



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



**DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE INYECTORES
DE GASOLINA PARA MEJORAR SERVICIO DE
AFINAMIENTO DE MOTORES EN EL TALLER
AUTOMOTRIZ FERNÁNDEZ, PUNO 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JHON DENIS CHATA HUANACUNI

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

JULIACA - PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

**DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE INYECTORES
DE GASOLINA PARA MEJORAR SERVICIO DE
AFINAMIENTO DE MOTORES EN EL TALLER
AUTOMOTRIZ FERNÁNDEZ, PUNO 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JHON DENIS CHATA HUANACUNI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

: 
Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO

PRIMER MIEMBRO

: 
Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Ing. CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS

ASESOR DE TESIS

: 
Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA – P18



TESIS UANCV

UNIVERSIDAD ANDINA

"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1063-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 12 de septiembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025- CU-6072 presentado por el (la) Bachiller: **JHON DENIS CHATA HUANACUNI** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **JHON DENIS CHATA HUANACUNI**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE INYECTORES DE GASOLINA PARA MEJORAR SERVICIO DE AFINAMIENTO DE MOTORES EN EL TALLER AUTOMOTRIZ FERNÁNDEZ, PUNO 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA** para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

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

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

RESUELVE:

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

- * **Presidente** : Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
- * **1er Miembro** : Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
- * **2do Miembro** : Ing. CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Ing. **ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN**.

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **JHON DENIS CHATA HUANACUNI**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE INYECTORES DE GASOLINA PARA MEJORAR SERVICIO DE AFINAMIENTO DE MOTORES EN EL TALLER AUTOMOTRIZ FERNÁNDEZ, PUNO 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 18 de septiembre del 2025
- * **HORA** : 15:30 horas
- * **LUGAR** : Aula 204 - EPIME

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc.
Archivo
interesado (a)



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

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



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

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



TESIS UANCV

UNIVERSIDAD ANDINA

"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 876-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 22 de agosto del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 6547, presentado por el señor (a) **JHON DENIS CHATA HUANACUNI** solicitando **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN**, el Proveedor del Director de la Unidad de Investigación de la FICP, y la RESOLUCIÓN DECANAL N° 1344-2024-D-UI-FICP-UANCV Aprobación de la PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **JHON DENIS CHATA HUANACUNI** ha presentado cambio de asesor de tesis del tema investigación Titulado: **DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE INYECTORES DE GASOLINA PARA MEJORAR SERVICIO DE AFINAMIENTO DE MOTORES EN EL TALLER AUTOMOTRIZ FERNÁNDEZ, PUNO 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la FICP a tomado conocimiento que el asesor **MSc. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA** no tiene vínculo laboral en la facultad de ingenierías y ciencias puras y existiendo la RESOLUCIÓN DECANAL N° 1344-2024-D-UI-FICP-UANCV Aprobación de la PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN.

Estando, a la solicitud del ejecutante y en cumplimiento al reglamento al Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención Grados Académicos y Títulos Profesionales; el director de la Unidad de Investigación **Dr. Fritz Willy Mamani Apaza** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió el proveído favorable del cambio de asesor de investigación del tema titulado: **DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE INYECTORES DE GASOLINA PARA MEJORAR SERVICIO DE AFINAMIENTO DE MOTORES EN EL TALLER AUTOMOTRIZ FERNÁNDEZ, PUNO 2024**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN**, designado al señor (a): **JHON DENIS CHATA HUANACUNI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con el Tema Titulado: **DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE INYECTORES DE GASOLINA PARA MEJORAR SERVICIO DE AFINAMIENTO DE MOTORES EN EL TALLER AUTOMOTRIZ FERNÁNDEZ, PUNO 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA**, se le asigna como:

ASESOR: Ing. **ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN**

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente Ing. **ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN**.

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 Mecánica Eléctrica quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc.
Archivo 2025
Interesado (a)





TESIS UANCV

UNIVERSIDAD ANDINA

"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1957-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 31 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 19074 por el señor (a): **JHON DENIS CHATA HUANACUNI** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 1617 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) formato N° 021 - 2024 del integrante del comité de investigación **EPIME** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **JHON DENIS CHATA HUANACUNI**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE INYECTORES DE GASOLINA PARA MEJORAR SERVICIO DE AFINAMIENTO DE MOTORES EN EL TALLER AUTOMOTRIZ FERNÁNDEZ, PUNO 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Benjamin Chuquimamani Quinto** de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 021 - 2024 **aprobandó** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE INYECTORES DE GASOLINA PARA MEJORAR SERVICIO DE AFINAMIENTO DE MOTORES EN EL TALLER AUTOMOTRIZ FERNÁNDEZ, PUNO 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **JHON DENIS CHATA HUANACUNI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con el Tema Titulado: **DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE INYECTORES DE GASOLINA PARA MEJORAR SERVICIO DE AFINAMIENTO DE MOTORES EN EL TALLER AUTOMOTRIZ FERNÁNDEZ, PUNO 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**.

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 Mecánica Eléctrica 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 HUANGA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1809-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 17 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 18096, presentado por el señor (a) **JHON DENIS CHATA HUANACUNI** solicitando **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN**, el Proveído del Director de la Unidad de Investigación de la FICP, y la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1344-2024-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **JHON DENIS CHATA HUANACUNI** ha presentado cambio de asesor de tesis del tema investigación Titulado: **DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE INYECTORES DE GASOLINA PARA MEJORAR SERVICIO DE AFINAMIENTO DE MOTORES EN EL TALLER AUTOMOTRIZ FERNANDÉZ, PUNO 2024**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la FICP a tomado conocimiento que el asesor **MSc. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA** no tiene vínculo laboral en la facultad de ingenierías y ciencias puras y existiendo la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1344-2024-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**.

Estando, a la solicitud del ejecutante y en cumplimiento al reglamento al Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención Grados Académicos y Títulos Profesionales; el director de la Unidad de Investigación **Dr. Efrain Parillo Sosa** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió el proveído favorable del cambio de asesor de investigación del tema titulado: **DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE INYECTORES DE GASOLINA PARA MEJORAR SERVICIO DE AFINAMIENTO DE MOTORES EN EL TALLER AUTOMOTRIZ FERNANDÉZ, PUNO 2024**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN**, designado al señor (a): **JHON DENIS CHATA HUANACUNI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con el Tema Titulado: **DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE INYECTORES DE GASOLINA PARA MEJORAR SERVICIO DE AFINAMIENTO DE MOTORES EN EL TALLER AUTOMOTRIZ FERNANDÉZ, PUNO 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA**, se le asigna como:

ASESOR: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**.

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 Mecánica Eléctrica** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURASDr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
DIRECTOR
Dr. Efrain Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo 2024
Interesado (a)

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1344-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Julica, 22 de octubre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU-13632, presentado el señor (a) **JHON DENIS CHATA HUANACUNI** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 1076-2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 029-2024 del integrante del comité de investigación **EPIME** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **JHON DENIS CHATA HUANACUNI** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE INYECTORES DE GASOLINA PARA MEJORAR SERVICIO DE AFINAMIENTO DE MOTORES EN EL TALLER AUTOMOTRIZ FERNANDÉZ, PUNO 2024**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Benjamin Chuquimamani Quinto** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 029-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE INYECTORES DE GASOLINA PARA MEJORAR SERVICIO DE AFINAMIENTO DE MOTORES EN EL TALLER AUTOMOTRIZ FERNANDÉZ, PUNO 2024**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **JHON DENIS CHATA HUANACUNI**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**, con el Tema Titulado: **DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE INYECTORES DE GASOLINA PARA MEJORAR SERVICIO DE AFINAMIENTO DE MOTORES EN EL TALLER AUTOMOTRIZ FERNANDÉZ, PUNO 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA**.

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

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **M.Sc. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA**.

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 Mecánica Eléctrica** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURASDr. MILTON QUISPE HUANGA
DECANO
CIP. 47790UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo 2024
Interesado (a)



JHON DENIS CHATA HUANACUNI

DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE INYECTORES DE GASOLINA PARA MEJORAR SERVICIO DE AFINAMIENTO DE ...

 TESIS DE PREGRADO

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::13016:543322576

Fecha de entrega

27 dic 2025, 22:04 GMT-5

Fecha de descarga

28 dic 2025, 18:31 GMT-5

Nombre del archivo

T036_70188352_T.docx

Tamaño del archivo

13.0 MB

121 páginas

16.740 palabras

90.068 caracteres



11% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 10%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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

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



METADATOS COMPLEMENTARIOS

TÍTULO DE LA TESIS	
DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE INYECTORES DE GASOLINA PARA MEJORAR SERVICIO DE AFINAMIENTO DE MOTORES EN EL TALLER AUTOMOTRIZ FERNÁNDEZ, PUNO 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	JHON DENIS CHATA HUANACUNI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71637340
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-2416-8812
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02064066
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8065-6533
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02406088
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CÁRDENAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02383061
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	29591476



Datos de investigación	
Línea de investigación	TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA – P18
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	Ubicación País: Perú Región: Puno Provincia: Puno Distrito: Puno Coordenadas: Longitud: -15.85044 Latitud: 70.01794 URL maps https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1Vy81c9sElxk58BYr9RXa9Eq0BZfHT-A&usp=sharing 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Octubre 2024 – Setiembre 2025
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#2.03.01 Sistemas de automatización, Sistemas de control https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.03



UNIVERSIDAD ANDINA "NUESTRO SEÑOR DE LOS RÍOS"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
Dr. Cesar G. Camargo Najar
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JHON DENIS CHATA HUACACUNI, identificado con DNI
Nro. 71637340, en mi condición de egresado de:

☒ **Escuela Profesional**

☐ **Programa de Segunda Especialidad,**

☐ **Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

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

DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE INYECTORES DE GASOLINA PARA
MEJORAR SERVICIO DE AFINAMIENTO DE MOTORES EN EL TALLER
AUTOMOTRIZ FERNÁNDEZ, PUNO 2024

Asesorado por: Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

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 28 de NOVIEMBRE del 2025



Firma del Asesor
(obligatoria)



Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A mis padres, que me han ayudado en este camino, les dedico esta tesis. Todo lo que he logrado ha sido construido con su amor y apoyo.



AGRADECIMIENTO

Agradezco enormemente la oportunidad de recibir una formación profesional en la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.



ÍNDICE

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

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción del problema	13
1.2. Formulación del problema	15
1.2.1. Problema principal.....	15
1.2.2. Problemas específicos	15
1.3. Justificación	15
1.3.1. Justificación teórica	15
1.3.2. Justificación práctica	16
1.3.3. Justificación metodológica.....	16
1.4. Objetivos de la investigación	16
1.4.1. Objetivo general	16



1.4.2. Objetivos específicos	17
1.5. Hipótesis	17
1.5.1. Hipótesis general.....	17
1.5.2. Hipótesis específicas.....	17
1.6. Operacionalización de variables	18

CAPITULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Bases teóricas	19
2.1.1. Banco de pruebas de inyectores	19
2.1.2. Afinamiento de Motores	23
2.2. Definición de términos	24

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Métodos de investigación	27
3.1.1. Tipo de investigación.....	27
3.1.2. Enfoque de investigación	28
3.1.3. Diseño de la investigación.....	28
3.1.4. Nivel de la investigación	28
3.2. Ámbito de investigación	29
3.3. Población y muestra	30
3.4. Técnicas e instrumentos de investigación	30



3.5. Recogida de datos	31
------------------------------	----

CAPITULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación	32
4.2. Análisis e interpretación de resultados	33
4.2.1. Conforme al objetivo específico 1	33
4.2.2. Conforme al objetivo específico 2	36
4.2.3. Conforme al objetivo específico 3	63
4.2.4. Respecto al objetivo general	68
4.3. Discusión de resultados	68
CONCLUSIONES.....	71
RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
APÉNDICES.....	76
Apéndice 1: Matriz de Consistencia	77
Apéndice 2: Plano de la plataforma del banco de prueba de inyectores	78
Apéndice 3: Plano de riel de distribución	79
Apéndice 4: Plano de base de probetas.....	80
Apéndice 5: Plano de probetas y electroválvulas de drenaje	81
Apéndice 6: Plano de banco de prueba de inyectores ensamblado	82
Apéndice 7: Plano de circuito de control	83



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	18
Tabla 2. Ubicación del proyecto	29
Tabla 3. Presupuesto	62



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo del combustible	20
Figura 2. Diagrama de flujo del combustible	20
Figura 3. Diagrama de flujo del combustible	37
Figura 4. Plataforma base	43
Figura 5. Riel de distribución	44
Figura 6. Probeta de medición disponible en el mercado.....	45
Figura 7. Probeta de medición modelado.....	46
Figura 8. Soporte para probetas.....	47
Figura 9. Electroválvula de drenaje disponible en el mercado	47
Figura 10. Electroválvula de drenaje	48
Figura 11. Panel de control	49
Figura 12. Ensamble en SolidWorks	50
Figura 13. Diagrama de flujo del banco de pruebas de inyectores.....	54
Figura 14. Conexión de botones de control a Arduino	56
Figura 15. Conexión de Arduino a los MOSFET	57
Figura 16. Conexión de MOSFET a inyector.....	57
Figura 17. Integración de diodo de protección	58
Figura 18. Circuito de conexión de las electroválvulas de drenaje.....	59
Figura 19. Circuito de conexión a la bomba de combustible	59
Figura 20. Circuito eléctrico.....	60



Figura 21. Simulación de la selección de la prueba de fugas	64
Figura 22. Simulación de la selección de la prueba de uniformidad/roció	65
Figura 23. Simulación de la generación de pulsos por defecto	66
Figura 24. Simulación de la selección de la prueba de flujo.....	67



RESUMEN

El presente trabajo de investigación busca solucionar la problemática relacionada con la necesidad de contar con herramientas adecuadas para el diagnóstico de inyectores de gasolina en el taller automotriz Fernández, ubicado en Puno. Por ello, el objetivo general fue diseñar un banco de pruebas de inyectores de gasolina para mejorar los servicios de afinamiento de motores en dicho taller. En cuanto a la metodología, la investigación fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, a nivel descriptivo y de diseño no experimental. Se realizó un análisis exhaustivo de las características funcionales y operativas de los inyectores y los componentes necesarios para el banco de pruebas. Se incluyó la definición de especificaciones funcionales, el diseño mecánico y eléctrico del equipo, y la simulación del circuito eléctrico. Entre los resultados, se logró diseñar un banco de pruebas que permite la instalación y operación de los inyectores bajo condiciones simuladas, asegurando diagnósticos precisos. Este equipo facilita la evaluación de los inyectores, optimizando los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo en el taller. Finalmente, se concluye que el diseño del banco de pruebas propuesto cumple con los requerimientos para mejorar los servicios de afinamiento de motores en el taller automotriz Fernández. Este equipo contribuye significativamente a elevar la calidad y efectividad del mantenimiento automotriz, validando así la hipótesis planteada.

Palabras clave: Inyector de gasolina, banco de pruebas, diagnostico automotriz, afinamiento de motores.



ABSTRACT

This research work seeks to solve the problem related to the need to have adequate tools for diagnosing gasoline injectors in the Fernández automotive workshop, located in Puno. Therefore, the general objective was to design a gasoline injector test bench to improve engine tuning services in said workshop. Regarding the methodology, the research was of an applied type, with a quantitative approach, at a descriptive level and of non-experimental design. An exhaustive analysis of the functional and operational characteristics of the injectors and the components necessary for the test bench was carried out. The definition of functional specifications, the mechanical and electrical design of the equipment, and the simulation of the electrical circuit were included. Among the results, a test bench was designed that allows the installation and operation of the injectors under simulated conditions, ensuring accurate diagnoses. This equipment facilitates the evaluation of the injectors, optimizing the preventive and corrective maintenance processes in the workshop. Finally, it is concluded that the proposed test bench design meets the requirements to improve engine tuning services at the Fernández automotive workshop. This equipment contributes significantly to raising the quality and effectiveness of automotive maintenance, thus validating the hypothesis raised.

Keywords: Gasoline injector, test bench, automotive diagnostics, engine tuning.



INTRODUCCIÓN

A nivel global, los sistemas de inyección de combustible han evolucionado significativamente, adoptando configuraciones electrónicas de alta precisión para mejorar el rendimiento del motor, optimizar el consumo de combustible y reducir las emisiones contaminantes. Estas mejoras responden a las exigencias internacionales en materia ambiental y de eficiencia energética. Sin embargo, en países en desarrollo como Perú, donde predominan vehículos de combustión interna a gasolina, el mantenimiento adecuado de los inyectores presenta desafíos técnicos significativos. El desgaste y mal funcionamiento de estos componentes puede generar pérdida de potencia, mayor consumo de combustible y un impacto ambiental negativo.

En el contexto local, en ciudades como Puno, la infraestructura tecnológica de los talleres automotrices es limitada, especialmente en herramientas especializadas para evaluar inyectores de gasolina. Esta carencia obliga a muchos mecánicos a depender de métodos tradicionales y menos precisos para diagnosticar y reparar fallas en los sistemas de inyección. Como resultado, los servicios de afinamiento de motores suelen ser ineficientes, lo que incrementa los costos y tiempos de reparación para los propietarios de vehículos y afecta la competitividad de los talleres automotrices.

