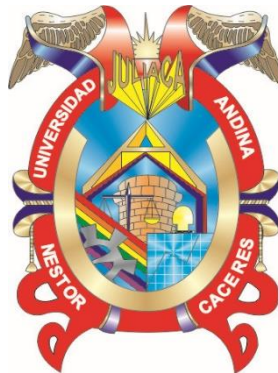




UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA



**IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA INTERNET DE
LAS COSAS PARA EL MONITOREO DE SENSORES
EN MOTORES A INYECCIÓN INDIRECTA DE
GASOLINA EN LA REGIÓN DE PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. BRAULIO DURAN GORDILLO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECATRÓNICO

JULIACA - PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA INTERNET DE LAS COSAS PARA EL MONITOREO DE SENSORES EN MOTORES A INYECCIÓN INDIRECTA DE GASOLINA EN LA REGIÓN DE PUNO

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. BRAULIO DURAN GORDILLO

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:


Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS


PRIMER MIEMBRO

:


Mgtr. ANGEL CLEMENTE MAMANI LEONARDO

SEGUNDO MIEMBRO

:


Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

ASESOR DE TESIS

:


Ing. ABELARDO LEON MIRANDA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN – P21



RESOLUCIÓN DECANAL N° 237-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 05 de junio de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 004-2024-D-UI-FICP.UANCV**, del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°206-2024 de fecha 22 de mayo de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA INTERNET DE LAS COSAS PARA EL MONITOREO DE SENSORES EN MOTORES A INYECCIÓN INDIRECTA DE GASOLINA EN LA REGIÓN DE PUNO**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Mecatrónica** y:

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **BRAULIO DURAN GORDILLO**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA INTERNET DE LAS COSAS PARA EL MONITOREO DE SENSORES EN MOTORES A INYECCIÓN INDIRECTA DE GASOLINA EN LA REGIÓN DE PUNO**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**, y;

Que, los Jurados designados por el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica, de la FICP, están integrados por los siguientes Docentes;

- * **Presidente** : Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
- * **1er Miembro** : Mgtr. ANGEL CLEMENTE MAMANI LEONARDO
- * **2do Miembro** : Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON
- * **Asesor** : Ing. ABELARDO LEON MIRANDA

De conformidad al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23.35 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **BRAULIO DURAN GORDILLO**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA INTERNET DE LAS COSAS PARA EL MONITOREO DE SENSORES EN MOTORES A INYECCIÓN INDIRECTA DE GASOLINA EN LA REGIÓN DE PUNO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : lunes 10 de junio de 2024
- * **HORA** : 16:00
- * **LUGAR** : Aula 204 pabellón de hidráulica

ARTICULO SEGUNDO. - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica**, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

05 JUN 2024
16:05:00
Esc. Profesional



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

DI. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

DR. EFRAIN PAVILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531



RESOLUCIÓN DECANAL N° 230-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 30 de mayo de 2024

VISTOS.-

El OFICIO N° 013-2024-D-EPIM-FICP-UANCV, del Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica y el proveído del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, sobre el pedido de cambio de miembro (s) del sub comité de evaluación del Trabajo de investigación (Tesis), del Bachiller: BRAULIO DURAN GORDILLO para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el tema titulado: IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA INTERNET DE LAS COSAS PARA EL MONITOREO DE SENSORES EN MOTORES A INYECCIÓN INDIRECTA DE GASOLINA EN LA REGIÓN DE PUNO, y;

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: BRAULIO DURAN GORDILLO ha solicitado cambio del primer miembro de la terna del sub comité de evaluación del Trabajo de investigación (Tesis), titulado: IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA INTERNET DE LAS COSAS PARA EL MONITOREO DE SENSORES EN MOTORES A INYECCIÓN INDIRECTA DE GASOLINA EN LA REGIÓN DE PUNO aprobado con la RESOLUCIÓN DECANAL N°206-2024-D-FICP-UANCV de fecha 22 de mayo de 2024; conforinado por los siguientes Docentes:

- ❖ **Presidente** : Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
- ❖ **1er. Miembro** : Mgtr. GIOVANNI JOSE HUACASI SUPO
- ❖ **2do. Miembro** : Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN

Que; el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica ha tomado conocimiento, el cambio del primer miembro a solicitud del estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica, por lo que ha determinado proceder con el sorteo para el cambio de la terna de la sub comisión de evaluación del Trabajo de investigación (Tesis), conforme lo establece el Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y;

Estando, a los documentos de VISTOS, mediante el cual informa la designación de la nueva terna de la sub comisión de evaluación; el mismo que deberá actuar según el Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del Comité de Investigación de la escuela profesional de Ingeniería Mecatrónica, en concordancia al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - APROBAR, el cambio del primer miembro de la Terna del sub comité de evaluación del Trabajo de investigación (Tesis) presentado por el bachiller: BRAULIO DURAN GORDILLO, titulado: IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA INTERNET DE LAS COSAS PARA EL MONITOREO DE SENSORES EN MOTORES A INYECCIÓN INDIRECTA DE GASOLINA EN LA REGIÓN DE PUNO, para optar el título profesional de Ingeniero Mecatrónico quedando la conformación del sub comité de evaluación de la siguiente forma:

- ❖ **Presidente** : Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
- ❖ **1er. Miembro** : Mgtr. ANGEL CLEMENTE MAMANI LEONARDO
- ❖ **2do. Miembro** : Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN
- ❖ **Asesor (a)** : Ing. ABELARDO LEON MIRANDA

ARTICULO SEGUNDO. - Disponer a los miembros de la sub comisión de evaluación designados, dar continuidad al trámite de evaluación y calificación del proyecto de investigación, borrador de trabajo de investigación o sustentación del trabajo de investigación, según sea el caso que se encuentre cada expediente. Quedando valido en sus demás disposiciones la Resolución Decanal de aprobación de proyecto de investigación, que se mencionan en el considerando.

ARTICULO TERCERO. - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el responsable de investigación y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica, el Secretario Académico de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese



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

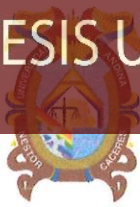
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531

CC:
Archivo 2024
Interesado (s)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 206-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 22 de mayo de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 081-2024-D-UI-FICP.UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Mecatrónica, **INFORME N° 004-2024-UI-CI-EPIM-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1812-2021-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **28 de diciembre de 2021** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **25 de abril de 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el tema titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA INTERNET DE LAS COSAS PARA EL MONITOREO DE SENSORES EN MOTORES A INYECCIÓN INDIRECTA DE GASOLINA EN LA REGIÓN DE PUNO.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **BRAULIO DURAN GORDILLO**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA INTERNET DE LAS COSAS PARA EL MONITOREO DE SENSORES EN MOTORES A INYECCIÓN INDIRECTA DE GASOLINA EN LA REGIÓN DE PUNO.**

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajo de Investigación, con fines de la obtención de Grados Académicos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica, nominó a la sub comisión de evaluación de trabajo de investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**
- * **1er Miembro** : **Mgtr. GIOVANNI JOSE HUACASI SUPO**
- * **2do Miembro** : **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA INTERNET DE LAS COSAS PARA EL MONITOREO DE SENSORES EN MOTORES A INYECCIÓN INDIRECTA DE GASOLINA EN LA REGIÓN DE PUNO.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 101-2024, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA INTERNET DE LAS COSAS PARA EL MONITOREO DE SENSORES EN MOTORES A INYECCIÓN INDIRECTA DE GASOLINA EN LA REGIÓN DE PUNO.**

Estando, conforme a la **RESOLUCIÓN DECANAL N°064-2019-CF-FICP-UANCV** de fecha 02 de octubre de 2019 donde aprueba el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales a la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, que consta de XI capítulos y 71 artículos, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **BRAULIO DURAN GORDILLO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el Tema Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA INTERNET DE LAS COSAS PARA EL MONITOREO DE SENSORES EN MOTORES A INYECCIÓN INDIRECTA DE GASOLINA EN LA REGIÓN DE PUNO.**

La misma que deberá proceder a la impresión de su borrador de Trabajo de Investigación en limpio, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras - Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **Ing. ABELARDO LEON MIRANDA.**

ARTICULO TERCERO.- La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese,

cc
archivo 2024
interesado (a)



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

SECRETARÍA ACADÉMICA
CIP. 35631



RESOLUCIÓN DECANAL N° 096 - 2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de abril de 2024

VISTOS.-

El, **Expediente N° 2024-CU-18818** presentando por el (la) bachiller; **BRAULIO DURAN GORDILLO** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatronico** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, quien solicita rectificación de **RESOLUCIÓN DECANAL N°1812-2021-D-FICP-UANCV** del título del **Proyecto de Investigación**, del tema titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA IOT PARA EL MONITOREO DE SENSORES EN MOTORES A INYECCIÓN INDIRECTA DE GASOLINA EN LA REGIÓN DE PUNO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónica**, y;

CONSIDERANDO:

Que, en la **RESOLUCIÓN DECANAL N°1812-2021-D-FICP-UANCV**, **RESOLUCIÓN DECANAL N°839-2023- D-FICP-UANCV** el título del **Proyecto de Investigación** ha sido aprobado de la siguiente manera: **IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA IOT PARA EL MONITOREO DE SENSORES EN MOTORES A INYECCIÓN INDIRECTA DE GASOLINA EN LA REGIÓN DE PUNO**.

Que, conforme a la **RESOLUCION N° 0296-2023-CU-R**, donde indicia en la parte resolutive en vía de regularización y de forma excepcional, el trámite de grados y títulos con observaciones de aspectos formales para la presentación de trabajos de investigación como: "comillas, abreviaturas y siglas", de expedientes sustentados solo hasta el 28 de abril del 2023, por los egresados y bachilleres de pre y posgrado de la Universidad "Andina Néstor Cáceres Velásquez" de JULIACA;

Que, según disposición de la Oficina de Investigación, perteneciente al Vicerrectorado de Investigación de la UANCV; de acuerdo al Reglamento Institucional y reglas de redacción gramatical: los títulos de investigación o tesis; no deberán contener ni llevar **ABREVIATURA, SIGLAS, COMILLAS NI PUNTO AL FINAL DEL TÍTULO**; y;

Estando, en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR**, la **RECTIFICACIÓN** del título del **Proyecto de Investigación** presentado por el (la) bachiller: **BRAULIO DURAN GORDILLO**, debiendo considerarse a partir de la fecha con el título siguiente: **IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA INTERNET DE LAS COSAS PARA EL MONITOREO DE SENSORES EN MOTORES A INYECCIÓN INDIRECTA DE GASOLINA EN LA REGIÓN DE PUNO**, el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatronico**, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

- | | | |
|----------------------|---|---|
| * Presidente | : | Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS |
| * 1er Miembro | : | Mgtr. GIOVANNI JOSE HUACASI SUPO |
| * 2do Miembro | : | Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN |
| * Asesor (a) | : | Ing. ABELARDO LEON MIRANDA |

ARTICULO SEGUNDO. - Disponer a los miembros de la sub comisión de evaluación designados, dar continuidad al trámite de evaluación y calificación del proyecto de investigación, trabajo de investigación (tesis) o sustentación de tesis, según sea el caso que se encuentre cada expediente. Quedando valido en sus demás disposiciones la Resolución Decanal de aprobación de proyecto de investigación, que se mencionan en el considerando.

ARTICULO CUARTO. - La Dirección de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatronico**, el Secretario Académico de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese



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

Dr. MILTHON QUISEPUE HUANCA
DECANO
C.I.P. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
C.I.P. 95631

cc.
archivo 2024
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1812-2021-D-FICP-UANCV

Juliaca, 28 de diciembre de 2021

VISTOS:

El **INFORME N° 970-2021-D-UI-FICP.UANCV**, del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, informe de **OPINIÓN TÉCNICA N° 057-2021-UANCV-FICP-UI-CI** del responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica** y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **15 de diciembre de 2021**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**, con el tema titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA IOT PARA EL MONITOREO DE SENSORES EN MOTORES A INYECCIÓN INDIRECTA DE GASOLINA EN LA REGIÓN DE PUNO**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **BRAULIO DURAN GORDILLO**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA IOT PARA EL MONITOREO DE SENSORES EN MOTORES A INYECCIÓN INDIRECTA DE GASOLINA EN LA REGIÓN DE PUNO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**;

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras; el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica**, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Ing. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**
- * **1er Miembro** : **M.Sc. GIOVANNI JOSÉ HUACASI SUPO**
- * **2do Miembro** : **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA IOT PARA EL MONITOREO DE SENSORES EN MOTORES A INYECCIÓN INDIRECTA DE GASOLINA EN LA REGIÓN DE PUNO**, correspondiente a la línea de investigación: **TECNOLOGIA DE LA INSTRUMENTACIÓN**, y;

Que, es requisito indispensable contar con un Docente Ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de magister y experiencia en la línea a investigar, que será el asesor de Proyecto de Investigación, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria 30220, ley de creación de la UANCV 23738 y modificación, Resolución de Institucionalización 1287-92-ANR D.L. 739, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **BRAULIO DURAN GORDILLO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**, con el Tema Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA IOT PARA EL MONITOREO DE SENSORES EN MOTORES A INYECCIÓN INDIRECTA DE GASOLINA EN LA REGIÓN DE PUNO**.

La misma que deberá proceder con la ejecución del Proyecto de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente contratado de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **M.Sc. LEONID ALEMAN GONZALES**.

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

Mgtr. MLTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Mgtr. HERNAN ARTURO PINTO COAQUIRA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 86937

Cc.
archivo 2021
Ejecutante
/nsq.



IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA INTERACTIVA PARA LAS COSAS PARA EL MONITOREO DE SENSORES EN MOTORES A INYECCIÓN INDIRECTA DE GASOLINA EN LA REGIÓN DE PUNO

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS


1	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante	2%
2	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.utp.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	biblus.us.es Fuente de Internet	1%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1%
	repositorio.ug.edu.ec	



METADATOS COMPLEMENTARIOS

TÍTULO DE LA TESIS	
IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA INTERNET DE LAS COSAS PARA EL MONITOREO DE SENSORES EN MOTORES A INYECCIÓN INDIRECTA DE GASOLINA EN LA REGIÓN DE PUNO	
Datos de autor	
Apellidos y Nombres	Duran Gordillo, Braulio
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	45425058
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0004-9072-5888
Datos de asesor	
Apellidos y Nombres	León Miranda, Abelardo
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	40198643
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8370-5660
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Apellidos y Nombres	Valdivia Cardenas, Salvador Teodoro
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02383061
Miembro del jurado 1	
Apellidos y Nombres	Mamani Leonardo, Ángel Clemente
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	45317605
Miembro del jurado 2	
Apellidos y Nombres	Sanchez Carreón, Adwar Ranulfo
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02064066



Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Instrumentación – P21
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>Ubicación: País: Perú Departamento: Puno Provincia: Puno Distrito: Puno Calle: Jr. Paucarcolla 143 Coordenadas: Latitud: -15.85368082759112, Longitud: -70.01408904341656</p>  <p>URL: https://maps.app.goo.gl/kFoZqe3ngCsZek818</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Diciembre 2021 - junio 2023
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería Mecánica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.00 Ingeniería mecánica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.01

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO NESTOR CACERES VELAZQUEZ
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS EXACTAS
DIRECTOR
Dr. Efraín Paredón Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo BRULIO DURAN GORDILLO, identificado con DNI Nro. 45425058 en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
- Programa de Segunda Especialidad,
- Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA MECATRÓNICA

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

"IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA INTERNET DE LAS COSAS PARA EL MONITOREO DE SENSORES EN MOTORES A INYECCIÓN INDIRECTA DE GASOLINA EN LA REGIÓN DE PUNO."

Asesorado por: ING. ABELARDO LEON MIRANDA

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 12 de Junio del 2024


Abelardo Leon Miranda

Firma del Asesor
(Obligatoria)


Brulio Duran Gordillo

Firma del Estudiante
(Obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de grado a toda mi familia, en primera instancia a mis padres por su amor incondicional y su apoyo constante, a ellos que siempre estuvieron a mi lado y depositaron esa confianza en mí.



AGRADECIMIENTO

A Dios por ser la luz que ilumina mi camino y me da la sabiduría e inteligencia en las decisiones más importantes de mi vida.

A mi familia por ser la motivación e inspiración, gracias por creer y depositar la confianza, fueron ustedes mis principales promotores de este resultado.



ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Exposición de la situación problemática	1
1.2. Formulación del planteamiento del problema	3
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos.....	4
1.5. Hipótesis.....	5
1.6. Variables.....	6
1.7. Operacionalización de las variables.....	7

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO O REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación.....	8
2.2. Marco teórico.....	12
2.3. Marco conceptual	24



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación..... 26

3.2. Método de investigación 26

3.3. Población y muestra 26

3.4. Técnicas e instrumentos 27

3.5. Diseño de contrastación de hipótesis 27

3.6. Matriz de consistencia 28

3.7. Descripción de la metodología para el desarrollo de la solución 29

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Requerimientos del desarrollo de la solución propuesta 30

4.2. Arquitectura del sistema 33

4.3. Desarrollo del sistema electrónico 42

4.4. Desarrollo de la plataforma IoT para monitoreo de sensores..... 52

4.5. Evaluación de funcionalidad de la solución propuesta 68

CONCLUSIONES 76

RECOMENDACIONES 78

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 79

ANEXOS 85



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables.....	7
Tabla 2. Matriz de consistencia	28
Tabla 3. Lista de requerimientos	31
Tabla 4. Matriz morfológica.....	35
Tabla 5. Comparación de módulos wifi.....	36
Tabla 6. Comparación de dispositivos de diagnóstico	37
Tabla 7 Criterios para evaluación y puntaje por alternativas	40
Tabla 8. Descripción de pines del MCP2551	45
Tabla 9. Resultados de pruebas.....	73



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de arquitectura IoT.....	14
Figura 2. Ubicación del OBDII	16
Figura 3. Espacio cercano al conector OBDII	17
Figura 4. Pines del OBDII	17
Figura 5. Esquema básico del bus CAN entre ECUs	18
Figura 6. Trama OBDII.....	18
Figura 7. Microcontrolador ESP32.....	20
Figura 8. Estructura de un inyector electrónico.	21
Figura 9. Esquema del sistema de la unidad de control electrónico	22
Figura 10. Sensor de flujo de aire.....	23
Figura 11. Fases de la metodología	29
Figura 12. Flujograma de proceso de adquisición de datos de un motor	32
Figura 13. Diagrama Back - Box.....	33
Figura 14. Diagrama de funcionamiento de la solución propuesta	34
Figura 15. Arquitectura del sistema IoT propuesto.....	41
Figura 16. Pines del microcontrolador ELM327	43
Figura 17. Diagrama de bloques ELM327	43
Figura 18. Pines del microcontrolador ELM327	44
Figura 19 Diagrama de bloques MCP2551	45
Figura 20. Conexión de la ECU y los sensores.....	46



Figura 21. Esquema eléctrico de conexión	47
Figura 22. Esquema eléctrico de conexión	48
Figura 23. Base y tapa de la estructura que contiene al sistema electrónico ..	50
Figura 24. Análisis estructural del sistema electrónico.....	51
Figura 25 Estrategia de solución	52
Figura 26 Arquitectura técnica de solución propuesta	55
Figura 27 Ventana de bienvenida a Google Cloud.....	56
Figura 28 Datos de la máquina virtual del proyecto	57
Figura 29 Ventana de bienvenida a Google Cloud.....	57
Figura 30 Visualización de Nginx ejecutándose como servidor web	58
Figura 31 Cambio de propietario con el comando chown	58
Figura 32 Verificación del acceso al navegador web	59
Figura 33 Verificación de la versión instalada	60
Figura 34 Verificación del acceso al navegador web	60
Figura 35 Verificación de acceso a Node-RED mediante IP estática	61
Figura 36 Verificación de acceso a Node-RED mediante IP estática	61
Figura 37 Eliminación de regla en el firewall de Google cloud.....	62
Figura 38 Verificación de autenticación de usuarios con privilegios	63
Figura 39 Adición de puertos que usa el bróker	63
Figura 40 Modificación de las credenciales.....	64
Figura 41 Modificación de las credenciales.....	65



Figura 42 Proceso de configuración de reglas configuradas	65
Figura 43 Registro de reglas para publicación de sensores	66
Figura 44 Registro de reglas para publicación de sensores	66
Figura 45 Grafico del sensor IAT y sensor THW respectivamente	67
Figura 46 Grafico del sensor TPS y sensor MAF respectivamente	67
Figura 47 Grafico del sensor RPM y sensor VSS respectivamente.....	68
Figura 48 Prueba de medición del sensor IAT	69
Figura 49 Prueba de medición del sensor THW a 11 °C, 32 °C y 93 °C	70
Figura 50 Prueba de medición del sensor MAF	71
Figura 51 Prueba de medición del sensor TPS.....	71
Figura 52 Prueba de medición del sensor RPM.....	72
Figura 53 Prueba de medición del sensor VSS.....	73
Figura 54 Conexión del Scanner de marca Boch al vehículo Nissan Tiida	74
Figura 55 Parámetros diagnosticados del motor	74
Figura 56 Mediciones con el scanner de la marca FCAR	75



RESUMEN

La investigación se desarrolla debido a que durante la conducción de un vehículo el piloto no se percata del aviso de un testigo que alerta de algún tipo de falla, en consecuencia, se produce un probable fallo por descuido del conductor. Siendo una necesidad el uso de sistemas que alerten de fallas, por lo que existen empresas de monitoreo satelital que permiten al cliente la instalación de un aplicativo móvil para el monitoreo de parámetros de sensores, sin embargo, el pago mensual resulta ser costoso. Por tal motivo, se desarrolló una solución que permite el monitoreo mediante una plataforma y la instalación de un sistema en el vehículo para la transmisión de información, siendo el objetivo implementar una plataforma IOT para el monitoreo de sensores en motores a inyección indirecta de gasolina en la región de Puno, para ello se utilizó la metodología VDI 2226 a fin de lograr la integración y verificación de la solución. Los resultados fueron que, la plataforma IoT implementada en la nube de Google Cloud Platform influyó positivamente en el monitoreo de sensores en motores a inyección indirecta de gasolina, la cual se demostró en un vehículo en la ciudad de Puno.

Palabra Clave: Monitoreo de sensores, plataforma IoT, ELM327, Bus CAN y OBDII.



ABSTRACT

The investigation is carried out because during the driving of a vehicle the pilot does not notice the warning of a witness warning some kind of failure, therefore, a probable failure occurs due to carelessness of the driver. Being a necessity the use of systems that alert of failures, so there are satellite monitoring companies that allow the customer the installation of a mobile application for monitoring sensor parameters, however, the monthly payment is expensive. For this reason, a solution was developed that allows the monitoring through a platform and the installation of a system in the vehicle for the transmission of information, being the objective to implement an IOT platform for the monitoring of sensors in gasoline indirect injection engines in the Puno region, for this purpose the VDI 2226 methodology was used to achieve the integration and verification of the solution. The results were that the IoT platform implemented in the cloud in Google Cloud Platform positively influenced the monitoring of sensors in engines to indirect injection of gasoline, which was demonstrated in a vehicle in the city of Puno.

Keywords: Sensor monitoring, IoT platform, ELM327, Bus CAN and OBDII.



INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación para la obtención del grado académico de Ingeniero Mecatrónico, desarrolla e implementa una plataforma basada en el internet de las cosas (IoT) para el monitoreo de los sensores de un motor de combustión interna a gasolina. Los avances en la industria automotriz en el desarrollo de elementos complejos y más precisos dentro de los vehículos, han propiciado el ambiente ideal para el desarrollo de tecnologías de control a distancia y monitoreo de los parámetros de elementos, como, por ejemplo, motores, sistema eléctrico, cigüeñal y otros; la telemetría de los sensores dentro del vehículo mediante el Internet de las Cosas (IoT) permite conocer en tiempo real el funcionamiento de los elementos y con la data recolectada prevenir futuras averías.

En consecuencia, el presente proyecto tiene como finalidad, desarrollar una plataforma IoT para el monitoreo a distancia de los sensores electrónicos del vehículo, como de los que regulan el funcionamiento del motor de gasolina, por tanto, la investigación se estructuró de la forma siguiente:

En el capítulo 1: Se expone el problema de investigación, se realiza la justificación, y se proponen los objetivos del estudio. En el capítulo 2: Se sustenta el proyecto mediante la presentación de los antecedentes más relevantes y de importancia para el proyecto, asimismo, se construye el marco teórico sobre el cual se basa la investigación. En el capítulo 3: Se presenta la hipótesis de la investigación, así como las variables y dimensiones de la misma. En el capítulo 4: Se desarrolla el marco metodológico, se define el tipo, diseño y metodología de la investigación, además de establecer la población y muestra de la misma.

En el capítulo 5: Se presentan los resultados del estudio.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Exposición de la situación problemática

Los avances tecnológicos en la industria automotriz, han permitido el desarrollo de sistemas electrónicos complejos y sofisticados, lo que permite obtener mayor seguridad, ahorro de combustible, confort, entre otros. En ese sentido, la implementación de hardware y software dentro de los vehículos de última generación se vuelve un reto para el diseño de ingeniería, ya que se busca que estos modernos sistemas no tengan un exceso de mantenimiento y que los eventos de fallas no interrumpen el funcionamiento del vehículo en operación; de acuerdo con Quiroz, Luna y Ambrosio (2021).

El mantenimiento y monitoreo de estos sistemas se hace de manera presencial y en determinados intervalos de tiempo, por kilometraje o por desgaste durante operación, por lo que solo se realizan acciones de mantenimiento al vehículo sin conocer el estado real de dichos componentes, sino que estas actividades se hacen considerando únicamente el tiempo de vida de estos elementos.

Una menor producción de fábricas y aumento del precio de las autopartes, provocado por la crisis sanitaria a finales del 2019, obliga a empresas que



poseen vehículos automotores de diferentes categorías a establecer planes de mantenimiento mucho más largos sin necesidad de paradas de las unidades, bajo este contexto, se pretende desarrollar una solución IOT que permita enviar información de los parámetros principales que se adquieren de la computadora del motor, lo que permite beneficioso al permitir un monitoreo en tiempo real (Valenzuela y Reinecke, (2021).

En ese contexto, Radanliev (2020) indica que el crecimiento de tecnologías emergentes como sistemas ciber físicos CPS, internet de las cosas IoT, Big Data, inteligencia artificial y aprendizaje automático vienen impactando en diferentes sectores, así por ejemplo, el sector automotor es afectado, ya que mediante en una solución IoT se puede realizar el análisis estadístico para predecir fallas antes de su acontecimiento, una realidad no muy lejana en el mantenimiento predictivo, que consiste en el establecimiento de alarmas de fallas para reducir los gastos, tiempo de inactividad y extender la vida útil del vehículo.

Una de las formas de monitorear las señales eléctricas de los sensores del motor es vía OBDII, necesariamente involucra el uso del equipo de diagnóstico conocido como scanner automotriz, tal acción permite analizar las condiciones de trabajo del motor de combustión interna y advertir un probable fallo. Hoy en día las empresas de servicio automotriz realizan este proceso de manera presencial.

Bajo la perspectiva presentada, el presente estudio pretende cimentar las bases dentro de la industria 4.0, la cual a nivel nacional presenta una mínima cantidad de estudios, por ello la importancia de presentar una solución escalable, segura y económica que beneficie a empresas del sector automotriz, pues el dispositivo puede ser instalado en una innumerable cantidad de vehículos y se



puede monitorear los parámetros desde un ordenador que tenga el acceso a un proveedor de la nube.

En la actualidad, existen empresas de monitoreo satelital que permiten al cliente la instalación de un aplicativo móvil para el monitoreo parámetros de un vehículo, claro ejemplo es la plataforma CLcator de la empresa Comsatel Perú S.A.C. o el rastreo vehicular que emplean las empresas de transporte de dinero, sin embargo, el pago por el servicio resulta elevado para transportistas en zonas urbanas que no cuentan con el poder adquisitivo necesario para adquirir un servicio de empresas de monitoreo. Por lo expuesto, la solución planteada busca servir como una alternativa para el monitoreo de parámetros de funcionamiento, siendo inicialmente para motores a inyección indirecta de gasolina en la región de Puno.

1.2. Formulación del planteamiento del problema

¿De qué manera se implementa una plataforma Internet de las Cosas para el monitoreo de señales adquiridas de sensores en motores a inyección indirecta de gasolina en la región de Puno?

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación metodológica

Según Gallardo (2017), una investigación es metodológica, está orientada al uso de estrategias y técnicas específicas para generar conocimiento confiable. Partiendo de tal definición, la presente investigación aporta nuevas estrategias en el uso de plataformas basadas en IoT para solucionar una problemática en el rubro automotriz.



1.3.2. Justificación práctica

Gallardo (2017), indica que la justificación práctica de una investigación es cuando ayuda a resolver un problema de su entorno aplicando conocimientos establecidos, por lo que el presente trabajo se justifica, ya que mediante la implementación de una plataforma IOT (internet de las cosas) se resuelve el problema del monitoreo de sensores en motores, por lo que tiene aplicación práctica en la realidad.

