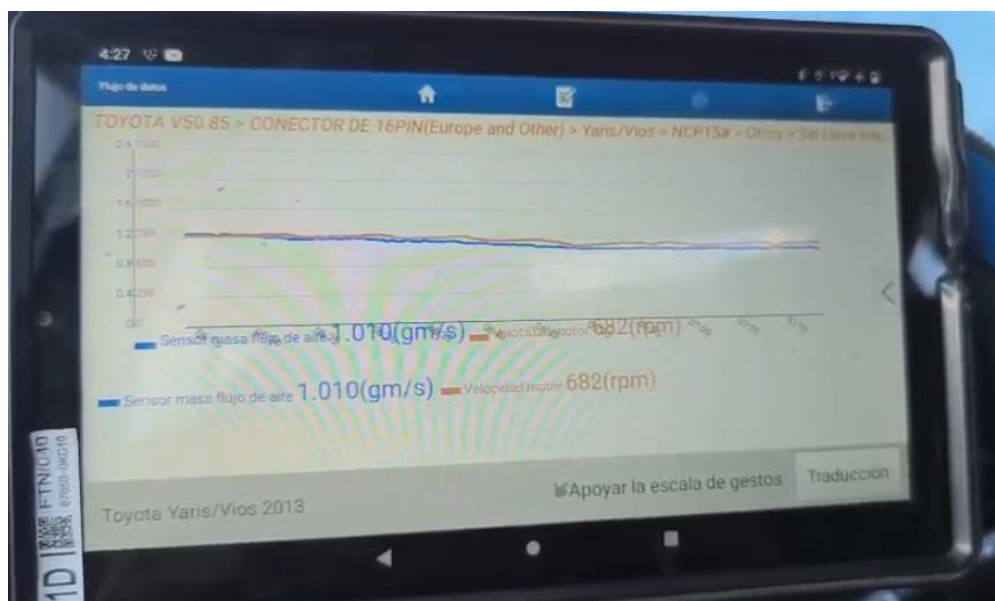


3. 6. 3. 2. Medición de flujo de aire

Se realiza la medición de fujo de aire en 2 estados, en estado ralenti y estado acelerado, con la finalidad de obtener parámetros de flujo de aire para su diagnóstico.

Figura 14

Flujo de aire en estado ralenti

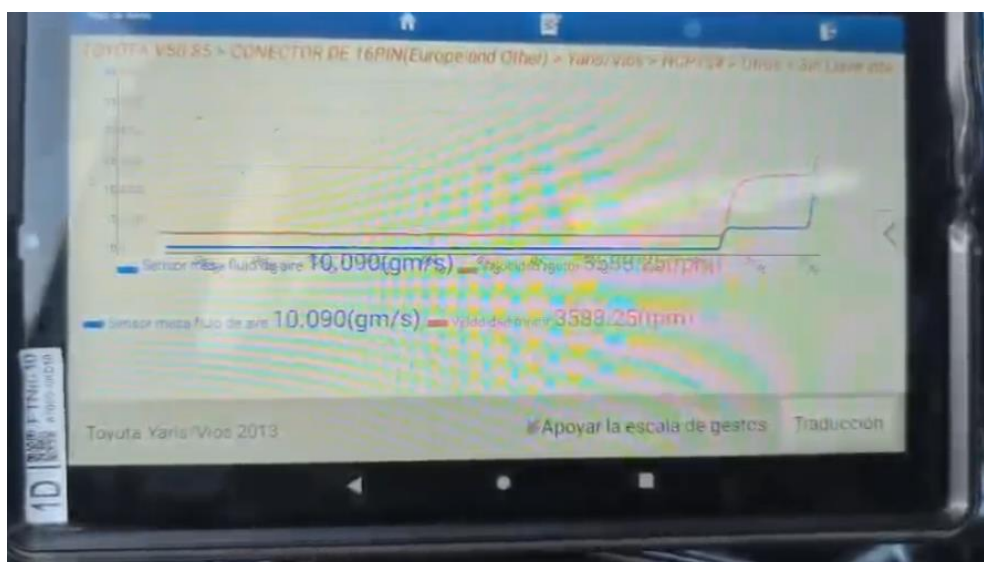


Nota. Datos obtenidos con scanner OBD-II

Como se visualiza en la figura 1.010 (gm/s) de flujo de aire, en 682 rpm en estado ralenti estos parámetros nos ayuda para poder detectar las posibles fallas para un mantenimiento preventivo o correctivo.

Figura 15

Prueba de flujo de aire en estado acelerado.



Nota: Datos obtenidos con scanner OBD-II

En este apartado se realiza la prueba de flujo de aire en estado acelerado, para un 3588.25 rpm con un flujo de aire de 10.090 gm/s.

Tabla 11

Tabla de flujo de aire en estado operativo

Pruebas de flujo de aire		
Tipos de prueba	Revoluciones por minuto	Gramos/segundo
Ralentí	682 rpm	1.010 gr/s
acelerado	3588.25 rpm	10.090 gr/s

Nota. Datos obtenidos con scanner OBD-II

En scanner OBD2 se ha mostrado como aumentaba el flujo de aire cuando se aceleraba para ello se corroborará con una tabla de estandarizada de funcionamiento para esta marca de movilidad.

3. 6. 3. 3. Medición de voltaje con multímetro.

Se realiza la medición de voltaje en el sensor MAF en estado ralenti con la finalidad de obtener parámetros que nos ayuden a su diagnóstico. En una velocidad en ralenti de 744 rpm nos dará 1.19 v DC, y a medida que se acelera se tiene 3275 rpm con un voltaje de 1.94 v DC.

Tabla 12

Parámetros con multímetro del sensor MAF

Tipos prueba	parámetros con multímetro	
	de Revoluciones por minuto	voltaje
Ralenti	744	1.19
acelerado	3275	1.94

Nota. Voltajes de sensor MAF, ralenti y acelerado

Figura 16

Medición en estado ralenti.



Nota: Prueba realizada al sensor **MAF**.

Figura 17

Prueba en estado acelerado



Nota. La prueba se ha realizado al sensor MAF.

Se ha realizado la prueba del sensor de MAF en su óptimo funcionamiento, en donde se ha adquirido un envase con medidas y se tuvo un consumo de 300 mililitros en un tramo de 10km de recorrido.

Figura 18

Consumo de combustible, con sensor en buen



Nota. La prueba se ha realizado en un embalse

3. 6. 4 Proceso de evaluación técnica del segundo vehículo.

3. 6. 4. 1. Vehículo adoptado a la investigación en estado defectuoso

El vehículo adoptado en la investigación es la marca Toyota yaris Motor 1NR 2016, con cilindradas de 1329 cc del sensor MAF electrónico

Figura 19

Motor yaris 1NR 2016



Nota: La prueba se ha realizado al sensor MAF.