El presente trabajo de investigación busca abordar esta problemática mediante el diseño de un banco de pruebas de inyectores de gasolina que permita mejorar los servicios de afinamiento de motores en el taller automotriz Fernández, ubicado en Puno. Este equipo estará diseñado para evaluar inyectores bajo condiciones simuladas, proporcionando diagnósticos precisos y facilitando el



mantenimiento preventivo y correctivo.

En el Capítulo I se presenta una visión integral de la investigación, incluyendo la descripción del problema, los objetivos, la justificación y las hipótesis planteadas. El Capítulo II desarrolla las bases teóricas que sustentan el diseño del banco de pruebas, así como definiciones clave. En el Capítulo III se detalla la metodología empleada, incluyendo el tipo, diseño y enfoque de la investigación, junto con las técnicas y procedimientos aplicados. El Capítulo IV expone los resultados obtenidos, junto con su análisis y discusión en relación con estudios previos. Finalmente, se incluyen las conclusiones, recomendaciones y anexos relevantes.

El diseño de este banco de pruebas no solo contribuirá a optimizar los servicios del taller automotriz Fernández, sino que también impulsará el desarrollo técnico y profesional en la región, mejorando la eficiencia del parque automotor local y reduciendo su impacto ambiental.



CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción del problema

En la actualidad, los sistemas de inyección de combustible han evolucionado hacia configuraciones electrónicas de alta precisión, que son esenciales para cumplir con las regulaciones internacionales sobre emisiones y consumo eficiente de combustible. A nivel global, los vehículos que utilizan motores de combustión interna, en particular aquellos que funcionan con gasolina, siguen representando una parte significativa del parque automotor, especialmente en países en vías de desarrollo y economías emergentes. Sin embargo, uno de los problemas más comunes que enfrentan los sistemas de inyección electrónica es el desgaste y mal funcionamiento de los inyectores de combustible, lo que afecta el rendimiento del motor, la eficiencia de consumo y aumenta las emisiones contaminantes. Pese a los avances en la tecnología de inyección, existe una creciente necesidad de equipos de diagnóstico especializados que permitan evaluar el estado de los inyectores de manera eficiente y precisa. A nivel global, no todos los talleres automotrices disponen de herramientas específicas para este propósito, lo que genera la necesidad de un

equipo de prueba adecuado y accesible que permita una evaluación precisa de los inyectores a gasolina.

En muchos países, como es el caso de Perú, el parque automotor sigue siendo mayoritariamente de vehículos con motores de combustión interna, particularmente a gasolina. Aunque las regulaciones medioambientales han empezado a influir en la incorporación de tecnologías más limpias, la realidad es que gran parte del parque vehicular está constituido por vehículos de mediana o avanzada antigüedad. El mantenimiento y diagnóstico de estos vehículos, especialmente en lo relacionado con los sistemas de inyección electrónica, es un desafío técnico constante. Muchos talleres y centros de servicio en el país no cuentan con herramientas específicas para probar y diagnosticar correctamente los inyectores de gasolina, lo que lleva a diagnósticos erróneos, reparaciones inadecuadas y una mayor cantidad de emisiones contaminantes. Por tanto, la implementación de un equipo de prueba diseñado específicamente para los inyectores de gasolina en vehículos automotrices sería una solución técnica que contribuiría a mejorar los procesos de mantenimiento, reducir costos de reparación y garantizar el adecuado desempeño de los vehículos a gasolina.

En el contexto local, particularmente en regiones donde la infraestructura tecnológica es limitada, como en muchas áreas de la sierra y la selva peruana, la falta de equipos adecuados para el diagnóstico de los inyectores de gasolina afecta directamente la eficiencia del servicio automotriz. En localidades como Juliaca y otras similares, muchos de los talleres automotrices no disponen de la tecnología necesaria para realizar un diagnóstico preciso de los inyectores, lo que aumenta el tiempo de reparación y el costo asociado a un mantenimiento ineficaz. Esto impacta tanto a los conductores, que enfrentan mayores gastos y

tiempos de espera, como a los mecánicos, que dependen de métodos tradicionales de diagnóstico, menos precisos y más costosos a largo plazo. En este sentido, el desarrollo de un equipo de prueba para inyectores de gasolina podría tener un impacto significativo a nivel local, mejorando la capacidad técnica de los talleres y contribuyendo a un mejor desempeño del parque automotor local.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema principal

¿Cómo se puede diseñar un banco de prueba de inyectores de gasolina para mejorar el servicio de afinamiento de motores en el taller automotriz Fernández, Puno 2024?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las especificaciones funcionales necesarias para el banco de prueba de inyectores de gasolina?
- ¿Cómo se debe desarrollar el diseño mecánico y el circuito eléctrico del banco de prueba para permitir la instalación y operación de los inyectores bajo condiciones de prueba?
- ¿Cómo se puede realizar la simulación del circuito eléctrico del banco de prueba de inyectores para verificar su funcionamiento?

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación teórica

El diseño de un banco de prueba para inyectores a gasolina es crucial en la ingeniería mecánica y eléctrica debido a la creciente demanda de soluciones eficientes para el diagnóstico y mantenimiento de sistemas de inyección. Los

inyectores son clave para la eficiencia del motor y el rendimiento del vehículo, por lo que contar con un equipo eficaz es esencial. Esta investigación también contribuirá al desarrollo teórico en el diseño y optimización de dispositivos de diagnóstico automotriz, sirviendo como base para estudios futuros en tecnologías de inyección.

1.3.2. Justificación práctica

Esta investigación busca mejorar el diagnóstico y mantenimiento de inyectores a gasolina mediante el diseño de un equipo de prueba que facilite la evaluación precisa de los inyectores. Esto permitirá a técnicos identificar fallas rápidamente, optimizando el funcionamiento de los vehículos y reduciendo costos de reparación. El equipo tendrá aplicaciones prácticas en talleres y centros de mantenimiento, beneficiando a profesionales y usuarios al prolongar la vida útil de los vehículos y mejorar el rendimiento de combustible.

1.3.3. Justificación metodológica

El estudio siguió un enfoque cuantitativo, describiendo el diseño de un equipo de prueba a través de información técnica. Se empleó un nivel descriptivo para detallar los componentes eléctricos y mecánicos, y la técnica de análisis documental permitió revisar literatura técnica sobre sistemas de inyección electrónica. A partir de esta información, se definieron las especificaciones del equipo y se diseñaron los circuitos eléctricos y las estructuras mecánicas necesarias para su construcción teórica.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Diseñar un banco de pruebas de inyectores de gasolina para mejorar

servicio de afinamiento de motores en el taller automotriz Fernández, Puno 2024.

1.4.2. Objetivos específicos

- Definir las especificaciones funcionales del banco de prueba de inyectores de gasolina.
- Desarrollar el diseño mecánico y circuito eléctrico del banco de prueba, que permitan la instalación y operación de los inyectores bajo condiciones de prueba.
- Realizar la simulación del circuito eléctrico del banco de prueba de inyectores para realizar el proceso de afinamiento de motores.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

El diseño de un banco de prueba de inyectores de gasolina permitirá mejorar el proceso de afinamiento de motores en el taller automotriz Fernández, Puno 2024.

1.5.2. Hipótesis específicas

- Definir las especificaciones funcionales del banco de prueba permitirá desarrollar un diseño adecuado para los inyectores de gasolina.
- Desarrollar el diseño mecánico y eléctrico del banco de prueba permitirá la correcta instalación y operación de los inyectores bajo condiciones de prueba.
- La simulación del circuito eléctrico del banco de prueba permitirá

verificar el funcionamiento teórico del sistema diseñado para realizar el proceso de afinamiento de motores.

1.6. Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variables	Dimensión	Indicadores	Índices
V.I.: Diseño de un Banco de Prueba de Inyectores de Gasolina	Diseño del banco de pruebas	Especificaciones funcionales del banco de prueba	Descripción detallada de los parámetros de diseño del banco (mecánicos, eléctricos, etc.)
		Diseño mecánico	Plano y descripción del sistema mecánico para evaluar los inyectores
		Circuito eléctrico	Esquema del circuito de control y medición de inyectores
V.D.: Servicio de Afinamiento de Motores	Evaluación de la simulación	Simulación del circuito eléctrico	Resultados de simulación del funcionamiento del banco de prueba

Nota. Elaboración propia.



CAPITULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Bases teóricas

2.1.1. *Banco de pruebas de inyectores*

2.1.1.1 Definición

Un banco de pruebas de inyectores es un dispositivo que permite realizar pruebas operativas y virtuales en condiciones reales de operación para verificar el desempeño de los inyectores sin utilizar gasolina. Este equipo fue desarrollado como respuesta a la necesidad de la industria de realizar los mantenimientos, revisiones, verificaciones y ajustes necesarios utilizando tecnología computarizada avanzada (Caro et al., 2019).

Figura 1

Diagrama de flujo del combustible



Nota. Imagen extraída de <https://www.jmpelectronics.net/bs300-banco-de-prueba-de-inyectores.html>.

2.1.1.2 Inyector

El inyector, una electroválvula de alta presión, está formado por un cilindro con un tamiz en su interior y una boquilla a la salida que atomiza la gasolina. En su interior tiene una pequeña aguja metálica que se abre o se cierra mediante una bobina. Para garantizar que la atomización del combustible llegue a la cámara del pistón sin provocar derrames, el inyector tiene forma de cono (Caro et al., 2019).

Figura 2

Diagrama de flujo del combustible



Nota. Imagen extraída de <https://cano.com.pe/inyeccion-electronica/inyectores-de-gasolina.html>.

2.1.1.3 Componentes principales de un banco de pruebas

Según Ramos (2020), un banco de pruebas de gasolina consta de los siguientes componentes:

- **Hardware:** Es la estructura física que alberga todos los componentes tecnológicos y digitales, así como los acoplamientos de los inyectores. El componente que alberga el marco tecnológico se puede utilizar para ejecutar todas las pruebas, y se instalan todos los interruptores relevantes para ayudar al operador a manejar y comprender el sistema. El componente que contiene las conexiones o soportes de los inyectores.
 - **Riel de inyectores:** es parte de la base sobre la cual se coloca todo el sistema de inyectores, debiendo tomar en cuenta la presión de trabajo al diseñarlo para determinar el espesor de tal manera que las presiones sean iguales a las que se suministra el combustible dentro de la cámara de combustión del vehículo, que normalmente es de 40 Psi.
 - **Soporte del riel de inyectores:** Es el elemento que soporta el raíl y sujeta las probetas que portan los inyectores. Este soporte debe permitir la rápida colocación y extracción del raíl, además de ser lo suficientemente resistente para soportar las presiones empleadas en el ensayo.
 - **Sistema de simulación de puntos variables:** está formado por un oscilador que puede dar pulsos a los inyectores lo más cercanos posibles a los que envía la ECU. El oscilador o multivibrador es muy utilizado por su bajo coste y comodidad.

2.1.1.4 Pruebas realizadas en un banco de pruebas

Hay varias pruebas que se pueden realizar en los bancos de pruebas de inyectores de gasolina, entre ellas:

- Prueba de Fugas: Mide la cantidad de combustible suministrado por los inyectores para verificar si están funcionando dentro del rango especificado.
- Prueba de goteo: Asegura que el vástago del inyector no tenga fugas que puedan afectar el rendimiento del motor o aumentar las emisiones.
- Prueba de atomización: Verifica la pulverización del combustible bajo presión para determinar si se necesita mantenimiento o limpieza ultrasónica.

2.1.1.5 Beneficios del uso de bancos de prueba

Desde el punto de vista de Ramos (2020), el uso de un banco de pruebas de inyectores ofrece múltiples beneficios, particularmente en la detección y resolución de fallas en los sistemas de inyección de combustible de vehículos. Ramos explica que cuando los inyectores presentan fallas, el vehículo puede continuar operando, pero se manifiestan desajustes evidentes como:

- Apagados irregulares: El motor puede apagarse inesperadamente, especialmente cuando se encuentra en marcha mínima.
- Consumo excesivo de combustible: Las fallas en los inyectores afectan la atomización y cantidad de combustible suministrado, incrementando significativamente el consumo.

- Aceleración inestable: Las irregularidades en la entrega de combustible pueden generar problemas en la respuesta del motor durante la aceleración.

Ventajas específicas del uso del banco de pruebas:

- Diagnóstico preciso: Tras la limpieza de los inyectores, es difícil identificar su correcto funcionamiento solo con el motor en marcha. El banco de pruebas permite verificar individualmente cada inyector bajo condiciones controladas.
- Garantía de funcionamiento óptimo: Antes de reinstalarlos en el vehículo, los inyectores pueden ser sometidos a las pruebas necesarias para asegurar que operen correctamente, eliminando cualquier incertidumbre sobre si las fallas persisten debido a otra causa distinta al mantenimiento.
- Reducción de costos: Detectar fallas antes de reinstalar los inyectores evita reparaciones repetitivas y potenciales daños al motor, ahorrando tiempo y dinero a los propietarios de vehículos.
- Optimización del rendimiento: Los resultados de las pruebas en el banco permiten ajustar y calibrar los inyectores, mejorando la eficiencia del motor y disminuyendo el impacto ambiental por emisiones contaminantes.

2.1.2. Afinamiento de Motores

El servicio de afinamiento de motores es un conjunto de procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo que busca optimizar el rendimiento y la eficiencia en los motores de combustión interna. Este servicio incluye la revisión de diversos sistemas del motor, como el sistema de inyección de combustible, la

admisión de aire, el encendido y el sistema de escape, con el fin de asegurar que todos los componentes trabajen de manera conjunta y armónica para maximizar el rendimiento y minimizar el consumo de combustible (Murga, 2022).

En particular, el afinamiento de motores con sistemas de inyección electrónica se ha vuelto más complejo debido a la incorporación de tecnologías avanzadas en los vehículos modernos. La importancia del afinamiento radica en que, al mantener el motor en condiciones óptimas, se mejora el rendimiento, se reduce el consumo de combustible, se disminuyen las emisiones contaminantes y se prolonga la vida útil del motor.

2.1.2.1 Rol de los Inyectores en el Afinamiento de Motores

Los inyectores son clave en el afinamiento del motor, ya que suministran el combustible con precisión. Si están obstruidos, pueden causar pérdida de potencia, mayor consumo y emisiones contaminantes (Villavicencio, 2022).

Durante el afinamiento, se limpian, ajustan o reemplazan para mantener la eficiencia, ya que cualquier falla afecta la combustión y el rendimiento. Los bancos de prueba permiten detectar problemas antes de su instalación (Ramos, 2020).

2.2. Definición de términos

Banco de pruebas de inyectores: Equipo especializado para verificar el funcionamiento de inyectores mediante pruebas simuladas que replican condiciones reales de trabajo (Caro et al., 2019; Ramos, 2020).

Inyector de combustible: Electroválvula de alta presión que atomiza y distribuye combustible en la cámara de combustión (Caro et al., 2019).

Hardware del banco de pruebas: El hardware constituye la estructura física

del banco de pruebas. Incluye los componentes tecnológicos y mecánicos que permiten realizar pruebas, como los interruptores, acoples, rieles de inyectores y soportes, asegurando la resistencia y precisión necesarias para simular condiciones reales (Ramos, 2020).

Riel de inyectores: Es un componente del banco de pruebas que sostiene el sistema completo de inyectores. Su diseño toma en cuenta la presión de trabajo, garantizando una distribución uniforme del combustible durante las pruebas (Ramos, 2020).

Sistema de simulación de puntos variables: Este sistema utiliza un oscilador o multivibrador para enviar pulsos eléctricos que simulan las señales enviadas por la unidad de control electrónico (ECU) del vehículo a los inyectores. Esto permite reproducir las condiciones de trabajo de los inyectores durante las pruebas (Ramos, 2020).

Prueba de fugas: Consiste en evaluar el suministro continuo de combustible por parte del inyector bajo pulsaciones elevadas. El objetivo es verificar que la cantidad de combustible entregada esté dentro de los rangos específicos del diseño del motor (Caro et al., 2019).

Prueba de goteo: Esta prueba busca confirmar que el inyector no permita el paso de combustible cuando está cerrado, evitando fugas hacia el múltiple de admisión. Una fuga puede causar sobreconsumo de combustible y emisiones contaminantes (Ramos, 2020).

Prueba de atomización: Permite verificar la uniformidad del patrón de pulverización del combustible bajo condiciones reales de presión. Si se detecta una atomización deficiente, es necesario realizar un mantenimiento, generalmente

mediante limpieza ultrasónica (Caro et al., 2019).

Afinamiento de motores: El afinamiento de motores es un conjunto de procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo que optimiza la eficiencia del motor y reduce el consumo de combustible. Este proceso incluye la limpieza y ajuste de los inyectores para garantizar un suministro adecuado de combustible (Murga, 2022).