1.3.3. Justificación económica

Según Arias y Covinos (2021), un trabajo de investigación se justifica económicamente cuando se relaciona con el dinero y tiene a sustentar o solucionar los problemas asociados con ello, por tanto, se puede decir que la presente investigación está justificada, dado que pretende controlar de forma eficiente los parámetros del motor, permitiendo extender su tiempo de vida, generando así un ahorro en reparaciones futuras debido a fallos no previstos.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Implementar una plataforma Internet de las Cosas para el monitoreo de sensores en motores a inyección indirecta de gasolina en la región de Puno.

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar la arquitectura del sistema para garantizar el monitoreo de sensores en motores a inyección indirecta de gasolina.



- Desarrollar el diseño electrónico y programación de la solución Internet de las Cosas para el monitoreo de sensores en motores a inyección indirecta de gasolina en la región de Puno.
- Evaluar el nivel de funcionamiento de la plataforma Internet de las Cosas en el monitoreo de sensores en motores a inyección indirecta de gasolina en la región de Puno.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

La implementación de una plataforma Internet de las Cosas permite monitorear en tiempo real en motores a inyección indirecta de gasolina en la región de Puno.

1.5.2. Hipótesis específicas

- La arquitectura del sistema es viable para el monitoreo de sensores en motores a inyección indirecta de gasolina.
- El diseño electrónico y programación de la solución Internet de las Cosas permite el monitoreo de sensores en motores a inyección indirecta de gasolina en la región de Puno.
- Al evaluar el nivel de funcionamiento de la plataforma Internet de las Cosas se visualiza el monitoreo de sensores en motores a inyección indirecta de gasolina en la región de Puno.



1.6. Variables

1.6.1. Variable independiente

- Plataforma Internet de las Cosas

Las dimensiones de la variable independiente son:

- Control.
- Diseño electrónico.
- Adquisición de datos
- Evaluación.

1.6.2. Variable dependiente

- Monitoreo de sensores.

Las dimensiones de la variable independiente son:

- Adquisición de señales.



1.7. Operacionalización de las variables

Tabla 1

Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala
Independiente: Plataforma Internet de las Cosas	Es una tecnología que permite la interoperabilidad y movilidad, y su estructura se conforma de sensores actuadores, procesamiento de la información, servidores web, etc.	Permite a los dispositivos como sensores y actuadores, conectarse a la nube, pudiendo subir y acceder a la información en esta misma.	Control	Nivel de precisión de las señales adquiridas.	---
			Diseño Electrónico	Nivel de sensado	---
			Adquisición de datos	Variación de parámetros en el Dashboard	---
			Evaluación	Mejora del monitoreo de parámetros	---
Dependiente: Monitoreo de sensores	Se refiere a la acción de recibir, procesar y analizar la información enviada por los diversos sensores del vehículo.	La información medida por los sensores es procesada, para generar una respuesta mediante los actuadores y controlar parámetros del motor.	Adquisición de señales	Temperatura	°C
				Lambda	---
				Presión	Pa
				Velocidad de giro	RPM

Nota. Elaboración propia



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO O REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

En este apartado se abordan los trabajos de investigadores que aportan al fundamento teórico de la presente investigación. A nivel internacional tenemos las siguientes investigaciones:

Ashwin (2020) en su artículo "Sistema de monitoreo de automóviles en tiempo real basado en la nube IoT" tuvo como objetivo realizar un sistema electrónico que permita monitorear parámetros de vehículos en tiempo real, puesto que con el aumento del número de accidentes y el deterioro del rendimiento de los coches, existe la necesidad de un sistema de monitoreo en tiempo real y un sistema de autoaprendizaje para predicciones inteligentes. Para dar solución, propuso mediante machine learning en Raspberry Pi con base a los parámetros de velocidad, presión de aire, temperatura, emisión de CO₂, combustible y coordenadas GPS almacenados en la nube y visualizado en una aplicación móvil para generar alerta. El aporte que se identificó es, el desarrollo de un modelo predictivo de vida y condición de un vehículo, y un aplicativo móvil que alerta sobre un probable accidente de tránsito con base a los parámetros establecidos.



Che, Mohdab y Mansor (2019) en su publicación "ForRent: análisis forense de vehículos para el sistema de alquiler de coches" tuvo como objetivo el desarrollo de un sistema electrónico que posibilite establecer las condiciones operativas de vehículos antes, durante y después de su alquiler a los clientes a fin de establecer daños, pues en las empresas de alquiler de vehículos se imposibilita registrar el estado físico de la condiciones de un automóvil, por lo que en ocasiones se acusa injustamente sin ninguna prueba al arrendatario del automóvil sobre daños que sucedieron durante el alquiler. Para ello, estableció funciones de diagnóstico mediante el sensor ELM327, asimismo, se instaló el sensor en cada automóvil. Posteriormente, el usuario descarga la aplicación ForRent, seguido se escanea y guarda las condiciones al momento de recoger el vehículo y al momento de entrega se compara las condiciones. El aporte es que, mediante el aplicativo móvil se reduce la probabilidad de estafa ocasionado por la falta de evidencias probatorias de las condiciones reales del vehículo. Asimismo, se aprovecha los datos forenses mediante el ELM327 en automóviles.

El artículo de investigación de Vorkapić et al. (2020) denominado "Métodos de aprendizaje automático para monitorear el comportamiento operativo del motor diésel marino de dos tiempos", tuvo como objetivo mejorar el control del rendimiento de un motor de propulsión de barco de dos tiempos mediante control electrónico. La metodología usada para el tratamiento de los datos fue la recopilación y compresión de los datos obtenidos del motor en un entorno real y la creación del modelo de extracción de datos que emplee la regresión lineal para la predicción del consumo de combustible. En conclusión, el consumo de combustible del motor se seleccionó como la variable de salida en 1080 instancias registradas en tres configuraciones de RPM y diversas condiciones



climáticas donde se obtuvo que las condiciones en mar embravecido son diferentes de las de mar en calma.

Díaz y Zambrano (2019) en su artículo de título "Elaboración de un prototipo de control IOT (Internet Of Things) para vigilar el aprovisionamiento de combustible vehicular", tuvo como objetivo principal, monitorear el nivel de combustible mediante un prototipo de control basado en tecnología IoT para un mejor seguimiento del consumo de combustible en las estaciones de servicio de combustible. El tipo de estudio es proyectivo -propositivo. Los resultados de la investigación demostraron que el dispositivo sensor medidor de combustible es muy preciso en su función, obteniendo la información de la nube con mucha facilidad, con un tiempo de 4 a 5 segundos en realizar los cálculos y el reporte. En conclusión, el sensor funciona múltiples veces al día sin verse afectado por las transacciones, y demostró ser una tecnología capaz de cumplir con su función principal.

Sharma et al. (2019), en su artículo "Sistema de control de nivel de aceite del motor y de impurezas basado en IoT: Un espectrómetro portátil en línea" tuvo como objetivo, el diseño y desarrollo de un instrumento de monitoreo del nivel de aceite y su metodología operativa. La metodología que se utilizó, se basó en el uso de espectrofotometría de leds blancos, sensor dependiente de luz (LDR) con una sensibilidad menor a 90% y un rango de 500 a 600 nm para un motor de combustión interna de cuatro tiempos. Los resultados de los ensayos arrojan una calificación de la cantidad exitosa en diferentes etapas de la prueba, para la obtención de un mejor resultado se utilizó dos sistemas de sensores. Las conclusiones indican que el dispositivo desarrollado es rentable y muy fiable para la detección de impurezas en el aceite del motor, capaz de enviar con éxito la



información de la medición usando la red de la nube y mostrando los datos en un aplicativo móvil.

Cumbal, Buestán y Domínguez (2021) en su artículo, "Implementación de una red IoT con GPRS para monitorear los parámetros en un vehículo en tiempo real", tuvo como objetivo, buscar una alternativa para conectar redes inalámbricas con IoT para el monitoreo de los parámetros en vehículos. La metodología aplicada en la investigación es experimental. De los resultados se observa que la adquisición de datos mediante la tecnología ThingSpeak desde el servidor Arduino y Dragino para la obtención de conectividad en la modulación de radiofrecuencias, y se usó sensores de Arduino, Dragino y la comunicación GPRS, las mediciones del Gateway y enlace directo a la plataforma IoT se hicieron con el vehículo en movimiento en un área de baja cobertura. Se concluye que la investigación hecha contribuye en implementación de una nueva tecnología de radiofrecuencia conocida como LoRa y aplicación del protocolo LoRaWAN.

El autor Kullerkupp (2020), en su tesis de título "Implementación de NB – IoT en 5G para el mantenimiento predictivo de Coches" de la Universidad Tecnológica de Tallin, tuvo como objetivo, implementar el internet de las cosas de banda estrecha para la recolección de datos en un vehículo en tiempo real. Para los resultados se realizó el experimento de restricción de flujo de aire, con el fin de evaluar la forma de aplicar los modelos ML para detección de anomalías en las tasas de flujo de aire, la nube mientras el vehículo se encontraba en movimiento. Se concluye que, el servidor en la nube permitió la evaluación del rendimiento del NB-IoT con el vehículo en movimiento, asimismo permitió observar la reacción de los sensores del vehículo a distintas condiciones, los



experimentos obtuvieron medidas precisas en un 97%, 98% para los experimentos 1 y 2 respectivamente.

2.2. Marco teórico

En el presente apartado se desarrolla las teorías relacionadas a la investigación que se lleva a cabo.

2.2.1. Internet de las Cosas (IoT)

Es un término atribuido por Ashton Kevin quien, plantea como objetivo que las personas deberían tener acceso a la web sin apoyo de otras personas, esto quiere decir que, los sistemas de información que se van generando se encuentra presente en múltiples aplicaciones desde la industria, en la telemetría de procesos, en el transporte permitiendo a los usuarios conectarse a internet, sensores inteligentes utilizados en calefacción, climatización, en la agricultura y en los hogares con el concepto de hogar inteligente. (Rodríguez, 2019). El internet de las cosas (IoT) (de sus siglas en inglés Internet of thing) se fundamenta en la integración de varios procesos como la identificación, la detección, la conexión en red y la computación, lo que ha permitido innovaciones tecnológicas y servicios con un valor agregado; de acuerdo con Čolaković y Hadžialić (2018). El IoT también se asocia a los siguientes términos loE (internet del todo), M2M (Máquina a máquina), CoT (Cloud of Things), etc. El Internet de las Cosas, se define como la interconexión de objetos, individuos, sistemas interconectados a servicios inteligentes que permite el procesamiento de la información física y virtual.

Según Cruz et al (2018), los factores más relevantes de la presente



dimensión digital son:

- Mejor posibilidad para la conexión de la Ipv6, el internet 0 y la 4G.
- Abundancia de información compartida y facilidad de acceso a plataformas IoT.
- La proliferación de dispositivos de uso personal con un sistema que incluye inteligencia artificial.
- Fácil acceso a conexión inalámbrica y mejores comunicaciones.
- Etiquetas para objetos y abaratamiento de sensores.

Por otro lado, Cruz et al (2018) indica que dentro de esta tendencia se acuñó un término denominado objetos, a todo que se relaciona con la vida cotidiana y sus componentes, los cuales pueden ser de los siguientes tipos:

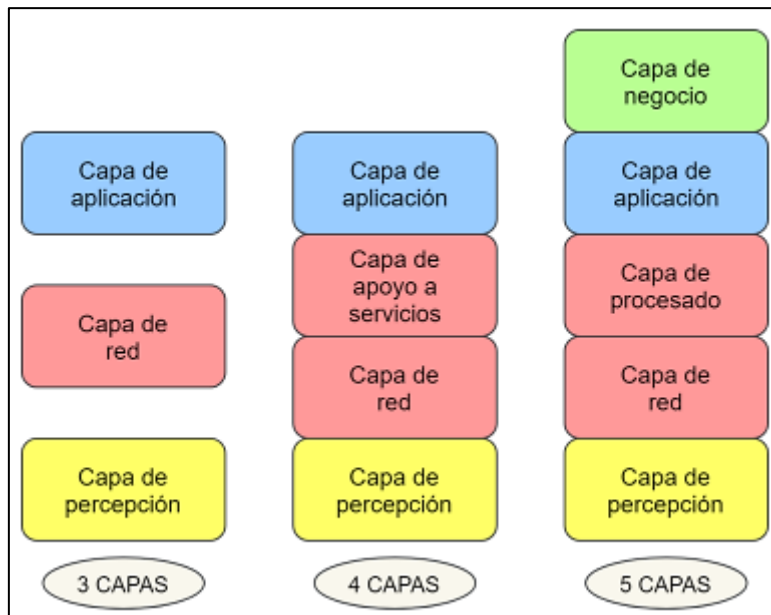
- **Objetos simples:** También denominados primitivos, los cuales pueden participar en iteraciones útiles.
- **Objetos comunicativos o sensitivos:** Son aquellos que poseen sensores y se obtiene información de estos equipos.
- **Objetos controlables:** Son aquellos que controlan, recepcionar comunican información por parte de sensores.
- **Objetos inteligentes o autónomos:** Son soluciones inteligentes y autónomas que presentan sofisticadas funciones y sensores.

2.2.2. Arquitectura de un sistema IoT

En la actualidad no existe un consenso sobre la arquitectura a utilizar, por lo que según investigaciones se desprenden tres modelos equivalentes, como se muestra a continuación:

Figura 1

Tipos de arquitectura IoT



Nota. Arquitectura según el número de capas por Ortiz (2019)

Un sistema para IoT, debe tener una arquitectura que proporcione la interoperabilidad y permita una movilidad total, garantizando la continuidad del servicio sin interrupciones (Čolaković & Hadžialić, 2018). Los elementos que conforman la arquitectura son los siguientes:

- **Etapla 1 Sensores – Actuadores:** Estos elementos de Hardware sirven para comunicar el mundo físico con el virtual, entregando la información que recaban las cosas al ecosistema IoT. Estos dispositivos detectan variaciones de algún parámetro físico, químico o biológico, convirtiéndolos en señales eléctricas que puede ser cuantificada y registrada (Quiñonez, 2019), para luego entre en funcionamiento el actuador que es un dispositivo que transforma la energía eléctrica, mecánica o neumática en la activación de un proceso, que se encarga de controlar algo, es decir, reacciona a la señal recibida por el sensor.



- **Etapa 2 Gateway:** Es la etapa que se encarga de la recolección y procesamiento de la información y envió por medio de Internet al Edge IT. Está formada por los nodos del sistema de la IoT que intervienen en la comunicación entre los dispositivos y la nube y su funcionalidad puede estar implementada en software o como hardware; según Benítez, Anías y Plascencia (2017).
- **Etapa 3 Edge IT:** Posterior a la digitalización de la información, están listas para pasar al ámbito IT.
- **Etapa 4 Cloud computing:** La nube proporciona a los usuarios soluciones ante necesidades informáticas por medio de internet que son fácilmente escalables. Los documentos o algún otro dato se suben y almacenan en la nube y se puede acceder a estos mediante cualquier dispositivo como computadoras o teléfonos inteligentes (Barrio, 2022).

2.2.3. Plataformas para IoT

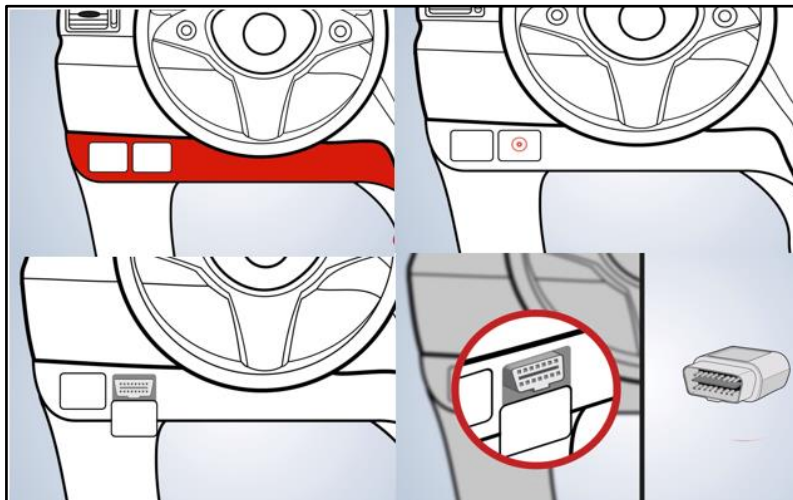
Una plataforma IoT favorece obtener el control de sistemas, pues contribuye en la recolección, visualización, procesamiento de la información de un dispositivo, en ese sentido, generalmente se encuentra en la nube, pero también se puede implementar en servidores locales. Dentro de la IoT se conoce como middleware, pues son un elemento clave entre la capa de hardware y la capa de aplicación, por otro lado, dentro de sus funcionalidades se presenta la creación de eventos, filtrar datos, visualización en tiempo real de información o el análisis para la toma de decisiones; de acuerdo con Cárdenas et al (2019).

2.2.4. Conector de Enlace de Datos (DCL)

El Conector de Enlace de Datos (DCL) o denominado también conector OBDII, es un puerto integrado en los vehículos con la finalidad de obtener datos de diagnóstico mediante 16 pines. Por tal motivo, la presente herramienta permite la conexión de la unidad de los módulos de control del vehículo y una herramienta de escaneo ubicándose generalmente al lado izquierdo del conductor como se muestra a continuación (Dimitrios et al., 2019):

Figura 2

Ubicación del OBDII



Nota. Ubicación del OBDII en un automóvil. Elaboración propia

El conector OBDII es una fuente de información importante, puesto que aparte de permitir la lectura de información relacionada al diagnóstico se puede realizar ajustes, como, por ejemplo, la programación de llaves, reflasheos con J2534, modificación en el cuerpo de aceleración, apertura o cierre de cilindros, entre otros (Donado, 2021).

Se muestra la ubicación del conector OBDII:

Figura 3

Espacio cercano al conector OBDII



Nota. Elaboración propia

A continuación, se muestra los terminales del conector OBDII.

Figura 4

Pines del OBDII



Nota. Detalles de los pines del OBDII. Tomado de Ingeniería Mecánica Automotriz (2020)

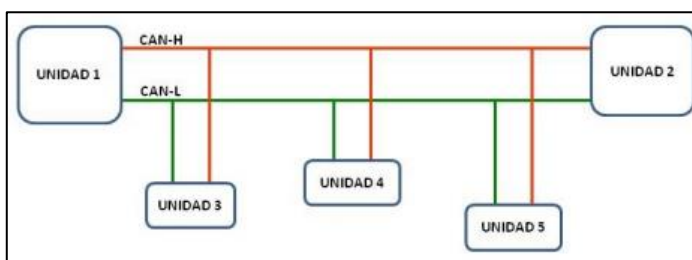
2.2.5. Bus CAN

Un bus de comunicaciones CAN (Controller Area Network) permite la comunicación entre las diferentes unidades de control existente en un vehículo,

es decir, mediante el uso de dos cables se logra la conexión de los actuadores y sensores de los sistemas, lo que permite reducir en gran medida el uso de cables, así como facilitar la detección de averías. Por tal motivo, mediante un software de diagnóstico específico se logra diagnosticar problemas (Iberisa, 2019).

Figura 5

Esquema básico del bus CAN entre ECUs



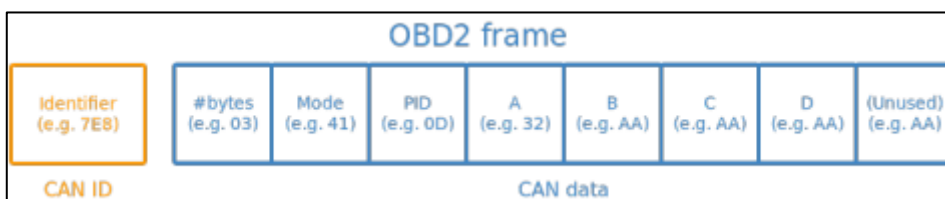
Nota. Tomado de Ingeniería Mecánica Automotriz (2020)

Referente al sistema presentado, se muestra a continuación las líneas CAN y la conexión con el conector DCL:

Para garantizar un adecuado uso del OBDII es necesario identificar la trama de mensajes, como se muestra a continuación:

Figura 6

Trama OBDII



Nota. Tomado de Román (2020)

El significado de cada columna expuesto en la figura 6, se menciona a continuación:



- **Identificador:** En los mensajes del equipo OBDII el "Identifer" permite distinguir entre un mensaje de respuesta (ID 7ES a 7EF) y un mensaje de solicitud (ID 7DF) de respuesta de la ECU principal del vehículo.
- **Longitud:** Es la longitud del número de bytes de resto de datos (03 a 06).
- **Modo:** Para solicitudes, será entre 01-0A, por lo que para una respuesta se realiza el reemplazo de un 0 por el valor de 4 (41,42,43, ...,4A).
- **PID:** Para cada modo, se presenta una lista PID OBDII estándar que varía según la fórmula de conversión, así como el mínimo o máximo.
- **ABCD:** Son los bytes de datos en hexadecimal, que se convierte en forma decimal antes de que sean utilizados para los cálculos de la fórmula del PID.

A continuación, se presenta un ejemplo para transmitir que un auto se encuentra a una velocidad de 50 km/h.

Respuesta: 7E8 03 41 0D 32 AA AA AA AA

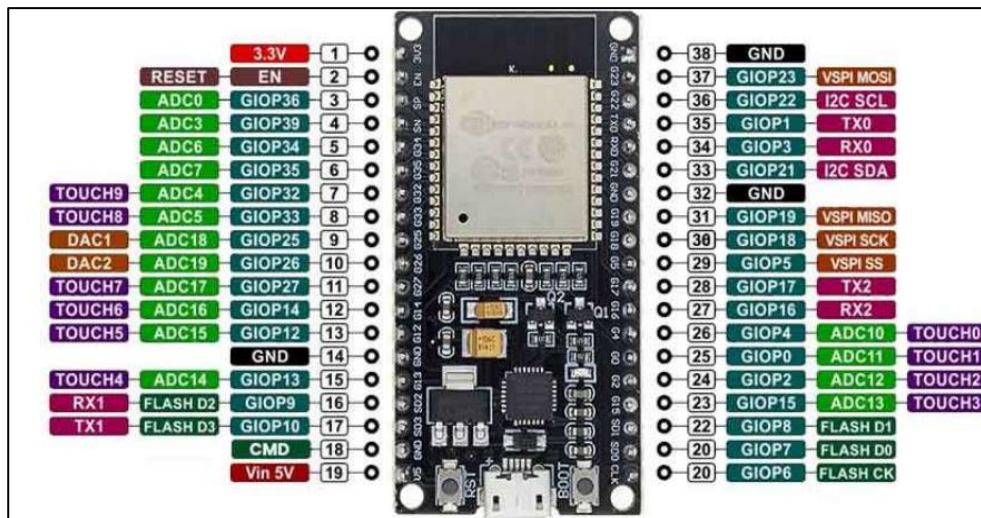
Solicitud: 7DF 02 01 0D 55 55 55 55 55

2.2.6. Tecnologías de Hardware

De acuerdo con Gómez, Matute y Negrete (2021), el ESP32 es un microcontrolador que integra una antena para la conmutación, por lo que amplifica la emisión y potencia. Además, posee un bajo nivel de ruido al poseer filtros integrados en la tarjeta. Entre sus características principales se encuentra ofrecer Bluetooth y Wifi a 2.4 GHz, comunicación y soporte para operación (UART, I2C, SPI, entre otros) y bloques dedicados a la seguridad en un solo chip.

Figura 7

Microcontrolador ESP32



Nota. Microcontrolador con sus diferentes bloques por Espressif Systems (2020)

Posee un sistema operativo denominado feeRTOS con LwIP, el cual cuenta con TLS 1.2 para aceleración de software y posee funcionalidad para encriptación, esto permite que se actualice con menor costo y esfuerzo posterior a su lanzamiento.

2.2.5. Tecnologías de Hardware

De acuerdo con Gómez,

2.2.6. Electrónica en motores de combustión interna

2.2.6.1. Inyección de combustible: Gasolina

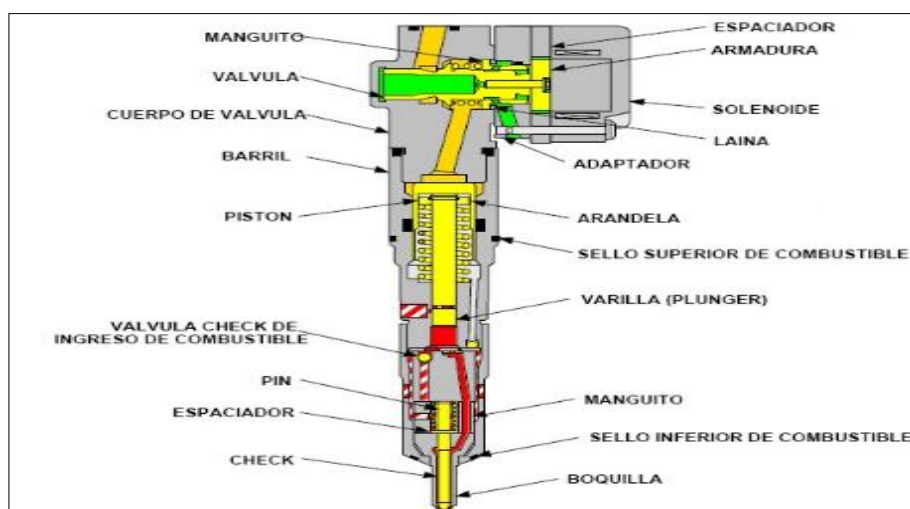
La inyección directa permite mejorar la relación entre el combustible y aire alrededor de un valor estequiométrica eficiente en la cámara de combustión al presentar un valor eficiente térmico del motor, es decir, se reduce la emisión de CO₂ al presentar una reducción del exceso de combustible que ingresa a la cámara de combustión, su principal ventaja de un sistema de inyección de

motores a gasolina a comparación con los sistemas diésel adaptados es la alta presión en los motores diésel, pero la ignición se logra a través del aire que fue previamente comprimido, por otro lado, en los motores a gasolina la mezcla se introduce directamente al cilindro o en ocasiones cerca de la cámara, lo que provoca que la chispa genere una combustión con baja presión, según Mora et al (2022).

Por otro lado, Guasumba et al (2021) indica que un motor de gasolina con un sistema de inyección electrónico presenta un costo económico al poseer una ECU y presenta menor emisión de CO₂ debido a la mejor sincronización del inyector, la chispa de encendido, relación volumétrica de aire-combustible, etc. El inyector electrónico se compone de una válvula solenoide, la cámara de control y la válvula de aguja (Tsai, 2021), esto se puede observar más a detalle en la figura 3 que muestra un corte de un inyector.

Figura 8

Estructura de un inyector electrónico.



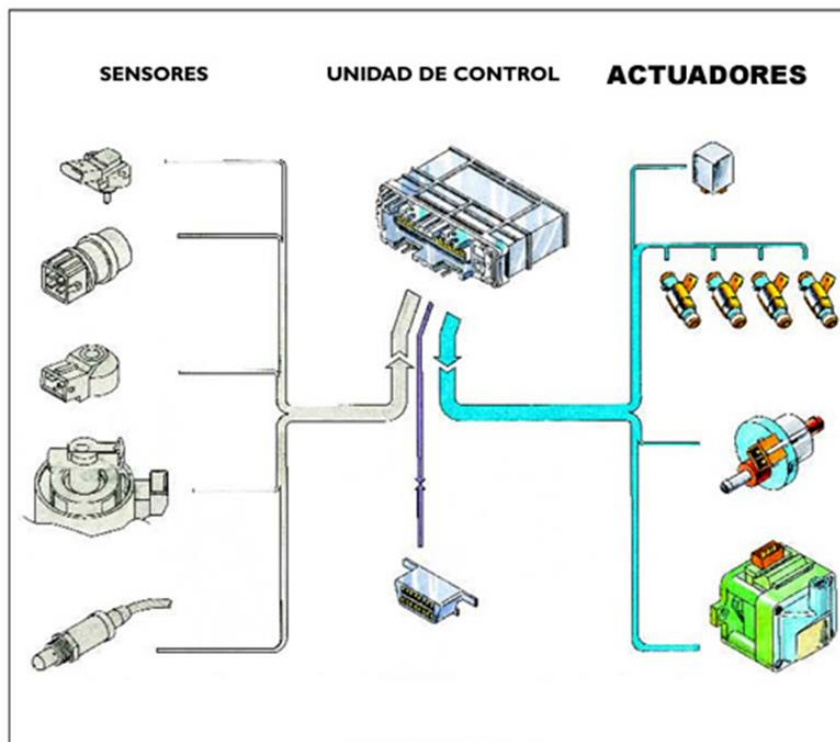
Nota. Vista frontal de un inyector electrónico y sus partes por RO-DES (2022).