3. 6. 4. 2. Lectura de scanner en diferentes estados

Tabla 13

Valores en estado ralentí

observar valores en estado operativo	
Distancia total recorrida	107298 km
Estado velocidad bomba combustible	encendido
Sensor masa flujo de aire	0.5 gm/s
Velocidad del vehículo	0 km/h
Velocidad del motor	700 rpm

Nota: Datos obtenidos con scanner F car

Tabla 14*Valores obtenidos en estado acelerado*

observar valores en estado operativo	
Distancia total recorrida	107288 km
Estado velocidad bomba combustible	encendido
Sensor masa flujo de aire	60 gm/s
Velocidad del vehículo	10 km/h
Velocidad del motor	3500 rpm

Nota: Datos obtenidos con scanner F car**3. 6. 4. 3. Medición de flujo de aire en estado relenti****Tabla 15***Pruebas de flujo de aire en relenti.*

Pruebas de flujo de aire		
Tipos de prueba	Revoluciones por minuto	Gramos/segundo
ralenti	700 rpm	1.210 gr/s
acelerado	3588.25 rpm	45.00 gr/s

Nota: Datos obtenidos con escáner F car**3. 6. 4. 4. Medición de voltaje del sensor MAF****Tabla 16***Pruebas del voltaje en sensor MAF*

Pruebas de flujo de aire		
Tipos de prueba	Revoluciones por minuto	Voltaje
Ralenti	700 rpm	0.9
acelerado	3588.25 rpm	4.9

Nota: Datos obtenidos con escáner F car

Con los parámetros obtenidos se tiene un consumo de combustible de 3 litros aproximadamente en 10 km de recorrido a una velocidad de 40 km por hora, lo cual ese consumo es altísimo para un motor 1.3L. Deberías estar entre 4.5–6.5 L por 100 km normalmente, no 14.8.

Como se puede observar la mezcla está en 1:12 (8.33 L/100 km) está por encima de lo esperado, pero no es exageradamente alto, como se muestra en el escaneo, Sin embargo, para un motor pequeño como el 1.3L, debería estar más cerca de 1:14

Figura 20

Escaneo del sensor MAF en el estado defectuoso.



Nota. Una mezcla de 1:12 en un motor de 1.3L

3. 6. 5 Proceso de evaluación técnica en estado operativo 1

En este apartado se escanea una vez reparado motor en donde se tiene las pruebas mediante scanner y multímetro además se evalúa mediante un osciloscopio.

3. 6. 5. 1. Lectura de escáner en estado operativo.

Tabla 17

Lectura de datos en estado ralentí

observar valores en estado operativo	
Distancia total recorrida	107298 km
Estado velocidad bomba combustible	encendido
Sensor masa flujo de aire	1.10 gm/s
Velocidad del vehículo	0 km/h
Velocidad del motor	700 rpm

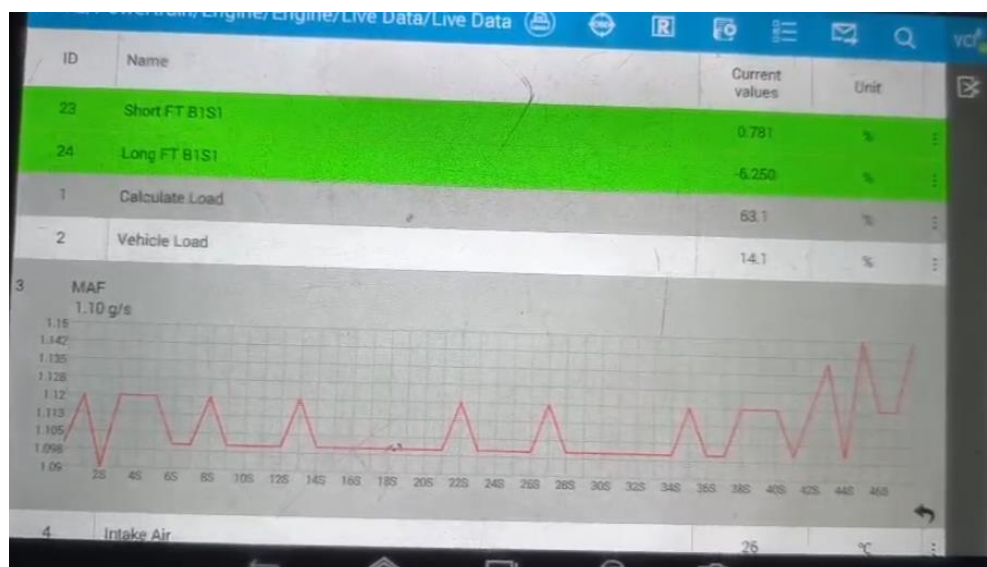
Nota. Datos obtenidos con scanner F car

3. 6. 5. 2. Flujo de aire en estado

En este apartado se tiene el flujo de aire que se tiene una vez reparado para que exista una buena mezcla.

Figura 21

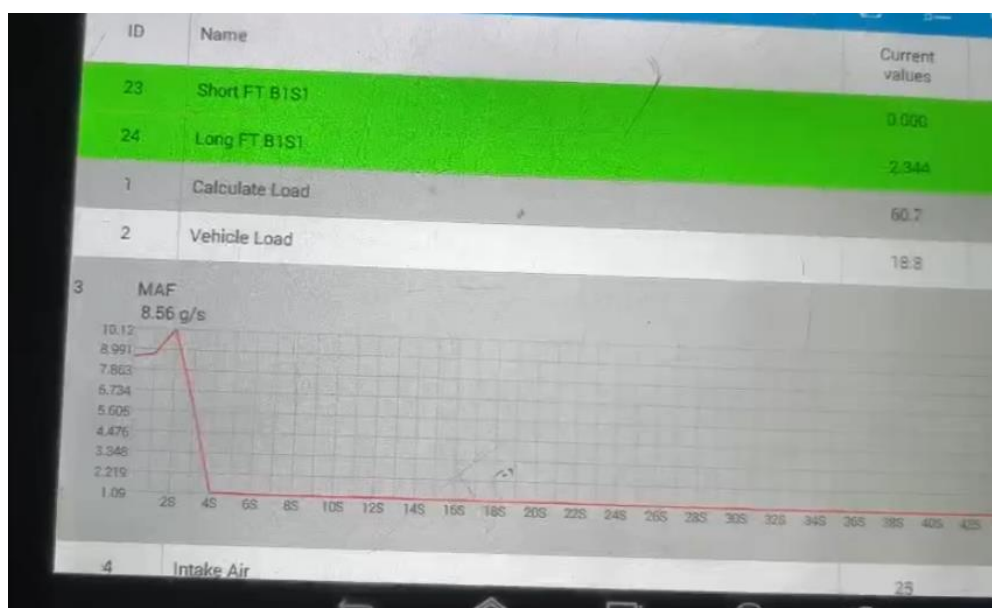
Escaneo de flujo de aire en estado ralenti.