Unidad de Control Electrónico (ECU): Es un dispositivo computarizado que gestiona y regula el funcionamiento de los sistemas electrónicos del vehículo, incluyendo el control de los inyectores de combustible. Su función es optimizar el desempeño del motor y asegurar el cumplimiento de las normativas ambientales (Villavicencio, 2022).



CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Métodos de investigación

Para el presente estudio se aplicó el método científico, dado que se busca validar un modelo de diseño de un banco de pruebas de inyectores de gasolina mediante una propuesta fundamentada en observaciones y la verificación del funcionamiento esperado en condiciones simuladas y controladas. Según Carrasco (2008), el método científico permite estructurar un análisis sistemático que soporta el desarrollo de diseños orientados a resolver problemas específicos en la ingeniería automotriz.

3.1.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo aplicada, ya que el diseño propuesto para el banco de pruebas de inyectores de gasolina tendrá una repercusión práctica directa en el servicio de afinamiento de motores en el taller automotriz. Este tipo de investigación es adecuado cuando los resultados pueden impactar de manera tangible en el contexto de aplicación, permitiendo a los técnicos y mecánicos realizar diagnósticos más precisos y eficientes en los sistemas de inyección de gasolina (Hernández y Mendoza, 2018).

3.1.2. Enfoque de investigación

La investigación sigue un enfoque cuantitativo. Porque se centra en la recolección y análisis de datos numéricos para diseñar el equipo, siguiendo un enfoque objetivo y sistemático.

3.1.3. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es no experimental, ya que no se manipulan las variables principales de estudio. En este caso, se lleva a cabo una observación y descripción detallada del funcionamiento de los inyectores y los componentes necesarios para el banco de pruebas sin modificar las características inherentes de los inyectores. Este diseño permite una aproximación observacional donde los parámetros operativos se describen sin intervención directa sobre los componentes a diagnosticar (Hernández y Mendoza, 2018).

La validación del funcionamiento se realizó mediante simulación en el software Proteus, lo que permitió comprobar la lógica de control con Arduino y el desempeño de los elementos electrónicos (MOSFET, electroválvulas, bomba, entre otros). Este diseño metodológico asegura una aproximación realista y fundamentada al proceso de diseño, sin intervención experimental en condiciones de laboratorio o en vehículos.

3.1.4. Nivel de la investigación

El nivel de la investigación es descriptivo, cuyo propósito fue documentar y detallar exhaustivamente las características, funciones y el proceso de diseño del banco de pruebas de inyectores.

Este nivel se refleja en:

- La selección y justificación de los componentes eléctricos y electrónicos según parámetros de corriente, potencia y compatibilidad.
- La representación del circuito en simulación para describir el comportamiento esperado en pruebas de fugas, uniformidad y flujo.
- La explicación del funcionamiento del sistema de control basado en Arduino.

De esta manera, el nivel descriptivo permite que los resultados se enfoquen en la caracterización y explicación del diseño propuesto, más que en la medición estadística de variables.

3.2. Ámbito de investigación

El ámbito de la investigación se centra en el diseño de un banco de prueba de inyectores de gasolina orientado a mejorar los servicios de afinamiento de motores en el Taller Automotriz Fernández, ubicado en la ciudad de Puno.

Tabla 2

Ubicación del proyecto

Ubicación del proyecto	
Región	Puno
Provincia	Puno
Distrito	Puno
Taller	Taller Automotriz Fernández
Dirección	Jirón 9 De Octubre, 133

Nota.: Elaboración propia.

Aunque la validación se realizó de manera simulada, el banco fue proyectado para adaptarse a las condiciones operativas y recursos disponibles en dicho taller, donde su futura implementación permitiría mejorar la precisión de los diagnósticos de inyectores.

De forma más amplia, el alcance del estudio puede beneficiar a instituciones educativas de la región y otros talleres automotrices, al constituir una base metodológica para la construcción de prototipos y la enseñanza de sistemas de inyección.

3.3. Población y muestra

Población: La población está conformada por los inyectores de gasolina en sistemas de inyección electrónica, enfocándose en sus parámetros de operación, tales como el tiempo de apertura, presión de combustible y caudal.

Muestra: La muestra seleccionada estará compuesta por los parámetros operativos específicos de los inyectores de gasolina utilizados en la investigación, que servirán como base para el diseño del equipo de prueba.

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

De acuerdo con Ñaupas et al. (2019), una técnica se entiende como un conjunto organizado de procedimientos utilizados para reconocer y simplificar las fases involucradas en la implementación de un enfoque específico. Estas estrategias, al permitir la integración de aspectos prácticos en el análisis de los fenómenos, resultan fundamentales en el desarrollo de investigaciones.

Se empleará el análisis documental para revisar los requisitos técnicos de los equipos de prueba de inyectores de gasolina, tomando como referencias normativas y especificaciones técnicas que aplican en la industria automotriz.

Según Hernández y Mendoza (2018), los instrumentos propuestos se utilizan como herramientas para recolectar información y apoyar los procedimientos, lo que contribuye significativamente al logro de los objetivos establecidos.

En esta investigación se utilizarán guías de análisis documental como instrumento metodológico para revisar especificaciones técnicas, las cuales

servirán para el diseño del equipo de prueba para inyectores de gasolina en vehículos automotrices.

En investigaciones de enfoque cuantitativo, la "validación del instrumento" es un proceso clave para garantizar la fiabilidad y validez de los métodos de recolección de datos. En este caso, la investigación se centrará en la descripción detallada y el diseño técnico del equipo de prueba para inyectores de gasolina. Los cálculos y decisiones se basarán en normas automotrices y principios técnicos establecidos, por lo que no se realizará una validación formal en el sentido tradicional. Los instrumentos se desarrollarán específicamente para recoger datos técnicos relevantes sobre el rendimiento de los inyectores, asegurando así su pertinencia y precisión en el contexto de las pruebas.

3.5. Recogida de datos

La recolección de datos se realizó a partir de fuentes técnicas y observaciones directas en el taller, incluyendo:

- Parámetros de operación de los inyectores como tiempo de apertura, presión de combustible, y caudal, obtenidos de manuales técnicos y especificaciones de fabricantes.
- Condiciones de operación en el Taller Automotriz Fernández, observando el flujo de trabajo de los técnicos y las limitaciones actuales en el diagnóstico de inyectores.

Estos datos serán utilizados para asegurar que el banco de pruebas esté alineado con los requerimientos técnicos y las prácticas de diagnóstico del taller, permitiendo un diseño funcional y ajustado a las necesidades locales del sector automotriz.



CAPITULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación

En esta sección se presentan los resultados obtenidos del diseño del banco de pruebas de inyectores de gasolina, cuyo propósito es mejorar el servicio de afinamiento de motores en el taller automotriz Fernández en la ciudad de Puno. A continuación, se detallan los resultados en función de los objetivos específicos de la investigación.

a) Definición de las especificaciones funcionales del banco de prueba de inyectores de gasolina

Se lograron definir las especificaciones clave que el banco de pruebas debe cumplir para garantizar un funcionamiento adecuado. Estas especificaciones incluyen las capacidades necesarias para simular diversas condiciones de funcionamiento de los inyectores, así como los parámetros operativos que permiten evaluar su desempeño de manera efectiva.

b) Desarrollo del diseño mecánico y eléctrico del banco de prueba

Se diseñaron los componentes mecánicos y el circuito eléctrico del banco de

pruebas. El diseño mecánico incluyó la selección y la disposición de los elementos mecánicos, mientras que el diseño eléctrico consideró la conexión de los inyectores y los circuitos necesarios para su operación, y fuera apto para su futura implementación en el taller.

c) Simulación del circuito eléctrico del banco de prueba

Una vez desarrollado el diseño eléctrico, se realizó una simulación del circuito para verificar su funcionamiento y rendimiento en condiciones controladas. Los resultados de la simulación confirmaron que el circuito eléctrico del banco de pruebas cumple con los requisitos de operación, permitiendo realizar pruebas de diagnóstico precisas para los inyectores de gasolina.

4.2. Análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Conforme al objetivo específico 1

Objetivo Específico 1: Definir las Especificaciones Funcionales del Banco de Prueba de Inyectores de Gasolina

El banco de pruebas diseñado está orientado a realizar diagnósticos básicos de inyectores de gasolina mediante tres pruebas fundamentales: Prueba de Fugas, Prueba de Uniformidad/Rocío, y Prueba de Flujo de Combustible. Estas pruebas permitirán evaluar la condición y operatividad de los inyectores en un entorno controlado.

4.2.1.1. Capacidad para realizar prueba de fugas

La **Prueba de Fugas** es esencial para comprobar la integridad del inyector bajo condiciones de presión controlada. Esta prueba debe replicar las condiciones de operación de un sistema de inyección de gasolina, verificando que el inyector

selle correctamente. Las especificaciones de esta prueba incluyen:

- **Presión de prueba:** El sistema debe mantener una presión constante de **3 bar**, una presión típica en sistemas de inyección de gasolina.
- **Duración de la prueba:** La prueba de fugas debe durar aproximadamente **60 segundos**. Durante este tiempo, el inyector permanecerá en posición cerrada bajo presión, y el técnico observará visualmente cualquier fuga que pueda presentarse en la punta del inyector.
- **Visualización de fugas:** El diseño debe incluir un recipiente transparente que permita al técnico observar si hay fugas de combustible alrededor del inyector.

Con esta prueba, se busca asegurar que el inyector tenga un sellado adecuado, evitando pérdidas de combustible y problemas de presión en el sistema de inyección.

4.2.1.2. Capacidad para Realizar Prueba de Uniformidad/Rocío

La **Prueba de Uniformidad o Rocío** evalúa la capacidad del inyector para atomizar el combustible de manera homogénea. Esta atomización es fundamental para una combustión eficiente, ya que influye directamente en la mezcla aire-combustible. Las especificaciones para esta prueba incluyen:

- **Patrón de rociado visible:** El diseño del banco debe incluir un fondo claro para facilitar la observación del patrón de rociado del combustible al salir del inyector. De esta forma, se podrá visualizar si el patrón es uniforme o presenta desviaciones.
- **Operación en pulsos:** Durante esta prueba, el inyector alternará entre

estado activado y desactivado en intervalos controlados, simulando los pulsos típicos de operación en un motor de combustión interna.

- **Duración de la prueba:** La duración de la prueba de rocío debe ser de **60 segundos**, un tiempo suficiente para que el técnico observe el patrón de atomización y detecte posibles problemas, como desviaciones o dispersión irregular.

Al realizar esta prueba, se puede determinar si el inyector está pulverizando el combustible de forma adecuada, lo cual es crucial para la eficiencia y el rendimiento del motor en condiciones reales de operación.

4.2.1.3. Capacidad para Realizar Prueba de Flujo de Combustible

La **Prueba de Flujo de Combustible** mide el volumen total de combustible inyectado durante un período determinado, comparando los resultados entre los inyectores para asegurar uniformidad en el suministro. Las especificaciones para esta prueba son:

- **Medición visual del volumen:** El banco de pruebas contará con probetas calibradas con líneas marcadas en su pared, indicando el volumen de líquido. Cada inyector descargará combustible en una probeta, y el técnico observará visualmente el nivel alcanzado al final de la prueba.
- **Duración de la prueba:** La prueba de flujo debe durar aproximadamente **15 segundos**. En este tiempo, el inyector operará continuamente, y el combustible acumulado en la probeta permitirá al técnico comparar visualmente los volúmenes inyectados por cada inyector.

Esta prueba asegura que cada inyector proporcione un flujo de combustible constante y uniforme, condición esencial para un rendimiento adecuado del motor.

4.2.1.4. Sistema de Control Electrónico Básico

El sistema de control electrónico básico es fundamental para realizar pruebas precisas y replicables en los inyectores, ajustando el tiempo de activación en un rango de 1 a 10 ms mediante un temporizador básico que simula condiciones de carga típicas. Este sistema debe permitir diagnosticar fugas, uniformidad/rocío y flujo de combustible de manera efectiva, utilizando un sistema de medición visual sencillo, adecuado para talleres automotrices. Además, debe cumplir con los requisitos operativos sin necesidad de interfaces avanzadas, facilitando la futura implementación de un banco de pruebas funcional.

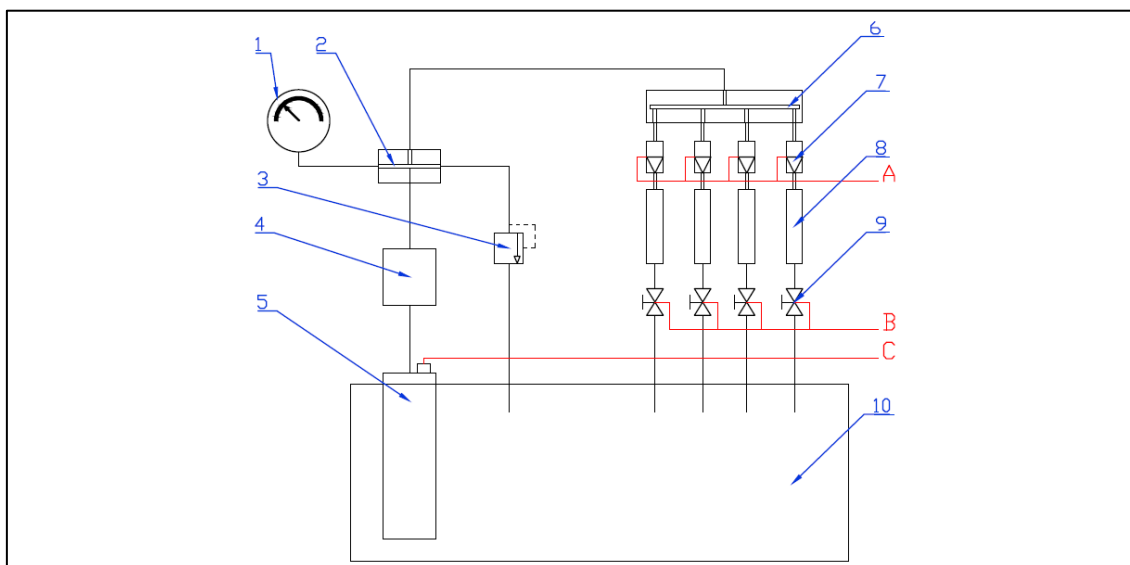
4.2.2. Conforme al objetivo específico 2

4.2.2.1 Diseño Mecánico del Banco de Pruebas

El diseño mecánico del banco de pruebas se centra en una estructura compacta que pueda acomodar hasta cuatro inyectores para realizar pruebas. Este diseño fue modelado en SolidWorks para visualizar la disposición y ensamblaje de cada componente.

4.2.2.1.1 Fujo del combustible

El diagrama presentado a continuación muestra la ruta del combustible y los principales componentes del sistema de prueba diseñado para evaluar el desempeño de inyectores automotrices. Su propósito es detallar el recorrido del combustible desde el tanque hasta las probetas de medida, destacando las conexiones hidráulicas y eléctricas que controlan cada etapa del proceso. Este esquema es fundamental para comprender el flujo del sistema y los mecanismos de control involucrados en las pruebas.

Figura 3*Diagrama de flujo del combustible*

Nota. Elaborado por el investigador.

A continuación, se describen los componentes presentados en el anterior diagrama.

1. Manómetro: Instrumento que mide la presión del combustible en el sistema, asegurando que se mantenga dentro de los parámetros adecuados, la presión que mide es de 0 a 150 PSI.
2. T block: Elemento que facilita la distribución de combustible y las conexiones entre componentes.
3. Válvula limitadora de presión: Regula la presión del combustible antes de su ingreso al distribuidor.
4. Filtro: Filtra impurezas del combustible, protegiendo los componentes del sistema.
5. Bomba de gasolina: Impulsa el combustible desde el tanque hacia el circuito.
6. Distribuidor de combustible: Conduce el combustible desde la válvula

reguladora hacia los inyectores.

7. Inyector: Atomiza el combustible para simular las condiciones reales de operación.
8. Probeta de medida: Recipiente para medir la cantidad y uniformidad del combustible atomizado.
9. Electroválvula: Controla el drenaje del combustible acumulado en las probetas, permitiendo su retorno al tanque si es necesario.
10. Tanque de combustible: Depósito que almacena el combustible utilizado en el sistema.

Conexiones Eléctricas

- A (Cables de señal a los inyectores): Activan los inyectores para realizar las pruebas de flujo y atomización.
- B (Cables de control de las electroválvulas): Activan o desactivan el drenaje del combustible de las probetas hacia el tanque.
- C (Cables de control de la bomba de gasolina): Controlan el encendido y apagado de la bomba para iniciar o detener el flujo del combustible.

A continuación, se describe la ruta que sigue el combustible.

- a) El combustible se encuentra almacenado en el tanque de combustible (10).
- b) La bomba de gasolina (5) se activa y extrae el combustible desde el tanque, impulsándolo hacia el sistema.
- c) Antes de continuar, el combustible pasa por el filtro (4), donde se eliminan posibles impurezas que puedan afectar el sistema.