2.2.6.2. Unidad de mando

La unidad de control electrónico (ECU) es la encargada de permitir un adecuado funcionamiento de los actuadores, sensores y sistemas, siendo necesario para ello agrupar y recibir las señales, conversión de digital-analógica y viceversa para un óptimo funcionamiento; de acuerdo con Trujillo et al (2020). Con respecto a la electrónica en los automóviles, la ECU favorece en establecer la cantidad de aire y combustible necesaria, el tiempo exacto de ingreso del combustible y sincronizar la chispa. La figura 4 muestra la estructura de la unidad de mando.

Figura 9

Esquema del sistema de la unidad de control electrónico



Nota. Sensores, Unidad de control y actuadores por RO-DES (2022).

2.2.6.3. Sensor de flujo de aire

Este sensor se encarga de regular la cantidad de aire que ingresa al motor, variando la tensión según el flujo que ingresa para luego enviar una señal hacia la unidad de control eléctrico que procesa la información. Este sensor se conforma de un hilo metálico fino que se halla caliente, y al contacto con el aire disminuye su temperatura, en la figura 5 se tiene una vista del sensor de flujo de aire MAF, de acuerdo con Aguilar et al (2022).

Figura 10

Sensor de flujo de aire.



Nota. Equipo regulador de aire por Spectra Premium (2022)

2.2.6.4. Sensor de posición de mariposa de aceleración

Este sensor se encuentra sobre el cuerpo aceleración para medir mediante un potenciómetro la posición en la que se encuentra la mariposa y el ángulo que posee, y determinar en qué posición se encuentra el acelerador (ralentí, carga medía y completa); según lo mencionado por Aguilar et al (2022).

2.2.6.5. Sensor de temperatura de refrigerante

De acuerdo a Aguilar (2022), este sensor se encarga de medir y enviar



señales duramente las variaciones de la temperatura del refrigerante durante todo su proceso, por lo que se ubica antes del termostato y se compone de un termistor que varía el valor de su resistencia en función de la temperatura.

2.2.6.6. Sensor de oxígeno o lambda

Su función es detectar el nivel de oxígeno en los gases de escape o el utilizado en la combustión y mantener así la relación aire – combustible, permitiendo al centro de mando, estimar el tiempo necesario para la apertura de los inyectores; según Aguilar et al (2022).

2.2.6.3. Sensor de detonación

Este sensor cumple la función de medir procesos de combustión anormales en el momento de inyección del combustible y comunica a la ECU, la cual ajusta el avance del encendido y evitar daños al motor, según Aguilar et al (2022).

2.2.6.3. Sensor de revoluciones de Cigüeñal

Este sensor mide la velocidad o número de revoluciones y ángulo del cigüeñal, mediante un captador magnético fijo, esta información es comunicada al centro de mando, para ajustar, mediante cálculos, la cantidad de ingreso de combustible al motor; según Aguilar et al (2022).

2.3. Marco conceptual

- Microcontrolador: es un circuito integrado programable; según Trujillo et al (2020).



- Servidor virtual: Dentro de internet, un servidor virtual se define como un equipo o programa de servidor de otro usuario que es compartida por otros usuarios (Jiménez, 2017)
- Wifi: Es una tecnología que permite la conexión de diversos dispositivos de forma inalámbrica (Red Gráfica, 2020).
- OBD II: es un dispositivo que permite escanear y diagnosticar en movimiento, las fallas mecánicas y eléctricas de un automóvil, asimismo también pueden identificar otras fallas (Jiménez, 2017).
- ECU: Es otro término para referirse a la unidad de mando, que ya se definió; según Hasan et al (2021).

Telemetría: se define como la medición a distancia de parámetros físicos, que se captan mediante sensores (Barrio, 2022)



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

El diseño que sigue la presente investigación es experimental, ya que busca verificar cuantitativamente la causalidad de una variable sobre otra, y donde la variable independiente interviene sobre los efectos de la dependiente (Arias y Covinos, (2021).

El tipo de investigación es aplicada y tecnológica, ya que se fundamenta en la teoría obtenida de la investigación básica, para mejorar problemas que se dan en la realidad de forma práctica; según Arias y Covinos (2021).

3.2. Método de investigación

El método de investigación es deductivo e inductivo. Deductivo, porque parte del concepto general aceptado como válido, e inductivo, ya que se llega a conceptos particulares derivados de los conceptos generales (Reyes, 2022).

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población es un conjunto de objetos con características similares, y se



delimita por el investigador, según Arias y Covinos (2021). Para este caso la población tomada para la investigación fueron los datos de los sensores de un auto a combustión.

3.3.2. Muestra

Según Arias y Covinos (2021), la muestra, es una parte aleatoria de la población de estudio, y se aplica cuando esta es muy grande o tiene muchos objetos. La muestra tomada fue los datos de los sensores a monitorear en un vehículo con motor a combustión de gasolina en la plataforma IoT.

3.4. Técnicas e instrumentos

3.4.1. Técnicas

El análisis documental es una técnica, que se aplicará para la obtención de datos importantes del material bibliográfico consultado, según Arias y Covinos (2021).

3.4.2. Instrumentos

La ficha de registro documental es el instrumento utilizado para recolectar los datos que se obtengan de la información bibliográfica.

3.5. Diseño de contrastación de hipótesis

La contrastación de hipótesis se hará a partir de los datos de la plataforma, mediante un análisis estadístico descriptivo.

La matriz de consistencia se presenta en la Tabla 2:



3.6. Matriz de consistencia

Tabla 2

Matriz de consistencia

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores
¿De qué manera se implementa una plataforma Internet de las Cosas para el monitoreo de señales adquiridas de sensores en motores a inyección indirecta de gasolina en la región de Puno?	Implementar una plataforma Internet de las Cosas para el monitoreo de sensores en motores a inyección indirecta de gasolina en la región de Puno.	La implementación de una plataforma Internet de las Cosas permite monitorear en tiempo real en motores a inyección indirecta de gasolina en la región de Puno.	Monitoreo de sensores	Adquisición de señales	Temperatura Lambda Presión Velocidad de giro
Problema específico	Objetivo específico	Hipótesis específica	Variable independiente		
¿Cómo es la arquitectura del sistema para garantizar el monitoreo de sensores en motores a inyección indirecta de gasolina?	Realizar la arquitectura del sistema para garantizar el monitoreo de sensores en motores a inyección indirecta de gasolina.	La arquitectura del sistema es viable para el monitoreo de sensores en motores a inyección indirecta de gasolina.	Plataforma Internet de las cosas	Control Diseño electrónico	Nivel de precisión de las señales adquiridas Nivel de sentido
¿De qué manera se realiza el diseño electrónico y programación de la solución Internet de las Cosas para el monitoreo de sensores en motores a inyección indirecta de gasolina?	Desarrollar el diseño electrónico y programación de la solución Internet de las Cosas para el monitoreo de sensores en motores a inyección indirecta de gasolina	El diseño electrónico y programación de la solución Internet de las Cosas permite el monitoreo de sensores en motores a inyección indirecta de gasolina en la región de Puno.		Adquisición de datos	Variación de parámetros en el dashboard
¿Cuál es el nivel de funcionamiento de la plataforma Internet de las Cosas en el monitoreo de sensores en motores a inyección indirecta de gasolina en la región de Puno?	Evaluar el nivel de funcionamiento de la plataforma Internet de las Cosas en el monitoreo de sensores en motores a inyección indirecta de gasolina en la región de Puno.	Al evaluar el nivel de funcionamiento de la plataforma Internet de las Cosas se visualiza el monitoreo de sensores en motores a inyección indirecta de gasolina en la región de Puno.		Evaluación	Mejora del monitoreo de parámetros

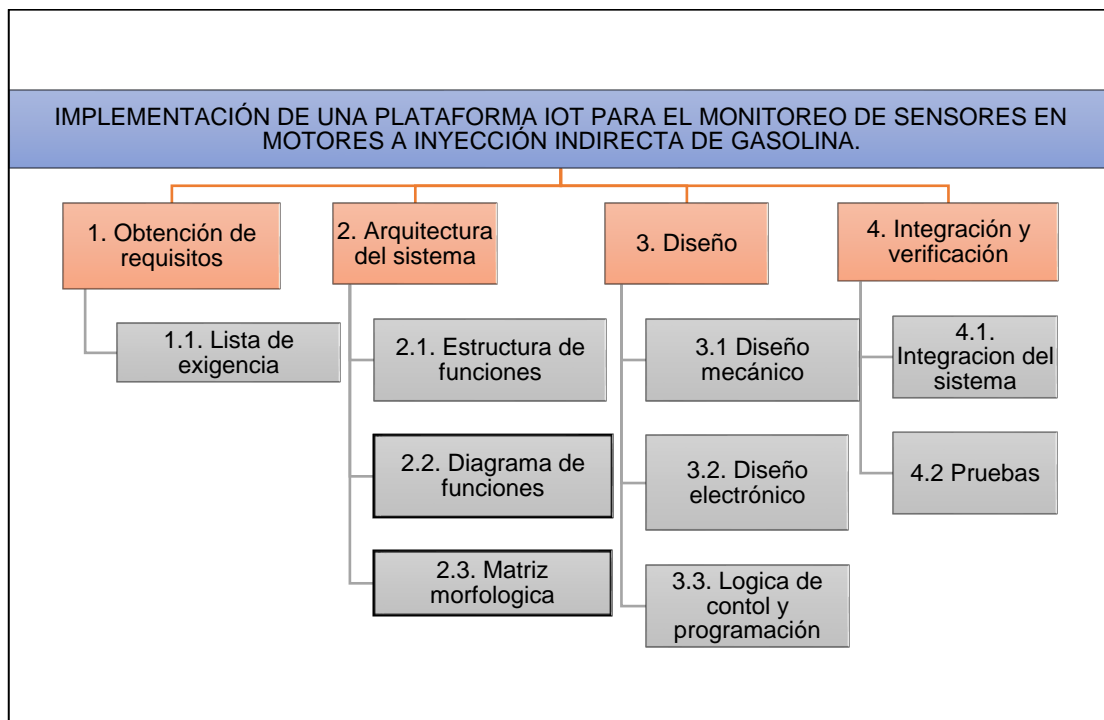
Nota. Elaboración propia

3.7. Descripción de la metodología para el desarrollo de la solución

Es fundamental en todo proyecto o rediseño que se desarrolle el uso de una metodología para garantizar el éxito, en ese sentido, se realizó la búsqueda de información relacionada con el problema a resolver, si bien es cierto está orientado al Internet de las Cosas (IoT), se engloba desde el punto de vista de control y adquisición de datos, por ello se siguió los lineamientos establecidos en la metodología VDI 2206 para sistemas mecatrónicos, puesto que se intervino en la parte mecánica, electrónica, control e información para el desarrollo de la solución. Asimismo, es un producto enfocado en satisfacer las necesidades de los usuarios mediante la construcción de un prototipo que se instaló en un vehículo a fin de tomar datos de pruebas. Por ello, a continuación, se presenta las fases de la metodología que se utilizó:

Figura 11

Fases de la metodología



Nota. Elaboración propia



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Requerimientos del desarrollo de la solución propuesta

4.1.1. Obtención de requisitos

Para el monitoreo de sensores en motores a inyección indirecta de gasolina se requiere implementar una plataforma que mediante un prototipo permita la recolección de información de datos mediante un sistema de diagnóstico a bordo en vehículos (OBD) en tiempo real. Por ello, la solución debe cumplir ciertos requerimientos para satisfacer las necesidades del fin de su desarrollo. A continuación, se presenta una lista de requerimientos que el producto debe cumplir:



Tabla 3
Lista de requerimientos

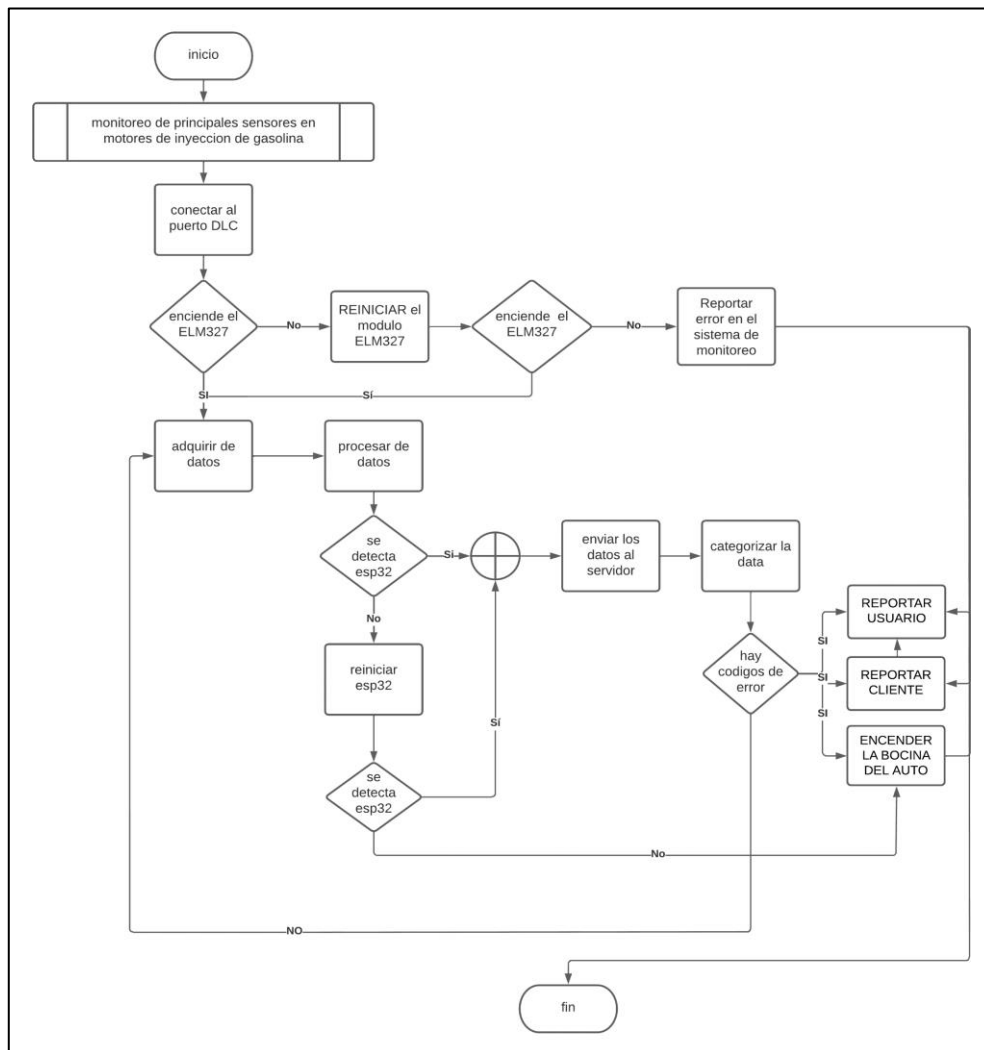
Deseo o Exigencia	Descripción
Exigencia	<p>Función principal: El desarrollo de un sistema que permita la visualización de los principales sensores de un vehículo de motor a inyección indirecta de gasolina en tiempo real, los cuales son visualizados en una plataforma al detectar fallos.</p> <p>Funcionamiento: El sistema electrónico capaz de almacenar y mostrar los valores de los sensores deberá trabajar de la siguiente forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se tomará información de los sensores principales que son el sensor ECT, sensor MAF, sensor TPS, sensor RPM, sensor VSS y el sensor IAT.
Exigencia	<ul style="list-style-type: none"> • Los datos obtenidos de la capa de percepción se transmitirán mediante un dispositivo OBD. • Se requiere una conectividad adecuada para la transmisión de información a la capa de aplicación. • La capa de aplicación debe ser alojada en un servidor con alta disponibilidad. • La visualización de los datos se muestra en tiempo real mediante una aplicación web.
Exigencia	<p>Geometría:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El tamaño del producto debe ser lo más compacta posible. • La base tendrá una forma plana para una mayor mejor ubicación. • Debe ubicarse en un lugar que sea difícil de manipular. • Considerar fácil instalación del dispositivo por sus dimensiones.
Exigencia	<p>Información:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La adquisición de datos al ser en tiempo real se debe mostrar las fallas en tiempo real en la plataforma web.
Exigencia	<p>Energía:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El dispositivo o la solución que se genere debe contar con un sistema de alimentación de 12v.
Exigencia	<p>Tipo de vehículo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vehículos categoría M1 con motores a inyección indirecta a gasolina.
Exigencia	<p>Interfaz gráfica de control</p> <ul style="list-style-type: none"> • La interfaz gráfica deberá ser interactiva y amigable con el usuario. Asimismo, contar con un manual de usuario.
Exigencia	<p>Señales y alarmas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Generación de un historial de alerta
Exigencia	<p>Almacenamiento de datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Almacenar el registro histórico en una base de datos para generar reportes.
Exigencia	<p>Seguridad y Medio ambiente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los componentes de la máquina deberán estar completamente cubiertos para preservar la seguridad y evitar cualquier riesgo, como, por ejemplo, de incendio.
Exigencia	<p>Fabricación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La fabricación debe ser fácil y contar con planos para su producción a gran escala con máquinas tradicionales.
Exigencia	<p>Materiales a considerar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Material que sea comercializado en el mercado peruano; contar con medidas de seguridad y cuidado de ambiente en su fabricación.
Exigencia	<p>Uso: Para el uso del producto se requiere únicamente el seguimiento de las instrucciones o el manual de usuario.</p>
Exigencia	<p>Mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema electrónico cuenta con un tiempo de vida útil de 3 años, pues se requiere la actualización de los componentes para garantizar su efectividad.
Exigencia	<p>Costos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materiales comercializados en el mercado nacional y que no afecte la funcionalidad de los vehículos.
Exigencia	<p>Plazo de entrega:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La instalación en los vehículos debe considerar un plazo máximo de 3 horas.

Nota. Elaboración propia

Un scanner automotriz es empleado en la industria automotriz para identificar las fallas electrónicas que está sucediendo en un vehículo, por lo que debe ser manipulado por un especialista que cuente con sólido conocimiento del dispositivo a utilizar y los parámetros que el vehículo arroje. En ese sentido, a continuación, se presenta el flujograma de procedimiento de la plataforma IoT para el monitoreo de sensores en motores a gasolina:

Figura 12

Flujograma de proceso de adquisición de datos de un motor



Nota. Elaboración propia.

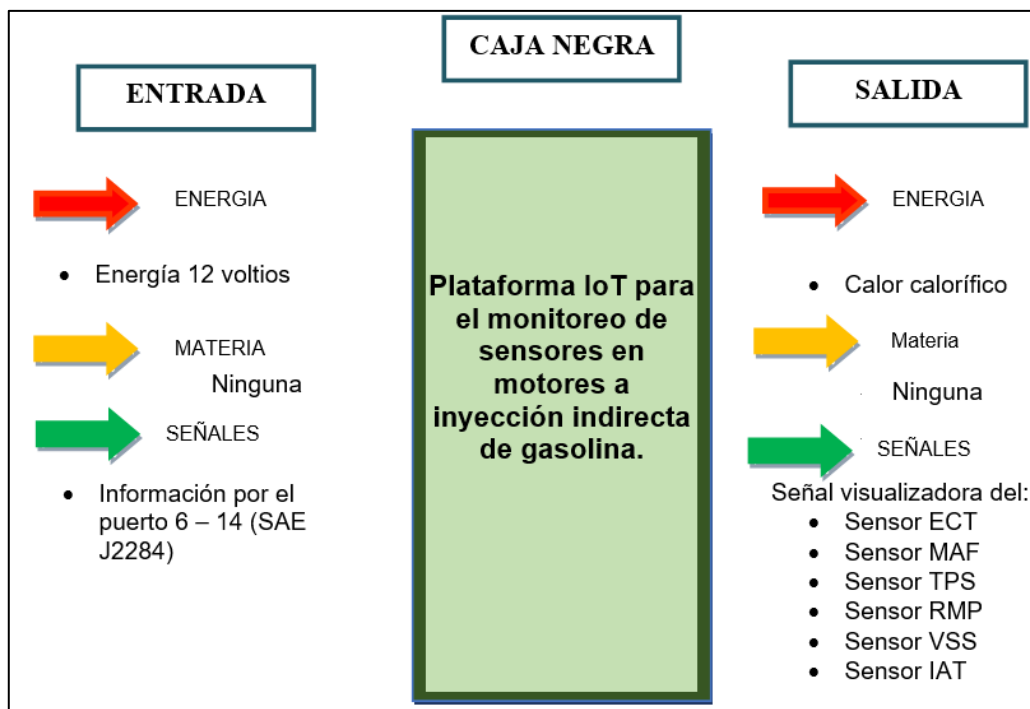
4.2. Arquitectura del sistema

4.1.2. Estructura de funciones

Para determinar la estructura de funciones del sistema es necesario establecer en primera instancia la abstracción del sistema, pues permitirá determinar las entradas y salidas que la conforman, la cual se logra mediante una caja negra o Black-Box como se muestra a continuación:

Figura 13

Diagrama Black - Box



Nota. Representa las entradas y salidas del producto desarrollado. Elaboración propia

En la figura anterior se muestra la caja negra o Black Box del producto, en la cual se obtiene como alimentación la energía del vehículo y la salida es el calor que emiten los diferentes integrados o componentes pasivos. De igual manera, al tratarse de información, no se transmite ninguna materia, sino que se realiza el envío de información obtenida de los puertos 6 – 14 (SAE J2284) para obtener la información de los sensores que se van a monitorear.

Tabla 4

Matriz morfológica

DOMINIO	FUNCIÓN	SOLUCIÓN 1	SOLUCIÓN 2	SOLUCIÓN 3
DOMINIO INFORMÁTICO	Almacenamiento	On Premise	Cloud computing	Hosting
	Protocolo de comunicación	J850 VPW 10.4 KBits/s	J1850 PWM 41.6 KBits/s	CAN BUS J2284 500 KBITS/S
	Base de datos	MySQL	Microsoft SQL Server	MongoDB
	Plataforma	NODE RED	ThingBoard	
	Servidor	Apache	NGINX	
DOMINIO ESTRUCTURAL	INTERFAZ	MODULAR	NO MODULAR	
	UNIONES	WIRELESS	CABLES	INTEGRADA
	MATERIAL	METAL	PLASTICO	PARTE DE LA ESTRUCTURA
	GEOMETRÍA	CUADRADA	CIRCULAR	
DOMINIO ELECTRÓNICO	DISPOSITIVO DE CONTROL	ESP8266	ESP32	
	SISTEMA DE DIAGNÓSTICO	OBDI	OBDII	
	ADQUISICION DE DATA	ELM327	ALBATROSS S8.3	Módulo CANMCP2515
	CONECTIVIDAD	WIFI	Bluetooth	CABLE
DOMINIO ELÉCTRICO	FUENTE DE ALIMENTACION	Directo de la unidad	Batería	Panel solar

Nota. Comparación de las diferentes alternativas de solución. Elaboración propia

- **Descripción de las principales comparativas**

El presente estudio se enmarca en el uso de tecnologías IoT, es decir, los datos obtenidos del prototipo puedan ser visualizados desde cualquier punto y en cualquier momento, por lo que la selección de componentes juega un papel importante, ya que deben satisfacer los requerimientos establecidos y cumplir con la arquitectura descrita, en ese sentido, se realizó la comparación de diversos componentes para sustentar su uso como se muestra a continuación:

- **Selección del dispositivo para conectividad**

Debido a que se requiere que se envíe de datos a un servidor de manera inalámbrica es fundamental contar con un dispositivo que se encargue de esta actividad, por ello se presenta los siguientes módulos que cumplen los requerimientos, como se muestra a continuación:

Tabla 5

Comparación de módulos wifi

Características	ESP32	ESP8266
Procesador	Tensilica Xtensa LX6 32 Bits Dual Core a 160 MHz	Tensilica LX106 32 bits a 80 MHz
Memoria RAM	520 kB	80 KB
Memoria Flash	Hasta 16 MB	Hasta 4 MB
ROM	448 kB	No
Coprocesador ULP	Si. Consumo inferior a 150 uA	No
Bluetooth	v4.2 BR/EDR y BLE	No
UART	3 puertos	2 puertos
I2C	2 interfaces	1 interfaz
SPI	4 interfaces	2 interfaces
PWM	16 canales	8 canales
ADC	2 (18 canales) (12 bits)	1 (10 bits)
DAC	2 canales (8 bits)	No
I2S	2 interfaces	1 interfaz
CAN 2.0	1 bus	No
Ethernet	10/100 Mbps	No
Encriptación	Si (AES, SHA, RSA, ECC)	No (TLS por software)

Nota. Datos obtenidos de datasheet de ESP32 y ESP8266

Selección del tipo de Interfaz de diagnóstico ELM327

Un ELM327 realiza sus funciones a través de un conector OBD que le facilita su escaneo a una variedad diversa de marcas y modelos de automóviles, siendo mediante una función estándar el escaneo de parámetros de los vehículos que no se encuentre en su data, en ese sentido, es un dispositivo económico y versátil. Se considera a un ELM327 debido a las prestaciones y no se busca incrementar los costos del producto, ya que perdería competitividad con relación a ello se, compara diferentes dispositivos scanner ELM327:

Tabla 6

Comparación de dispositivos de diagnóstico

Criterio	Autel Autolink AL519 scanner PBDII lector de código de motor	Ccfrgrth ELM327 - escáner para coche OBDII	ELM327 Forscan ELM327 Wifi config puede bus OBD II Código de motores	ELM327 forscan olmo 327
Marca	Autel	ccsfrgrth	HanrainTool	HanRainTool
Voltaje	12 v	13 v	12 v	12
Funcionalidad	Alta	Alta	Alta	Alta
Compatibilidad	Android, esfuerzo de torsión compatible con Olmo.	Soporte multiprotocolo	WiFi compatible con iOS/Android en interfaz OBDII.	Soporta todos los protocolos OBDII.
Dimensiones	180 x 80 x 260 centímetros	16.5 x 11 x 5 cm	17 x 11 x 2.8 cm	12 x 9 x 3 cm

Nota. Elaboración propia

- **Descripción de las alternativas**

Solución 1

La solución 1 se orienta en almacenar el sistema operativo, así como sus complementos en un servidor físico, utilizar el protocolo de comunicación CAN BUS J2284 500 KBits/s, una base de datos en Microsoft SQL Server para



aprovechar el espacio de un servidor físico y la plataforma ThingBoard para aprovechar los beneficios que proporciona la IoT y Apache para la conexión con el servidor web. Por otro lado, en el dominio estructural se observa que se integra al vehículo mediante un diseño no modular y el empleo de cables que se acopla a la estructura. Adicionalmente, el dominio electrónico considera una tarjeta ESP8266 que cuenta mejores condiciones y un scanner módulo CANMCP2515 que presenta mejores condiciones que sus competidores. Finalmente, emplea una batería para su alimentación. De la solución expuesta, se evidencia que se enfoca en el monitoreo para un número elevado de vehículos al considerar un servidor físico, en consecuencia, los componentes de la presente resolución son más costosos, pero cuentan con mejor calidad que el resto de alternativas.

Solución 2

La solución 2 en el dominio informático, cuenta con un hosting para el almacenamiento del sistema operativo y otras aplicaciones necesarias, asimismo, considera el mismo protocolo de comunicación que la alternativa 1 al presentar mejor rendimiento, asimismo, considera a la base de datos MongoDB que es adecuada para la solución que se plantea realizar y a la plataforma Node-RED para la visualización de los parámetros. Aunado a ello, en el dominio estructural, busca una reducción en los componentes al emplear cables y unirlos a la estructura del vehículo en forma circular. Por otro lado, en el dominio electrónico, se considera al ESP8266 que, cuenta con mejores condiciones que su competidor al igual que un scanner con condiciones óptimas para la recolección de información. Finalmente, se plantea que se alimenta del vehículo al conectarse directamente a la unidad.

Solución 3

La solución 3 se propone el alojamiento en la nube, debido a que permite ser escalable y garantiza la velocidad sin importar el lugar donde se aloje el servidor, en ese sentido, se consideró como protocolo de comunicación al CAN BUS J2284 500 KBtis/s al ser el que se emplea actualmente, asimismo, se consideró una plataforma adecuada como el Node-RED para la visualización de las interfaces. Desde el punto de vista estructural, se busca que se integre en mediante una estructura metálica de forma cuadrada. En el dominio electrónico, se evidencia que el módulo ESP32 es una opción adecuada al igual que el scanner para la adquisición de datos que se transmiten por medio de wifi. Finalmente, la alimentación del voltaje se suministra directamente desde el vehículo.

- **Evaluación de la solución óptima**

Posterior a la revisión de las características técnicas de los componentes se procede a cuantificar solución óptima, siendo utilizado en el presente caso la norma VDI 2225 para establecer bajo criterios la alternativa más adecuada para el problema en estudio.

Criterios para evaluación del diseño.