Nota. Pruebas en escáner Fcar

Figura 22

Escaneo de flujo de aire en estado acelerado.



Nota. Pruebas en escáner Fcar

Tabla 18

Flujo de aire en estado ralenti

Flujo de aire en estado ralenti		
Tipos de prueba	Rpm	g/s
ralenti	700	1.10
acelerado	2400	8.56

Nota. Pruebas para la mezcla adecuada de combustible**3. 6. 5. 3. Voltaje en sensor MAF****Figura 23***Voltaje en estado relenti**Nota.* Medida tomada mediante multímetro DT133D

Figura 24

Voltaje en estado acelerado.



Nota. Medida tomada mediante multímetro DT133D

Tabla 19

Tabla de voltaje para pruebas en diferentes estados.

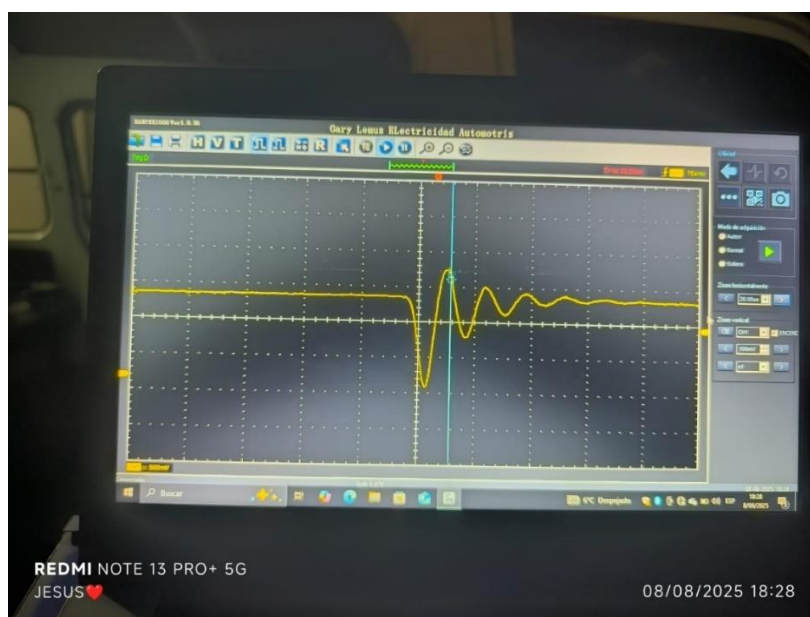
voltaje en estado ralenti		
Tipos de prueba	Rpm	V DC
ralenti	700	1.17
acelerado	2400	1.79

Nota. Medida tomada mediante multímetro DT133D

Para analizar mas el sensor MAF se han realizado mas pruebas en el osciloscopio en donde se dará una breve descripción del lo que indica.

Figura 25

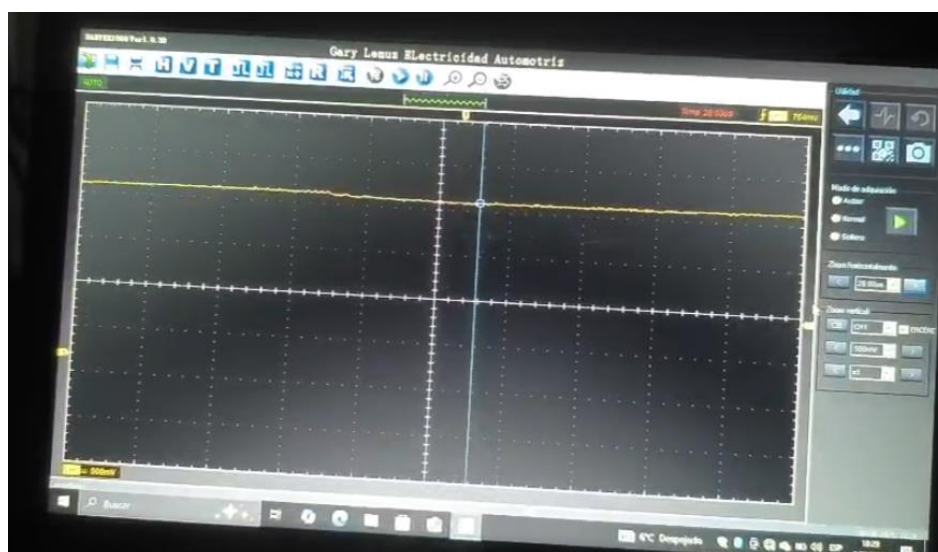
Oscilaciones en estado ralenti



Nota. Medida tomada mediante un osciloscopio.

Figura 26

Oscilaciones en estado acelerado



Nota. Medida tomada mediante un osciloscopio.

En los osciloscopios se muestran la oscilación de una mezcla rica y una mezcla pobre lo cual sucede en estado ralenti, pero una vez que se acelera la mezcla se corrige y se vuelve una mezcla adecuada, ni pobre ni rico.

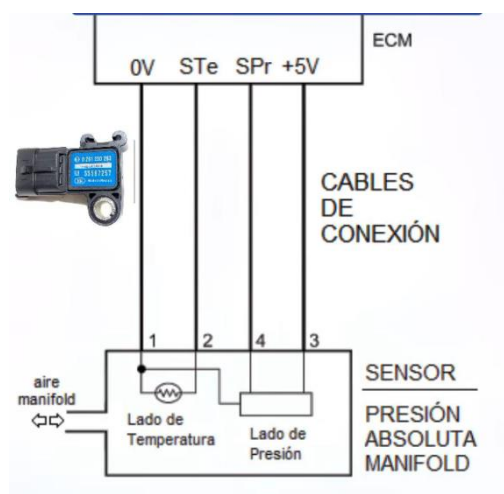
3. 6. 6 Prueba de sensor MAP en movilidad antigua Toyota

En Movilidades antiguos (antes de año 2000) no lleva el sensor MAF es el encargado de medir la masa de aire que ingresa al motor para que la ECU pueda ajustar la inyección de combustible en la actualidad, pero se puede medir parámetros del sensor MAP y temperatura de aire. En vehículos antiguos Toyota, este componente suele ser sensibles a suciedad, humedad y fallos eléctricos.

Y para realizar la prueba nos guiaremos del siguiente diagrama, en donde nos indican que cable es masa y que cable es la señal MAP esto en vehículos antiguos.