- d) Posteriormente, el flujo llega a la válvula limitadora de presión (3), encargada de regular la presión del combustible a 3 bar, garantizando una operación segura y estable.
- e) El combustible sigue su recorrido hacia el distribuidor de combustible (6), que lo divide de manera uniforme hacia cada inyector conectado.
- f) Desde el distribuidor, el combustible es enviado a los inyectores (7), donde se atomiza para las pruebas.
- g) El combustible atomizado se recolecta en las probetas de medida (8), permitiendo observar y analizar el flujo y la uniformidad.
- h) En caso de ser necesario, las electroválvulas (9) pueden activarse para permitir el drenaje de las probetas hacia el tanque, completando el ciclo del combustible.

Este esquema y su descripción detallada permiten comprender cómo cada componente y conexión interactúa en el diseño, asegurando un flujo eficiente y controlado de combustible durante las pruebas.

4.2.2.1.2 Plataforma Base

La plataforma base sirve como estructura de soporte para todos los componentes del banco de pruebas. Dado que se probarán cuatro inyectores de forma simultánea, la base debe ser lo suficientemente ancha para alojar tanto el riel de inyectores como las probetas alineadas debajo. A continuación, se detalla el diseño estructural de la plataforma base:

Dimensiones ajustadas

La base tiene unas dimensiones aproximadas de 320 mm x 390 mm x 2 mm,

suficientes para acomodar el riel de inyectores, las probetas, el panel de control y otros elementos necesarios para las pruebas.

Material

Se utiliza acero estructural A36 debido a sus propiedades mecánicas, como rigidez y durabilidad, que lo hacen ideal para el entorno de un taller automotriz. Este material garantiza la resistencia a las cargas estáticas generadas por los componentes montados.

Diseño estructural

La base del banco de pruebas es un componente crítico que debe garantizar estabilidad, resistencia y durabilidad. El diseño se basa en un análisis de cargas aplicadas en el centro de la base, considerando un peso total estimado del banco de 10 kg. Las dimensiones del banco son de 320 mm (ancho) x 390 mm (profundidad). A continuación, se presenta el procedimiento de cálculo y diseño estructural.

Especificaciones iniciales

- **Peso del banco:** $10\text{kg} \approx 98.1\text{N}$
- **Dimensiones de la base:** 320mm×390mm
- **Material:** Acero estructural A36, con un esfuerzo admisible (σ_y) de 250 MPa
- **Tipo de base:** Placa rectangular soportada en los extremos.
- **Distribución de carga:** Carga puntual aplicada al centro.

Cálculo de espesores

El espesor de la placa se determinará para evitar deformaciones excesivas

y garantizar que las tensiones inducidas se mantengan dentro de los límites admisibles del material.

1. Cálculo de momentos máximos

La carga puntual en el centro de una placa soportada en los extremos genera un momento máximo dado por:

$$M_{max} = \frac{P * L}{4} \quad (1)$$

Donde:

- $P=98.1\text{N}$ (carga aplicada)
- $L=390\text{mm}$ (longitud del lado mayor)

Sustituyendo en (1):

$$M_{max} = \frac{98.1 \text{ N} * 390 \text{ mm}}{4} = 9564.75 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

2. Cálculo del módulo de sección requerido (S)

El módulo de sección necesario se calcula como:

$$S = \frac{M_{max}}{\sigma_d} \quad (2)$$

Donde σ_d es el esfuerzo de diseño, se despeja de (2):

$$\sigma_d = \frac{\sigma_y}{N} \quad (3)$$

Asumiendo un factor de seguridad $N=2$

$$\sigma_d = \frac{250 \text{ MPa}}{2} = 125 \text{ MPa}$$

Sustituyendo en (2), se obtiene el módulo de sección requerido S :

$$S = \frac{9564.75 \text{ N} \cdot \text{mm}}{125 \text{ MPa}}$$

$$S = \frac{9564.75 \text{ N} \cdot \text{mm}}{125 \cdot 10^6 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

$$S = \frac{9564.75 \text{ N} \cdot \text{mm}}{125 \cdot 10^6 \cdot \frac{\text{N}}{(1000 \text{ mm})^2}}$$

$$S = \frac{9564.75 \text{ N} \cdot \text{mm}}{125 \cdot 10^6 \cdot \frac{\text{N}}{10^6 \cdot \text{mm}^2}}$$

$$= 76.518 \text{ mm}^3$$

Cálculo del espesor de la placa (t)

Para una placa rectangular, el módulo de sección se relaciona con el espesor mediante:

$$S = \frac{b * t^2}{6} \quad (4)$$

Donde:

- $b = 320 \text{ mm}$ (ancho de la placa)

Despejando t en (4):

$$t = \sqrt{\frac{6 * S}{b}} \quad (5)$$

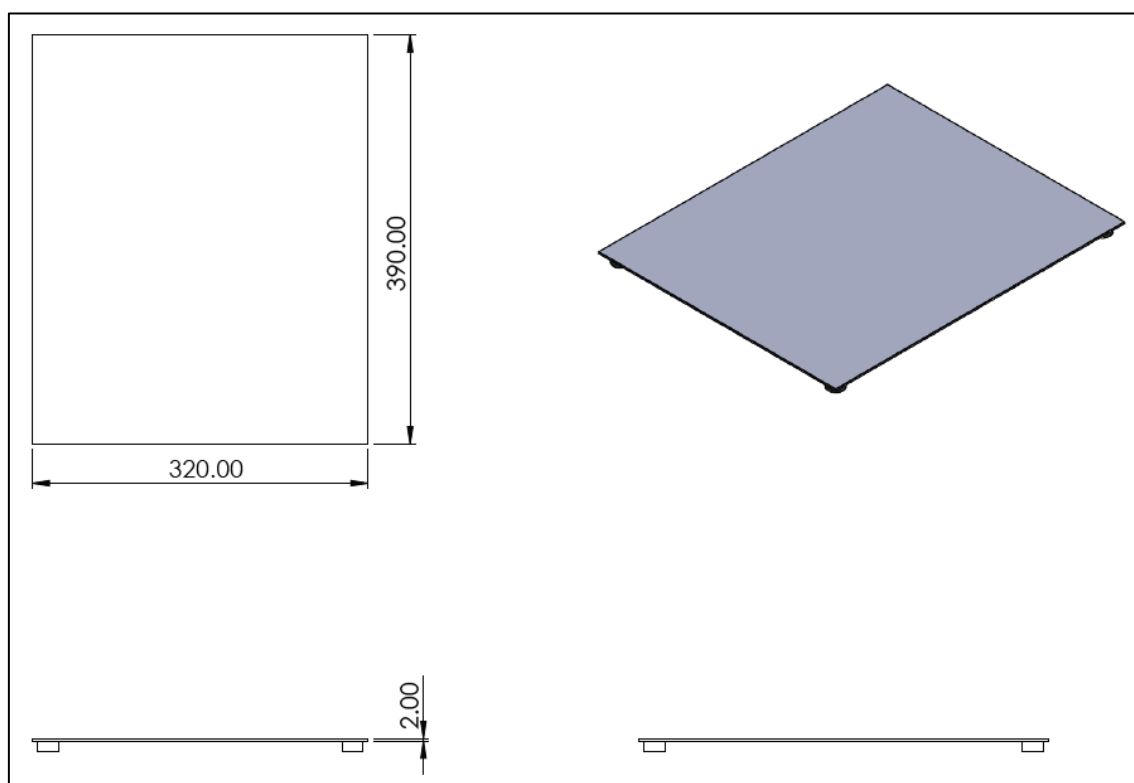
Sustituyendo en (5):

$$t = \sqrt{\frac{6 * 76.518 \text{ mm}^3}{320 \text{ mm}}} = \sqrt{1.1978 \text{ mm}^2} = 1.0944 \text{ mm}$$

Aunque el resultado teórico da un espesor de $t = 1.0944 \text{ mm}$, por razones prácticas (disponibilidad comercial de planchas, proceso de manufactura, corrosión y un margen adicional de seguridad) se selecciona un espesor comercial $t = 2 \text{ mm}$ para la plataforma. Esta elección ofrece mayor rigidez, y sigue siendo coherente con el diseño y la finalidad del banco de pruebas.

Figura 4

Plataforma base

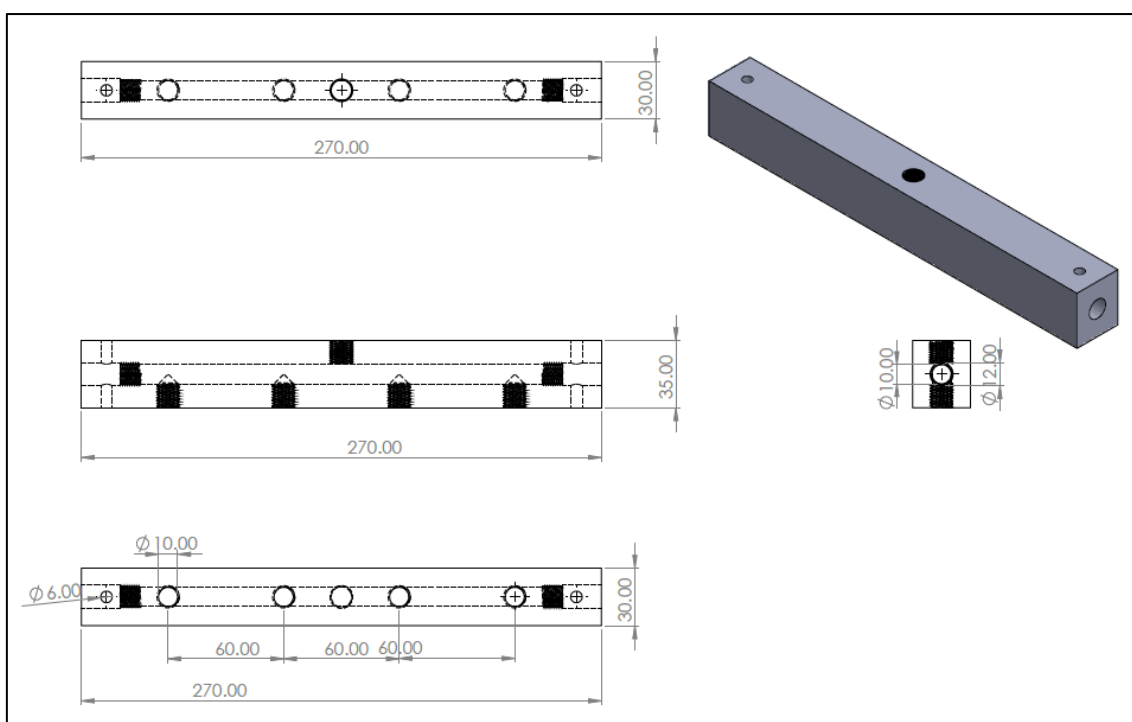


Nota. Elaborado por el investigador.

4.2.2.1.3 Soporte de Inyectores

El soporte de inyectores consiste en un riel horizontal donde se montan los cuatro inyectores, permitiendo una alineación precisa sobre cada probeta.

- **Riel de Inyectores:** El riel está diseñado como una barra metálica, con soportes ajustables para cada inyector. Esto asegura que los inyectores estén firmemente sujetos y alineados con sus respectivas probetas para un flujo uniforme.
- **Espaciado entre Inyectores:** La separación entre eje a eje es de **60 mm** entre cada inyector, proporcionando espacio suficiente para las probetas y evitando interferencias entre ellas.

Figura 5*Riel de distribución*

Nota. Elaborado por el investigador.

4.2.2.1.4 Sistema de Alimentación de Combustible para 4 Inyectores

El sistema de alimentación de combustible incluye conexiones y tuberías que llevan el combustible desde la bomba al riel de los inyectores, asegurando un suministro constante y controlado.

- **Tuberías y Conexiones:** Se diseñaron tuberías para conectar la bomba de combustible al riel de inyectores, empleando tubos cilíndricos modelados en SolidWorks que se ajustan a las especificaciones del sistema.
- **Riel de Combustible:** El riel de combustible conecta los cuatro inyectores a la línea de suministro de combustible, distribuyendo el flujo de manera uniforme. Este riel está directamente conectado a la bomba y al regulador de presión.

4.2.2.1.5 Probetas para Cada Inyector

Cada inyector cuenta con su propia probeta ubicada justo debajo, diseñada para recolectar el combustible inyectado durante las pruebas de flujo y uniformidad.

- **Diseño de Probetas:** Las probetas son cilíndricas y transparentes, permitiendo la visualización directa del flujo de combustible. Están fabricadas de vidrio que es un material resistente a hidrocarburos.

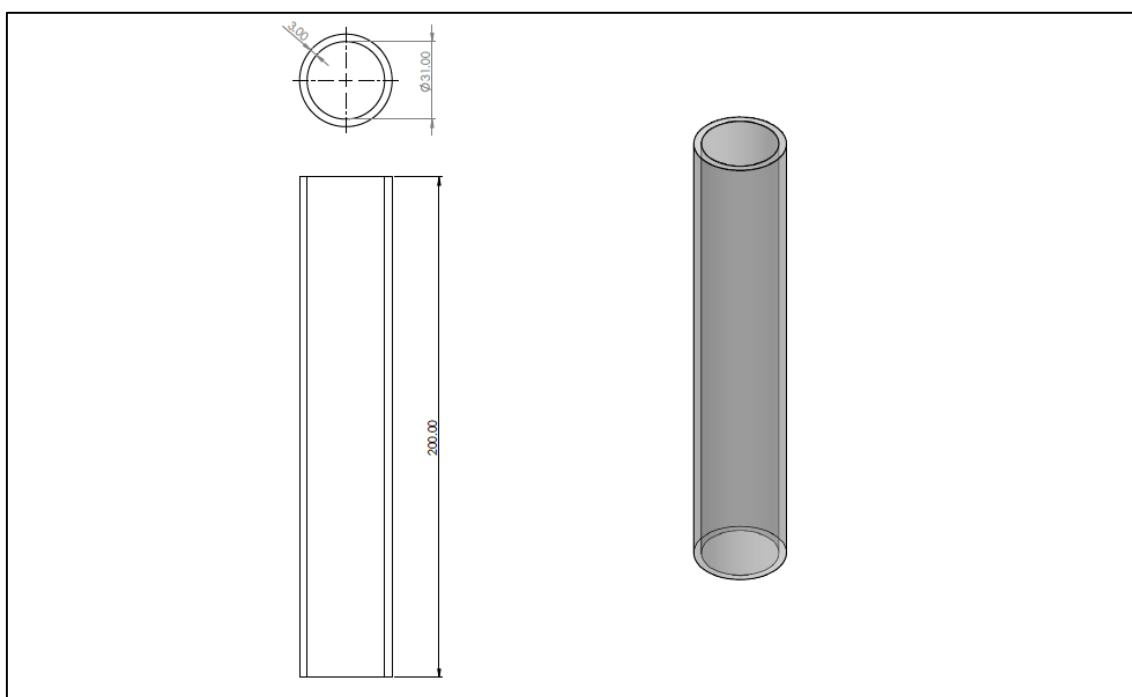
Figura 6

Probeta de medición disponible en el mercado



Nota. Disponible en <https://es.aliexpress.com>.

- **Dimensiones:** Cada probeta tiene una altura aproximada de **200 mm** y un diámetro interior de **31 mm**, con una capacidad de hasta 120 ml y graduaciones de 2.5 ml (escala mínima) para facilitar la medición precisa del volumen de combustible, existe en el mercado una probeta con las dimensiones señaladas.

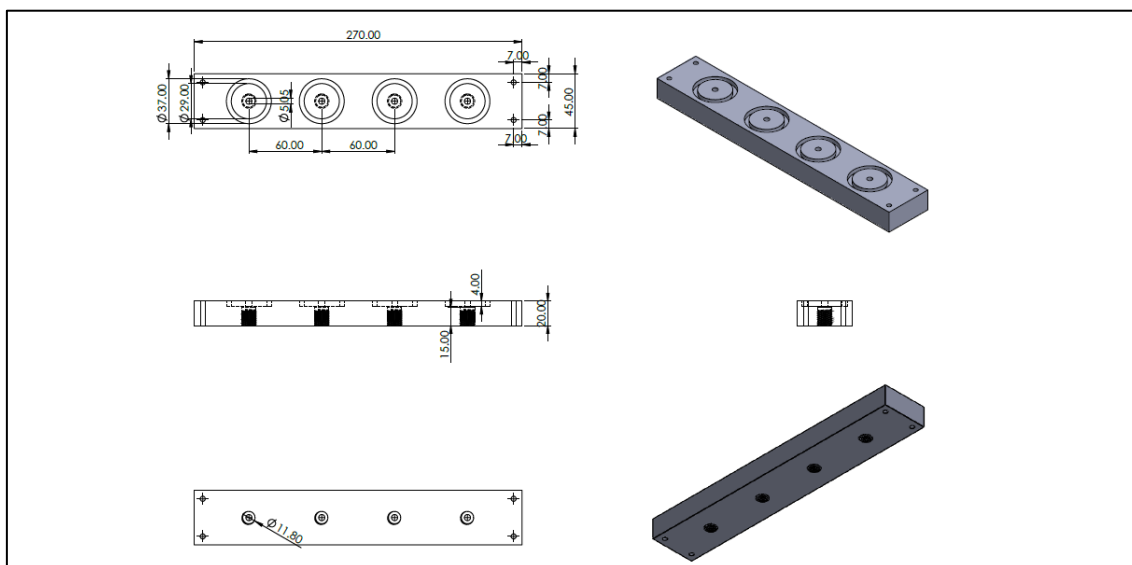
Figura 7*Probeta de medición modelado*

Nota. Elaborado por el investigador.