P: Puntaje de 0 a 4 (Escala de valores según VDI 2225)

0 (Insuficiente) / 1 Apenas aceptable / 2 Suficiente / 3 Buena / 4 Muy Buena

G: Peso ponderado según importancia de los criterios (de 1 a 5)

El valor técnico (Xi) se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$X_i = \frac{p_1+p_2+p_3+\dots+p_n}{n \cdot p_{max}} = \frac{\frac{p_1+p_2+p_3+\dots+p_n}{n}}{p_{max}} = \frac{\bar{p}}{p_{max}} \leq 1 \dots (1)$$

$$X_i = \frac{g_1 \cdot p_1 + g_2 \cdot p_2 + g_3 \cdot p_3 + \dots + g_n \cdot p_n}{(g_1 + g_2 + \dots + g_n) \cdot p_{max}} \leq 1 \dots (2)$$

Tabla 7*Criterios para evaluación y puntaje por alternativas*

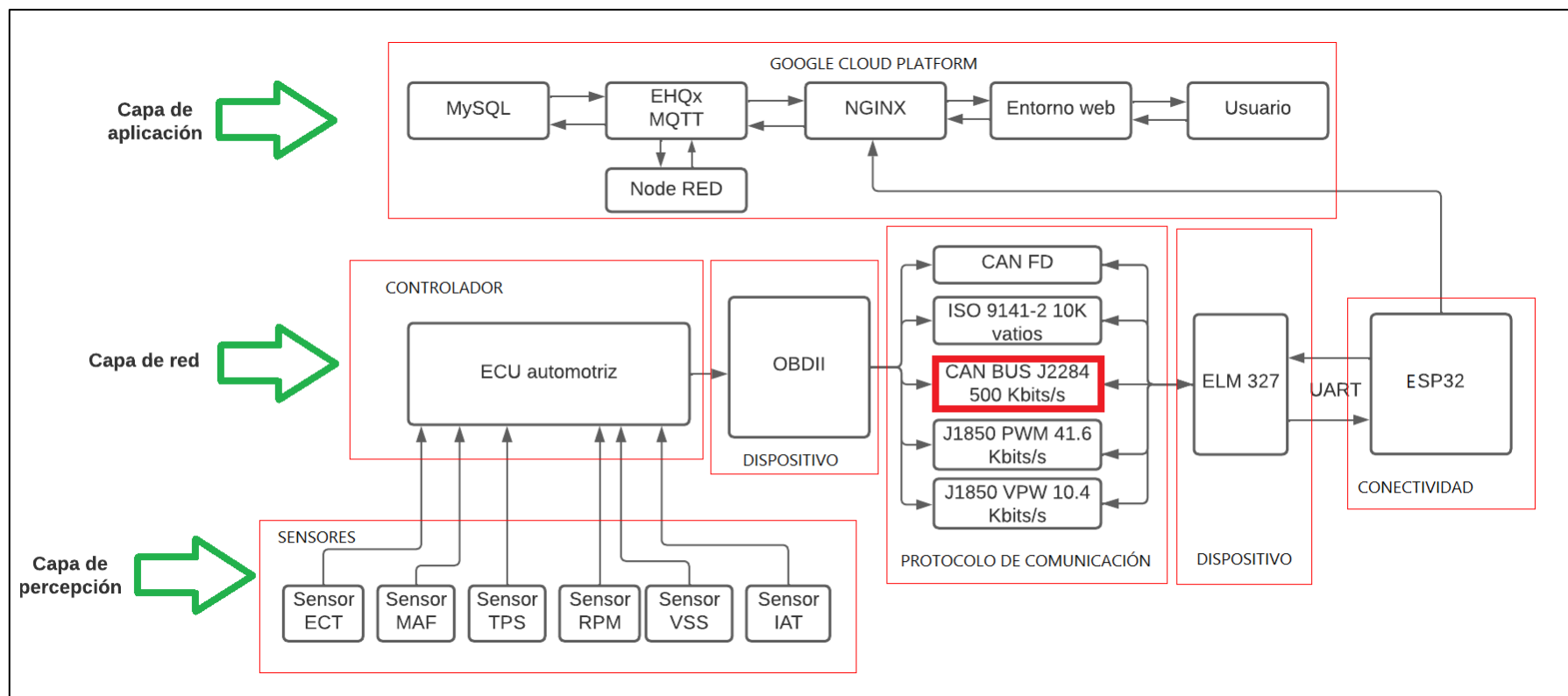
Variantes de concepto		Alternativa 1			Alternativa 2		Alternativa 3	
Ítem	Criterio de Evaluación	g	p	g*p	p	g*p	p	g*p
1	Función	5	5	25	4	20	4	20
2	Forma	4	4	16	5	20	3	12
3	Diseño	5	4	20	4	20	6	30
4	Seguridad	5	4	20	4	20	4	20
5	Fabricación	5	4	20	4	20	4	20
6	Control de calidad	3	4	12	4	12	4	12
7	Control	5	4	20	4	20	4	20
8	Electrónica	3	4	12	4	12	6	18
9	Energía	2	5	10	4	8	4	8
10	Confiabilidad	5	4	20	4	20	5	25
11	Rapidez	3	3	9	5	15	3	9
12	Usabilidad	2	4	8	5	10	6	12
13	Tiempo de vida	3	4	12	5	15	5	15
Sumatoria (Σ)		50	54	209	56	212	58	221
Valor Técnico (Wt)			0.836		0.848		0.884	

Nota. Elaboración propia

Mediante una matriz de comparación entre las tres alternativas se determinó que, la alternativa 3 presenta un puntaje de 0.884, por lo que es más idónea para un sistema electrónico integrado a una plataforma IoT para el monitoreo de sensores a inyección indirecta de gasolina.

Figura 15

Arquitectura del sistema IoT propuesto



Nota. Secuencia de la arquitectura por capa de percepción, de red y de aplicación. Elaboración propia.



4.3. Desarrollo del sistema electrónico

4.3.1. Descripción de elementos del sistema

Actualmente, los vehículos que se producen por normativa se encuentran obligados a contar con una interfaz para realizar pruebas a fin de obtener información de diagnóstico, siendo el Sistema de Diagnóstico a Bordo (OBD) que se conecta a distintos elementos para recopilación de datos. Por tal motivo, en el mercado existen diferentes scanner automotrices que permiten leer e interpretar las fallas electrónicas automotrices obtenidas mediante el dispositivo mencionado.

- **ELM327**

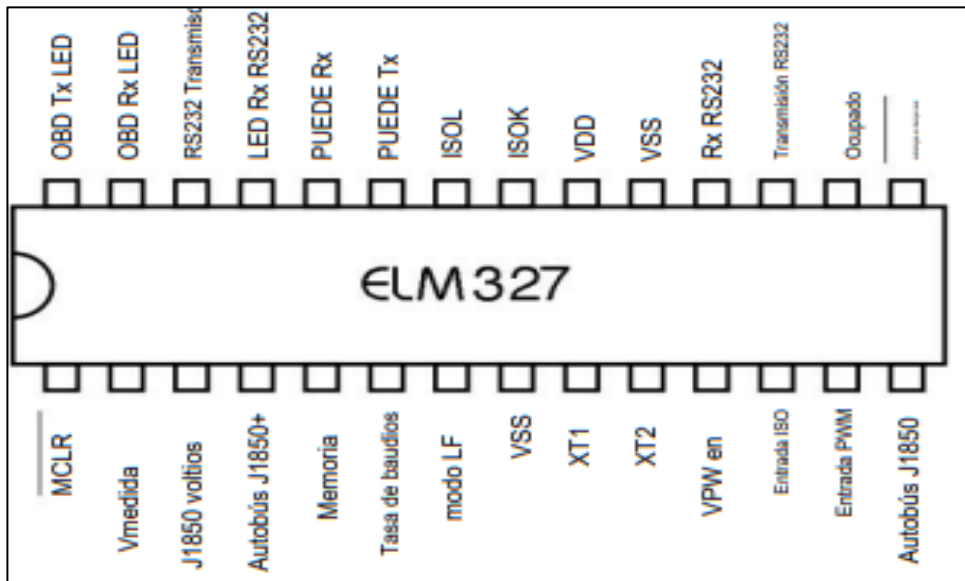
Respecto a ello, en la selección se escogió al ELM327 Ccfrgrth, pues posee diferentes aplicaciones de las cuales se encuentra protocolos de comunicación para detectar y convertir de modo automático las señales obtenidas de un OBD, asimismo, permite la inclusión de dispositivos para la visualización o transmisión de los parámetros obtenidos, como, por ejemplo, un RS232 de alta velocidad con almacenamiento en búfer de datos. A continuación, se presenta las principales características del ELM327:

- Diseño de CMOS de bajo consumo.
- RS232 de media y alta velocidad.
- Posibilidad de configuración mediante comandos AT.
- Realiza de manera automática un protocolo.
- En los protocolos OBDII soporta 9 protocolos.

Por lo expuesto, se presenta el diagrama de conexión del microcontrolador ELM327:

Figura 16

Pines del microcontrolador ELM327

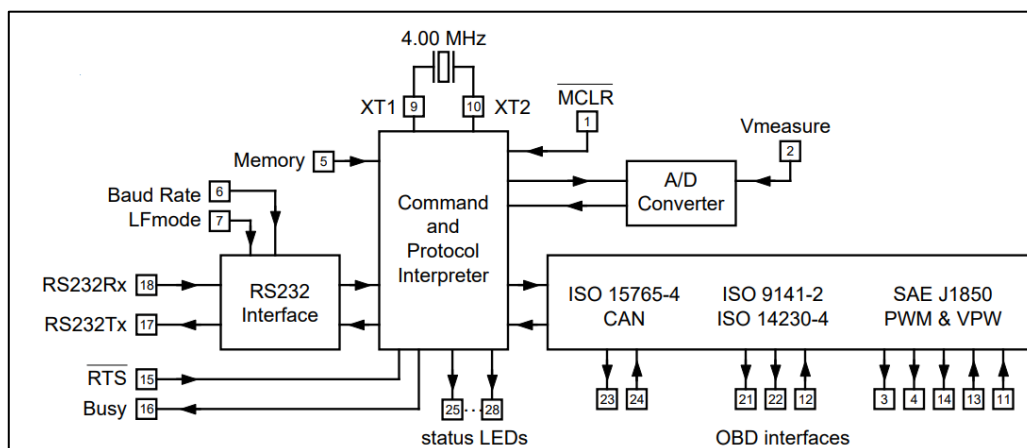


Nota. Presentación del microcontrolador ELM327. Tomado del datasheet ELM327

En la figura anterior se describen los pines empleados para la conexión con diferentes protocolos y realizar su conexión a fin de lograr su adaptación. Por ello, a continuación, se presenta el diagrama de bloques del microcontrolador:

Figura 17

Diagrama de bloques ELM327



Nota. Presentación del diagrama de bloques ELM327. Tomado del datasheet ELM327

Ahora bien, en la figura anterior se menciona la descripción de los pines, por lo

que para lograr la visualización de la información en tiempo real, la información se transmite mediante wifi hacia el servidor NGINX (ver figura 10). Por ello, para cumplir con lo establecido se hizo uso del chip MCP2551, que sirve como interfaz entre un bus físico y protocolo de comunicación.

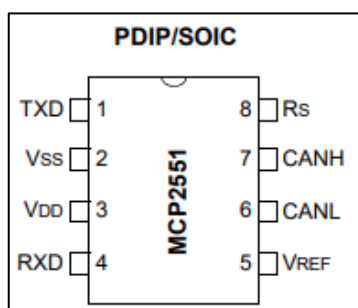
- **MCP2551**

Es un transceptor CAN de alta velocidad tolerante a fallas, lo que permite le permite ser empleado como un elemento de conexión entre un bus físico y un controlador de protocolo CAN, pues presenta una calidad en recepción y transmisión compatible con el estándar ISO-11898 y funciona a velocidades de hasta 1 Mb/s. El MCP2551 presenta las siguientes características:

- Elevada inmunidad al ruido al poseer un bus diferencial.
- Funcionamiento en espera de baja corriente.
- Empleado para sistemas de 24V y 12V
- Entrada de control de pendiente

Figura 18

Pines del microcontrolador ELM327

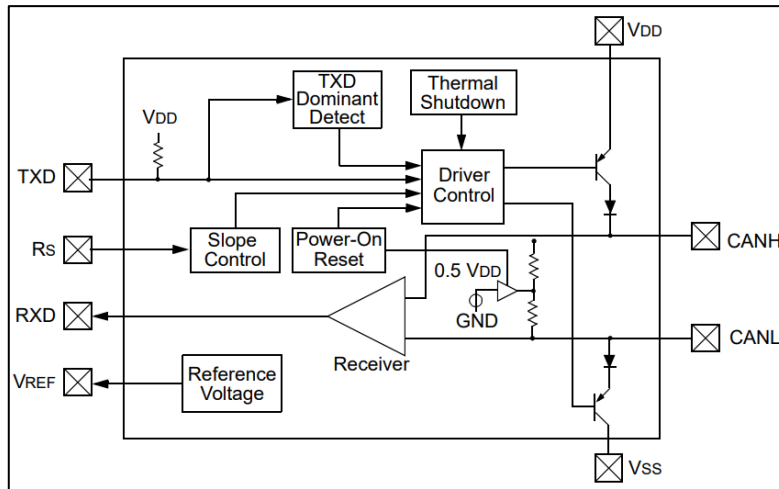


Nota. Presentación de pines del MCP2551. Tomado del datasheet MCP251

Para garantizar su adaptación sistema que se planteó desarrolla, se presenta a continuación un mayor análisis de los pines de salida a fin de lograr su conexión con el ELM317 y dispositivos electrónicos adicionales:

Figura 19

Diagrama de bloques MCP2551



Nota. Presentación del diagrama de bloques MCP2551. Tomado del datasheet MCP2551

A continuación, se presenta la configuración de los pines del MCP2551:

Tabla 8.

Descripción de pines del MCP2551

Cod.	Función	Descripción
TXD	Entrada de datos de transmisión TXD	Los datos se transmiten hacia el diferencial CANH y CANL.
VSS	Tierra VSS	Pin empleado para conectar a tierra
VDD	Voltaje de suministro VDD	Pin empleado para conectar a positivo
RXD	Salida de datos de recepción RXD	Conducen el bajo o alto según el diferencial de señal obtenido del CANH y CANL.
VREF	Voltaje de salida de referencia VREF	Salida de voltaje de referencia
CANL	CAN de bajo nivel de voltaje I/O	Es el lado bajo del bus diferencial
CANH	CAN de alto nivel de voltaje I/O	Es el lado alto del bus diferencial
RS	Entrada de control de pendiente	Permite seleccionar el modo de velocidad, modo de espera o control de pendiente.

Nota. Descripción de pines del MCP2551. Adaptado del datasheet MCP2551

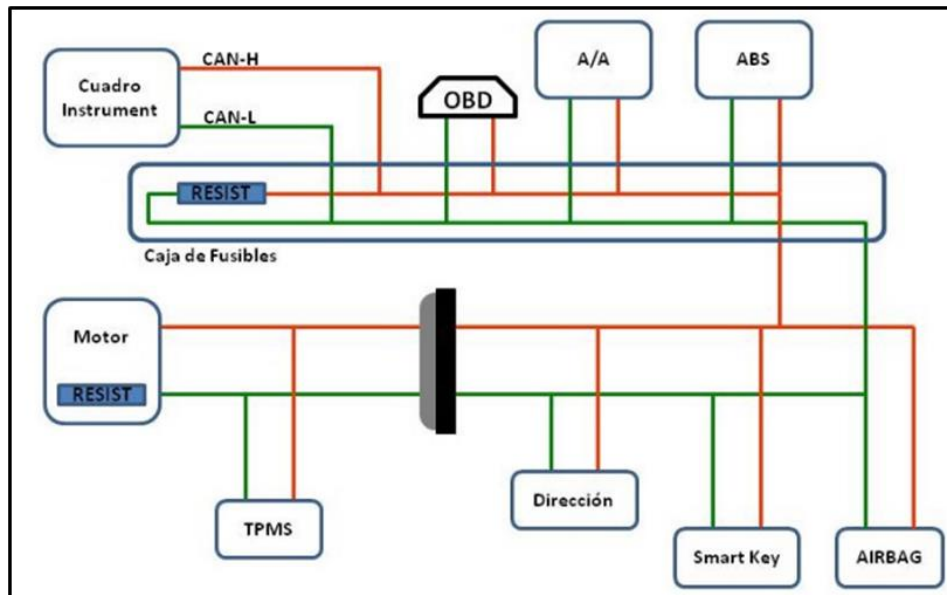
- **Obtención de datos del vehículo**

Es el desarrollo desde el punto de vista electrónico que comprende el diseño del circuito electrónico, así como las especificaciones para garantizar un correcto funcionamiento.

En la figura 20 se muestra el esquema eléctrico genérico de un vehículo con bus CAN. Básicamente, lo que se obtiene es verificar cómo se conectan los diferentes módulos que se encuentran en el vehículo a través del protocolo de comunicación bus CAN, dentro de este esquema se encuentra en conectividad con el OBD2, del cual se obtiene la información que le llega a los motores de los diferentes sensores.

Figura 20

Conexión de la ECU y los sensores



Nota. Conexión mediante el protocolo de comunicación OBDII entre los distintos sensores y la ECU del vehículo. Elaboración propia

Adicionalmente, se presenta que el ELM 2595 que alimenta todo el circuito de tal manera regulando, el ingreso se genera un voltaje del vehículo desde los 12v hasta los 14v aproximadamente para que todo el módulo central

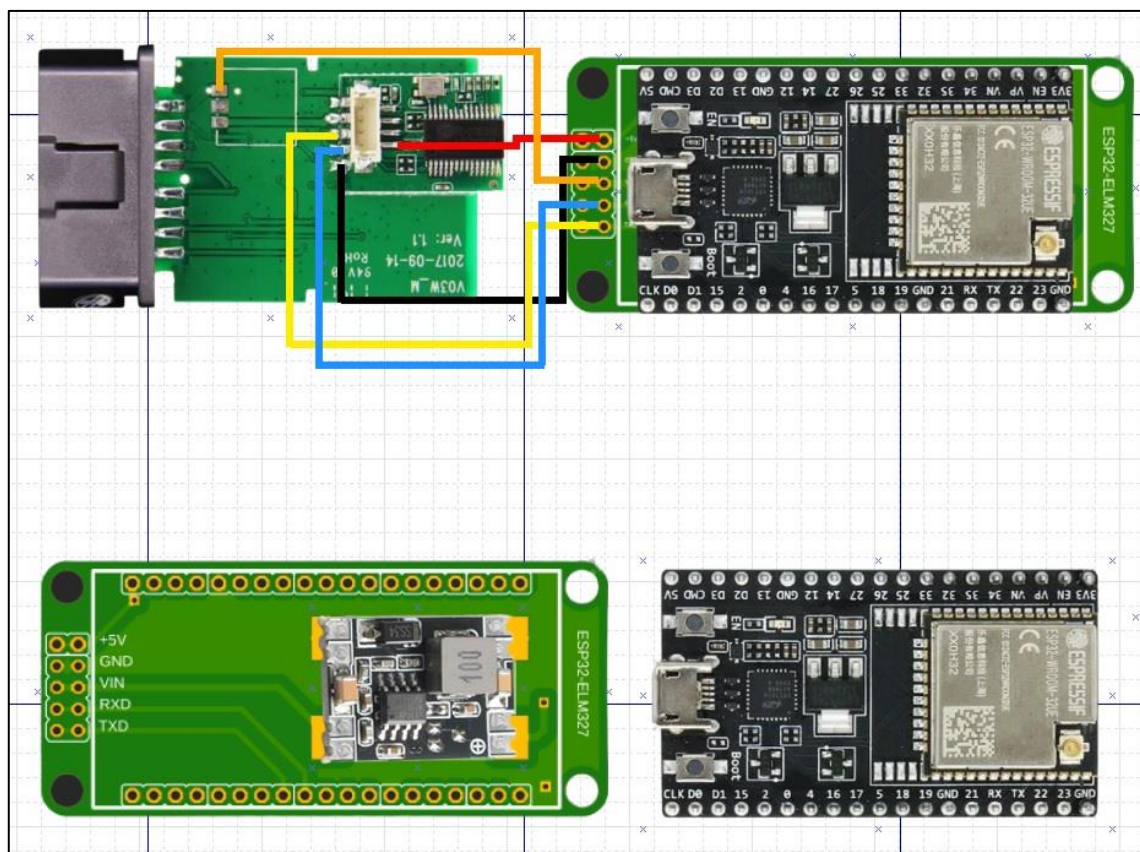
reciba solamente 5v de alimentación.

4.3.2. Diseño del circuito electrónico

Realizado el análisis de los principales componentes del dominio electrónico, en el siguiente circuito se presenta la integración de los pines y componentes electrónicos adicionales que permitan garantizar el adecuado funcionamiento del OBDII, ELM317 y el ESP32:

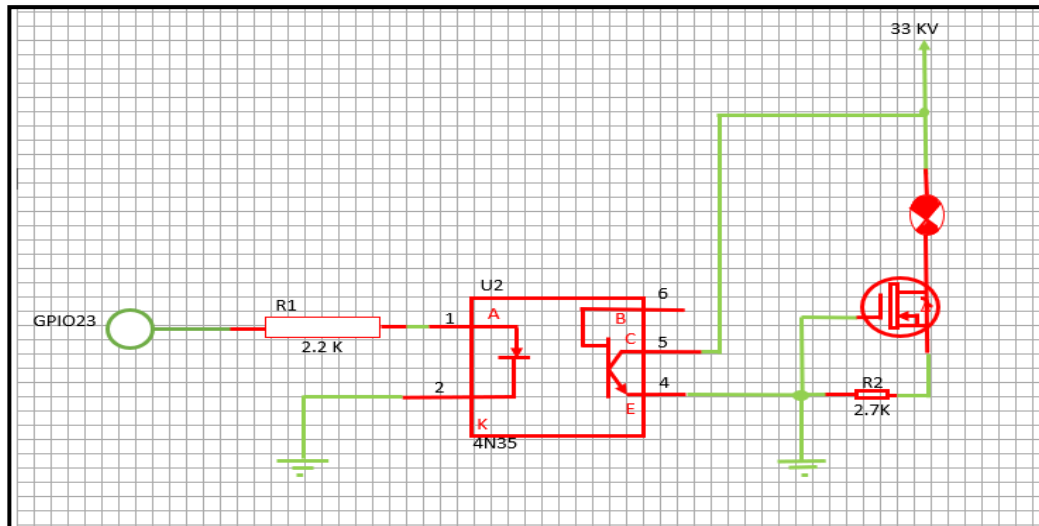
Figura 21.

Esquema eléctrico de conexión



Nota. Conexión de los componentes del sistema electrónico. Elaboración propia

Figura 22

Esquema eléctrico de conexión

Nota. Conexión de los componentes de la alarma. Elaboración propia

Se eligió el Mosfet con código IRF530 dado que, presenta menor valor de resistencia para evitar pérdida de voltaje, teniendo en consideración lo expuesto. El voltaje umbral del IRF 530 resulta ser 3V, por lo a la salida del circuito optoacoplador se presenta un voltaje de 1.3 voltios, lo que permite fijar una resistencia de 2.2 K Ω , realizado la operación se obtiene:

$$\text{Corriente en } R2 = \frac{5 - 1.3}{2.2} = 1.68 \text{ mA}$$

4.3.3. Diseño mecánico del sistema

El sistema mecánico es complementario e indispensable para el desarrollo del proyecto, pues su finalidad es proveer de la estructura base y garantizar la durabilidad para el sistema. En ese sentido, se comienza por la obtención de las medidas de los diferentes elementos que compondrán el sistema.

Obteniendo las dimensiones se procede a proyectar la idea para su integración en su entorno de trabajo, siendo en el presente caso un sistema de



monitoreo de motores de gasolina que deberá ser capaz de obtener la data de los sensores mediante la computadora del auto. Por ende, transmite la información mediante Wi-fi, bluetooth, o cables con un protocolo de comunicación establecida. En el presente caso se utiliza el dispositivo ELM327, el cual se puede conectar al auto mediante el protocolo OBD2 que, a su vez transmite la data del auto a través de bluetooth al sistema de monitoreo, en ese sentido, se debe considerar el alcance y el sistema debe permanecer instalado dentro del auto.

El sistema realizando que se encuentra en auto, no deberá ser un impedimento para la manejabilidad del conductor, es decir, debe realizar la operación del vehículo con normalidad. Por ello, este sistema de monitoreo deberá evitar estorbar al conductor. Además, agregamos que en todo sistema se busca evitar la perturbación a fin de obtener una mejor respuesta alrededor de todo el tiempo de trabajo. Entonces el sistema de monitoreo deberá estar oculto en el auto, esto es viable ya que los vehículos cuentan con espacios libres los cuales se pueden aprovechar. Según lo expuesto, se instalará considerando las dimensiones posibles de trabajo se puede llegar a una solución:

Con base el área suficiente, en la cual se ubicó los componentes electrónicos del sistema, se tuvieron como base para el diseño de la estructura base, así como la tapa, se toma en cuenta las posibles perturbaciones a las que el sistema se expondrá, ya sea como estática, calor, humedad y etc. De la misma manera, se toma en cuenta algo sumamente grave. Al ser un vehículo se encuentra expuesto a chocar o que lo choquen, esto si de por sí es muy grave, no siempre un choque representa la destrucción del vehículo o el daño al conductor o pasajeros. Por ello, el sistema de monitoreo debe contar con una

estructura lo suficientemente duradera, robusta y con el tipo de material necesario.

Figura 23

Base y tapa de la estructura que contiene al sistema electrónico

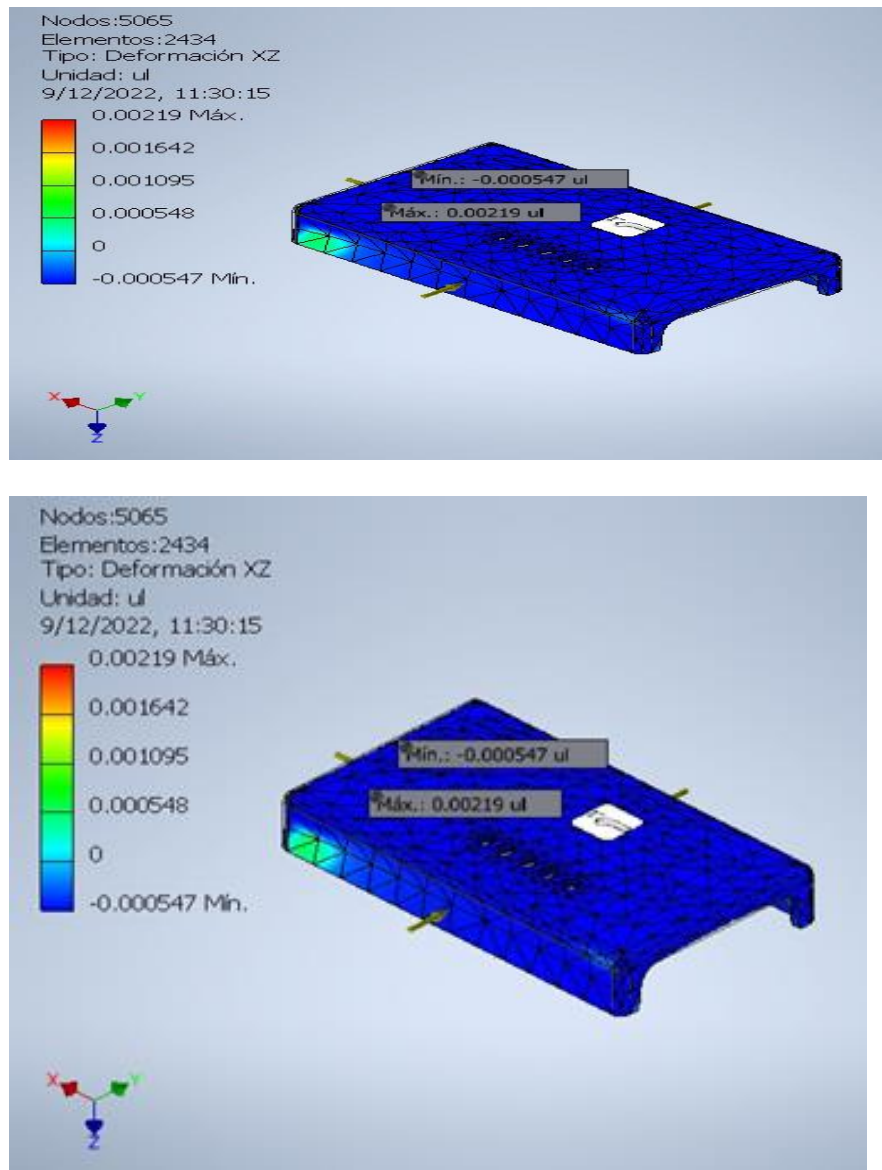


Nota. Carcasa del sistema electrónico realizado según las necesidades. Elaboración propia

Ante ello, se analiza criterios aplicados para el diseño final, el cual debe cumplir los aspectos ya mencionados, específicamente al choque que representaría una fuerza, como, por ejemplo, la fuerza de desaceleración.