Figura 27

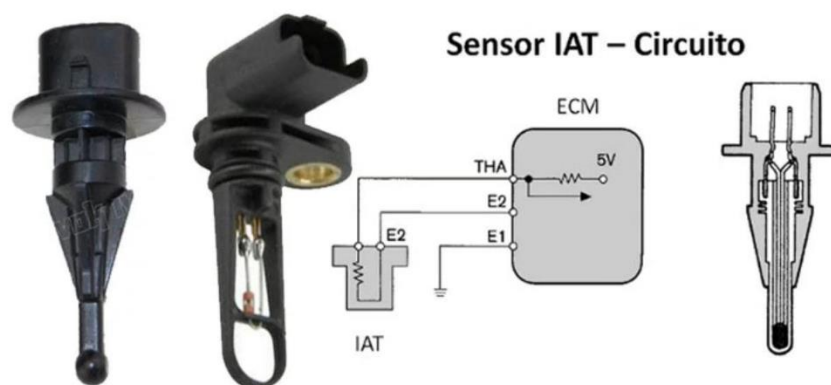
Diagrama de conexiones de sensor MAP.



Nota. se utiliza el diagrama para tomar datos y luego diagnosticar.

El diagrama eléctrico presenta los siguientes terminales:

- Terminal 1 – Masa (0 V)
- Terminal 2 – Señal de temperatura (STe)
- Terminal 3 – Alimentación +5 V
- Terminal 4 – Señal de presión (SPPr)

Figura 28*Sensor de temperatura IAT*

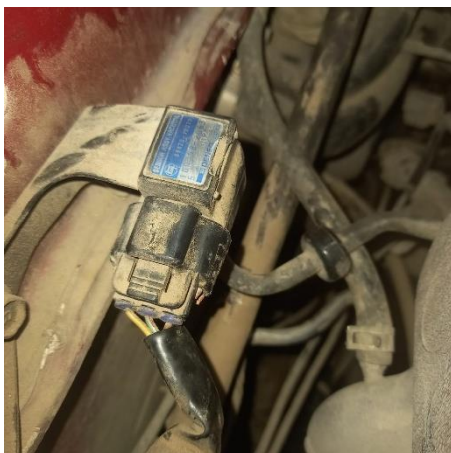
Nota. se utiliza el diagrama para tomar datos y luego diagnosticar.

El diagrama eléctrico presenta los siguientes terminales

- Terminal THA (Temperatura del Aire – Señal)
- Terminal E2 (Tierra del sensor – Ground de señal)
- Terminal E1 (Tierra principal – Ground ECU / Chasis).

3. 6. 6. 1. Características del vehículo antiguo Toyota

Vehículo Toyota Corolla estacion wagon, del año 1995 con Motor 4E-FE y Sistema EFI.

Figura 29*Sensor MAP Vehículo antiguo Toyota 1995.*

Nota: Diseño propio.

Figura 30*Sensor de temperatura de aire (IAT)**Nota. Diseño propio.*

3. 6. 6. 2. Prueba del Sensor IAT en Aceleración

El sensor IAT es un termistor NTC que disminuye su resistencia cuando aumenta la temperatura del aire. Durante la aceleración entra más aire y la temperatura en el ducto sube ligeramente, por lo que el voltaje de señal THA disminuye (por ejemplo, ~ 0.47 V).

El valor debe bajar de manera suave y estable; si presenta saltos o interrupciones, indica falla del sensor o del cableado.

Esta prueba confirma que el IAT responde correctamente a los cambios de temperatura del aire para que la ECU ajuste mezcla y encendido.

Figura 31

Voltaje de señal THA disminuye (por ejemplo, ~0.47)



Nota. Diseño propio.

3. 6. 6. 3. Sensor IAT en ralentí

En la prueba realizada con el motor en ralentí, el sensor IAT muestra un voltaje aproximado de 0.14 V, lo cual es normal cuando el motor ya está caliente. El IAT es un termistor NTC, por lo que, a mayor temperatura del aire, menor voltaje de señal.

En ralentí, el aire dentro del ducto se calienta debido a la baja velocidad de entrada y la temperatura del motor, provocando que el voltaje disminuya.

Figura 32

Sensor IAT muestra un voltaje aproximado de 0.14 V



Nota. Diseño propio.

3. 6. 6. 4. Sensor MAP en aceleración

En la imagen, el sensor MAP marca 3.04 V mientras el motor está acelerado.

- Este valor es normal, porque al acelerar:
- Entra más aire al motor.
- La presión en el múltiple aumenta.
- El sensor MAP responde subiendo su voltaje.

Figura 33

Sensor MAP en acelerado



Nota. Diseño propio.

3. 6. 6. 5. Sensor MAP en ralentí

El multímetro muestra 1.75 V con el motor en ralentí. Este valor es correcto y coincide con el comportamiento esperado del Sensor MAP en motores Toyota antiguos.

¿Por qué 1.75 V es normal?

- En ralentí hay alto vacío en el múltiple.
- Cuando el vacío es alto, la presión es baja.
- El sensor MAP entrega un voltaje bajo, típicamente entre 1.3 y 2.0 V.
- Tu lectura (1.75 V) encaja perfectamente en el rango ideal.

Figura 34

Sensor MAP en ralentí.



Nota. Diseño propio.

Tabla 20

Tabla muy Resumida – MAP e IAT

PRUEBA	VALOR	NORMAL
IAT	0.47 V	0.3-0.8 V
Aceleración		
IAT Ralentí	0.14 V	0.1-0.3 V
MAP	3.04 V	2.5-4.0 V
Aceleración		
MAP Ralentí	1.75 V	1.3-2.0 V

Nota. Diseño propio.

CAPITULO IV

ANALISIS DE RESULTADO Y DISCUSION

4.1. Presentación

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos tras la evaluación técnica de dos vehículos Toyota Yaris 2NZ-FE con motor de 1.3 litros y 1NR-FE con motores de 1.33 litros, bajo condiciones reales de operación en la región de Puno, considerando su altitud. Se analizaron los parámetros de funcionamiento del sensor MAP (Manifold Absolute Pressure), comparando su desempeño en estado defectuoso y estado operativo, y evaluando su influencia sobre el flujo de aire, voltaje, revoluciones del motor y, especialmente, el consumo de combustible.

Las mediciones se realizaron utilizando escáner OBD-II, multímetro digital, osciloscopio automotriz y un sistema de medición de consumo real mediante envase graduado durante recorridos controlados de 10 km.

4.2. Análisis e interpretación de resultados

Tabla 21

Parámetros eléctricos y de flujo de aire del sensor MAP

Vehículo	Estado	RPM Ralentí	Voltaje MAP (V)	Flujo de aire (g/s)
Toyota Yaris 2NZ-FE (2005)	Defectuoso	744	1.60	0.90
Toyota Yaris 2NZ-FE	Operativo	744	1.19	1.01
Toyota Yaris 1NR-FE (2016)	Defectuoso	700	0.90	0.50
Toyota Yaris 1NR-FE	Operativo	700	1.17	1.10

Nota. Evaluación de parámetros de los vehículos de estudio

En ambos casos, cuando el sensor MAP se encontraba en mal estado, los valores de voltaje y flujo de aire eran inconsistentes, reflejando una señal errónea hacia la ECU. Esto provoca una mezcla de aire-combustible desbalanceada, afectando directamente la eficiencia del motor.