- **Soporte para Probetas:** Un soporte con orificios alineados se coloca directamente debajo del riel de inyectores, asegurando que cada probeta esté firmemente posicionada bajo su respectivo inyector.

Figura 8

Soporte para probetas



Nota. Elaborado por el investigador.

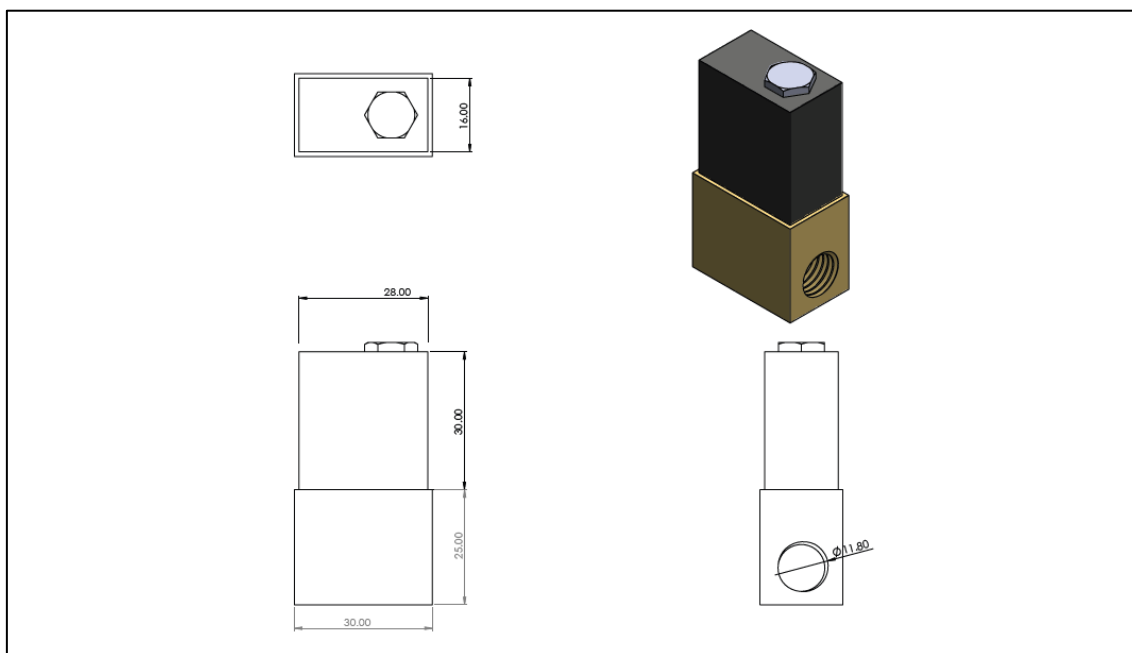
- **Electroválvula de Drenaje:** Se incluye una electroválvula de drenaje manual en la base de cada probeta, permitiendo al operador vaciar el combustible acumulado después de cada prueba. Esto facilita la preparación para pruebas posteriores sin necesidad de desmontar las probetas.

Figura 9

Electroválvula de drenaje disponible en el mercado



Nota. Disponible en <https://www.ebay.com>.

Figura 10*Electroválvula de drenaje*

Nota. Elaborado por el investigador.

4.2.2.1.6 Bomba de Combustible y Regulador

Para mantener una presión constante en el sistema, el diseño incluye la incorporación de una bomba de combustible y un regulador de presión fijo.

- **Bomba de Combustible:** La bomba seleccionada es capaz de generar una presión de 3 bar, suficiente para alimentar los cuatro inyectores simultáneamente durante las pruebas. La bomba está conectada al riel de inyectores a través de una tubería central.
- **Regulador de Presión Fijo:** Un regulador de presión fijo se colocó entre la bomba y el riel de inyectores para mantener una presión constante de **3 bar**. Este regulador asegura que las pruebas de fugas y flujo de combustible se realicen bajo condiciones estables.
- **Manómetro:** Se añadió un manómetro analógico al regulador de presión para monitorear la presión en tiempo real durante las pruebas, garantizando

que el sistema se mantenga en el nivel deseado.

4.2.2.1.7 Panel de Control

El panel de control permite al operador encender y apagar el sistema, así como controlar los inyectores de manera individual.

- **Diseño del Panel:** El panel se encuentra en el lateral de la plataforma base. Incluye botones y un indicador LCD, los cuales sirven para activar y controlar las pruebas.
- **Indicadores de Presión:** El panel incluye un indicador analógico que muestra la presión de combustible, proporcionando retroalimentación visual al operador.

Figura 11

Panel de control



Nota. Elaborado por el investigador.

4.2.2.1.8 Ensamblaje en SolidWorks

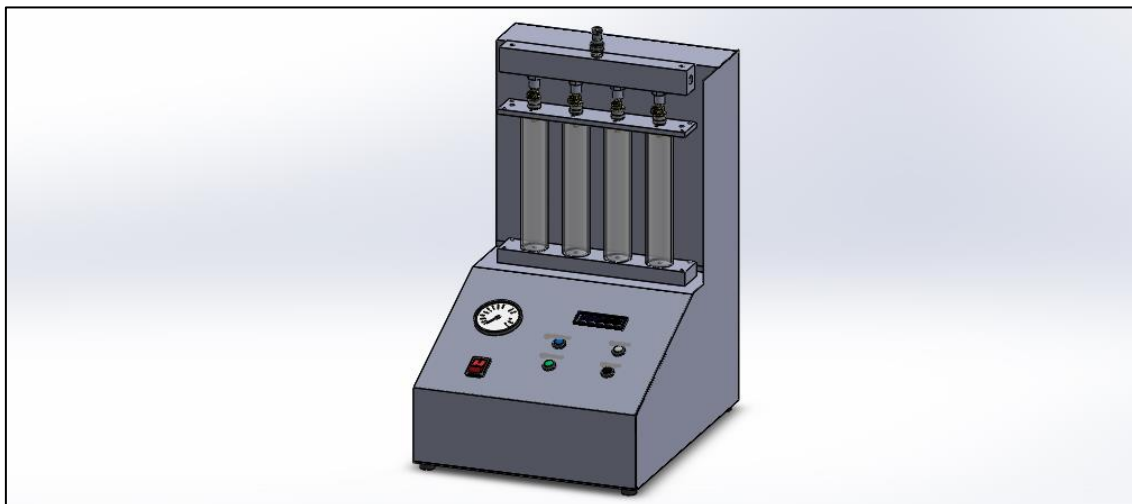
Cada componente del banco de pruebas fue modelado en SolidWorks, y posteriormente ensamblado para verificar la disposición y funcionamiento en

conjunto.

- **Ensamble de las Piezas:** Las piezas fueron ensambladas usando las herramientas de coincidencia y alineación en SolidWorks, asegurando que los inyectores estén alineados con las probetas y que las conexiones de las tuberías estén correctamente posicionadas entre la bomba, el regulador y el riel de inyectores.

Figura 12

Ensamble en SolidWorks



Nota. Elaborado por el investigador.

Síntesis del Diseño Mecánico

El diseño mecánico de este banco de pruebas básico cumple con los requisitos de simplicidad y funcionalidad, permitiendo la realización de pruebas de fugas, uniformidad/rocío y flujo de combustible de manera.

4.2.2.2 Diseño del Circuito Eléctrico del Banco de Pruebas

El diseño del circuito eléctrico del banco de pruebas de inyectores de gasolina es fundamental para garantizar la activación precisa de los inyectores y proporcionar un entorno seguro y controlado para las pruebas de fugas,

uniformidad/rocío y flujo de combustible. Este circuito está compuesto por varias etapas: alimentación, control y protección, cada una diseñada para cumplir funciones específicas en el sistema.

4.2.2.2.1 Etapa de Alimentación

La etapa de alimentación constituye un componente esencial del sistema, ya que garantiza el suministro de corriente y voltaje necesarios para el correcto funcionamiento de los inyectores, la bomba de combustible, las electroválvulas de drenaje y los dispositivos electrónicos de control basados en el microcontrolador Arduino Uno.

a) Cálculo de la Demanda de Corriente Total

1. Inyectores:

Durante las pruebas de flujo, los cuatro inyectores funcionan de manera continua, con un consumo promedio de **1A** cada uno. En este escenario, la demanda total de corriente es:

$$I_{\text{inyectores}} = 1A \times 4 = 4A$$

2. Bomba de combustible:

La bomba de combustible permanece activa durante toda la prueba de flujo, con un consumo estimado de **5A**.

3. Electroválvulas de drenaje:

En el proceso de drenaje, las cuatro electroválvulas operan simultáneamente, con un consumo individual de **0.54A**. Por lo tanto:

$$I_{\text{electroválvulas}} = 0.54A \times 4 = 2.16A$$

4. Dispositivos electrónicos:

Los elementos electrónicos del sistema, como el Arduino Uno, la pantalla LCD y los botones, presentan un consumo estimado combinado de **0.2A**. Este valor se calcula considerando:

- **Arduino Uno:** 50 mA.
- **Pantalla LCD de 16x2 con retroiluminación:** 100 mA.
- **Botones y circuitos adicionales:** 50 mA.

$$I_{\text{dispositivos}} = 50\text{mA} + 100\text{mA} + 50\text{mA} = 200\text{mA} = 0.2\text{A}$$

5. Corriente Total del Sistema

- **Durante las pruebas de flujo:**

En este caso, los inyectores, la bomba de combustible y los dispositivos electrónicos operan simultáneamente. La corriente total requerida es $I_{\text{total}} = I_{\text{inyectores}} + I_{\text{bomba}} + I_{\text{dispositivos}}$.

$$I_{\text{total}} = 4\text{A} + 5\text{A} + 0.2\text{A} = 9.2\text{A}$$

- **Durante el drenaje:**

En esta situación, las electroválvulas y los dispositivos electrónicos son los únicos elementos activos, resultando en $I_{\text{total}} = I_{\text{electroválvulas}} + I_{\text{dispositivos}}$.

$$I_{\text{total}} = 2.16\text{A} + 0.2\text{A} = 2.36\text{A}$$

Por lo tanto, se requiere una fuente de alimentación que sea capaz de suministrar una corriente máxima de al menos **9.2A**, con un margen adicional para garantizar estabilidad y fiabilidad.

Además de garantizar el suministro estable de energía, se consideró

fundamental emplear una fuente de alimentación conmutada que ofrezca una capacidad superior a la demanda máxima del sistema. Este margen no solo asegura un funcionamiento continuo sin sobrecargas, sino que también minimiza fluctuaciones de voltaje y reduce el riesgo de interferencias eléctricas que podrían alterar las señales de control.

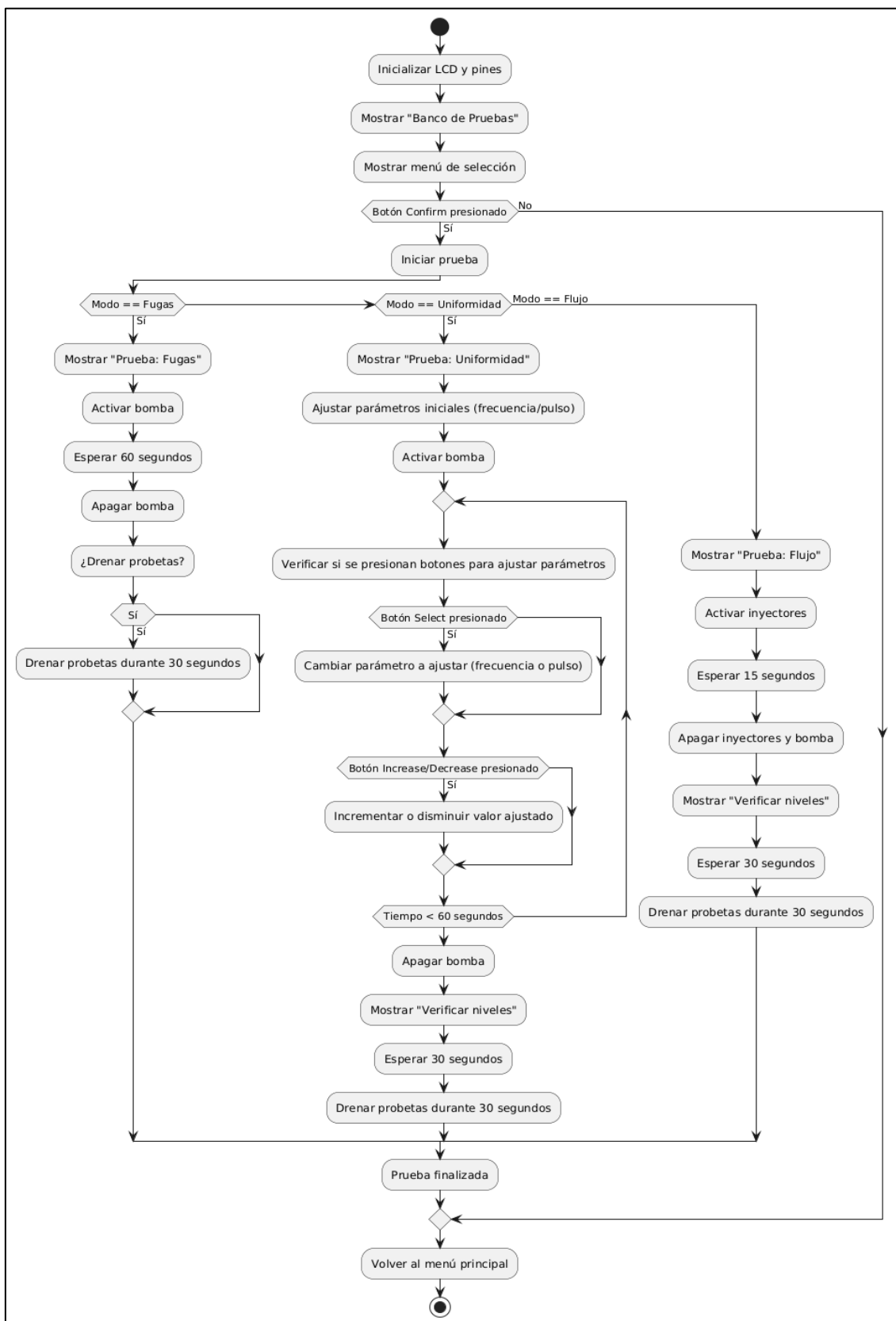
A continuación, se presenta el diagrama de flujo que presenta la lógica de la programación diseñada para el banco de inyectores. Para el sistema se utilizará una fuente de alimentación conmutada marca PETEL, modelo PE-120-12, que proporciona una salida de 12V DC y una capacidad de 10A.

a) Código de Control del Arduino:

El Arduino está programado para realizar tres pruebas específicas. La programación permite definir tiempos de activación en el rango de los milisegundos, ajustables según el tipo de prueba.

Figura 13

Diagrama de flujo del banco de pruebas de inyectores



Nota. Elaborado por el investigador.

4.2.2.2.2 Etapa de Protección

La etapa de protección garantiza la seguridad del sistema y previene posibles daños en los componentes eléctricos debido a picos de voltaje o cortocircuitos.

Además, es importante resaltar que el módulo Arduino Uno incorpora en su diseño interno un regulador de tensión y filtros de desacoplo que permiten estabilizar la alimentación de 12V DC a los 5V requeridos por sus componentes internos. Gracias a ello, se asegura un funcionamiento confiable del microcontrolador y no se requiere añadir filtros externos adicionales para este módulo.

El diseño del Arduino Uno incluye un regulador de voltaje integrado (NCP1117ST50T3G) para convertir el voltaje de entrada (de 7-12 V, en nuestro caso nuestro la fuente es de 12V) a 5 V para alimentar su microcontrolador y circuitos internos (Tawil, 2016).

También se menciona que la placa posee capacitores de desacoplo (bypass capacitors) que ayudan a filtrar ruido y reducir picos de voltaje en la fuente de alimentación (Tawil, 2016).