Figura 24

Análisis estructural del sistema electrónico



Nota. Análisis estructural estático, realizada en inventor, a medida que la estructura del sistema de monitoreo es expuesta a una fuerza de 6,000.00 libra-fuerza. Elaboración propia

En el diseño estructural, se consideró un análisis estático utilizando Autodesk Inventor, siendo para el presente estudio el material utilizado acero, alta resistencia y baja aleación con una masa de 0.204784 lb-masa,

una magnitud de fuerza de reacción de 6,000 libra-fuerza y en los pares de reacción 103.362 libra-fuerza/pie. Los resultados de la simulación muestran que se obtuvo un esfuerzo máximo de 0.00219 MPa.

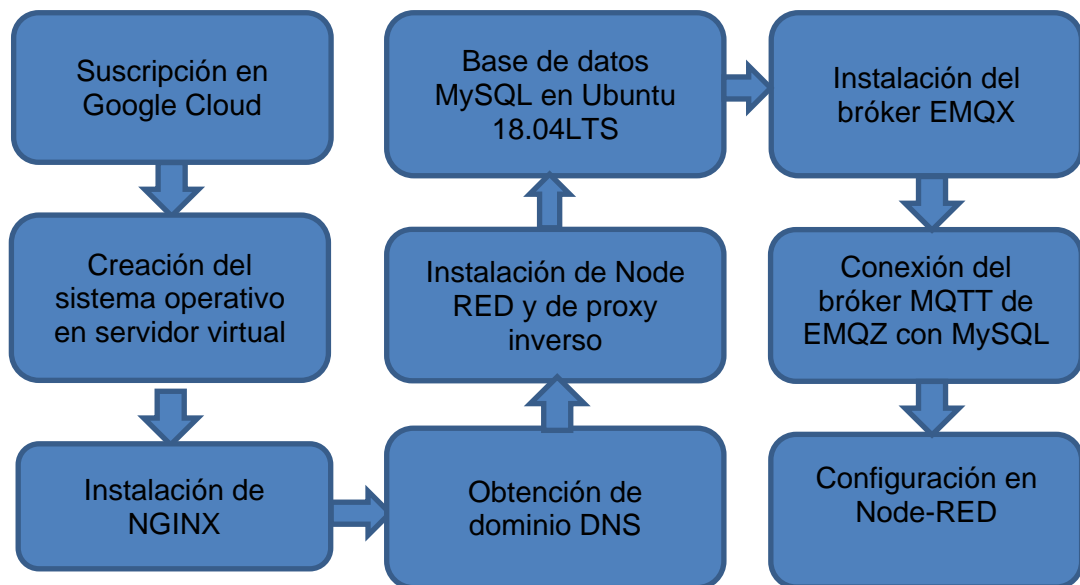
4.4. Desarrollo de la plataforma IoT para monitoreo de sensores

4.4.1. Presentación de la estrategia para el desarrollo de plataforma

La implementación de la plataforma IoT requiere realizar una serie de actividades que van desde el registro en un proveedor de la nube hasta la integración del bróker MQTT con MySQL y habilitación de usuarios para la obtención de señales recibidas por el módulo ESP32. A continuación, se presenta la estrategia de solución a considerar:

Figura 25

Estrategia de solución



Nota. Elaboración propia

A continuación, se describe los pasos descritos en la figura anterior:

- Suscripción en Google Cloud:** En primera instancia, se procede a realizar el registro en la nube de Google Cloud, en la que se ingresan



los datos personales, el registro de una cuenta de débito a fin de generar una cuenta y la respectiva facturación por el uso.

- b. Creación del sistema operativo en el servidor virtual:** Una vez realizado el registro, se procede a configurar una máquina virtual según las necesidades del proyecto y se realiza la instalación del sistema operativo para el mismo.
- c. Instalación de NGINX:** Posterior a verificar que el sistema operativo se haya instalado correctamente, el cual fue el Ubuntu 18.04 LTS se realiza la instalación del servidor web/proxy inverso ligero que permite controlar diversos procesos entre el cliente y el servidor.
- d. Obtención de dominio DNS:** Una vez finalizada la instalación para la gestión del servidor de NGINX, se procede a realizar la adquisición de un dominio a fin de que el sitio sea accesible.
- e. Instalación de Node-RED:** Se procede a instalar y configurar Node Red y el funcionamiento como proxy inverso, para lo cual se instala Node.js y NPM, Node Red en Ubuntu, el uso de proxy inverso en Nginx, y el establecimiento del servidor para su acceso. Por lo que, al término del proceso queda habilitado el desarrollo del algoritmo en Node-RED.
- f. Base de datos MySQL en Ubuntu 18.04 LTS:** Para el desarrollo del presente proceso, se revisa la documentación del sistema operativo a fin de ejecutar los comandos para su instalación.
- g. Instalación del bróker EMQX:** Se procede a instalar el bróker MQTT, el cual facilita la creación de un clúster con múltiples nodos que permite manejar una variedad de conexiones en un mismo instante, siendo su



uso al permitir gestionar la reglas para administrar los permisos de cada usuario mediante un dashboard que integra varios plugin.

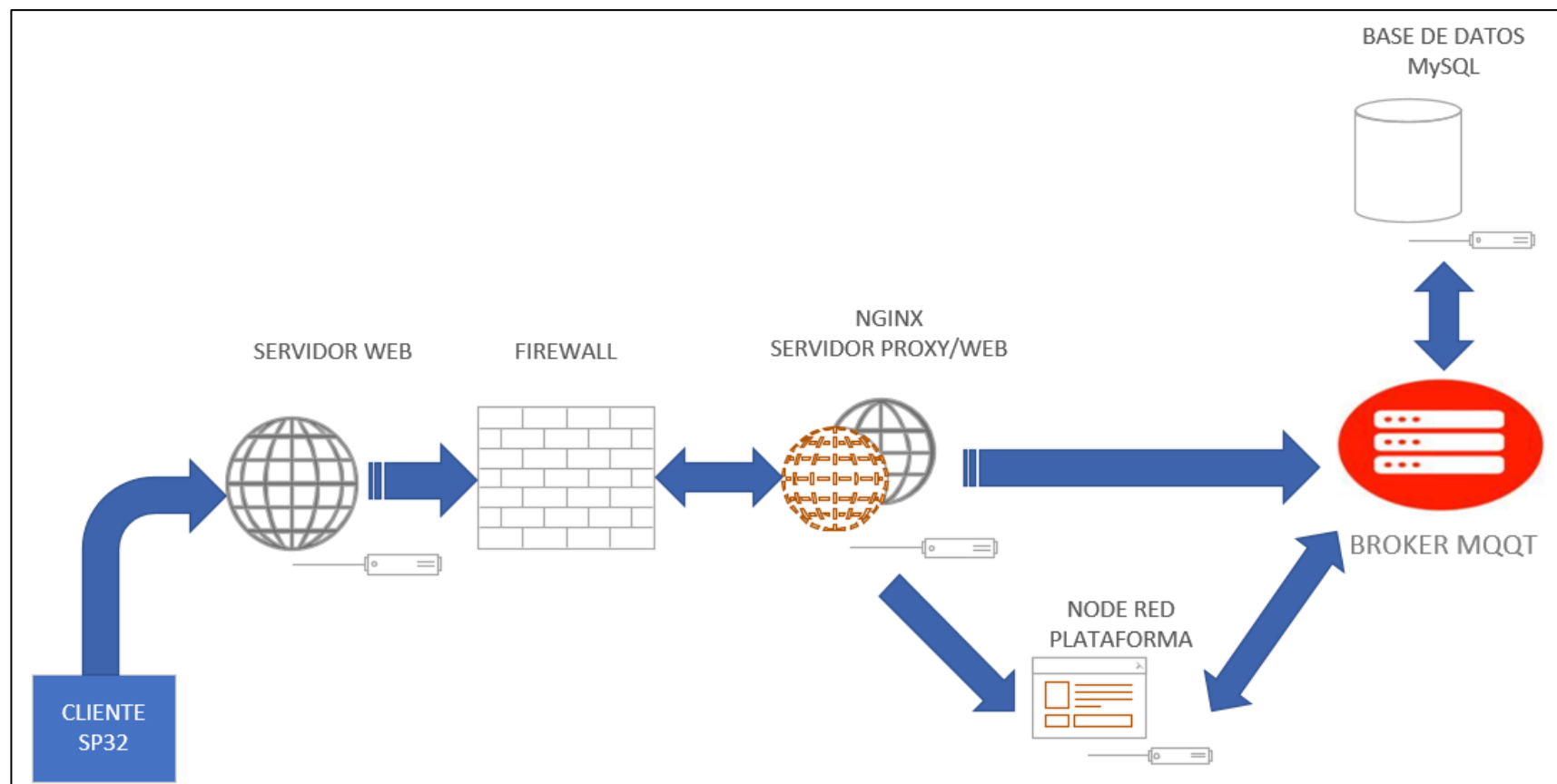
- h. Conexión del bróker MQTT en EMQZ con MySQL:** Se realiza un procedimiento documentado por EMQX a fin de garantizar que se utilice una base de datos externa como fuente de autenticación, que puede facilitar la integración con otros sistemas y almacenar gran cantidad de datos.
- i. Configuración en Node-RED:** Es una plataforma que permite la conexión de APIs, dispositivos de hardware y servicios de línea, en el cual se visualiza los tableros obtenidos de los sensores.

4.4.2. Aplicación de la estrategia para desarrollar la plataforma web

Expuesto los pasos a considerar para el desarrollo de la plataforma, se presenta en primera instancia la arquitectura técnica de la solución propuesta:

Figura 26

Arquitectura técnica de solución propuesta



Nota. Elaboración propia

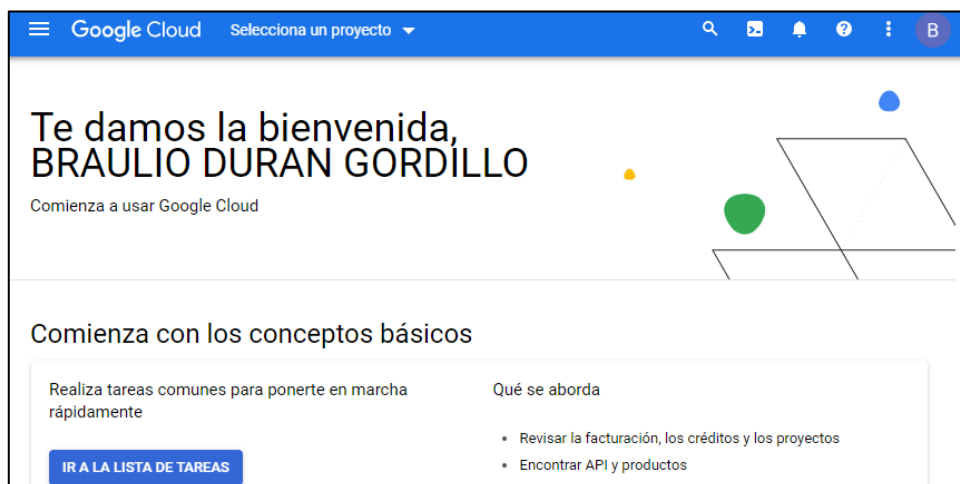
A continuación, se presenta los pasos necesarios para el desarrollo de la plataforma web que permita visualizar los datos obtenidos del OBDII:

a. Suscripción en Google Cloud

El proceso inicia al crear una cuenta en Google Cloud, en que se registra los datos de la organización o como persona natural, así como la vinculación de una tarjeta de debito a que permita el cobro por el uso. Finalizado el proceso de registro se muestra el mensaje de bienvenida.

Figura 27

Ventana de bienvenida a Google Cloud



Nota. Elaboración propia

b. Creación del sistema operativo en el servidor virtual

Ahora bien, para crear una máquina virtual se dirige a crear instancia de VM a fin de generar una máquina virtual, eligiendo las características, como son la serie y el tipo de máquina, como se muestra a continuación:

Figura 28

Datos de la máquina virtual del proyecto

Sistema operativo Ubuntu	
Versión * Ubuntu 18.04 LTS	
amd64 bionic image built on 2022-03-31, supports Shielded VM features	
Tipo de disco de arranque * Disco persistente equilibrado	Tamaño (GB) * 10

Nota. Elaboración propia

En la figura anterior, se muestran los datos del sistema operativo que se realizó, posterior a ello se habilitó el tráfico de red HTTP y HTTPS para luego de inicializar el sistema operativo se establece una IP estática.

c. Instalación de NGINX

Una vez inicializada la máquina virtual con el sistema operativo Ubuntu 18.04LTS y verificar que el espacio sea el adecuado, se procede a instalar Nginx que es un servidor web/proxy inverso de alto rendimiento, como se muestra a continuación:

Figura 29

Ventana de bienvenida a Google Cloud

```
Durango@instance-1:~$ sudo apt install nginx
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following package was automatically installed and is no longer required:
 libnumal
```

Nota. Elaboración propia

Posterior a ello, se procede a habilitar y configurar los protocolos de transferencia de hipertexto se arranque Nginx como servidor web, como se muestra a continuación:

Figura 30

Visualización de Nginx ejecutándose como servidor web

```
Durango@instance-1:~$ systemctl status nginx
● nginx.service - A high performance web server and a reverse proxy server
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/nginx.service; enabled; vendor preset: enabled)
   Active: active (running) since Sun 2022-04-17 13:33:12 UTC; 19min ago
     Docs: man:nginx(8)
  Main PID: 27552 (nginx)
    Tasks: 3 (limit: 1116)
   CGroup: /system.slice/nginx.service
           └─27552 nginx: master process /usr/sbin/nginx -g daemon on; master_process on;
             └─27556 nginx: worker process
               └─27557 nginx: worker process

Apr 17 13:33:12 instance-1 systemd[1]: Starting A high performance web server and a reverse proxy server.
Apr 17 13:33:12 instance-1 systemd[1]: nginx.service: Failed to parse PID from file /run/nginx.pid: Inval
Apr 17 13:33:12 instance-1 systemd[1]: Started A high performance web server and a reverse proxy server.
lines 1-14/14 (END)
```

Nota. Elaboración propia

d. Obtención de dominio DNS y adecuación al servidor web

La plataforma debe permitir el acceso de diferentes usuarios que desean visualizar el estado de su vehículo, en consecuencia la IP pública registrada en la instancia de red (34.125.131.158) permite la creación de un dominio que se denominó “data-stream.mecatronicaweb.com”, el cual se adecuo al servidor siguiendo los siguientes puntos:

- Creación del directorio /var/www/
- Creación de una carpeta con el nombre del subdominio registrado.
- Se digita una carpeta con la denominación html
- Se cambia de propietario mediante el comando chown a la carpeta html, como se muestra a continuación:

Figura 31

Cambio de propietario con el comando chown

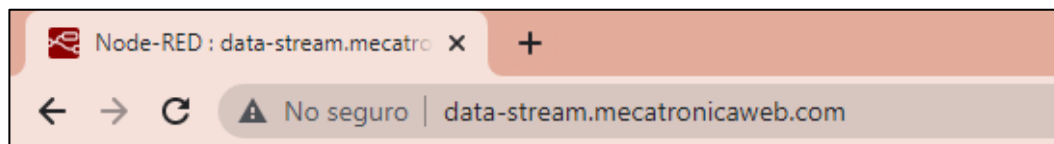
```
Durango@instance-1:~$ sudo chown -R $USER:$USER /var/www/data-stream.mecatronicaweb.com/html/
Durango@instance-1:~$ ls -l /var/www/data-stream.mecatronicaweb.com/
total 4
lrwxr-xr-x 2 Durango Durango 4096 Jul 20:07 html
Durango@instance-1:~$
```

Nota. Elaboración propia

- Posteriormente, se ejecuta el comando tree con el fin de identificar que se posee tres directorios y un archivo, tras ello la ejecución del comando R 755 para la modificación del permiso.
- Establecido los comandos para el enrutamiento se verifica el acceso a las carpetas html y del subdominio, para luego crear un archivo index en la carpeta html.
- Posterior a ello, se crea un directorio sites-avaible en el cual se inserta el subdominio y un default en caso no se establezca una respuesta del servidor.
- Finalmente, se verifica el acceso al servidor mediante el registro del dominio en un navegador web:

Figura 32

Verificación del acceso al navegador web



Nota. Elaboración propia

e. Instalación de Node-RED

Para realizar la instalación de Node-RED, en primera instancia se realizó la actualización del paquete a una versión más reciente, para luego con el comando curl descargar la versión de nvm. Finalmente, con el comando nvm install -lts se realizó la instalación, posterior a ello se verificó que sea la versión más reciente, como se muestra a continuación:

Figura 33

Verificación de la versión instalada

```
Durango@instance-1:~$ nvm ls
->      v16.15.0
default -> lts/* (-> v16.15.0)
node -> stable (-> v16.15.0) (default)
stable -> 16.15 (-> v16.15.0) (default)
iojs -> N/A (default)
unstable -> N/A (default)
lts/* -> lts/gallium (-> v16.15.0)
lts/argon -> v4.9.1 (-> N/A)
lts/boron -> v6.17.1 (-> N/A)
lts/carbon -> v8.17.0 (-> N/A)
lts/dubnium -> v10.24.1 (-> N/A)
lts/erbium -> v12.22.12 (-> N/A)
lts/fermium -> v14.19.1 (-> N/A)
lts/gallium -> v16.15.0
Durango@instance-1:~$
```

Nota. Elaboración propia

Posteriormente, descargado el paquete de Node-RED se procede a instalar la aplicación en el sistema operativo mediante el comando `npm install -g -unsafe -perm -node -red node-red-admin`. Seguidamente de haber corroborado se realiza la habilitación del firewall y del proveedor mediante el puerto 10880/tcp a través de Red de VPC, obteniendo el puerto en la regla del firewall de la siguiente manera:

Figura 34

Verificación del acceso al navegador web

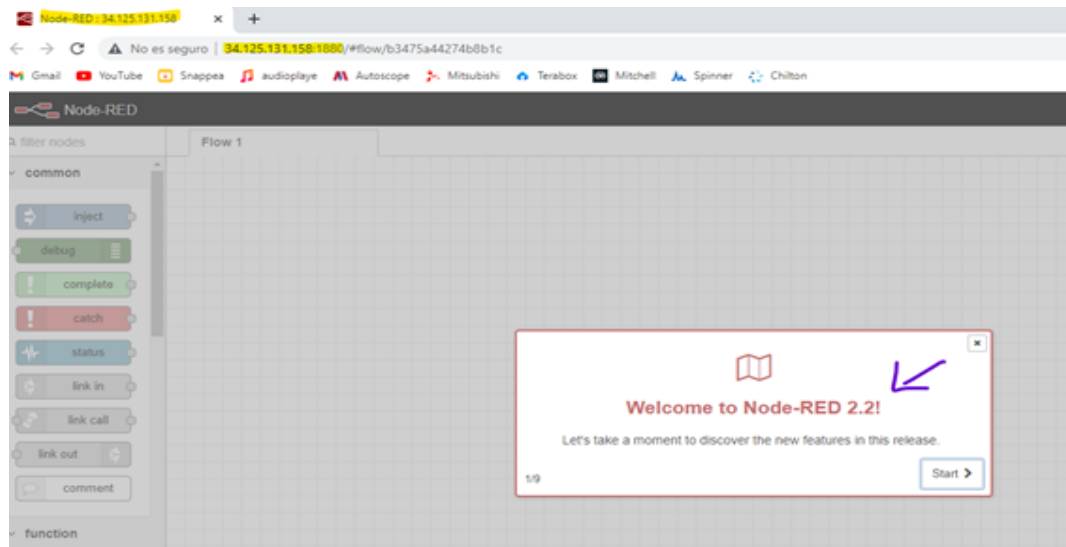
Filtro Ingresar el nombre o el valor de la propiedad						
	Nombre	Tipo	Destinos	Filtros	Protocolos/puertos	Acción
<input type="checkbox"/>	default-allow-http	Entrada	http-server	Intervalos de	tcp:80	Permitir
<input type="checkbox"/>	default-allow-https	Entrada	https-server	Intervalos de	tcp:443	Permitir
<input checked="" type="checkbox"/>	node-red	Entrada	Aplicar a tod:	Intervalos de	tcp:1880	Permitir
<input type="checkbox"/>	default-allow-icmp	Entrada	Aplicar a tod:	Intervalos de	icmp	Permitir

Nota. Elaboración propia

Finamente, se muestra a continuación el acceso mediante la IP estática en el navegador:

Figura 35

Verificación de acceso a Node-RED mediante IP estática



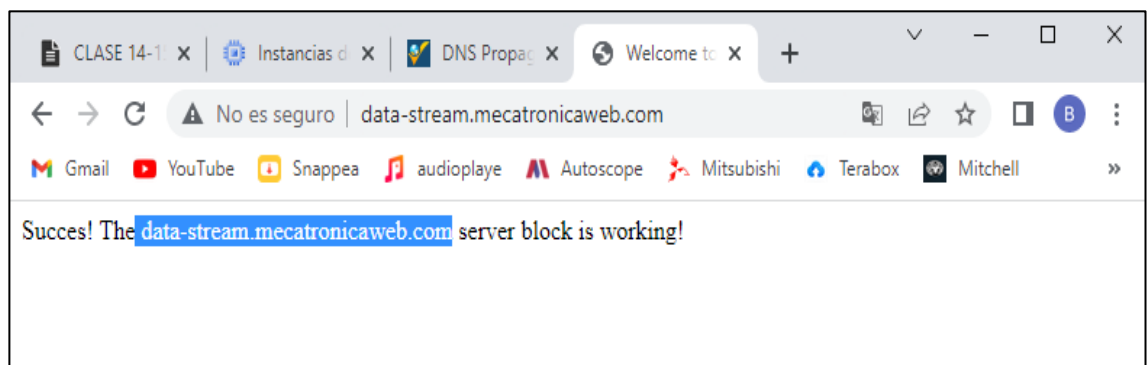
Nota. Elaboración propia

En la figura anterior se muestra el acceso a Node-RED alojada en la máquina virtual, sin embargo, para mayor seguridad se habilitó una interfaz previa para el registro de usuario, asimismo, el uso de proxy inverso en Nginx para el uso del host en el subdominio adquirido.

Posteriormente, se establece en la consola comandos a fin de acceder al servidor desde el subdominio obteniendo el siguiente resultado:

Figura 36

Verificación de acceso a Node-RED mediante IP estática

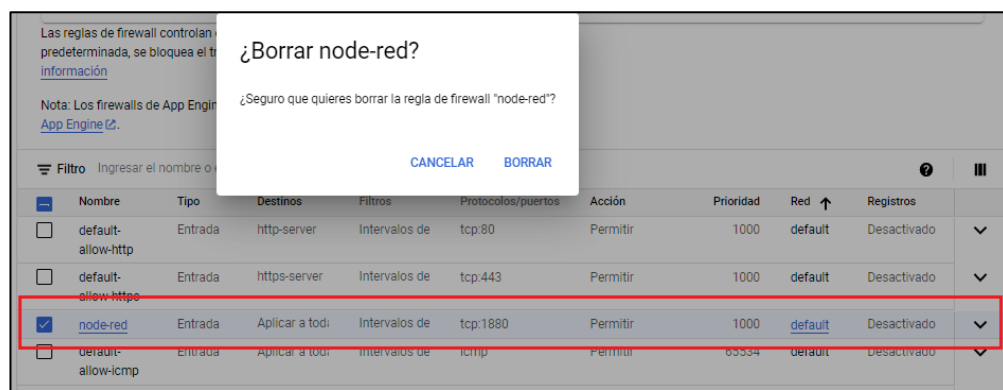


Nota. Elaboración propia

Ahora bien, es momento de emplear Nginx para obtener un servicio con carga equilibrada y reforzar la seguridad de la plataforma para luego inspeccionar que no se generen advertencias de seguridad. Finalmente, se realiza el retiro de acceso en ufw y de Google cloud mediante la eliminación de la regla en el firewall:

Figura 37

Eliminación de regla en el firewall de Google cloud



Nota. *Elaboración propia*

f. Base de datos MySQL en Ubuntu 18.04LTS

En la consola del sistema operativo se procede a ejecutar los comandos respectivos para la instalación del paquete más reciente de MySQL para luego realizar algunos ajustes de seguridad que tiene como finalidad eliminar usuarios anónimos, habilitación del acceso remoto y recargar los privilegios, en ese sentido, se muestra a continuación los usuarios con privilegio en la base de datos:

Figura 38

Verificación de autenticación de usuarios con privilegios

```
mysql> SELECT user, authentication_string, plugin, host FROM mysql.user;
```

user	authentication_string	plugin	host
root	[REDACTED]	mysql_native_password	localhost
mysql.session	[REDACTED]	mysql_native_password	localhost
mysql.sys	[REDACTED]	mysql_native_password	localhost
debian-sys-maint	[REDACTED]	mysql_native_password	localhost

4 rows in set (0.00 sec)

Nota. Elaboración propia

g. Instalación del bróker EMQX

Mediante la revisión de información expuesta en la página oficial de EMQX (<https://www.emqx.com/en/downloads?product=broker>) se procede a instalar la versión v4.2.14 que es una versión anterior que se encuentra estable, pues en ocasiones las últimas versiones requieren actualizaciones de seguridad a causa de fallos. Posterior a ello, verificamos los puertos que se encuentran habilitados para habilitar los puertos que usa el bróker mediante el siguiente comando:

Figura 39

Adición de puertos que usa el bróker

```
Durango@instance-1:~/emqx$ sudo ufw status
```

Status: active

To	Action	From
OpenSSH	ALLOW	Anywhere
Nginx HTTP	ALLOW	Anywhere
1883/tcp	ALLOW	Anywhere
8883/tcp	ALLOW	Anywhere
8083/tcp	ALLOW	Anywhere
8084/tcp	ALLOW	Anywhere
18083/tcp	ALLOW	Anywhere
8081/tcp	ALLOW	Anywhere

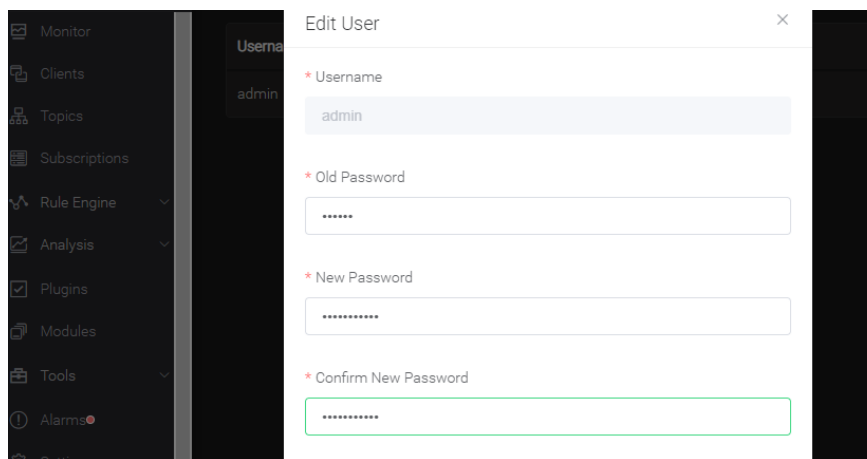
Nota. Elaboración propia

Posterior a ello, se establece la regla de firewall en Google cloud para guardar los puertos a fin de que permita acceder al navegador empleando el puerto 18083 dedicado para el dashboard en EMQX con la finalidad de actualizar las credenciales del bróker MQTT mediante el acceso en el navegador con la

dirección <http://34.125.131.158:18083/>.