Tabla 22

Parámetro en estado acelerado en ambas movilidades

Vehículo	Estado	RPM Acelerado	Voltaje MAP (V)	Flujo de aire (g/s)
Toyota Yaris 2NZ-FE	Defectuoso	3275	2.50	8.60
Toyota Yaris 2NZ-FE	Operativo	3275	1.94	10.09
Toyota Yaris 1NR-FE	Defectuoso	3588	4.90	60.00
Toyota Yaris 1NR-FE	Operativo	2400	1.79	8.56

Nota. Evaluación de parámetros de los vehículos de estudio

El sensor defectuoso del Yaris 1NR-FE reportaba valores extremadamente altos de voltaje y flujo de aire, causando una inyección excesiva de combustible. En cambio, en estado operativo, los valores se estabilizaron, permitiendo un rendimiento más eficiente.

Tabla 23

Consumo real de combustible (recorrido de 10 km)

Vehículo	Estado	Combustible consumido (L)	Estimación por 100 km (L/100km)
Toyota Yaris 2NZ-FE	Defectuoso	1.0 L	10.0 L/100km
Toyota Yaris 2NZ-FE	Operativo	0.3 L	3.0 L/100km
Toyota Yaris 1NR-FE	Defectuoso	3.0 L	30.0 L/100km
Toyota Yaris 1NR-FE	Operativo	0.5 L	5.0 L/100km

Nota. Estimación de consumo de combustible.

El consumo de combustible fue significativamente mayor en estado defectuoso, especialmente en el Yaris 1NR-FE. Luego de la reparación, el consumo se normalizó, confirmando la influencia directa del sensor MAF en la eficiencia del motor.

4.3. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos validan de forma empírica que el sensor MAF tiene un papel crítico en la dosificación adecuada de la mezcla aire-combustible. Una lectura incorrecta del sensor genera una mezcla rica o pobre, afectando el rendimiento del motor, provocando inestabilidad en el ralentí, pérdida de potencia y consumo excesivo de combustible, especialmente en condiciones de altitud como las de la región de Puno.

En el caso del Toyota Yaris con motor 1NR-FE, el sensor defectuoso provocaba un voltaje de hasta 4.9 V, induciendo a la ECU a interpretar una alta carga, y en consecuencia, ordenar la inyección de grandes cantidades de combustible. Esto se reflejó en un consumo de 3 litros por cada 10 km recorridos, lo cual está muy por encima del rango normal para un motor 1.3L. Una vez corregido el fallo, el consumo bajó a 0.5 litros por 10 km, reflejando una mejora del 83.3%.

Asimismo, el motor 2NZ-FE, aunque con menor desbalance, también mostró una diferencia sustancial: de 1.0 L/10 km a 0.3 L/10 km luego de reparar el sensor.

Además, las pruebas con osciloscopio mostraron oscilaciones erráticas en la señal del sensor MAF en estado defectuoso, y una señal limpia y estable en estado operativo, validando la confiabilidad del diagnóstico con herramientas electrónicas.

4.3.1. Análisis comparativa con una tesis regional

Título: Análisis de la influencia de la altitud de Puno sobre la potencia efectiva de un motor de combustión interna Otto de aspiración natural Alicia+1

Autor: Grover Velarde Dueñas Alicia

Institución: Universidad Nacional del Altiplano, Puno Alicia

Resumen / Objetivo:

La tesis analiza cómo la altitud de Puno —muy por encima del nivel del mar— afecta el funcionamiento de motores Otto (gasolina) de aspiración natural. Se enfoca en cómo cambia la densidad del aire y la presión atmosférica, y cómo estas variaciones afectan la potencia útil del motor

Aunque esta tesis no se centra directamente en el sensor MAF, su análisis de cómo la altitud modifica la densidad de aire y afecta al motor es muy relevante para tu tema: respalda la idea de que medir correctamente el aire es aún más crítico en Puno.

Se puede usar estos resultados para justificar por qué un sensor como el MAF (que mide el flujo de aire) tiene más impacto en un entorno de altitud: el error en la medición se amplifica si la densidad del aire es baja.

4.4. Análisis de los resultados obtenidos

Los resultados obtenidos permiten confirmar las hipótesis planteadas:

- Se realizó con éxito la evaluación técnica y el diagnóstico del sensor MAF utilizando escáner OBD-II, multímetro y osciloscopio, en ambos vehículos.
- Se comprobó la relación directa entre el estado del sensor MAP, el voltaje entregado a la ECU, y el comportamiento de la mezcla aire-combustible en condiciones de altitud.

- Se evidenció una diferencia significativa en el consumo de combustible entre vehículos con sensores MAF en buen estado frente a aquellos en mal estado.

En síntesis, se concluye que el estado operativo del sensor MAF tiene una influencia determinante en el consumo de combustible en vehículos gasolineros Toyota. La ineficiencia provocada por sensores defectuosos se ve amplificada en regiones de altura, donde la presión atmosférica ya es baja, afectando la respuesta del motor. Por ello, el mantenimiento y diagnóstico preventivo del sistema de inyección electrónica debe considerarse una prioridad técnica, especialmente en contextos geográficos como el de Puno.

4.5. Sensor MAP/IAT (vehículo antiguo) vs sensor Maf moderno

Figura 35

Tabla de comparación de parámetro de vehículos.

Característica	Vehículo Antiguo (Toyota 4E-FE 1995)	Vehículo Actual (Yaris 2NZ-FE / 1NR-FE)
Sistema de medición de aire	Speed-Density (MAP + IAT)	Mass Air Flow (MAF película caliente)
Sensor principal	MAP (0–5 V)	MAF (0.8–4.5 V o 0–150 g/s)
Sensor secundario	IAT (Termistor NTC)	IAT interno al MAF
Voltaje MAP en ralentí	1.4 – 2.0 V	No aplica
Voltaje MAP acelerado	3.0 – 4.5 V	No aplica
Voltaje MAF en ralentí	No aplica	1.0 – 1.4 V



Voltaje MAF acelerado	No aplica	1.8 – 4.5 V
Flujo de aire en ralentí	0.5 – 1.2 g/s	1.0 – 1.4 g/s
Flujo de aire acelerado	40 – 60 g/s	7 – 12 g/s (2NZ)
Estrategia de mezcla	Cálculo matemático (densidad del aire)	Directamente según gr/s del MAF
Sensibilidad a fallas	Baja	Alta (se ensucia fácil)
Costos de sensor	Bajo	Medio/Alto
Precisión de mezcla	Media	Alta
Consumo promedio	mayor	menor
Diagnóstico	Voltaje MAP/IAT con multímetro	Datos en vivo OBD-II + osciloscopio
Reacción a altitud	Ecus antiguos corrigen lentamente	Corrección inmediata (MAF)

Nota. Comparación de los vehículos antiguo vs actual.