4.2.2.2.3 Diagrama de Conexión del Circuito

A continuación, se describe cómo se integran las diferentes etapas en el circuito eléctrico general:

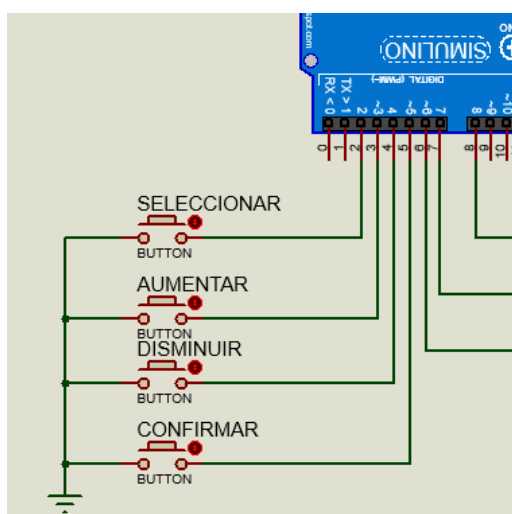
a) Conexión de los Botones de Control al Arduino:

Los botones de control (**Seleccionar, Aumentar, Disminuir, Confirmar**) se conectan a los pines digitales del Arduino de la siguiente manera:

- **Botón Seleccionar:** Pin digital 2.
- **Botón Aumentar** Pin digital 3.
- **Botón Disminuir:** Pin digital 4.
- **Botón Confirmar:** Pin digital 5.

Figura 14

Conexión de botones de control a Arduino



Nota. Elaborado por el investigador.

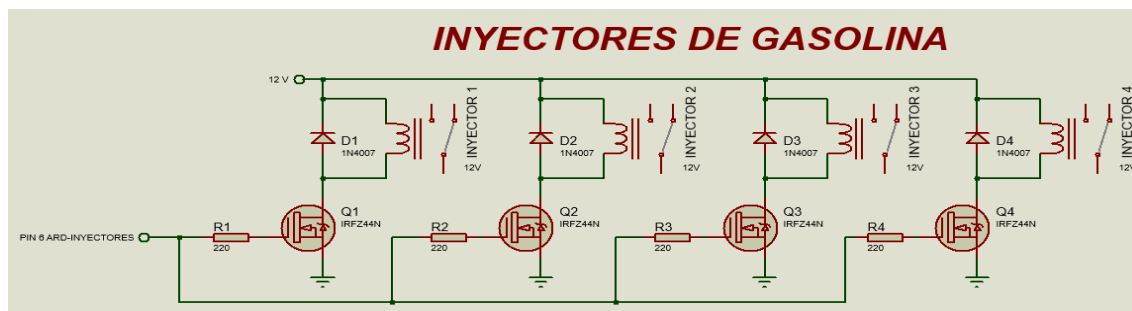
Esta configuración permite al sistema detectar el estado de los botones (presionado o no). Los botones se utilizan para interactuar con el sistema, permitiendo al usuario navegar por el menú, ajustar parámetros y confirmar selecciones.

b) Conexión del Arduino a los MOSFET:

El pin 6 digital del Arduino se conecta a la puerta (gate) de los cuatro MOSFET, cada uno controla un inyector específico. Esta conexión permite que el Arduino envíe señales de encendido y apagado, activando los MOSFET y permitiendo que la corriente fluya hacia los inyectores.

Figura 15

Conexión de Arduino a los MOSFET



Nota. Elaborado por el investigador.

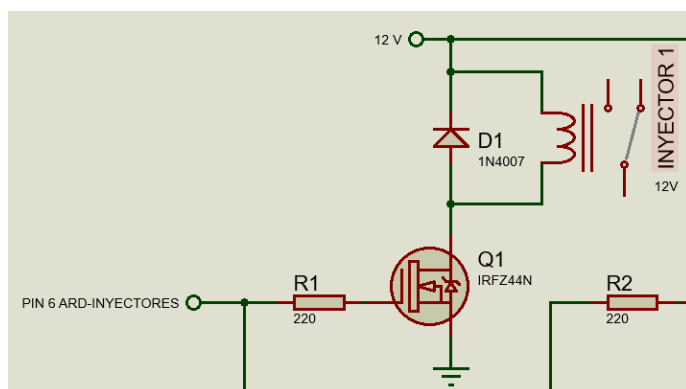
La señal enviada desde el Arduino a la compuerta de los MOSFET actúa como un generador de pulsos de alta precisión, permitiendo controlar la apertura y cierre de los inyectores en intervalos de milisegundos. Este diseño posibilita simular condiciones reales de operación, regulando la duración y frecuencia de los pulsos para distintos escenarios de prueba.

c) Conexión de MOSFET a Inyectores:

La salida de cada MOSFET se conecta a un terminal del inyector, mientras que el otro terminal se conecta a la fuente de alimentación de 12V. Este diseño asegura que la corriente necesaria para activar los inyectores sea proporcionada de forma segura y sin comprometer la capacidad del Arduino.

Figura 16

Conexión de MOSFET a inyector



Nota. Elaborado por el investigador.

d) Integración de Diodos de Protección:

Cada inyector tiene un diodo de protección en paralelo, conectado con el ánodo hacia el MOSFET y el cátodo hacia la fuente de alimentación de 12V, evitando picos de voltaje dañinos.

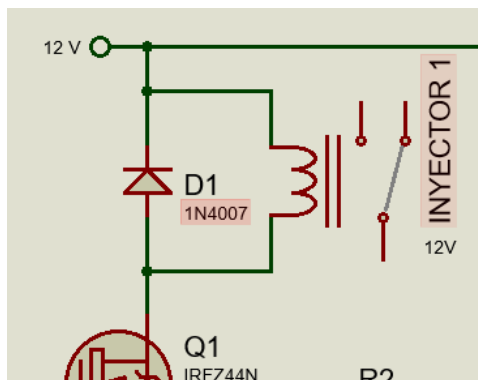
Cálculo de Corriente:

- Corriente máxima del inyector: 0.8 A.
- Margen de seguridad del diodo: 20%.
- Corriente mínima requerida del diodo: $0.8A \times 1.2 = 0.96A$.

Se seleccionó el **1N4007**, ya que cumple con este requerimiento, con capacidad para soportar hasta 1000V y 1A, adecuado para el sistema diseñado

Figura 17

Integración de diodo de protección



Nota. Elaborado por el investigador.

e) Conexión a las electroválvulas de 12V

Para controlar las electroválvulas, se utiliza un circuito de potencia con MOSFETs similares a los utilizados para los inyectores.

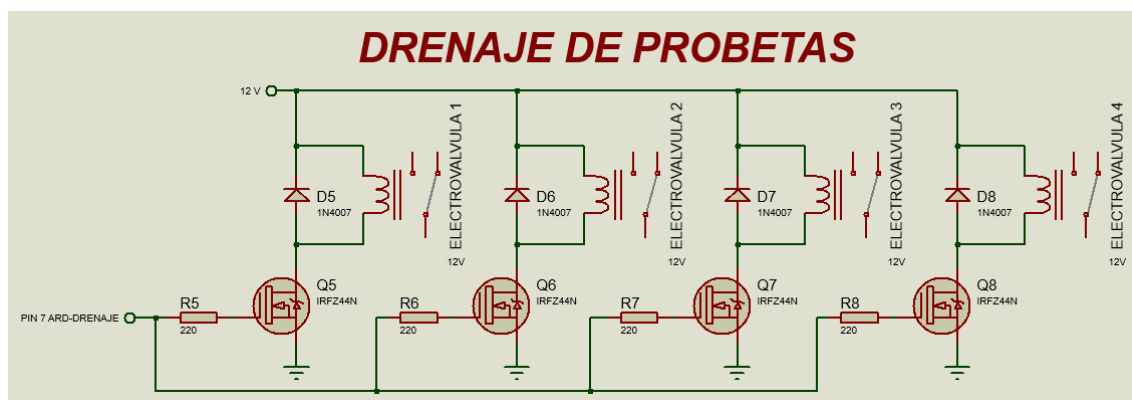
- **Cálculo de corriente:** Dado que cada electroválvula tiene un consumo de 6.5W a 12V, la corriente necesaria será:

$$I = \frac{P}{V} \quad (6)$$

$$I = \frac{6.5 \text{ W}}{12 \text{ V}} \approx 0.54 \text{ A}$$

Figura 18

Circuito de conexión de las electroválvulas de drenaje



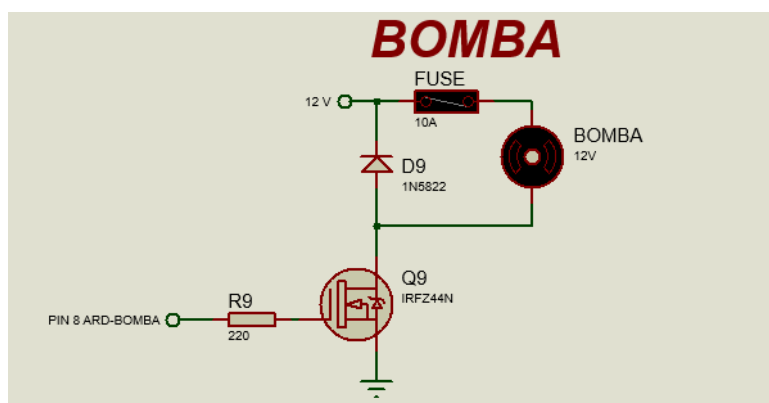
Nota. Elaborado por el investigador.

f) Conexión a la bomba de combustible

El consumo promedio de la bomba de combustible es de 5A, este dato es esencial para la selección de los componentes.

Figura 19

Circuito de conexión a la bomba de combustible

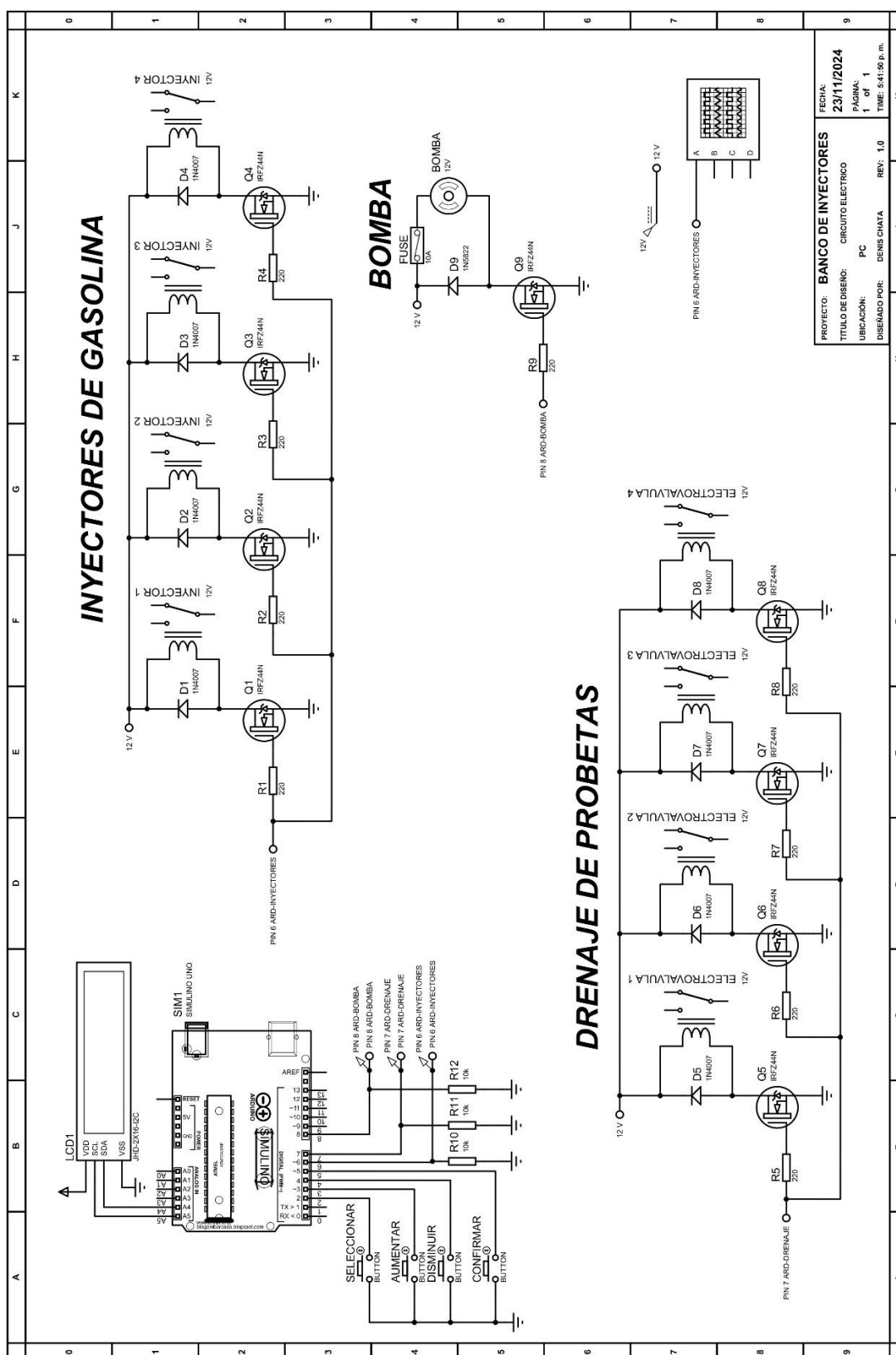


Nota. Elaborado por el investigador.

A continuación, se presenta el esquema general del circuito eléctrico de control.

Figura 20

Circuito eléctrico



Nota. Elaborado por el investigador.

Síntesis del Diseño del Circuito Eléctrico

El circuito eléctrico del banco de pruebas, basado en un sistema de control con Arduino, está diseñado para manejar las pruebas de inyectores de manera eficiente. La estructura del circuito abarca todas las etapas necesarias (alimentación, control y protección), garantizando que el sistema funcione de manera segura y cumpla con los requisitos de diagnóstico en un taller automotriz.

El diseño del banco de pruebas presentado se centra en la activación y evaluación funcional de los inyectores bajo condiciones simuladas de operación (flujo, fugas y atomización). No se contempla la medición directa de la resistencia eléctrica de la bobina interna del inyector, ya que esta puede realizarse fácilmente con un multímetro convencional de banco o de taller. De esta manera, el diseño no duplica funciones de equipos básicos ya disponibles en cualquier entorno automotriz, sino que se enfoca en pruebas dinámicas que requieren un sistema especializado.

La validación del diseño eléctrico se realizó a través de cálculos de corriente y potencia, contrastados con los valores nominales establecidos en las hojas técnicas de cada componente (fuente de alimentación, MOSFET, electroválvulas, inyectores y bomba de combustible). Esta verificación permitió garantizar que los dispositivos seleccionados operen dentro de sus rangos seguros de funcionamiento. De este modo, aunque no se llevó a cabo una validación práctica, la selección de componentes asegura la viabilidad técnica del diseño del banco de pruebas.

Presupuesto Estimado para el Banco de Prueba de Inyectores de

Gasolina

Tabla 3

Presupuesto

Categoría	Descripción	Cantidad	Costo Unitario (S/)	Subtotal (S/)
Componentes Electrónicos	Fuente de alimentación PETEL PE-120-12	1	70	70
	Resistor 220 Ohm	9	0.2	1.8
	Resistor 10 kOhm	3	0.2	0.6
	Transistor IRFZ44N	9	4	36
	Diodo 1N4007	8	0.5	4
	Diodo 1N5822	1	3	3
	Botones	4	2	8
	Fusible 10A	1	2.5	2.5
	LCD JHD-2X16-I2C	1	30	30
	Microcontrolador SIMULINO UNO	1	50	50
Subtotal Electrónicos				205.9
Cables y Conexiones	Cables de señal a inyectores	Paquete	15	15
	Cables de control electroválvulas	Paquete	15	15
	Cables para bomba de gasolina	Paquete	15	15
Subtotal Cables				45
Componentes Mecánicos	Manómetro 0-150 PSI	1	50	50
	T block	1	20	20
	Válvula limitadora de presión	1	40	40
	Filtro	1	25	25
	Bomba de gasolina	1	120	120
	Distribuidor de combustible	1	35	35
	Probeta de medida	4	10	40
	Electroválvula	4	45	180
	Tanque de combustible	1	100	100
Subtotal Mecánicos				610
Estructura y Accesorios	Carcasa metálica	1	200	200
	Tornillería y accesorios	Paquete	30	30
Subtotal Estructura				230
Mano de Obra	Trabajo de ensamblaje e integración	1	300	300
Totales Generales	Costo Total			1,390.90

Nota. Elaborado por el investigador.

Análisis de Viabilidad Económica

1. **Costo del banco de prueba propuesto:** S/ 1,390.90.
2. **Costo promedio de un banco comercial en el mercado:** Se estima entre S/ 4,500.
3. **Ahorro estimado:** Alrededor del 69% en comparación con el precio promedio del mercado.