Figura 40

Modificación de las credenciales



Nota. Elaboración propia

h. Conexión del bróker MQTT en EMQZ con MySQL

De igual manera que en el paso anterior, se empleó el procedimiento otorgado por EMQX para la conexión del bróker MQTT y la base de datos MySQL que se encuentra en la siguiente dirección:

<https://www.emqx.io/docs/en/v4.2/advanced/auth-mysql.html#mysql-connection-information>

Compilado los comandos dispuestos en el manual se crea una primera tabla para usuarios quedando de la siguiente manera:

Figura 41*Modificación de las credenciales*

```
mysql> DESC mqttt user;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
id	int(11) unsigned	NO	PRI	NULL	auto_increment
username	varchar(100)	YES	UNI	NULL	
password	varchar(100)	YES		NULL	
salt	varchar(35)	YES		NULL	
is_superuser	tinyint(1)	YES		0	
created	datetime	YES		NULL	

```
6 rows in set (0.00 sec)

mysql>
```

Nota. Elaboración propia

Posterior a encriptar las contraseñas de los usuarios, se realiza ajustes de las reglas ACL considerando la siguiente documentación:

<https://docs.emqx.io/en/broker/v4.3/advanced/acl-mysql.html>

Ahora bien, seguido los pasos que se han establecido, se ingresan a la base de datos las reglas ACL a fin de negar la información no registrada, pues se requiere únicamente que se visualice los parámetros de los sensores, por ello se suscribe las reglas que ha utilizar el usuario de la siguiente manera:

Figura 42*Proceso de configuración de reglas configuradas*

```
mysql> SELECT * FROM mqttt acl;
```

id	allow	ipaddr	username	clientid	access	topic
1	0	NULL	\$all	NULL	3	+/#
2	1	NULL	admin	NULL	1	vehiculo1/motor/sensor/#