Los Toyota antiguos usan sistema Speed-Density, donde la ECU calcula la masa de aire usando MAP y IAT, dependiendo del vacío del motor para ajustar la mezcla. En cambio, los vehículos modernos emplean MAF, que mide directamente la masa real de aire, logrando mayor precisión, mejor consumo y menos emisiones. En síntesis: el sistema antiguo calcula, el moderno mide.



CONCLUSIONES

Primero: El desempeño del sensor MAF influye directamente en el consumo de combustible. Cuando envía señales erróneas a la ECU, la mezcla aire-combustible se vuelve ineficiente, aumentando el gasto. En altitud, como en Puno, la baja densidad del aire intensifica este problema, generando consumos excesivos y pérdida notable de rendimiento.

Segundo: El diagnóstico reveló sensores MAF con lecturas fuera de rango, evidenciando fallas electrónicas y suciedad acumulada. Las mediciones con scanner y osciloscopio mostraron señales inestables en sensores defectuosos. Esto confirma la importancia del mantenimiento preventivo, ya que un MAF deteriorado afecta negativamente la mezcla aire-combustible y el funcionamiento general del motor.

Tercero: La comparación entre vehículos demostró una diferencia significativa en el consumo. Aquellos con sensores MAF defectuosos consumieron entre 1 y 3 litros por 10 km. Luego de corregir el sensor, el consumo disminuyó hasta en un 80%, evidenciando el impacto directo del estado del MAF en la eficiencia del combustible.

Cuarto: En condiciones de altitud, los errores en la lectura del sensor MAF afectan gravemente la dosificación del combustible. En Puno, la menor densidad del aire exige mediciones precisas para evitar sobreconsumo. Los resultados confirman que el MAF es esencial para el rendimiento, la estabilidad del motor y la eficiencia energética del vehículo.



RECOMENDACIONES

Primero: Realizar limpieza del sensor MAF cada 10,000–15,000 km, especialmente en zonas de altura como Puno donde el motor trabaja con mayor esfuerzo.

Segundo: Verificar periódicamente que la entrada de aire no tenga fugas o mangueras sueltas, ya que cualquier ingreso de aire no medido altera las lecturas.

Tercero: Utilizar filtros de aire de buena calidad y reemplazarlos a tiempo; un filtro sucio modifica la cantidad de aire que llega al MAF.

Cuarto: Ante cualquier aumento repentino en el consumo, revisar el MAF antes de intervenir otros componentes del motor.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- alarcon apaza, a. d. (2018). *PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA MEJORAR LA EFECTIVIDAD GLOBAL DE LOS EQUIPOS DE UNA PLANTA DE REVISIONES TÉCNICAS VEHICULARES EN LA PROVINCIA DE HUAROCHIRÍ*. Lima: Universidad Nacional de callao.
- Andres, P. H. (2021). *Sistema automatizado para una pista de revisiones técnico mecánicas*. Colombia: <http://hdl.handle.net/11349/29685>.
- Apaza López, A. W. (2017). *Análisis de la conversión de un vehículo Toyota Prius de motor de combustión interna a eléctrico híbrido en serie para la región Puno*. Puno: Universidad nacional de altiplano.
- avance, A. (01 de 07 de 2025). *Auto avance*. Obtenido de <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/sensor-map-para-que-sirve/>
- Bi, X., Wang, Y., Ren, Y., & Liu, H. (2022). *Effects of altitude on the combustion and emission characteristics of diesel engines and the corresponding control strategies*. Ámsterdam, Países Bajos (sede de Elsevier): Fuel (publicada por Elsevier).
- club, A. (1 de 07 de 2025). Obtenido de <https://club.autodoc.es/magazin/sistema-de-inyeccion-funciones-tipos-sintomas>
- Esparta vargas, D. (2015). *Diseño y fabricación de equipo para medir el coeficiente de retrorreflectividad (RA) en las placas únicas nacional de rodaje*. LIMA: universidad trecnologica del peru, INGENIERIA MECATRONICA.
- Hao, L. (2019). *Model-based estimation of light-duty vehicle fuel economy at high altitude*. china: Universidad de X .



- HIDRAULICOS, S. P. (01 de 29 de 2029). SMC. Obtenido de <https://www.smc.eu/es-pe/productos/cilindros-hidraulicos~49409~nav>
- Ilatoma Idrogo, H. F. (2017). *Análisis de Señales de Sensores y Actuadores en motores de 1300CC para optimizar tiempo de inyección de combustible, Chiclayo 2017*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- industrial, s. h. (23 de 01 de 2025). *Conoce qué son y cómo funcionan las válvulas hidráulicas*. Obtenido de <https://valvulas-hidraulicas.mx/conoce-que-son-y-como-funcionan-las-valvulas-hidraulicas/>
- Jack Erjavec, R. T. (2015). *Automotive Technology: A Systems Approach*. Cengage Learning: Boston, MA, Estados Unidos.
- Jie Liu, Y. C. (2024). *Impact analysis of dust evolution pattern and determination of key ventilation parameters in highland highway construction tunnels*. HELIYON: PMC PUBMED CENTRAL.
- Jorge Martínez, L. R. (2022). *Effects of altitude in the performance of a spark ignition internal combustion engine*. *aterials Today: Proceedings*, volumen 49, páginas 72–78.
- latin, u. (21 de 01 de 2025). *Revista latinoamerica de derecho*. Obtenido de <https://iuslatin.pe/certificado-de-inspeccion-tecnica-vehicular-en-peru-definicion-y-pasos-para-su-obtencion/>
- leal. (21 de 01 de 2025). *leal*. Obtenido de leal importaciones: <https://lealimportaciones.com/nosotros/>
- lindersin, p. i. (2017). *Tesis general sobre sensores automotrices (CKP, CMP, ECT, inyector, etc.) y desarrollo de un banco de pruebas para ECUs de Toyota*. Lima: instituto de educacion superior tecnica.