Este presupuesto preliminar demuestra que la implementación del banco de prueba es económica y viable en comparación con adquirir un banco de prueba comercial. Este análisis refleja que el diseño propuesto no solo es técnicamente viable, sino también económicamente factible, con una significativa reducción de costos frente a opciones comerciales. Esto refuerza el potencial del banco de prueba como una alternativa accesible para talleres y centros educativos.

4.2.3. Conforme al objetivo específico 3

En esta sección se presenta los resultados del Tercer Objetivo Específico: Simular el circuito eléctrico del banco de pruebas de inyectores para realizar el proceso de afinamiento de motores. La simulación del circuito eléctrico, realizada en Proteus, fue clave para validar el diseño previo a su implementación física, garantizando su funcionalidad en proyectos basados en microcontroladores.

4.2.3.1. Configuración de la Simulación en Software Proteus

Se configuró el circuito en Proteus replicando el diseño eléctrico del banco de pruebas:

1. **Arduino Uno:** En la simulación, la placa Arduino Uno generó señales para activar los inyectores en intervalos específicos.

2. **MOSFET de Control:** Se ha simulado cada inyector, electroválvula y la bomba son controlados por un MOSFET, activado por señales del Arduino, permitiendo el flujo de corriente de 12V.

4.2.3.2. Simulación del Código de Control y Circuito Electrónico en Proteus

Se simuló el código de Arduino y el circuito de potencia en Proteus, representando los elementos físicos del sistema mediante dispositivos electrónicos controlados por MOSFET.

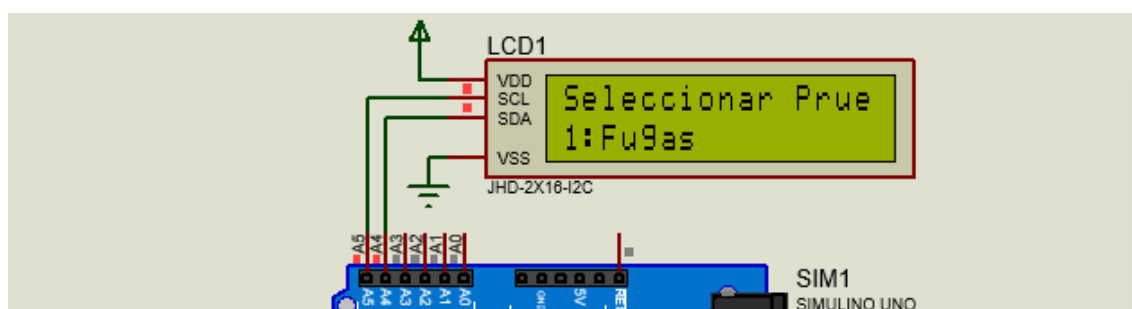
A continuación, se describen los resultados obtenidos en las simulaciones para cada prueba:

4.2.3.2.1. Prueba de Fugas

- **Propósito Evaluado:** Verificar que no haya activaciones involuntarias en los inyectores y garantizar que el sistema mantenga la presión necesaria para detectar fugas.

Figura 21

Simulación de la selección de la prueba de fugas



Nota. Elaborado por el investigador.

- **Funcionamiento Observado:**
 1. La bomba estuvo encendida 60 segundos, manteniendo presión.
 2. Los MOSFET de los inyectores permanecieron desactivados.

3. El LCD ofreció la opción de drenaje, activando el MOSFET de las electroválvulas si se seleccionaba "Sí".

- **Resultados Obtenidos:**

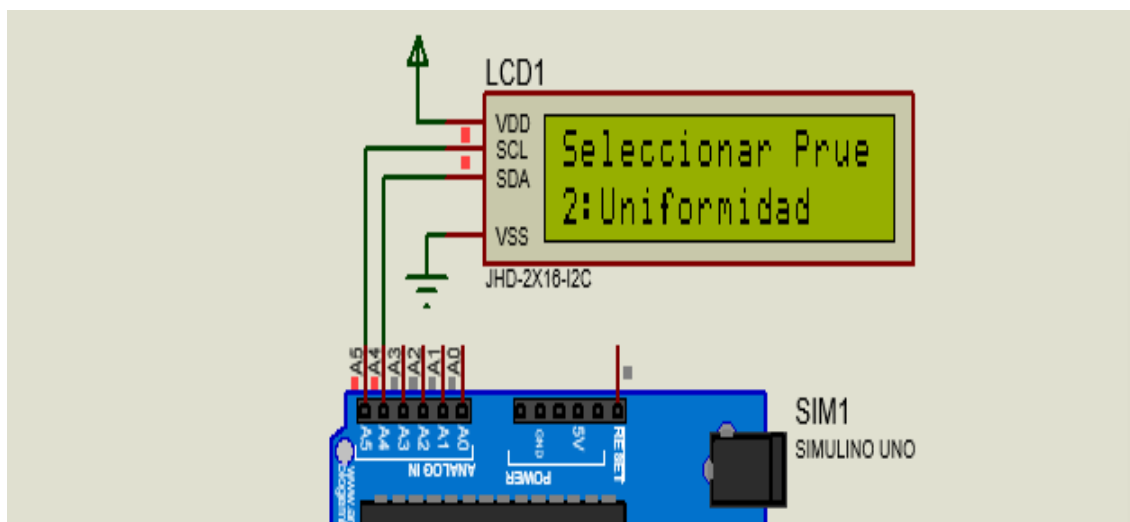
- La bomba operó de manera estable, los inyectores permanecieron inactivos, y la decisión de drenaje se ejecutó correctamente según la elección del operario.

4.2.3.2.1. Prueba de Uniformidad

- **Propósito Evaluado:** Evaluar la generación de pulsos precisos en los MOSFET que controlan los inyectores, según los parámetros configurados (frecuencia y ancho de pulso).

Figura 22

Simulación de la selección de la prueba de uniformidad/roció



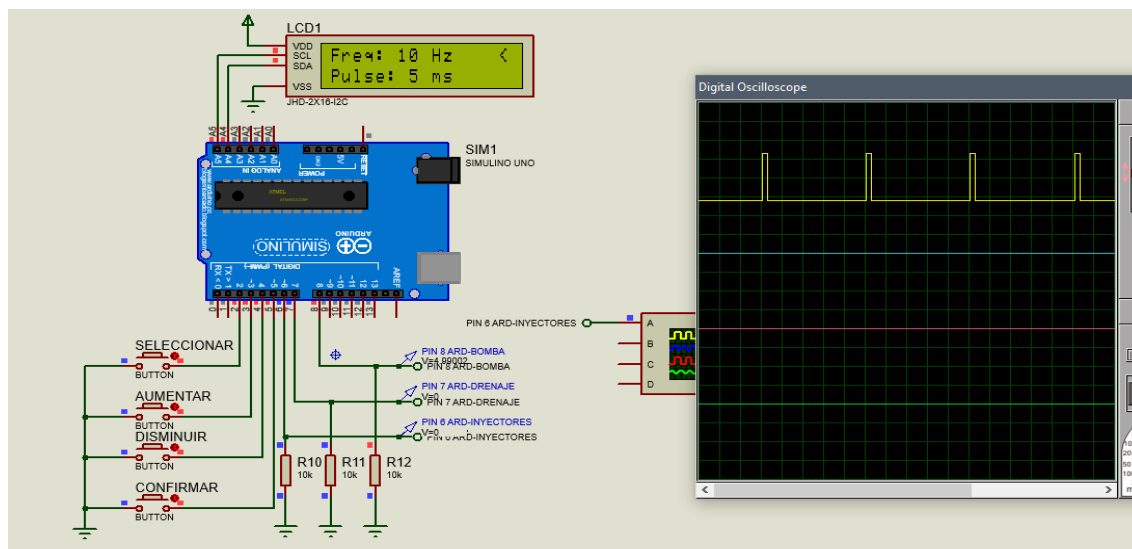
Nota. Elaborado por el investigador.

- **Funcionamiento Observado:**

1. La bomba operó 60 segundos, manteniendo un flujo constante.
2. Los MOSFET generaron pulsos a 10 Hz y 5 ms de ancho según el diseño.

Figura 23

Simulación de la generación de pulsos por defecto



Nota. Elaborado por el investigador.

3. El operario ajusta la frecuencia y ancho de pulso mediante el LCD, con cambios reflejados en tiempo real.
4. Se incluyó una espera de 30 segundos para que el operario verifique los niveles en las probetas.
5. El sistema activó automáticamente los MOSFET de las electroválvulas durante 30 segundos, drenando las probetas.

• Resultados Obtenidos:

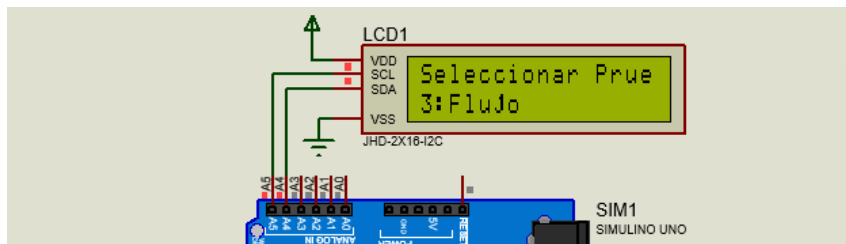
- El sistema generó pulsos regulares y precisos, permitió ajustes en tiempo real y ejecutó correctamente las etapas de espera y drenaje de manera automática al final de la prueba.

4.2.3.2.1. Prueba de Flujo

- **Propósito Evaluado:** Verificar la capacidad de los MOSFET para mantener un estado continuo de activación durante un periodo específico, simulando el flujo constante.

Figura 24

Simulación de la selección de la prueba de flujo



Nota. Elaborado por el investigador.

- **Funcionamiento Observado:**

1. La bomba y los inyectores operaron simultáneamente durante 15 segundos, simulando un flujo constante.
2. Tras este periodo, ambos se desactivaron automáticamente.
3. El sistema incluyó 30 segundos de espera para verificar niveles en las probetas.
4. Finalmente, las electroválvulas se activaron por 30 segundos para drenar las probetas.

- **Resultados Obtenidos:**

- El sistema operó de manera estable, mantuvo el flujo continuo sin interrupciones, y ejecutó correctamente las etapas de espera y drenaje de forma automática.

4.2.3.3. Consideración sobre el software de simulación

La simulación se realizó en el software Proteus (Labcenter Electronics), empleando su versión de evaluación gratuita, la cual permite realizar pruebas de microcontroladores por un periodo limitado (14 días). Si bien esta versión posee restricciones frente a la versión completa con licencia, resultó suficiente para los

finés de la investigación, al permitir verificar el funcionamiento del circuito de control y potencia del banco de pruebas en condiciones de operación simuladas.

4.2.3.4. Validación del funcionamiento del banco de pruebas

La validación del diseño se realizó mediante simulación en el software Proteus, representando el circuito de potencia y el código de control con Arduino. Esta simulación permitió comprobar la activación de los inyectores, el drenaje de las probetas y los tiempos de respuesta programados, reproduciendo escenarios de operación similares a los de un banco físico. El sistema cumplió con los objetivos propuestos para cada prueba, confirmando la funcionalidad del diseño y su viabilidad para su implementación física en un prototipo. De esta manera, la simulación constituye la evidencia de que el diseño propuesto es funcional y cumple con los objetivos planteados, aun sin haberse implementado físicamente.

4.2.4. Respecto al objetivo general

El cumplimiento de los objetivos específicos confirma que se diseñó un banco de pruebas de inyectores de gasolina, cumpliendo con los requisitos de calidad y funcionalidad para diagnósticos confiables.

4.3. Discusión de resultados

4.3.1. Respecto al Objetivo Específico 1

Los resultados obtenidos en nuestro estudio se alinean con los hallazgos de Ramos (2020), quien también determinó la importancia de definir especificaciones precisas para los inyectores en un banco de pruebas de gasolina, logrando así establecer parámetros específicos de operatividad para un banco de pruebas. Ramos destacó que estos requisitos funcionales son clave para incrementar los

servicios ofrecidos y asegurar la eficiencia del diagnóstico en talleres automotrices

Asimismo, Quimbata (2023), en su diseño de un comprobador para inyectores mecánicos, subrayó la importancia de establecer pruebas específicas para el correcto diagnóstico, como el tiempo de descarga y la forma de inyección. De forma similar, nuestro estudio consideró pruebas de fugas, uniformidad y flujo de combustible como fundamentales para garantizar un rendimiento adecuado de los inyectores en el banco de pruebas diseñado. Esto refuerza la congruencia de nuestros resultados con otros estudios, confirmando que las especificaciones funcionales definidas son prácticas y válidas para lograr un diagnóstico efectivo.

4.3.2. Respecto al Objetivo Específico 2

El diseño mecánico de nuestro banco de pruebas sigue principios similares a los propuestos por Caballero y Valle (2023), quienes implementaron un banco didáctico para un motor Chevrolet Aveo. Su estudio detalla la importancia de una estructura robusta que soporte adecuadamente el equipo, lo que también se reflejó en nuestro diseño estructural para el banco de prueba, ajustado para sostener cuatro inyectores bajo pruebas continuas.

En el diseño del circuito eléctrico, nuestro estudio coincide con los hallazgos de Gamarra et al. (2019), quienes utilizaron Arduino para controlar la presión y el tiempo de activación de los inyectores. De manera análoga, nuestro diseño emplea tecnología Arduino para generar pulsos precisos y controlar el flujo y la activación de los inyectores en pruebas de uniformidad y flujo de combustible. La similitud en el enfoque de control asegura que el diseño desarrollado es apropiado para la correcta operación del banco, cumpliendo con los objetivos planteados.



4.3.3. Respecto al Objetivo Específico 3

Para validar el diseño del circuito eléctrico, nuestro estudio utilizó la simulación en el software Proteus, logrando verificar el funcionamiento del circuito antes de su implementación física. Este método concuerda con la metodología aplicada por Chadán y Coque (2021), quienes también realizaron simulaciones electrónicas para asegurar la operatividad de un sistema electrónico de diagnóstico de inyectores. Esta similitud destaca la efectividad de utilizar simulaciones en la verificación de la funcionalidad del sistema, permitiendo así optimizar el diseño y anticipar posibles problemas antes de la implementación.

CONCLUSIONES

PRIMERA: Se definieron las especificaciones funcionales del banco de prueba de inyectores de gasolina, estableciendo los parámetros necesarios para la ejecución de las tres pruebas principales: prueba de fugas, prueba de uniformidad o rocío, y prueba de flujo de combustible. Estas especificaciones determinaron presiones de operación, tiempos de prueba, métodos de visualización y requerimientos de control electrónico, garantizando que el sistema diseñado reproduzca condiciones reales de trabajo y permita evaluar la operatividad de los inyectores de manera precisa y segura.

SEGUNDA: El desarrollo del diseño mecánico y del circuito eléctrico permitió estructurar un banco de pruebas compacto, funcional y seguro. El diseño mecánico, realizado en SolidWorks, integró todos los componentes principales (bomba, filtro, válvula reguladora, riel de inyectores, probetas y electroválvulas) en una plataforma estable de acero A36 de 2 mm de espesor, seleccionada con base en el análisis estructural. Asimismo, el diseño eléctrico incorporó un sistema de control basado en Arduino Uno, con capacidad para manejar cuatro inyectores, electroválvulas y la bomba de combustible bajo condiciones controladas. Este diseño asegura la correcta operación del banco y la posibilidad de realizar diagnósticos reproducibles.

TERCERA: La simulación del circuito eléctrico en el software Proteus permitió validar teóricamente la funcionalidad del banco de pruebas antes de su implementación física. Los resultados de la simulación confirmaron el



correcto funcionamiento del sistema en cada una de las pruebas, verificando la activación precisa de los inyectores, la estabilidad del flujo de combustible y la respuesta adecuada de las electroválvulas. Esta simulación demostró que el diseño eléctrico cumple con las condiciones de operación previstas, asegurando su viabilidad técnica.

CUARTA: El cumplimiento de los objetivos específicos permitió concretar el diseño integral de un banco de pruebas de inyectores de gasolina viable técnica y económicamente. El diseño propuesto ofrece una alternativa accesible para talleres automotrices, con un costo estimado de S/ 1,390.90, lo que representa un ahorro aproximado del 69 % respecto a equipos comerciales. En conjunto, los resultados obtenidos demuestran que el banco de pruebas diseñado cumple con los requerimientos técnicos, funcionales y económicos para mejorar el servicio de afinamiento de motores.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Investigar la posibilidad de adaptar el banco de pruebas para inyectores diésel, considerando sus distintas condiciones de operación y la alta demanda en el sector transporte. Esta línea de investigación permitiría ampliar el alcance del prototipo y responder a un mercado más amplio.

SEGUNDA: Explorar la implementación de pantallas táctiles a color para un control más intuitivo, profesional y adaptable a futuros sistemas, mejorando la interacción usuario-equipo y facilitando la configuración de parámetros de prueba.

TERCERA: Considerar la integración del banco con software de monitoreo en PC, que permita almacenar y analizar datos de diagnóstico. En esta misma línea, se recomienda evaluar la incorporación de un módulo para medir la resistencia eléctrica de los inyectores, a fin de complementar el diagnóstico funcional con parámetros eléctricos básicos.