```
2 rows in set (0.00 sec)
```

Nota. Elaboración propia

Finalmente, se procede a registrar en la consola los valores que se desea que publique el ESP32 en el nodo gauge y oscilograma, siendo los sensores speed, rpm, maf, tps, iat, clv, como se muestra a continuación:

Figura 43

Registro de reglas para publicación de sensores

id	allow	ipaddr	username	clientid	access	topic
1	0	NULL	\$all	NULL	3	+/#
2	1	NULL	admin	NULL	1	vehiculol/motor/sensor/#
3	1	NULL	admin	NULL	2	vehiculol/motor/sensor/thw
4	1	NULL	admin	NULL	2	vehiculol/motor/sensor/speed
5	1	NULL	admin	NULL	2	vehiculol/motor/sensor/rpm
6	1	NULL	admin	NULL	2	vehiculol/motor/sensor/maf
7	1	NULL	admin	NULL	2	vehiculol/motor/sensor/tps
8	1	NULL	admin	NULL	2	vehiculol/motor/sensor/iat
9	1	NULL	admin	NULL	2	vehiculol/motor/sensor/clv

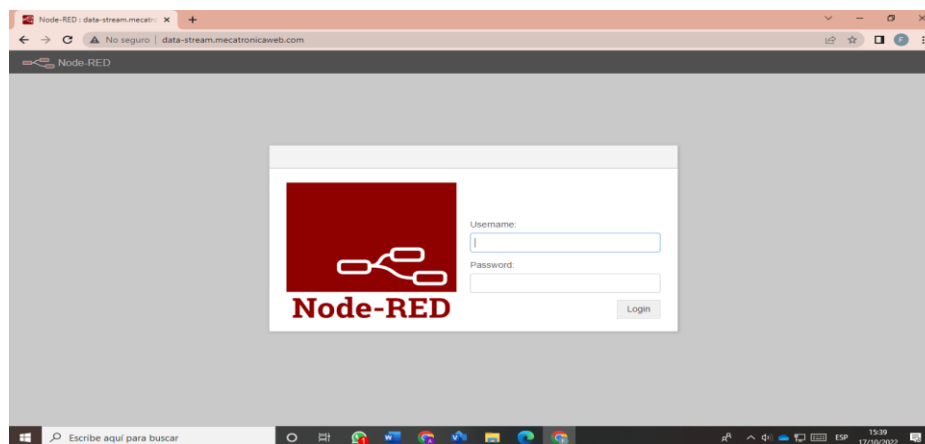
Nota. Elaboración propia

i. Configuración en Node-RED

Posterior a la culminación la instalación e integración de los siguientes componentes de la arquitectura, se realizó las modificaciones en la plataforma Node-RED quedando la interfaz de inicio de la siguiente manera:

Figura 44

Registro de reglas para publicación de sensores

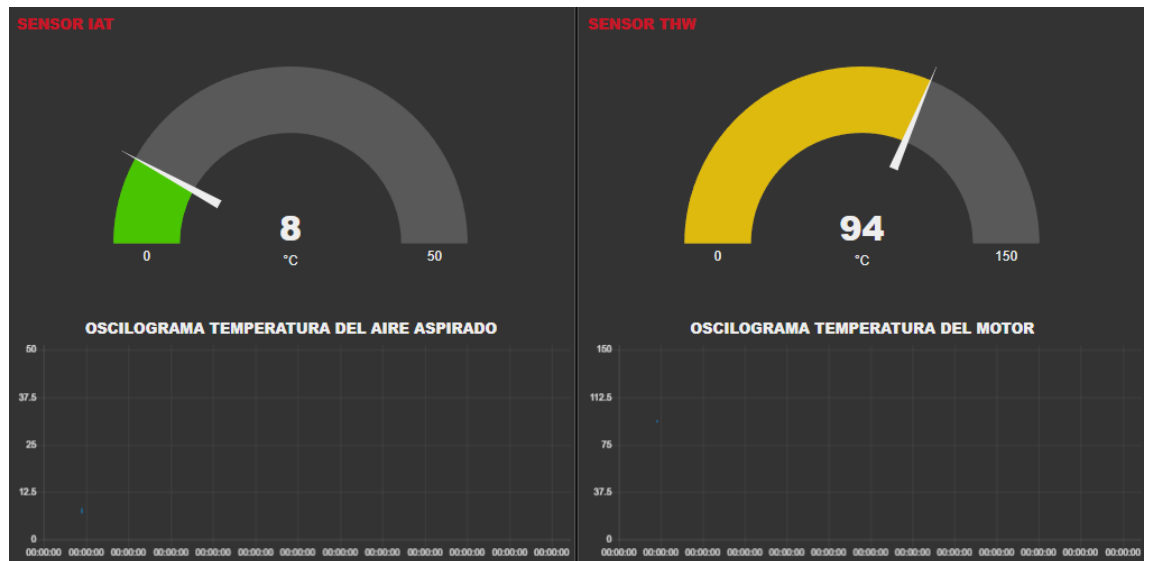


Nota. Elaboración propia

En la siguiente figura se muestra el gráfico y la curva que generan los sensores de IAT(sensor de temperatura del aire aspirado) y sensor de THW (temperatura del motor) respectivamente.

Figura 45

Gráfico del sensor IAT y sensor THW respectivamente

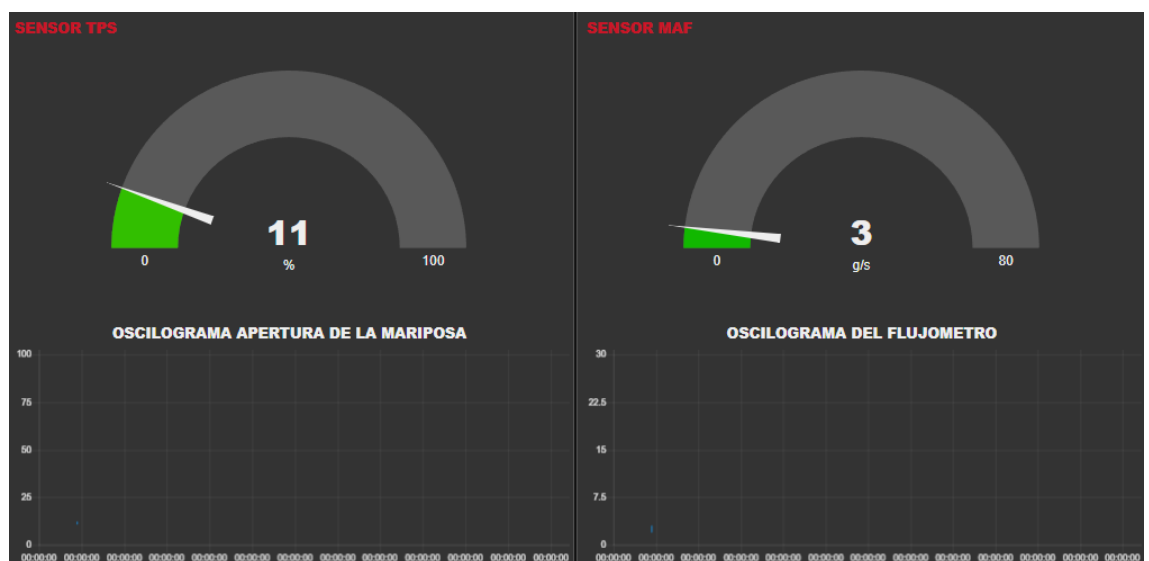


Nota. Elaboración propia

Asimismo, se cuenta en la siguiente pestaña la gráfica y curva que generan los sensores de TPS(apertura de mariposa) y MAF (sensor flujómetro) respectivamente:

Figura 46

Gráfico del sensor TPS y sensor MAF respectivamente

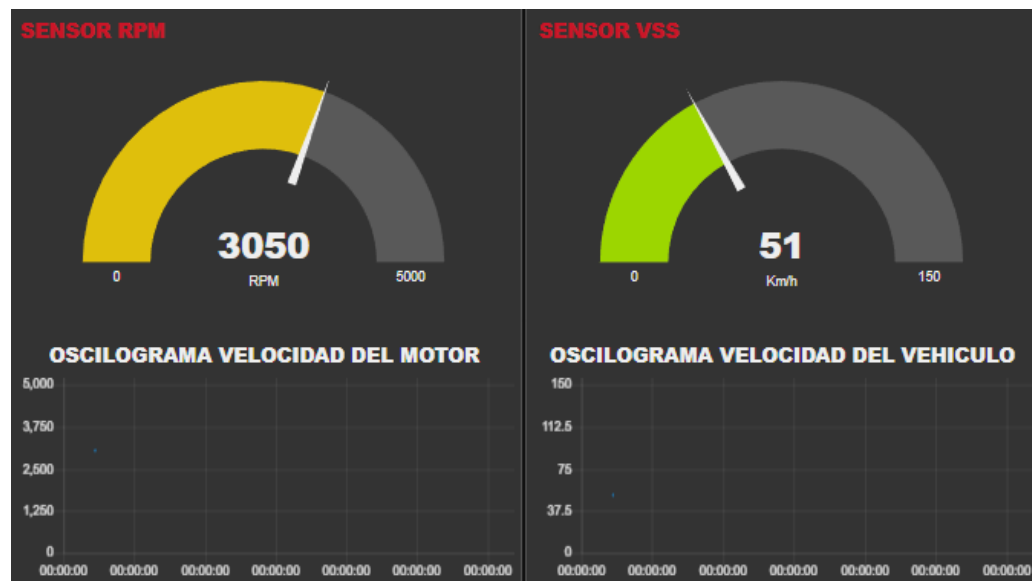


Nota. Elaboración propia

Finalmente, se muestra en la última pestaña la tendencia del comportamiento en gráfica y curva que generan los sensores de RPM (revoluciones por minuto) y VSS (velocidad en km/h del vehículo) respectivamente:

Figura 47

Grafico del sensor RPM y sensor VSS respectivamente



Nota. Elaboración propia

En la figura 44, 45 y 46 se presenta los gráficos que permitirán visualizar los niveles obtenidos a través del ELM327 así como una curva para las tendencias que está en función al valor del indicador en vertical y en el eje horizontal el tiempo (seg), los cuales sirven para generar la toma de decisiones.

4.5. Evaluación de funcionalidad de la solución propuesta

Con respecto al producto desarrollo, se evidenció que cumple con las exigencias expuestas al inicio del proyecto, siendo para ello necesario la construcción de un módulo que permita garantizar su demostración, en ese sentido, se realizaron

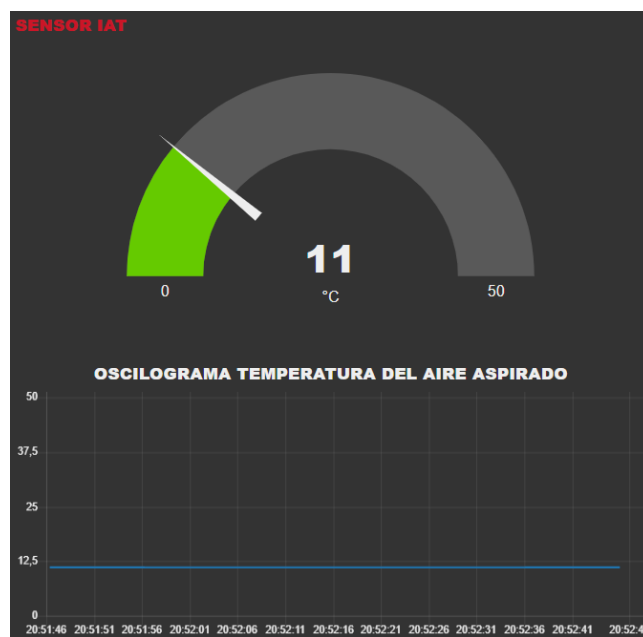
pruebas para demostrar el adecuado funcionamiento en los gráficos de los sensores de IAT(sensor de temperatura del aire aspirado), sensor de THW (temperatura del motor), MAF (sensor flujómetro), TPS(apertura de mariposa), RPM(revoluciones por minuto) y VSS (velocidad en km/h del vehículo).

- **Prueba de medición del sensor de temperatura de aire aspirado (IAT)**

Al realizar la conexión del módulo con el conector OBDII se presenta el siguiente comportamiento en función al tiempo del sensor IAT.

Figura 48

Prueba de medición del sensor IAT



Nota. Elaboración propia

Como se observa en la figura anterior, se presenta un aspirado de aire a una temperatura constante de 11 °C, por lo que la curva resulta ser lineal al no variar a través del tiempo.

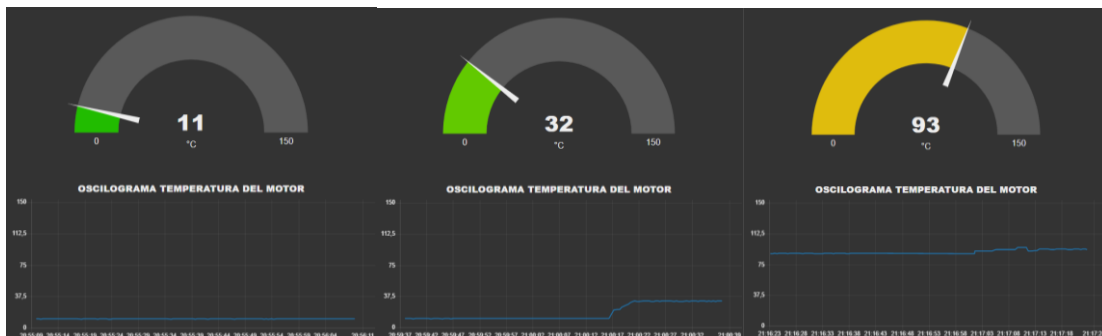
- **Prueba de medición del sensor de temperatura de motor (THW)**

El módulo que ha sido probado mediante un módulo que contiene los principales

sensores de un vehículo requiere que se valide el funcionamiento de los sensores. Por tal motivo, se realizaron 3 tomas diferentes para evaluar la evolución de la temperatura del vehículo.

Figura 49

Prueba de medición del sensor THW a 11 °C, 32 °C y 93 °C



Nota. Elaboración propia

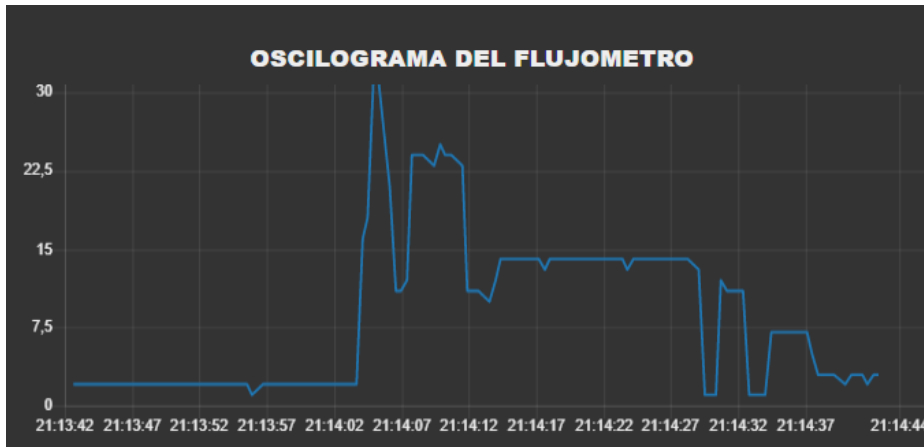
En la figura anterior, se muestra la evolución de las mediciones del sensor de temperatura del motor, en la cual se puede observar que la figura de lado izquierdo se encuentra el refrigerante en condiciones normales, es decir, el motor se encuentra en estado de reposo a una temperatura de 11 °C, mientras que posterior a 3 minutos se va incrementando la temperatura, esto arroja una temperatura de 32 °C. Finalmente, se observa que transcurrido 17 minutos con el motor encendido se incrementó la temperatura a un valor de 93 °C, el cual es su valor característico de trabajo en el que obtiene su máximo desempeño.

- **Prueba de medición del sensor flujómetro (MAF)**

Se presenta la medición realizada en el sensor MAF:

Figura 50

Prueba de medición del sensor MAF



Nota. Elaboración propia

En la figura anterior, se muestra la tendencia de la evolución del sensor MAF, el cual mide la carga de trabajo con el fin de transmitir la cantidad de combustible y aire que se debe inyectar en los cilindros, siendo clave para el funcionamiento del motor.

Prueba de medición del sensor de mariposa (TPS)

Se presenta la medición realizada en el sensor TPS:

Figura 51

Prueba de medición del sensor TPS



Nota. Elaboración propia

En la figura anterior, se presenta la apertura de la mariposa ubicada en el obturador en tres ángulos diferentes, siendo en el 10% en condición de ralentí,

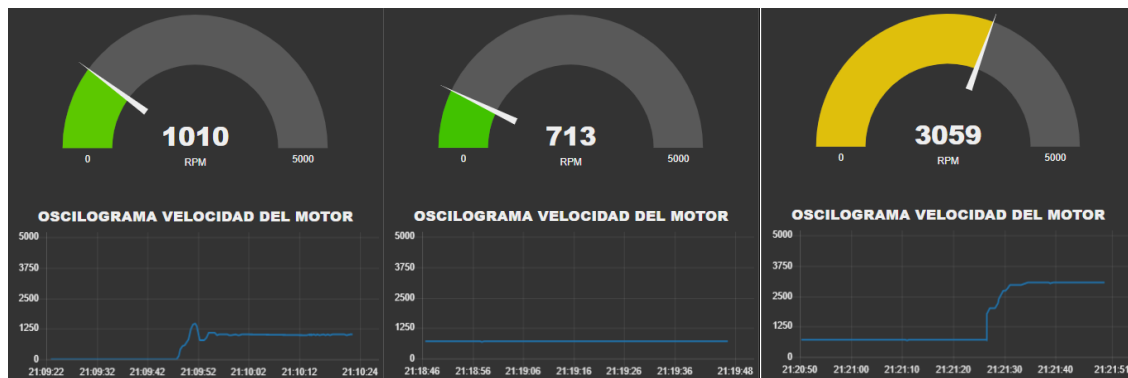
es decir, a condición normal o 750 RPM, mientras que en la gráfica intermedia se observa que el conductor aumentó la aceleración de forma brusca y constante hasta obtener un grado de apertura del 49%. Finalmente, para garantizar que se mida parámetros máximos se observa cuando la paleta alcanza a un 99% de apertura en la gráfica del lado izquierdo.

- **Prueba de medición del sensor RPM**

Se presenta la medición realizada en el sensor RPM:

Figura 52

Prueba de medición del sensor RPM



Nota. Elaboración propia

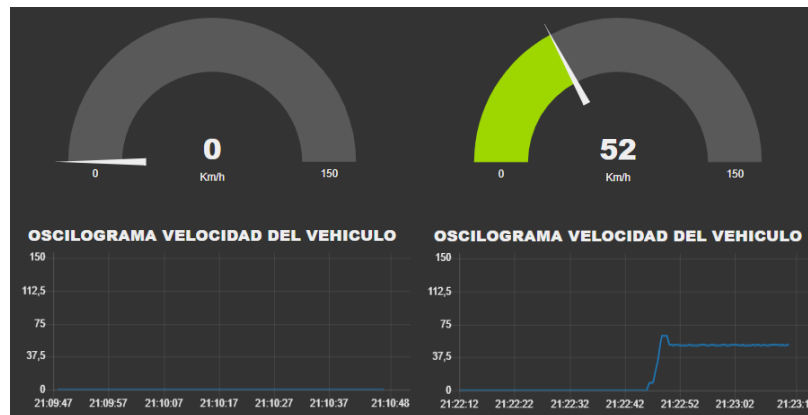
En la figura anterior, se muestra la tendencia de la evolución del sensor RPM, en la se observa la variación del RPM que se genera en tres tiempos diferentes.

Prueba de medición del sensor VSS:

Se presenta la medición realizada en el sensor VSS:

Figura 53

Prueba de medición del sensor VSS



Nota. Elaboración propia

En la figura anterior, se presentan dos mediciones realizadas en el sensor VSS, siendo en la primera en el instante que el vehículo se encuentra detenido, mientras que en la segunda el vehículo se encuentra en marcha a una velocidad de 52 km/h.

Se muestra a continuación un resumen de distintas pruebas realizadas

Tabla 9

Resultados de pruebas

idmonitoreo	estadoIAT	estadoTHW	estadoMAF	estadoTPS	estadoRPM	estadoVSS	fechaRegistro
1	ok	90	ok	ok	3200	ok	4/11/2023 10:12
2	ok	100	ok	ok	2200	ok	4/11/2023 10:14
3	ok	100	ok	ok	1050	ok	4/11/2023 12:39
4	ok	100	ok	ok	1050	ok	4/11/2023 12:40
5	ok	100	ok	ok	1050	ok	4/11/2023 12:41
6	ok	100	ok	ok	1050	ok	4/11/2023 12:45
7	ok	100	ok	ok	1050	ok	4/11/2023 12:46
8	ok	100	ok	ok	1050	ok	4/11/2023 12:47
9	ok	100	ok	ok	1050	ok	4/11/2023 12:50
10	ok	100	ok	ok	1050	ok	4/11/2023 12:51
11	ok	100	ok	ok	1050	ok	4/11/2023 12:53
12	ok	120	ok	ok	2050	ok	4/11/2023 12:55

Nota. Elaboración propia

En la tabla anterior, se muestra las diferentes mediciones obtenidas a través del

tiempo en los diferentes sensores que monitorea la plataforma IoT, asimismo, se realizó la corroboración de los datos obtenidos con un scanner profesional de la marca Boch en un vehículo de marca Nissan Tilda con un motor HR16 para verificar que los datos no presenten error.

Figura 54

Conexión del Scanner de marca Boch al vehículo Nissan Tiida

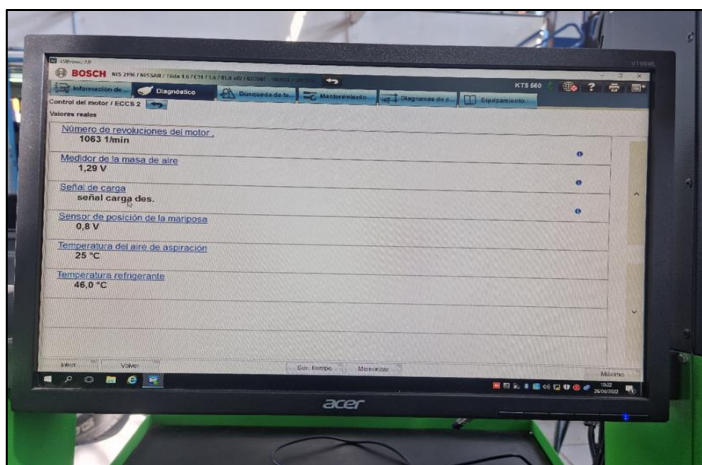


Nota. Elaboración propia

Ahora bien, se muestra en su interfaz los valores obtenidos de los sensores de RPM (revoluciones del motor), IAT (Temperatura del aire aspirado), TPS (Posición de la mariposa) y THW (Temperatura del motor):

Figura 55

Parámetros diagnosticados del motor

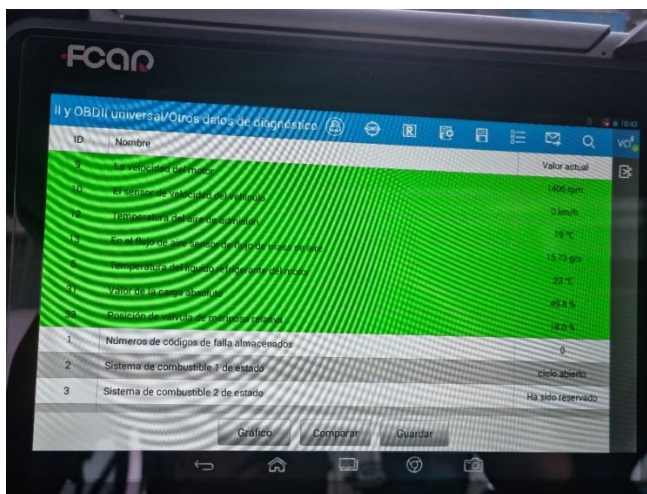


Nota. Elaboración propia

Por otro lado, se empleó otro scanner de la marca FCAR que permite visualizar parámetros adicionales que son compatibles con el vehículo asiático utilizado, siendo el sensor RPM denominado velocidad del motor, el cual obtiene 1406 RPM, asimismo, se muestra al sensor VSS que obtiene una velocidad de 0 km/h, mientras que el sensor IAT denominado temperatura de aire de admisión obtuvo 19 °C. Por otro lado, el sensor THW que es denominado Temperatura del líquido refrigerante del motor 23 °C, y por último el valor del sensor TPS que en el dispositivo lo muestra con el nombre de posición de la válvula de mariposa alcanzando un valor de 18 % de apertura

Figura 56

Mediciones con el scanner de la marca FCAR



Nota. Elaboración propia



CONCLUSIONES

- PRIMERA:** La plataforma IoT implementada en la nube de en Google Cloud Platform influyó positivamente en el monitoreo de sensores en motores a inyección indirecta de gasolina, la cual se demostró en un vehículo en la ciudad de Puno al registrar los parámetros de sensores de IAT(sensor de temperatura del aire aspirado), sensor de THW (temperatura del motor), MAF (sensor flujómetro), TPS(apertura de mariposa), RPM(revoluciones por minuto) y VSS (velocidad en km/h del vehículo) mediante una interfaz gráfica en tiempo real.
- SEGUNDA: Conclusión específica 01:** Se identificaron los componentes de la solución óptima con base a los requerimientos mediante el desarrollo de una matriz morfológica y la puntuación a través de la norma VDI 2225, en la que resultó ganadora la alternativa 3 con un puntaje de 0.884. A su vez se describieron los elementos demostrándose que pueden integrarse a través de una arquitectura. Por esta razón, se validó la primera hipótesis específica.
- TERCERA: Conclusión específica 02:** Se cumplió con la fase de diseño, siendo la solución desarrollada desde el dominio electrónico, mecánico e informático. Siendo en la parte electrónica la presentación de los componentes integrados, en la parte mecánica pruebas de análisis estructural de la carcasa que contendrá la solución y en la fase de lógica de control y programación la sustentación de la plataforma de monitoreo de sensores. Así mismo



se realizó la interfaz gráfica basada en IoT a través de Node Red, en la cual se puede visualizar los valores obtenidos de 6 sensores principales a través del OBDII, cumpliendo la arquitectura técnica de solución propuesta en la figura 15 y 25. Por esta razón, se validó la segunda hipótesis específica.

CUARTA: Conclusión específica 03: Se demostró el nivel de funcionamiento al prototipar la solución propuesta y el desarrollo de la plataforma de IoT a fin de verificar el cumplimiento de las exigencias expuestas al inicio del proyecto verificando que, se mide en tiempo real los datos entregados por los distintos sensores. Por esta razón, se validó la cuarta hipótesis específica.



RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Con base al diseño y la implementación de la solución tecnológica realizada, se expone las siguientes mejoras mediante el uso de otros componentes o tecnologías:
- SEGUNDA:** Considerar el uso de impresión en 3D o manufactura por adición, debido a que contribuye en facilitar la creación de componentes y mayor precisión, lo cual garantiza el incremento de tasa de cumplimiento de proyectos de sistemas mecatrónicos.
- TERCERA:** El diseño electrónico, mecánico e informático permite el monitoreo en tiempo real de 6 sensores, por lo que a futuras investigaciones se recomienda la adopción de una alarma instalado en el tablero del vehículo a fin de emitir una alerta sonora en caso se detecte un valor anormal en cualquier sensor incluido dentro de la solución. Por otra parte, se recomienda desarrollar una interfaz gráfica exclusivamente para celulares, puesto que permite que la información sea portable para mejorar la toma de decisiones.
- CUARTA:** En próximos estudios considerar los sensores de mayor criticidad para el funcionamiento de los vehículos mediante un estudio de mercado a fin de realizar una solución acorde de las necesidades de los conductores para evaluar la factibilidad de la comercialización del producto desarrollado.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, C., Gallo, E., Calero, D., & Guerra, J. (2022). Análisis del funcionamiento en los sensores de inyección electrónica para controlar el consumo de combustible. *Revista Dominio de las Ciencias*, 8(2), 751-769. <https://www.dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2673>
- Arias, J., & Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. ENFOQUES CONSULTING EIRL. <https://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>
- Arias, J., & Covinos, M. (2021). *Diseño y Metodología de la Investigación*. Enfoques Consulting EIRL. <https://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>
- Ashqin, S. (2020). *IoT Cloud Based Real Time Automobile Monitoring System*. IEEE International Conference on Intelligent Transportation Engineering (ICITE). <https://doi.org/10.1109/ICITE.2018.8492706>
- Barrio, M. (2022). *Internet de las cosas*. Editorial Reus S.A. https://www.moisesbarrio.es/pdf/libro_Internet_de_las_Cosas_Moises_Barrio_tercera_edicion-9788429026092.pdf
- Benítez, D., Anías, C., & Plascencia, L. (2017). Propuesta de arquitectura para internet de las cosas [Discurso Principal]. *Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura*. La Habana: Palacio de Convenciones de la Habana. https://www.researchgate.net/profile/David-Benitez-Machado/publication/320353907_Propuesta_de_arquitectura_para_Internet_de_las_Cosas/links/59df940c0f7e9b2dba839ede/Propuesta-de-arquitectura-para-Internet-de-las-Cosas.pdf
- Cardenas, A., Portal, J., Sosa, R., & Santana, I. (2019). Diseño de aplicación IoT para el monitoreo de casas de cultivo. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 12(11), 27-38. <https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/499>
- Che, N., Mohdab, N., & Mansor, H. (2019). ForRent: análisis forense de vehículos para el sistema de alquiler de coches. *ICCSP '19: Actas de la 3.ª Conferencia internacional sobre criptografía, seguridad y privacidad*. <https://doi.org/https://dl.acm.org/doi/10.1145/3309074.3309101>



- Čolaković, A., & Hadžialić, M. (2018). Internet de las cosas (IoT): Una Revisión de las tecnologías habilitadores, los desafíos y los problemas de investigación abiertos. *Computer Networks*, 1(144), 17-39. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1389128618305243>
- Cruz, M., Pinargote, J., Demera, G., & Zambrano, D. (2018). Tecnologías de internet de las cosas en la obtención de información. *Dominio de las Ciencias*, 4(2). <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/783/html>