- Masco, J. F. (2022). *Estimación del consumo de combustible de un automóvil mediante los datos de los sensores y actuadores capturados por el puerto OBD-II*. LIMA, CENTRO: UTP.
- Mejía Patiño, J. C.-V. (2005). *Automatización de funciones manuales en vehículos convencionales*. Ecuador: universidad salestina de ecuador .
- peruano, P. d. (2025). *Ley que crea el Sistema Nacional de Inspecciones Técnicas*. Lima, peru .
- Robert Bosch GmbH. (2014). *Automotive Handbook*. Stuttgart (Alemania): Bentley Institute Press (empresa asociada a SAE).
- Sabando García, K. A. (2020). *Desarrollo de un sistema SCADA para la supervisión de un proceso industrial utilizando inteligencia artificial*. ecuador: universidad catoliza de santiago Guayaquil.
- Salazar Velarde, D. (2015). *Diseño e implementación de un sistema scada para monitoreo de flujo y temperatura del sistema de llenado aséptico de jugo de maracuyá en la agro industrial fruta de la pasión C*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/10430>
- sanchez, c. (2014). AUTOMATIZACIÓN EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ: CONCEPTOS Y PROCESOS. *DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN EMPRESARIAL.*, 5.
- Santos Llave, D. J. (2014). *Diseño e implementación de un sistema de adquisición de datos ultrasónicos en un FPGA*. LIMA, PERU: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA .
- sypysa. (13 de 11 de 2024). sypysa. Obtenido de <https://sypysa.com/blog/guia-basica-sobre-calderas-industriales/>



temeson. (22 de 01 de 2025). *bombas hidraulicas como funcionan*. Obtenido de

<https://tameson.es/pages/bombas-hidraulicas-como-funcionan>

wikipedia. (01 de 07 de 2025). *la inciclopedia libre*. Obtenido de

https://es.wikipedia.org/wiki/Inyecci%C3%B3n_electr%C3%B3nica

yujra, C. i. (2025). *Proyecto sobre un banco de diagnóstico para unidades de control*

electrónico (ECU) en la región de Puno. Puno: univerisdad andina nestor

caveres velasquez.



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de consistencia

Título: INFLUENCIA DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DEL VEHÍCULO GASOLINERO TOYOTA EN LA REGIÓN PUNO, 2024

Nº VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INSTRUMENTO	TÉCNICA RECOLECCIÓN	DE ESCALA DE MEDICIÓN	DE FUENTE DE DATOS	DE
1	Variable independiente: Sistema de inyección electrónica (SIE)	Tipo de sistema	- Tipo de inyección (multipunto/monopunto/inyección directa)	Conjunto de componentes y estrategias electrónicas que controlan la dosificación de combustible al motor.	Registro del tipo de SIE instalado según ficha técnica y verificación visual/técnica.	Ficha técnica del vehículo + lista de chequeo técnico	Revisión documental y observación técnica	Nominal	Documentación del vehículo, inspección mecánica
		Estado y mantenimiento	- Frecuencia de mantenimiento - Historial de ajustes/calibraciones - Existencia de fallas reportadas	Nivel de conservación y ajuste de los componentes del SIE que afectan su funcionamiento.	Número de mantenimientos/anual, número de fallas registradas en el último año, existencia de calibración de inyectores (sí/no).	Encuesta al propietario + historial de talleres + lista de verificación	Entrevista y revisión de historial	Ratio / Ordinal (frecuencia)	Registros de taller, entrevistas, bitácora del vehículo
		Calidad de los sensores/actuadores	- Estado de sensores (MAP, O2, TPS) - Funcionamiento de inyectores	Calidad operacional de los elementos que permiten el control preciso del suministro de combustible.	Resultado de pruebas de diagnóstico (OK/falla) y mediciones de señal (voltajes/resistencias) según escáner.	Escáner OBD-II / equipo diagnóstico + ficha de resultados	Diagnóstico escáner y mediciones técnicas	Nominal / Intervalo (valores eléctricos)	Informe de diagnóstico, taller autorizado
2	Variable dependiente: Consumo de combustible	Consumo instantáneo	- L/100 km en condición de prueba - km/L en recorrido específico	Cantidad de combustible que consume el vehículo por unidad de distancia en momentos concretos.	Medición en ruta o banco: litros gastados por 100 km o km por litro en pruebas estandarizadas.	Registro de consumo con odómetro y medición volumétrica + GPS para distancia	Prueba de ruta controlada / medición directa	Ratio (L/100km, km/L)	Medición in situ, hojas de registro
		Consumo promedio operativo	- Consumo promedio semanal/mensual - Variación según tipo de uso (urbano/carretera)	Promedio del consumo en condiciones reales de	Cálculo de consumo promedio (litros totales / km	Bitácora de consumo + recibos de combustible	Registro longitudinal (bitácora)	Ratio	Bitácora del conductor,