- Cumbal, R., Buestán, J., & Domínguez, J. (2021). Implementación de una red IoT con GPRS para monitorear los parámetros en un vehículo en tiempo real. *Revista de investigación en tecnología de la información: RITI*, 9(17), 66-76. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7741841>
- Díaz, C. C., & Zambrano, L. J. (2019). *Elaboración de un prototipo de control I.O.T (Internet Of Things) para vigilar el aprovisionamiento de combustible vehicular*. [Tesis de maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/15795/D%c3%adaz%c3%81vilaCristhianCamilo2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dimitrios, R., Papadakits, A., & Samarakou, M. (2019). OBD-II sensor diagnostics for monitoring vehicle operation and consumption. *Energy Reports*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.10.018>
- Donado, A. (23 de julio de 2021). *Protocolo de diagnóstico en sistemas OBDII*. Autosoporte: <https://autosoporte.com/diagnostico-en-sistemas-obd-ii/>
- Espressif Systems. (9 de mayo de 2020). *Serie ESP32*. https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom32_datasheet_en.pdf
- Gaitán, F. E., Mayorga, W., & Onofre, O. (2018). *Propuesta de un modelo de aplicación de IoT y telemetría en los procesos de servicios de taller para empresas concesionarias automotrices*. Tesis de maestría, ESAN Graduate School of Business. Retrieved 10 de junio de 2022, from https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/1391/2018_MADTI_16-1_07_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y



- Gallardo, E. E. (2017). *Metodología de la investigación: manual autoinformativo interactivo*. Universidad Continental.
https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO_UC_EG_MAI_UC0584_2018.pdf
- Gómez, J., Matute, S., & Negrete, T. (2021). Diseño de un prototipo IoT para el monitoreo de material particulado en espacios reducidos utilizando ESP32 con servidor hospedado en la nube. *SINERGÍA ACADÉMICA*, 4(3), 1-18.
<http://www.sinergiaacademica.com/index.php/sa/article/view/58/554>
- Guasumba, J., Galeano, H., Oramas, D., & Vergara, E. (2021). El control y la gestión de la inyección electrónica de combustible para los motores de encendido provocado. *Revista Científica Dominio de las Ciencias*, 7(4), 1869-1887. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8383916>
- Hasan, M., Mahmud, M., Habib, A., Motakabber, S., & Islam, S. (2021). Review of electric vehicle energy storage and management system: Standards, issues, and challenges. *Journal of Energy Storage*, 1(41), 15-26.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352152X21006575>
- Iberisa. (28 de enero de 2019). *¿Qué es el CAN BUS y cómo funciona?* Iberisa:
<https://iberisasl.com/blog/que-es-el-can-bus-y-como-funciona/>
- Ingeniería Mecánica Automotriz. (30 de junio de 2020). *¿Qué es el conector DLC OBD II y cuál es su función?* Ingeniería Mecánica Automotriz:
<https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-el-conector-dlc-obd-ii-y-cual-es-su-funcion/>
- Jiménez, B. (2017). *Técnicas básicas de electricidad en vehículos TMVG0109*. IC Editorial.
https://books.google.com.pe/books?id=IVYpEAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=T%C3%A9cnicas+b%C3%A1sicas+de+electricidad+en+veh%C3%ADculos&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=T%C3%A9cnicas%20b%C3%A1sicas%20de%20electricidad%20en%20veh%C3%ADculos&f=false
- Kullerkupp, P. (2020). *5G NB-IoT Implementation for Predictive Car maintenance*. [Tesis de maestría, Universidad Tecnológica de Tallin].
<https://scholar.google.es/scholar?cluster=879690194408264646&hl=es&>



as_sdt=0,5

- Mora, C., Guasumba, J., Altamirano, D., & Cabascango, C. (2022). Características de los sistemas de inyección. Una revisión bibliográfica. *Polo del Conocimiento*, 7(4). Polo del Conocimiento: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8482966>
- Ortiz, M. (2019). *Implementación y evaluación de plataformas en la nube para servicios de IoT*. [Tesis de licenciatura, Universitat Politècnica de Valencia]. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/127825/Ortiz%20-%20Implementaci%C3%B3n%20y%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20Plataformas%20en%20la%20Nube%20para%20Servicios%20de%20IoT.pdf?sequence=1>
- Quiñonez, O. (2019). *Internet de las Cosas (IoT)*. Ibukku. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=vnnEDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT2&dq=gateway+internet+de+las+cosas&ots=oRqARXmtwp&sig=imtqoCmCwDikTUfLCDFPGLjQ2CE#v=onepage&q&f=false>
- Quiroz, N., Luna, S., & Ambrosio, R. (2021). Sistema de Adquisición de Datos Vehiculares por medio del OBD-II con Interfaz Gráfica en Labview para un Posterior Uso en Aplicaciones de IoV (Internet de los Vehículos). *Aportaciones de la Ciencias Computacionales Durante la Pandemia COVID19*, 1(1). n-ix: https://conacic.siycise.org/public/docs/LIBRO_CONACIC_2021_APORTACIONES.pdf#page=18
- Radanliev, P., De Roble, D., Van, M., Santos, O., & Uchenna, A. (2020). Artificial intelligence in cyber physical systems. *AI & SOCIETY*, 36(1), 783-796. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00146-020-01049-0>
- Red Gráfica. (28 de abril de 2020). *Wi - fi un estándar mundial*. <https://redgrafica.com/Wi-Fi-un-estandar-mundial/>
- Reyes, E. (2022). *Metodología de la investigación científica*. Page Publishing Inc. <https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=SmdxEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT45&dq=metodo+deductivo+inductivo+metodolog%C3%ADa+de+la+++investigacion&ots=O-6CtCL5j-&sig=uqGOMSSGYwd2RWAPm5bF9hBW7uY#v=onepage&q=metodo%20deductivo%20inductivo%20metodolog%C3%ADa%20d>



- RO -DES. (13 de Junio de 2022). *Sistema electrónico y sus tipos de avería*. Esquema de unidad de control: <https://www.ro-des.com/mecanica/sistema-electronico-del-coche-y-tipos-de-averias/>
- Rodríguez, R. (2019). Internet de las cosas: Futuro y desafío para la epidemiología y la salud pública. *Universidad y Salud*, 21(3), 253-260. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-71072019000300253
- Román, S. (2020). *Diseño y desarrollo de un sistema de averías (DTC-OBD) en flotas de vehículos*. Sevilla: Universidad de Sevilla. <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/93186/fichero/TFG-3186+ROM%C3%81N+GONZ%C3%81LEZ%2C+SERGIO.pdf>
- Sharma, S., Sharma, M., Das, S., Singh, S., Virmani, J., & Das, A. (2019). IoT Based Dipstick Type Engine Oil Level and Impurities Monitoring System: A Portable Online Spectrophotometer. *IEEE*, 1(1), 155-158. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8777703>
- Spectra Premium. (15 de Junio de 2022). *Mercado de repuestos Estados Unidos*. Sensor de flujo de aire: <https://www.spectrapremium.com/es/aftermarket/united-states/mass-air-flow-sensor>
- Trujillo, J., Padilla, C., Buenaño, L., & Cuaical, B. (2020). Evolución y tendencias de los sistemas de control de motores de combustión interna alternativos, una revisión bibliográfica. *Revista Ingenio*, 3(2), 5-14. <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/INGENIO/article/view/2718/3233>
- Tsai, W. (2021). A Hybrid Taguchi-Regression Algorithm for a Fuel Injection Control System. *Sensors*, 1(1), 1-11. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85121863782&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=electronic+fuel+injector&nlo=&nlr=&nls=&sid=86d93dd432eac9f7ba982cec3ba5bd90&sot=b&sdt=cl&cluster=scofreetoread%2c%22all%22%2ct%2bscopubyr%2c%222022%2>
- Valenzuela, M., & Reinecke, G. (2021). *Impacto de la COVID - 19 en cadenas mundiales de suministro en América Latina: Argentina, Brasil, Chile,*



Paraguay y Uruguay. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo.
[https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-
lima/documents/publication/wcms_771742.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms_771742.pdf)

Vorkapic, A., Radonja, R., Babić, K., & Martinčić-Ipšić, S. (2020). Machine learning methods in monitoring operating behaviour of marine two-stroke diesel engine. *TRANSPORT*, 35(5), 474-485.
[https://www.proquest.com/docview/2476549668/fulltextPDF/1A0D701F0
DEC4BB6PQ/1?accountid=39560](https://www.proquest.com/docview/2476549668/fulltextPDF/1A0D701F0DEC4BB6PQ/1?accountid=39560)



ANEXOS

Anexo 1: Análisis estructural estático del sistema a fuerzas 6000**1. Información general**

Archivo analizado:	base1 v2.ipt
Versión de Autodesk Inventor:	2023 (Build 270158000, 158)
Fecha de creación:	9/12/2022, 11:30
Autor del estudio:	BRAULIO DURAN GORDILLO
Resumen:	

Análisis estático:1**Objetivo general y configuración:**

Objetivo del diseño	Punto único
Tipo de estudio	Análisis estático
Fecha de la última modificación	9/12/2022, 11:29
Estado de modelo	[Principal]
Detectar y eliminar modos de cuerpo rígido	No

2. iProperties**2.4. Resumen**

Título	base1 v3
Autor	Administrador

2.5. Proyecto

Nº de pieza	base1
Diseñador	Administrator
Coste	S/ 0.00
Fecha de creación	24/11/2022

2.6. Estado

Estado del diseño	Trabajo terminado
-------------------	-------------------

2.7. Propiedades físicas

Material	Acero, alta resistencia, aleación baja
Densidad	0.283599 lbmasa/in ³
Masa	0.204784 lbmasa
Área	12452.7 mm ²
Volumen	11832.9 mm ³
Centro de gravedad	x=41.6335 mm y=23.0777 mm z=3.54993 mm

Nota: los valores físicos pueden ser diferentes de los valores físicos utilizados por CEF indicados a continuación.

Configuración de malla:

Tamaño medio de elemento (fracción del diámetro del modelo)	0.1
Tamaño mínimo de elemento (fracción del tamaño medio)	0.2
Factor de modificación	1.5
Ángulo máximo de giro	60 gr
Crear elementos de malla curva	Sí

3. Material(es)

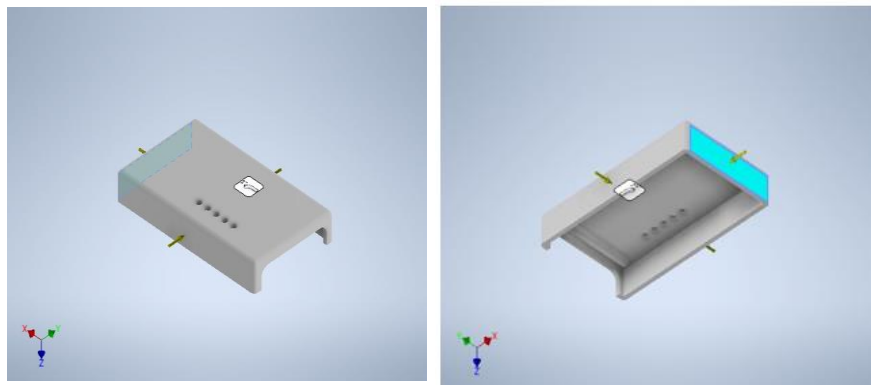
Nombre	Acero, alta resistencia, aleación baja	
General	Densidad de masa	0.283599 lbmasa/in ³
	Límite de elasticidad	40001.4 lpc
	Resistencia máxima a tracción	64976.9 lpc
Tensión	Módulo de Young	29007.5 kpc
	Coeficiente de Poisson	0.287 su
	Módulo cortante	11269.4 kpc
Nombre(s) de pieza	base1 v2.ipt	

4. Condiciones de funcionamiento

4.1. Fuerza:1

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	6000.000 librafuerza
Vector X	-6000.000 librafuerza
Vector Y	0.000 librafuerza
Vector Z	0.000 librafuerza

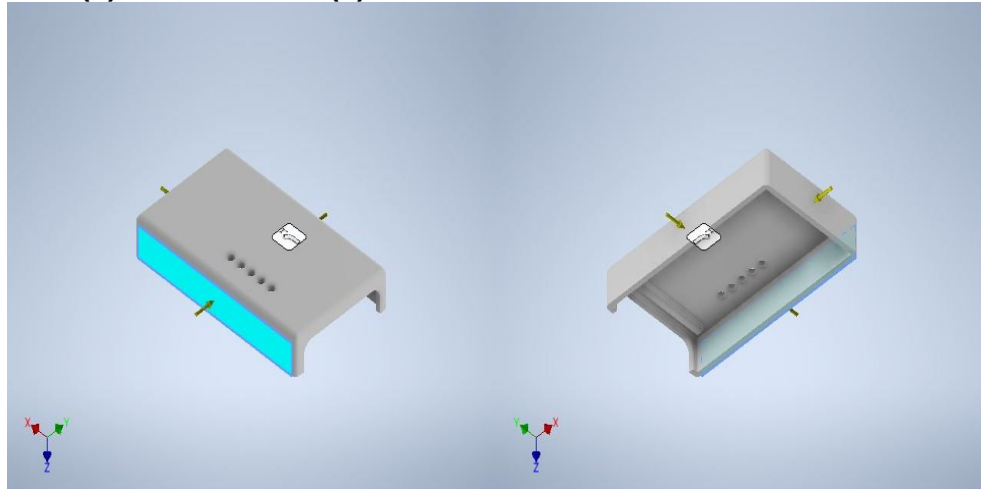
Cara(s) seleccionada(s)



4.2. Fuerza:2

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	6000.000 librafuerza
Vector X	0.000 librafuerza
Vector Y	6000.000 librafuerza
Vector Z	0.000 librafuerza

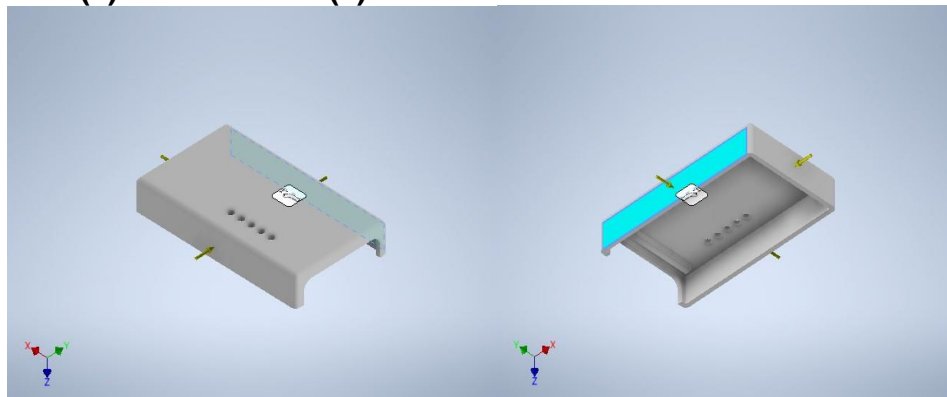
Cara(s) seleccionada(s)



5. Fuerza:3

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	6000.000 librafuerza
Vector X	0.000 librafuerza
Vector Y	-6000.000 librafuerza
Vector Z	0.000 librafuerza

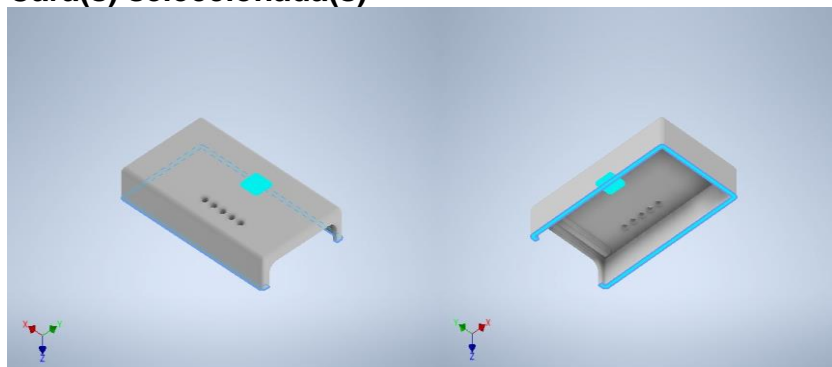
Cara(s) seleccionada(s)



6. Restricción fija:1

Tipo de restricción	Restricción fija
---------------------	------------------

Cara(s) seleccionada(s)





7. Resultados

8. Fuerza y pares de reacción en restricciones

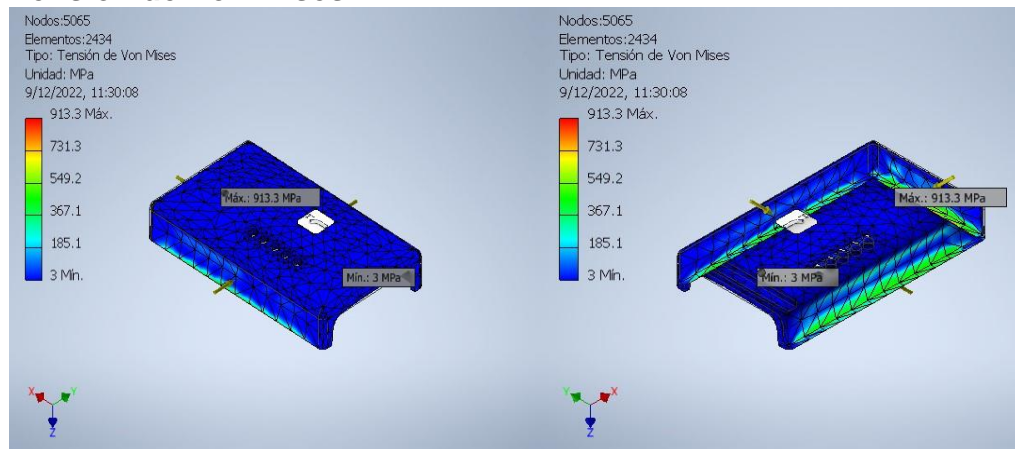
Nombre de la restricción	Fuerza de reacción		Pares de reacción	
	Magnitud	Componente (X, Y, Z)	Magnitud	Componente (X, Y, Z)
Restricción fija:1	6000 librafuerza	6000 librafuerza	103.362 librafuerza pie	0 librafuerza pie
		0 librafuerza		-103.362 librafuerza pie
		0 librafuerza		0 librafuerza pie

9. Resumen de resultados

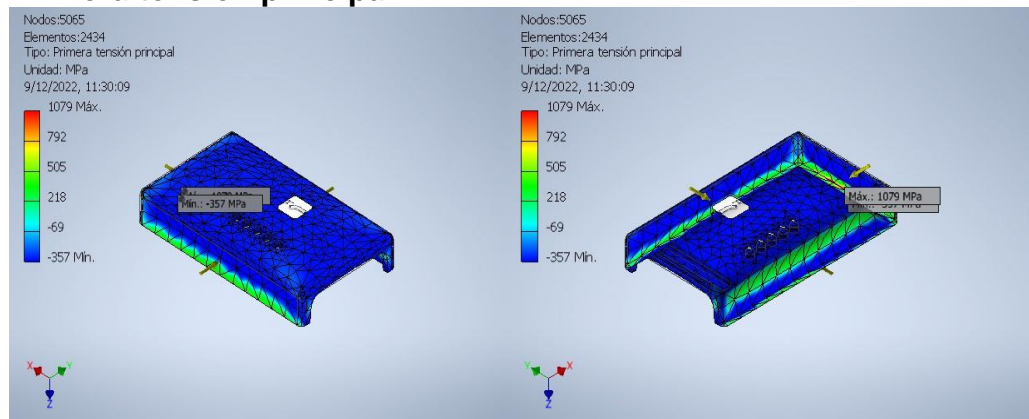
Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	11832.9 mm ³	
Masa	0.204784 lbmasa	
Tensión de Von Mises	3.00513 MPa	913.314 MPa
Primera tensión principal	-356.539 MPa	1079.37 MPa
Tercera tensión principal	-1286.25 MPa	259.052 MPa
Desplazamiento	0 mm	0.0831895 mm
Coefficiente de seguridad	0.301977 su	15 su
Tensión XX	-425.003 MPa	379.717 MPa
Tensión XY	-184.511 MPa	181.464 MPa
Tensión XZ	-84.9821 MPa	340.264 MPa
Tensión YY	-468.178 MPa	379.717 MPa
Tensión YZ	-221.906 MPa	219.749 MPa
Tensión ZZ	-1231.99 MPa	943.339 MPa
Desplazamiento X	-0.0494968 mm	0.00121378 mm
Desplazamiento Y	-0.0270308 mm	0.0272858 mm
Desplazamiento Z	-0.0826024 mm	0.00858555 mm
Deformación equivalente	0.0000132883 su	0.00438385 su
Primera deformación principal	0.00000944596 su	0.00457529 su
Tercera deformación principal	-0.00529748 su	-0.00000933995 su
Deformación XX	-0.00179148 su	0.0016705 su
Deformación XY	-0.00118733 su	0.00116772 su
Deformación XZ	-0.00054686 su	0.0021896 su
Deformación YY	-0.0017415 su	0.000999366 su
Deformación YZ	-0.00142797 su	0.00141408 su
Deformación ZZ	-0.00506049 su	0.00362691 su

10. Figuras

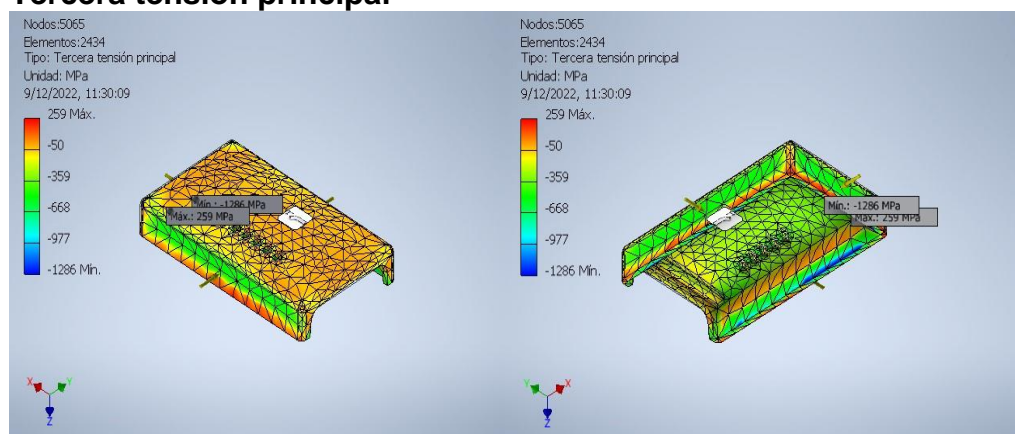
Tensión de Von Mises



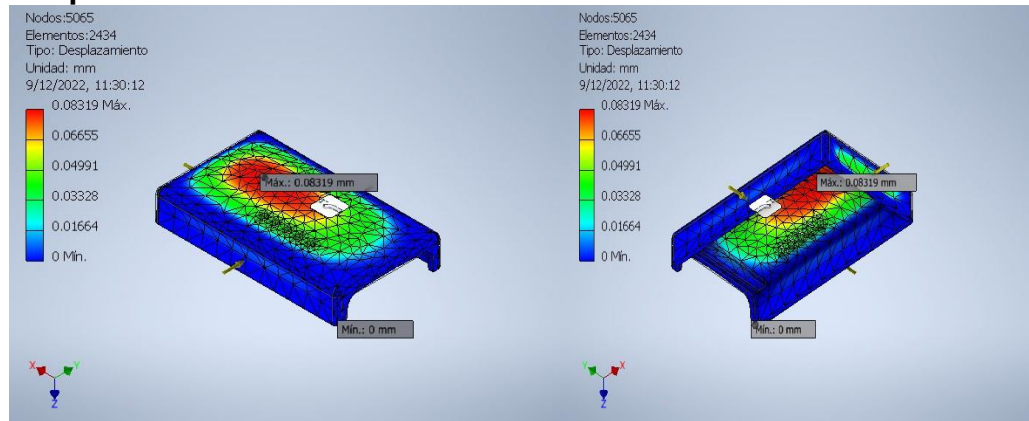
Primera tensión principal



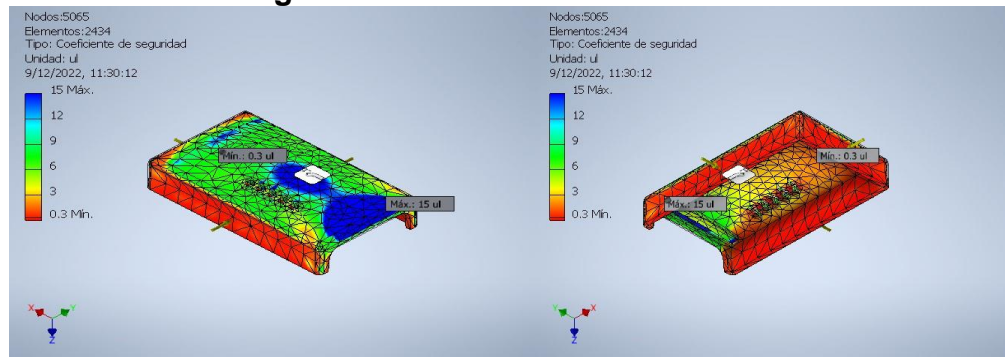
Tercera tensión principal



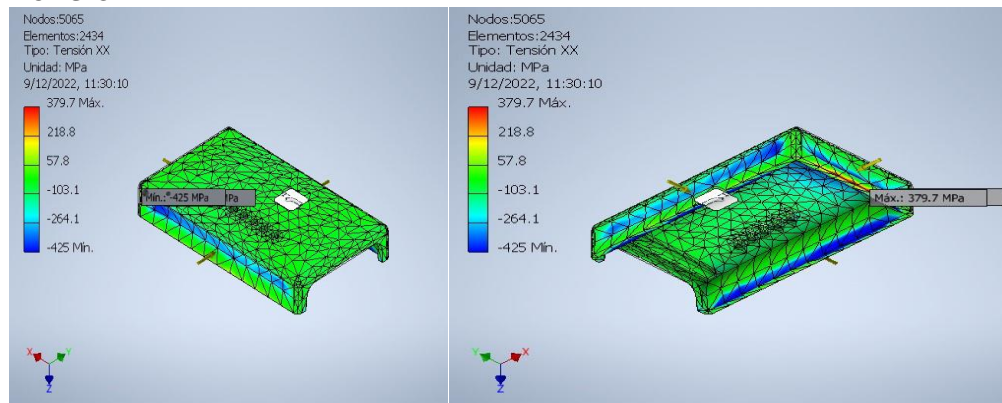
Desplazamiento



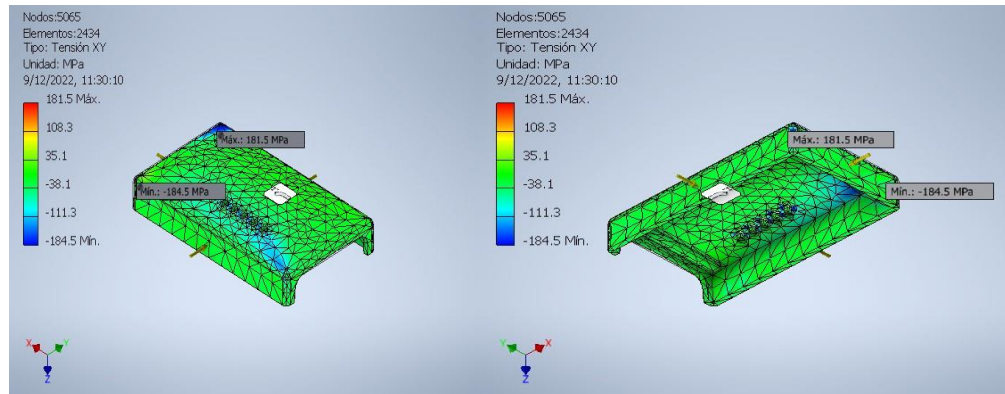
Coefficiente de seguridad



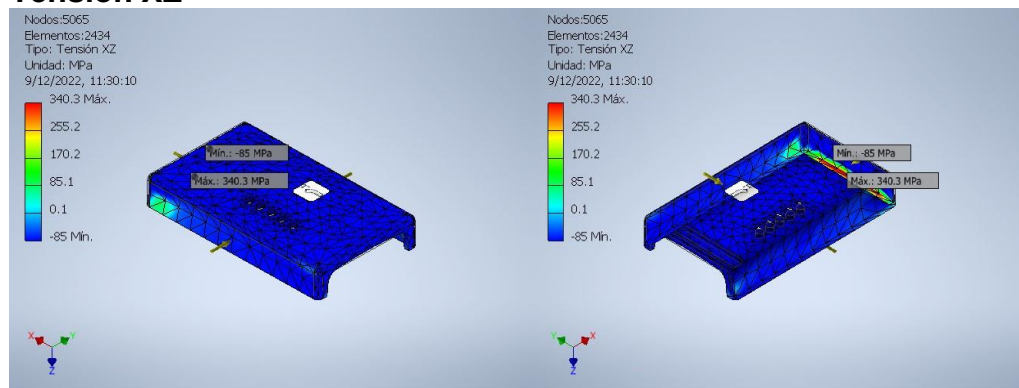
Tensión XX



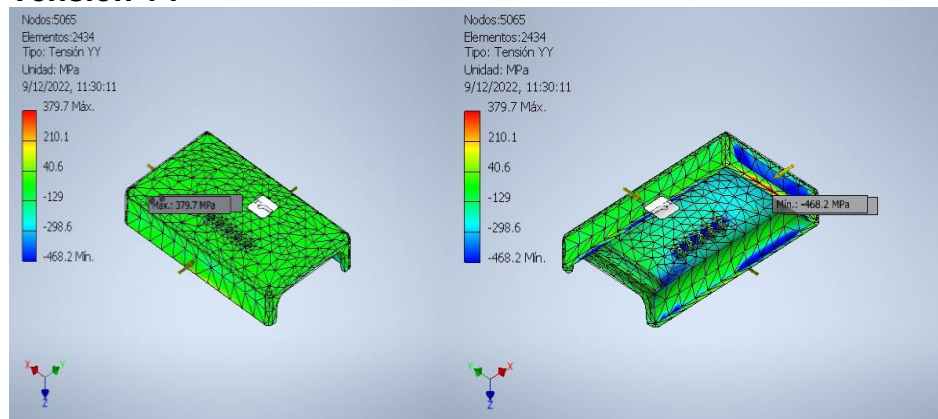
Tensión XY



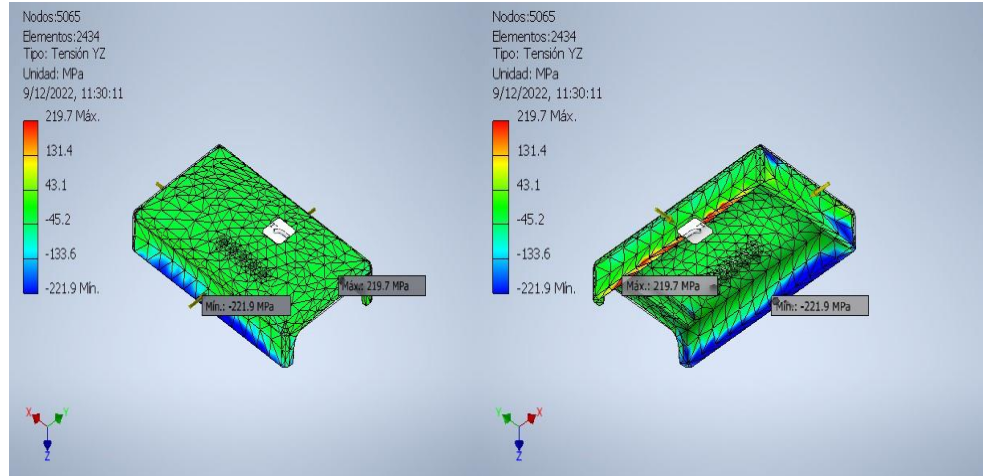
Tensión XZ



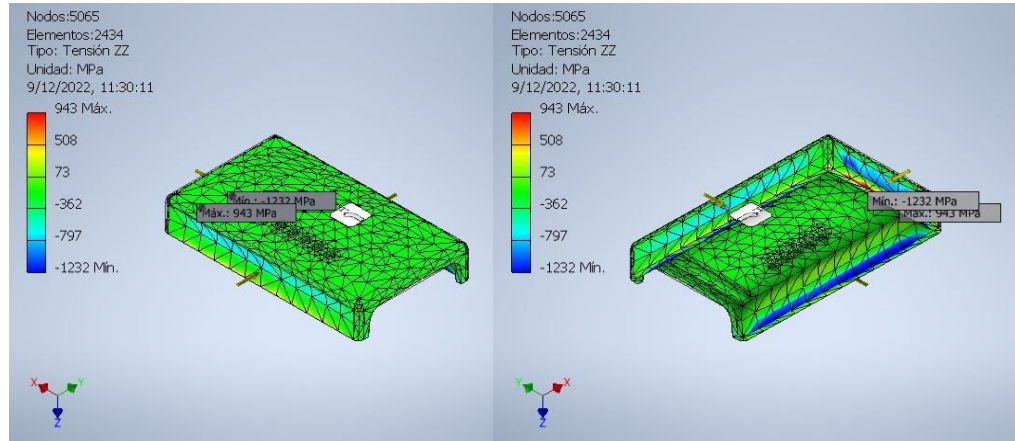
Tensión YY



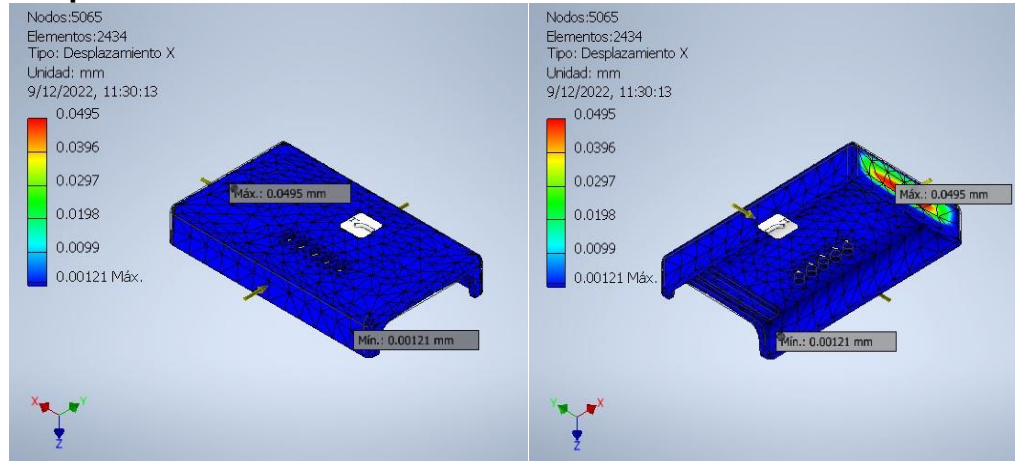
Tensión YZ



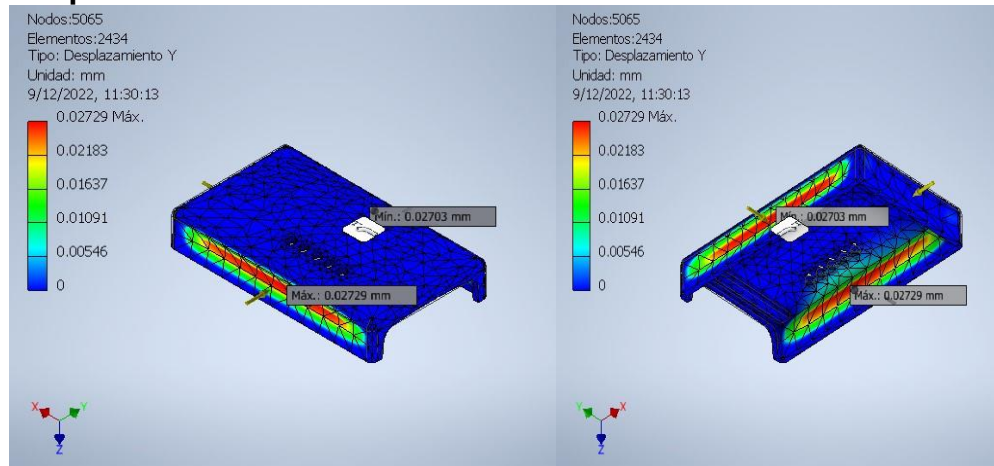
Tensión ZZ



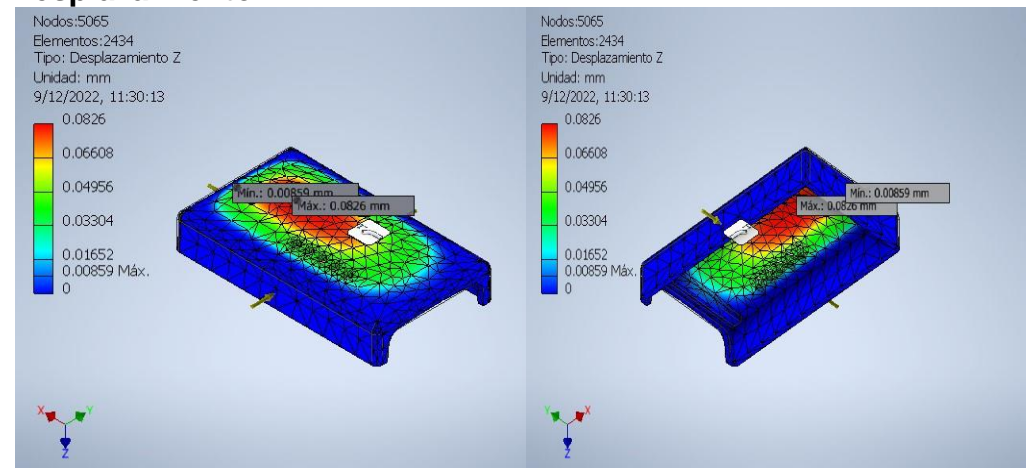
Desplazamiento X



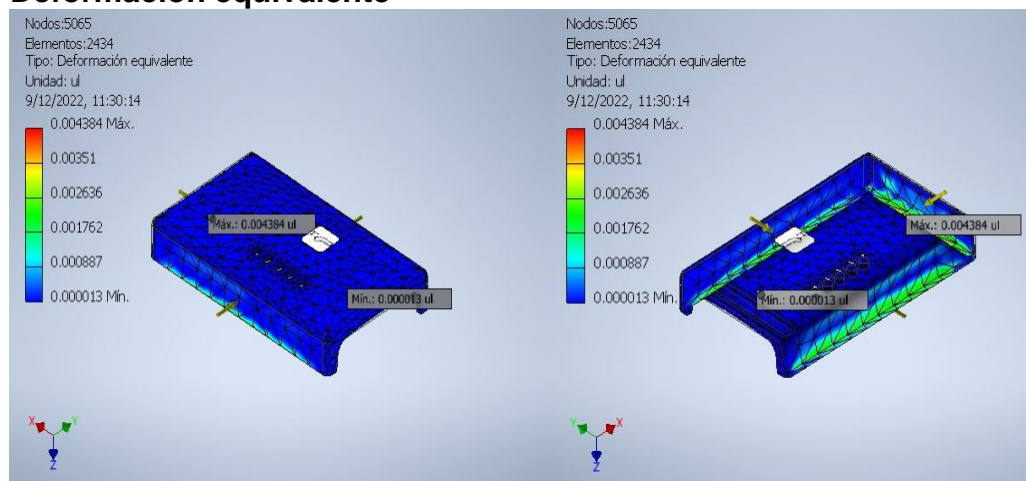
Desplazamiento Y



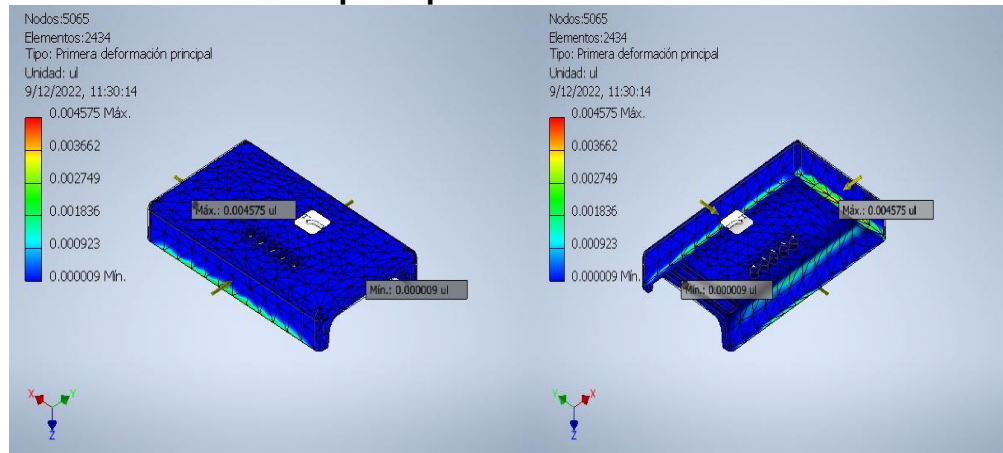
Desplazamiento Z



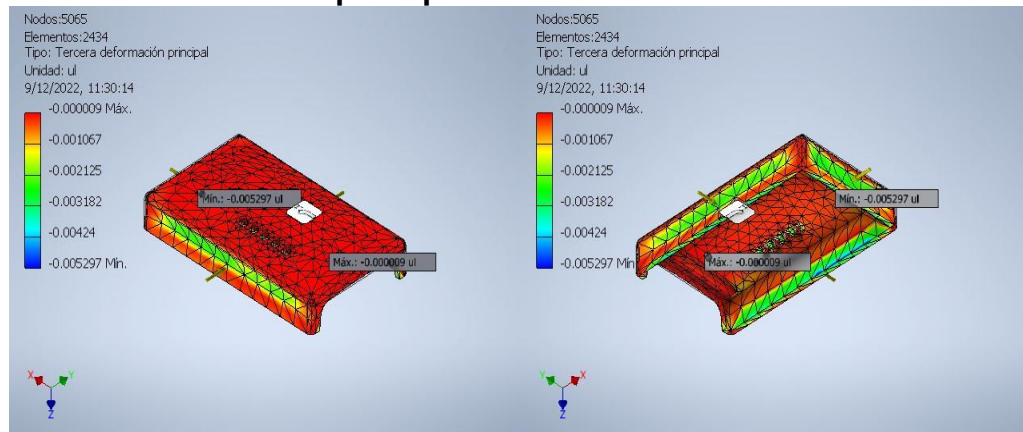
Deformación equivalente



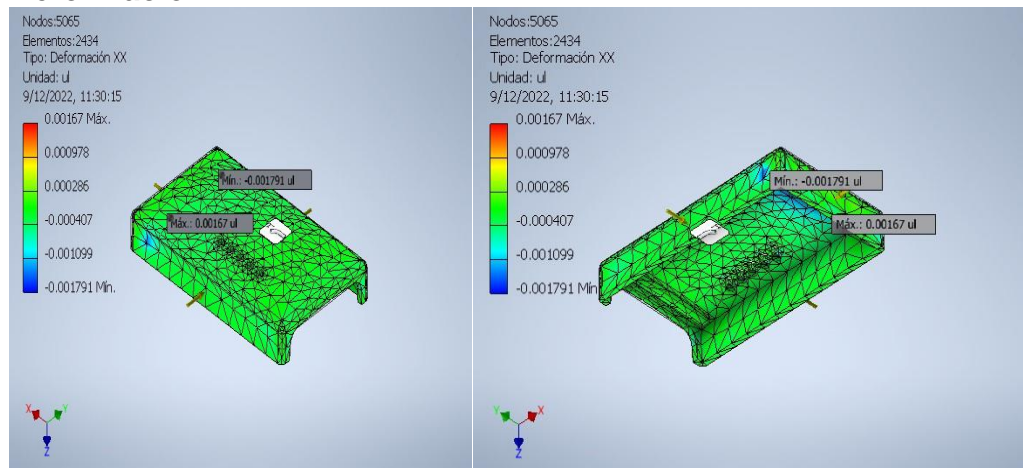
Primera deformación principal



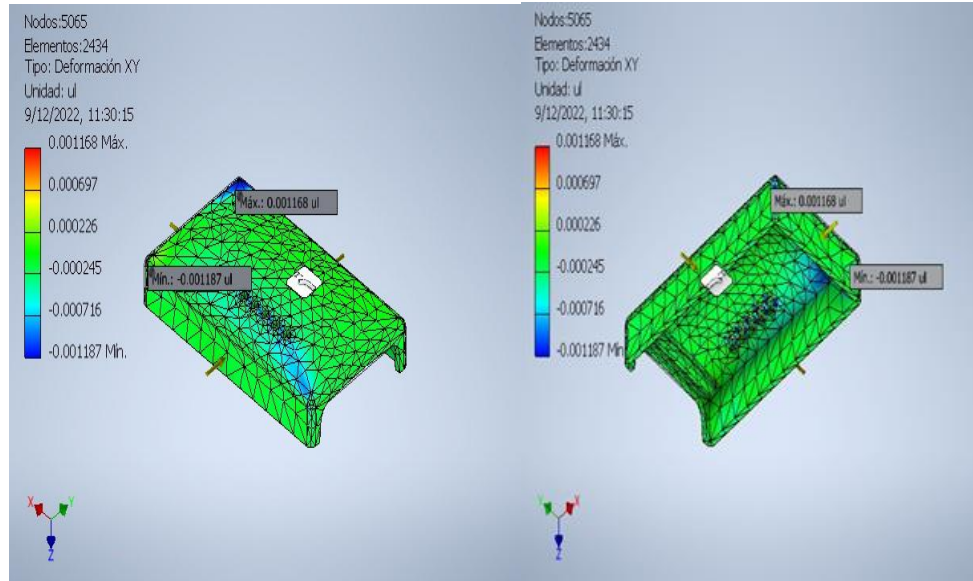
Tercera deformación principal



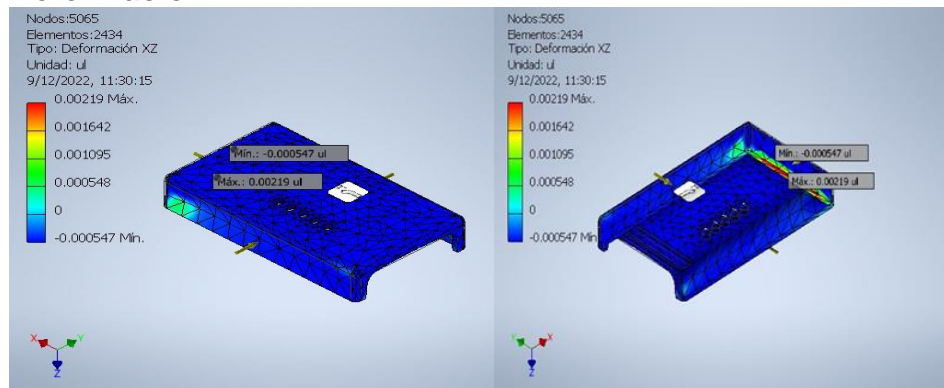
Deformación XX



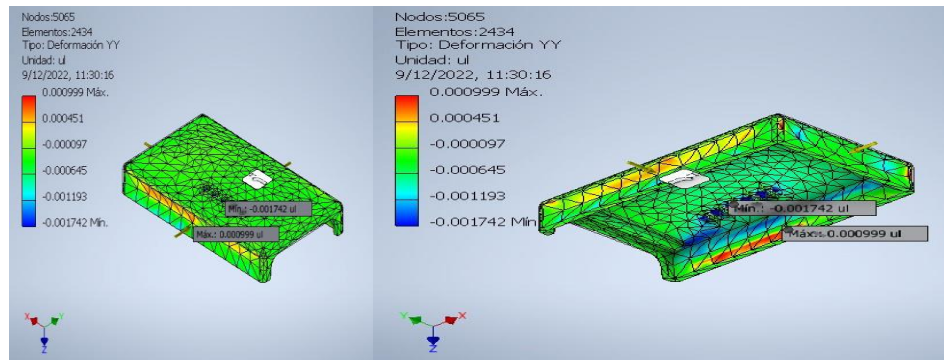
Deformación XY



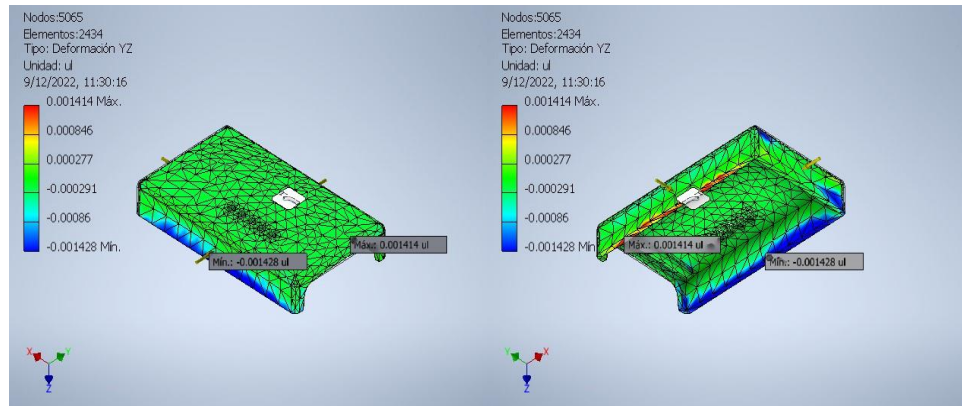
Deformación XZ



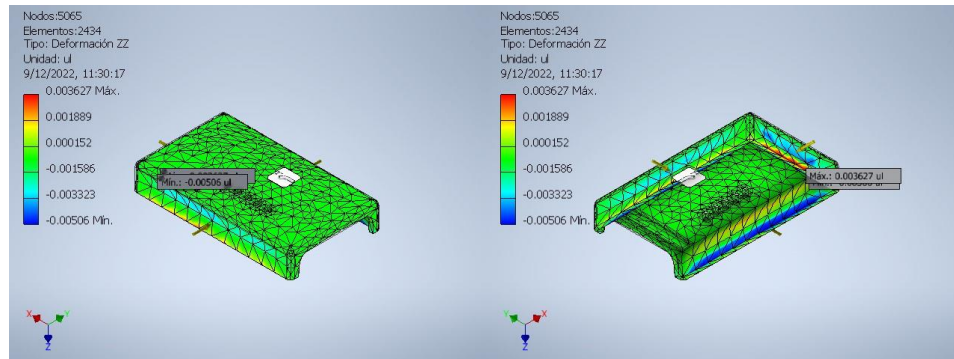
Deformación YY



Deformación YZ

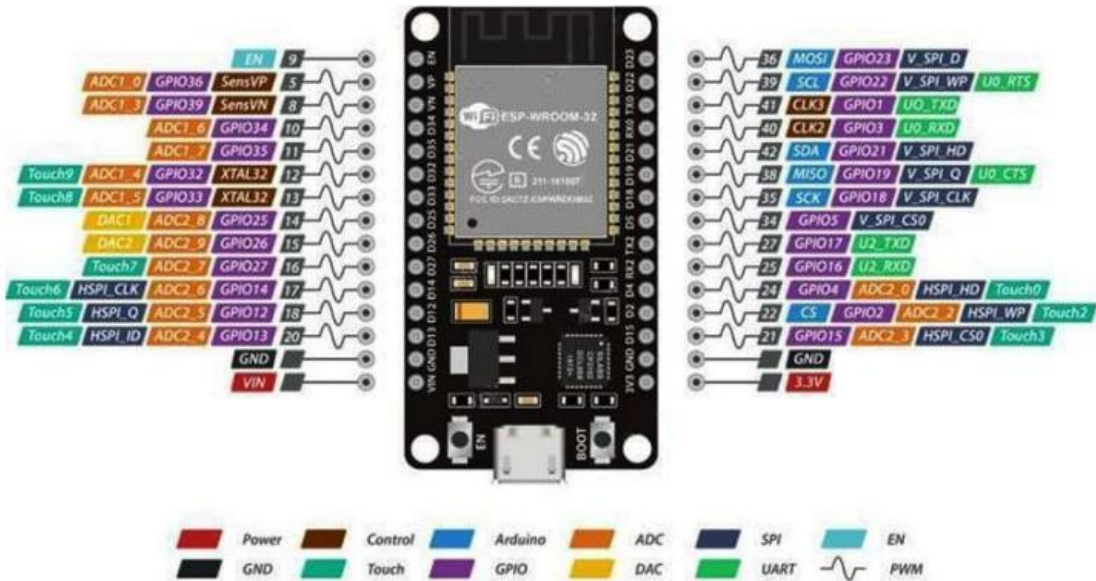


Deformación ZZ



Anexo 2: Manual Técnico Microcontrolador ESP32

PINOUT ESP32 DEVKIT V1 WIFI / BLUETOOTH



Block Diagram

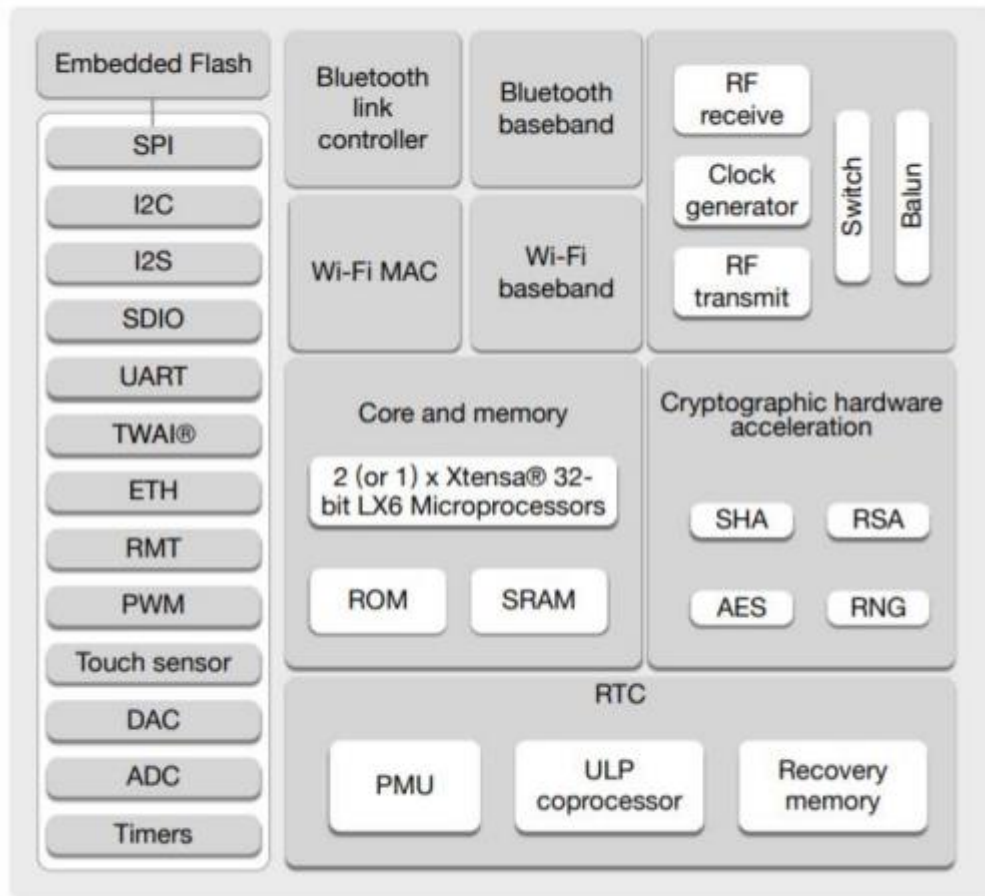


Figure 1: Functional Block Diagram



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 12-06-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: BRAULIO DURAN GORDILLO

Dirección: AV. FRANCISCO CHOQUEHUANCA 337

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 45425058

Teléfono: 99628 2929 email: brdurango@gmail.com.

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS.

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA MECATRÓNICA

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO MECATRÓNICO.

Asesor: ABELARDO LEÓN MIRANDA.

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA INTERNET DE LAS COSAS PARA EL MONITOREO DE SENSORES EN MOTORES A INYECCIÓN INDIRECTA DE GASOLINA EN LA REGIÓN DE PUNO.

Palabras claves, (3 a 5 términos): PLATAFORMA IOT BUS CAN DBDII

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1, 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-PZI


Firma de Autor



huella digital

12-06-2024

Fecha