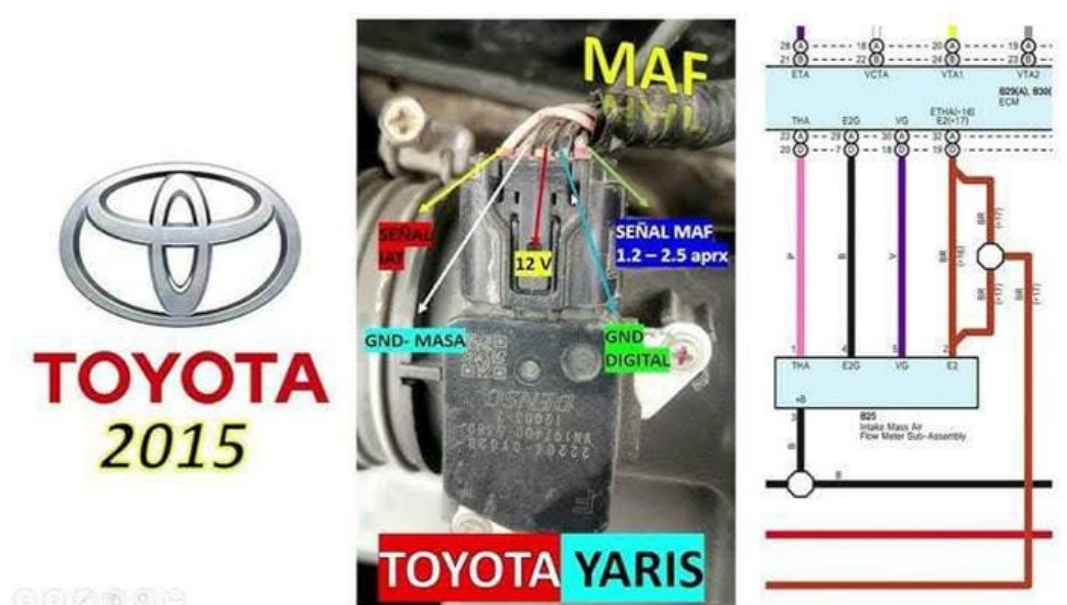


Nº VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INSTRUMENTO	TÉCNICA RECOLECCIÓN	DE ESCALA DE MEDICIÓN	DE FUENTE DE DATOS	DE
			uso durante un periodo determinado.	totales) durante 30 días y por tipo de recorrido.				facturas de combustible	
	Eficiencia del combustible	- Rendimiento (km/L) - Emisiones relacionadas (si se mide)	Relación entre la energía útil obtenida y el combustible consumido; indicador de eficiencia.	Cálculo de km/L y, opcionalmente, relación con emisiones medidas en prueba (gCO ₂ /km).	Medición de consumo + (opcional) analizador de gases	Pruebas de campo y/o laboratorio	Ratio	Resultados de pruebas, datos OBD	
3	Variable interviniente / de control: Condiciones de conducción	Tipo de recorrido	- % urbano vs % carretera - Trayectos cortos frecuentes	Las características del uso del vehículo que influyen en el consumo.	Porcentaje del tiempo o distancia en recorrido urbano vs interurbano; número de arranques/paradas diarias.	Encuesta al conductor + registro GPS/recorridos	Encuesta y registro GPS	Proporción / Ratio	Entrevista al conductor, datos GPS
	Carga y peso transportado	- Peso promedio de carga (kg) - Nº de pasajeros habitual	Carga adicional que incrementa la demanda energética y afecta consumo.	Registro de peso medio transportado durante el periodo de estudio y promedio de pasajeros.	Encuesta + balanza (si procede)	Observación y encuesta	Ratio	Registros de uso, encuestas	
	Mantenimiento general del vehículo	- Estado del motor (aceite, filtros) - Presión de neumáticos	Condición general del vehículo que afecta rendimiento y consumo.	Existencia y frecuencia de mantenimiento general; presión media de neumáticos (psi).	Lista de verificación + revisión técnica	Inspección física y revisión documental	Ordinal / Ratio	Historial de mantenimiento, inspección	
4	Variable de control: Características del vehículo	Modelo y año	- Año del vehículo - Modelo y cilindrada	Datos técnicos del vehículo que condicionan consumo.	Registro del año, modelo, cilindrada (cc) según tarjeta de propiedad y ficha técnica.	Ficha técnica + tarjeta de propiedad	Revisión documental	Nominal / Ratio	Documentación vehicular
	Sistema de transmisión	- Tipo (manual/automático) - Estado del embrague/ transmisiones	Elementos mecánicos que influyen en la eficiencia de entrega de potencia.	Registro del tipo de transmisión y evaluación del estado (pruebas de conducción).	Revisión técnica + prueba de manejo	Inspección y prueba	Nominal / Ordinal	Informe técnico, prueba de manejo	

Anexo 2. Diagramas

Figura 36

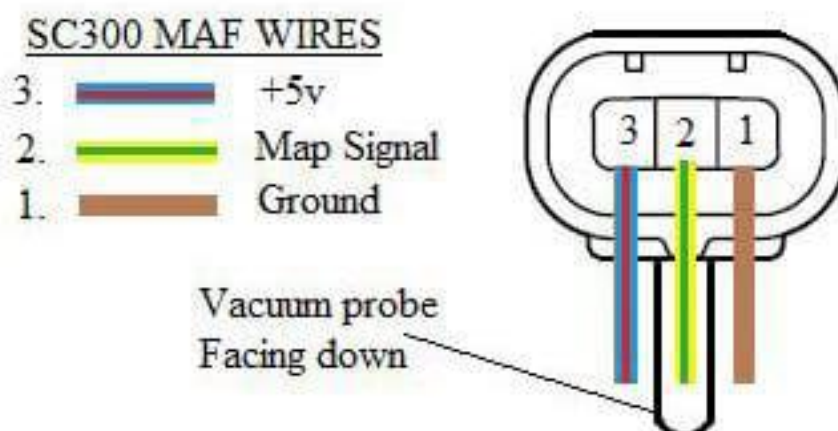
Figura de configuración de cables del sensor MAF en 2015.



Nota. imagen se ha obtenido de un canal de YouTube.

Figura 37

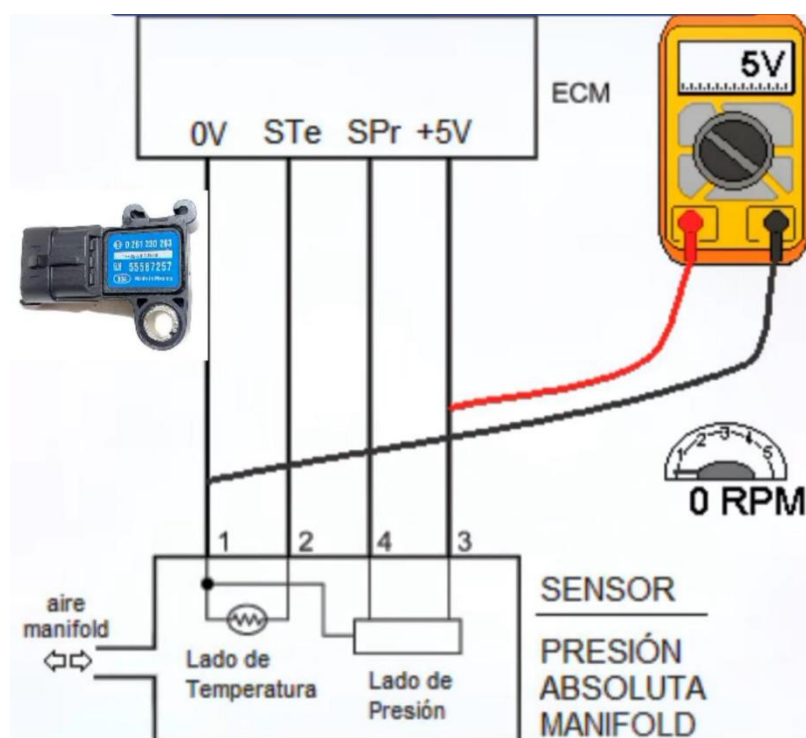
Diagrama de conexiones de sensor MAF.



Nota. imagen se ha obtenido de un canal de YouTube.

Figura 38

Diagrama de conexiones de sensor MAP.



Nota. imagen se ha obtenido de un canal de YouTube.



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 16/12/2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: JESUS MANUEL MAMANI YUJRA

Dirección: Jr. San José Nro. 268

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 73640659

Teléfono: 917784533 email: jesusmamaniyujra10@gmail.com

Nombres y Apellidos:

Dirección:

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:

Teléfono: email:

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA MECATRÓNICA

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO MECATRÓNICO

Asesor: Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐ Tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ Trabajo Académico ☐

Título: INFLUENCIA DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DEL VEHÍCULO GASOLINERO TOYOTA EN LA REGIÓN PUNO, 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): Inyección electrónica, consumo de combustible, vehículos Toyota, eficiencia energética, región de Puno

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

2

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ Título ☐ 2da Especialidad ☐ Maestría ☐ Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- ☒ Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- ☐ Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- ☐ No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- ☐ Sí autorizo
- ☒ No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

☐

Internacional

☒

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN - P21

Firma de Autor



huella digital

16 – DICIEMBRE – 2025

Fecha