CUARTA: Promover el uso del banco de pruebas como herramienta de formación en institutos y universidades. Su aplicación en entornos académicos fortalecería el aprendizaje práctico de los sistemas de inyección, permitiendo a los estudiantes combinar teoría y práctica en un mismo equipo.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caballero, C. A., y Valle, A. S. (2023). Implementación y montaje de un banco de pruebas de inyección electrónica para el taller de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH mediante la utilización de un motor Chevrolet Aveo de combustión interna a gasolina. [bachelorThesis]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Caro, A. F., Piza, A. F., y Montaña, H. (2019). Banco de pruebas con control inalámbrico para inyectores de gasolina. <http://hdl.handle.net/11349/22448>
- Carrasco, S. (2008). Metodología de la Investigación Científica (2da ed.). Editorial San Marcos.
- Chadán, E. C., y Coque, J. E. (2021). Repotenciación del banco de pruebas de inyección indirecta del laboratorio de Autotrónica mediante un sistema electrónico para el diagnóstico y lavado de inyectores del sistema de inyección directa (GDI). <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/16012>
- Gamarra, G. S., Gonzales, M. Á., y Hurtado, L. E. (2019). Probador de Inyectores Ard 4.0. SENATI. <https://es.scribd.com/document/379514564/Probador-de-Inyectores-Ard-4-0>
- Hernández, R., y Mendoza, C. P. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Interamericana.
- Murga, J. L. (2022). Implementación de un sistema de inyección electrónica de combustible a un motor Briggs and Stratton XR 550 para competencia Shell Eco-Marathon. Repositorio Institucional UTEC. <http://repositorio.utec.edu>



pe/handle/20.500.12815/310

Ñaupas, H., Valdivia, R., Vilela, J. J. P., y Delgado, H. E. R. (2019). Metodología de la Investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. Ediciones de la U. <https://books.google.com.pe/books?id=KzSjDwAAQBAJ&lpg=PA234&hl=es&pg=PA1#v=onepage&q&f=false>

Quimbata, E. P. (2023). Diseño y construcción de un banco de comprobación de inyectores mecánicos para el taller de maquinaria pesada. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/21486>

Ramos, V. A. (2020). Diseño de banco de pruebas de inyectores de gasolina para determinar sus parámetros de operatividad en la empresa Interamericana Norte SAC. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49147>

Ruales, O. G., Caiza, L., y Fraga, J. (2022). Utilidad de un banco de pruebas de inyectores a gasolina. Polo del Conocimiento, 7(9), Article 9. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i9.4650>

Tawil, Y. (2016). Understanding Arduino UNO Hardware Design. All About Cicuits. <https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/understanding-arduino-uno-hardware-design>

Villavicencio, P. D. (2022). Diseño y construcción de un banco electrónico de pruebas y limpieza de inyectores a gasolina [bachelorThesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2300>



APÉNDICES



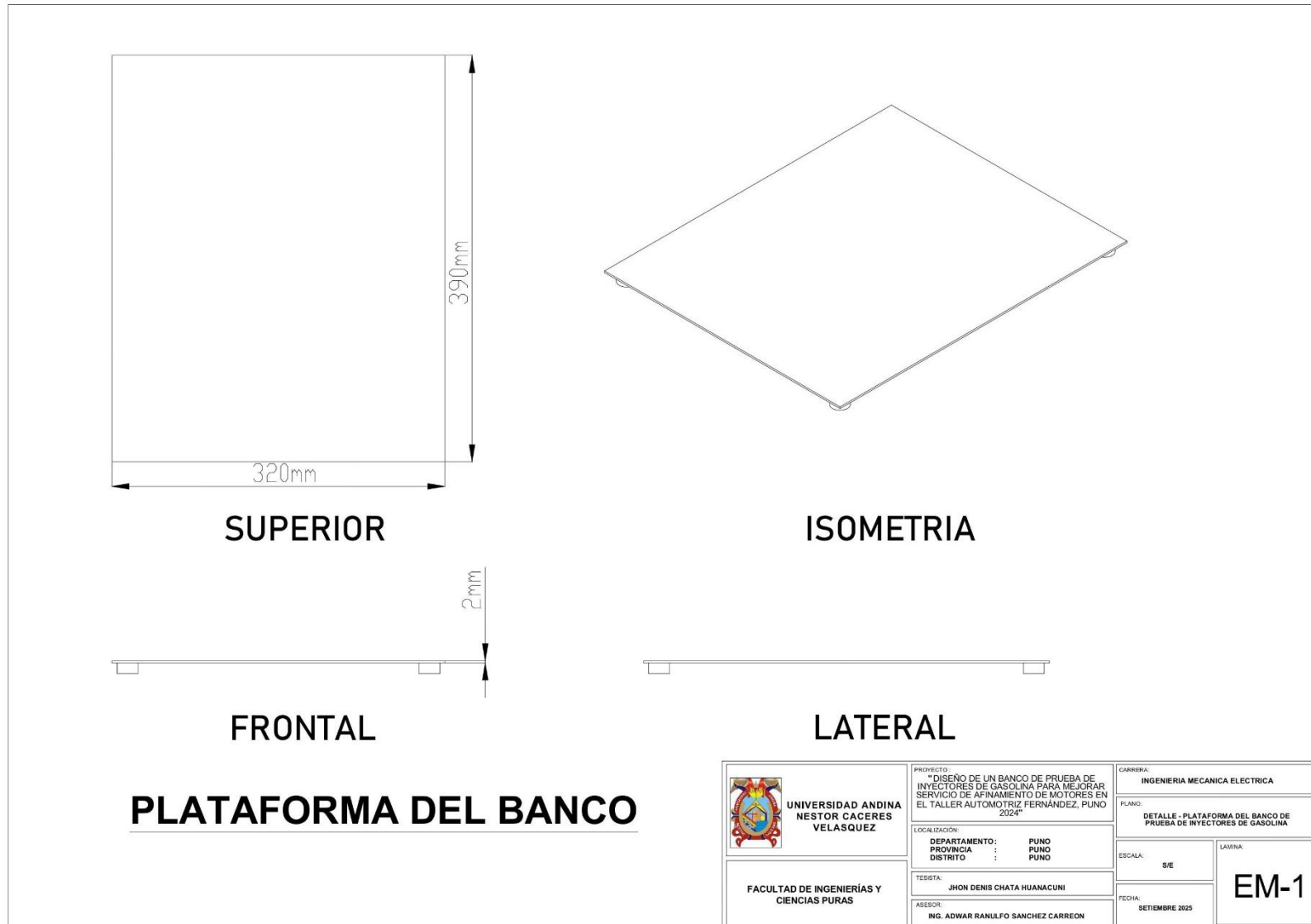
Apéndice 1: Matriz de Consistencia

Título: DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE INYECTORES DE GASOLINA PARA MEJORAR SERVICIO DE AFINAMIENTO DE MOTORES EN EL TALLER AUTOMOTRIZ FERNÁNDEZ, PUNO 2024

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE	METODOLOGÍA
¿Cómo se puede diseñar un banco de prueba de inyectores de gasolina para mejorar el servicio de afinamiento de motores en el taller automotriz Fernández, Puno 2024?	Diseñar un banco de pruebas de inyectores de gasolina para mejorar servicio de afinamiento de motores en el taller automotriz Fernández, Puno 2024.	El diseño de un banco de prueba de inyectores de gasolina permitirá mejorar el proceso de afinamiento de motores en el taller automotriz Fernández, Puno 2024.	Variable independiente: Diseño de un Banco de Prueba de Inyectores de Gasolina	Enfoque: Cuantitativo Nivel: Descriptivo Técnica: Análisis documental Instrumento: Ficha de revisión documental
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS		
PE1.- ¿Cuáles son las especificaciones funcionales necesarias para el banco de prueba de inyectores de gasolina?	OE1.- Definir las especificaciones funcionales del banco de prueba de inyectores de gasolina.	HE1.- Definir las especificaciones funcionales del banco de prueba permitirá desarrollar un diseño adecuado para los inyectores de gasolina.	Variable dependiente: Servicio de Afinamiento de Motores	Población y muestra: La población está conformada por los inyectores de gasolina en sistemas de inyección electrónica, enfocándose en sus parámetros de operación, tales como el tiempo de apertura, presión de combustible y caudal
PE2.- ¿Cómo se debe desarrollar el diseño mecánico y el circuito eléctrico del banco de prueba para permitir la instalación y operación de los inyectores bajo condiciones de prueba?	OE2.- Desarrollar el diseño mecánico y circuito eléctrico del banco de prueba, que permitan la instalación y operación de los inyectores bajo condiciones de prueba.	HE2.- Desarrollar el diseño mecánico y eléctrico del banco de prueba permitirá la correcta instalación y operación de los inyectores bajo condiciones de prueba.		
PE3.- ¿Cómo se puede realizar la simulación del circuito eléctrico del banco de prueba de inyectores para verificar su funcionamiento?	OE3.- Realizar la simulación del circuito eléctrico del banco de prueba de inyectores para realizar el proceso de afinamiento de motores.	HE3.- La simulación del circuito eléctrico del banco de prueba permitirá verificar el funcionamiento teórico del sistema diseñado para realizar el proceso de afinamiento de motores.		

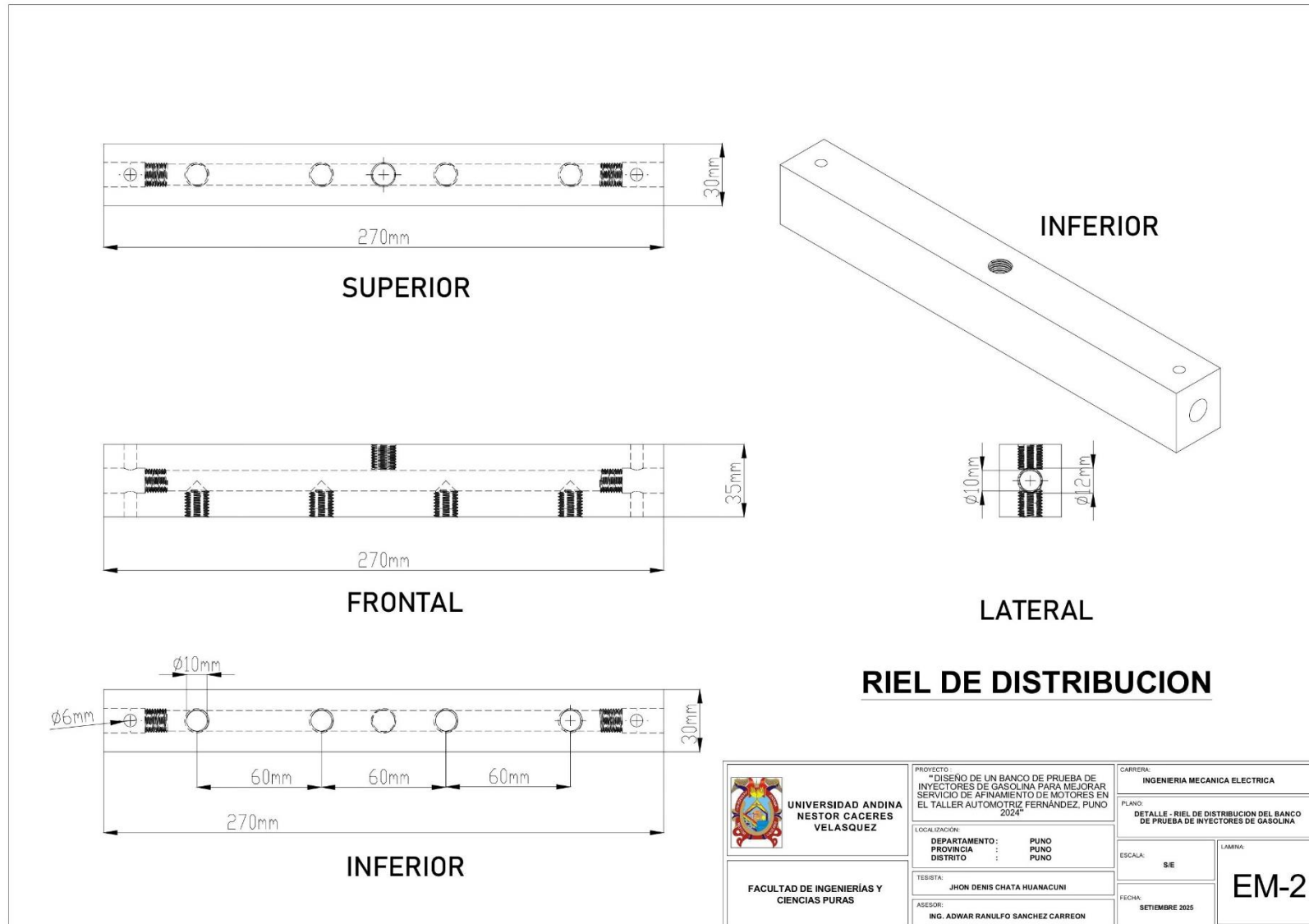


Apéndice 2: Plano de la plataforma del banco de prueba de inyectores



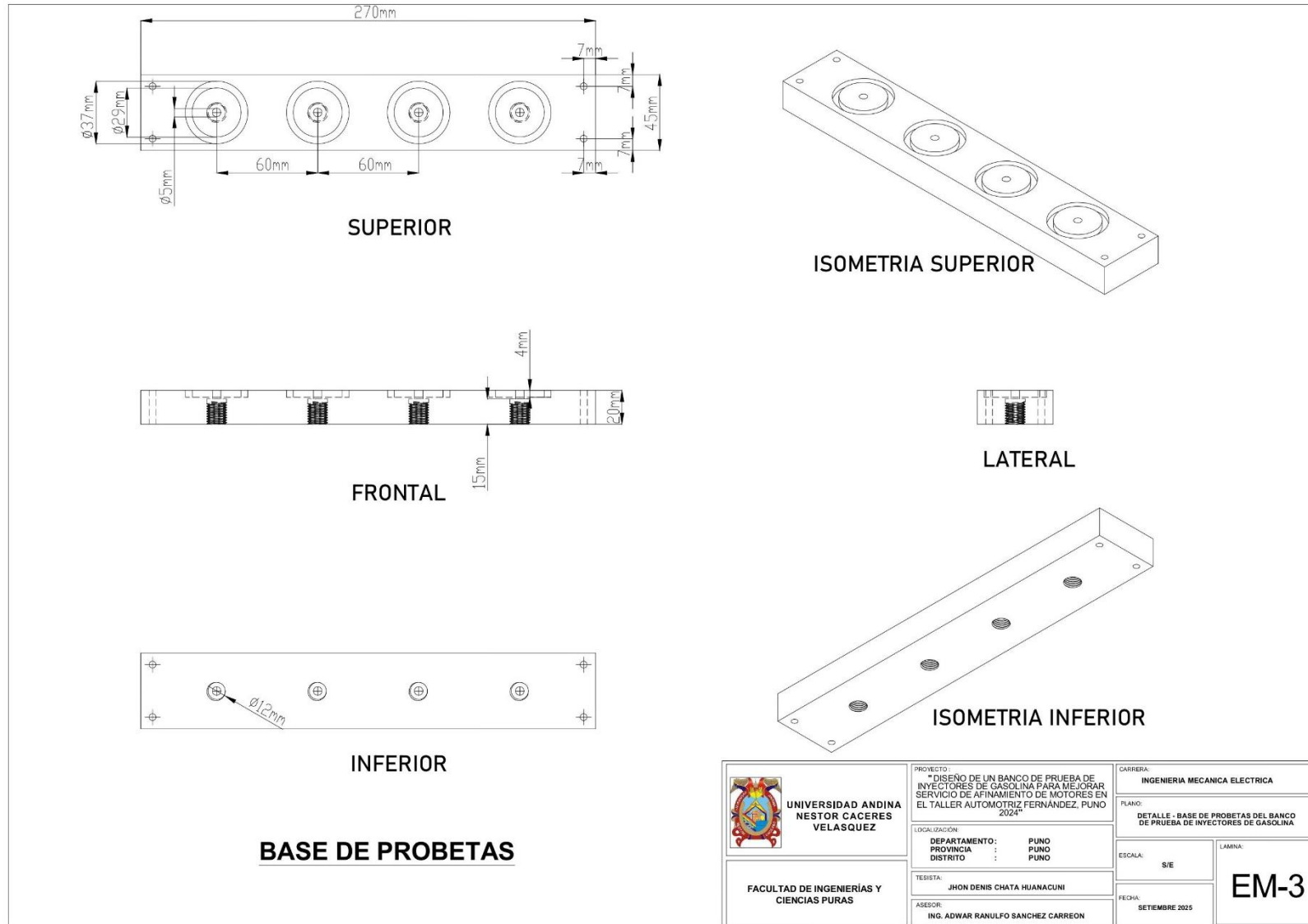


Apéndice 3: Plano de riel de distribución



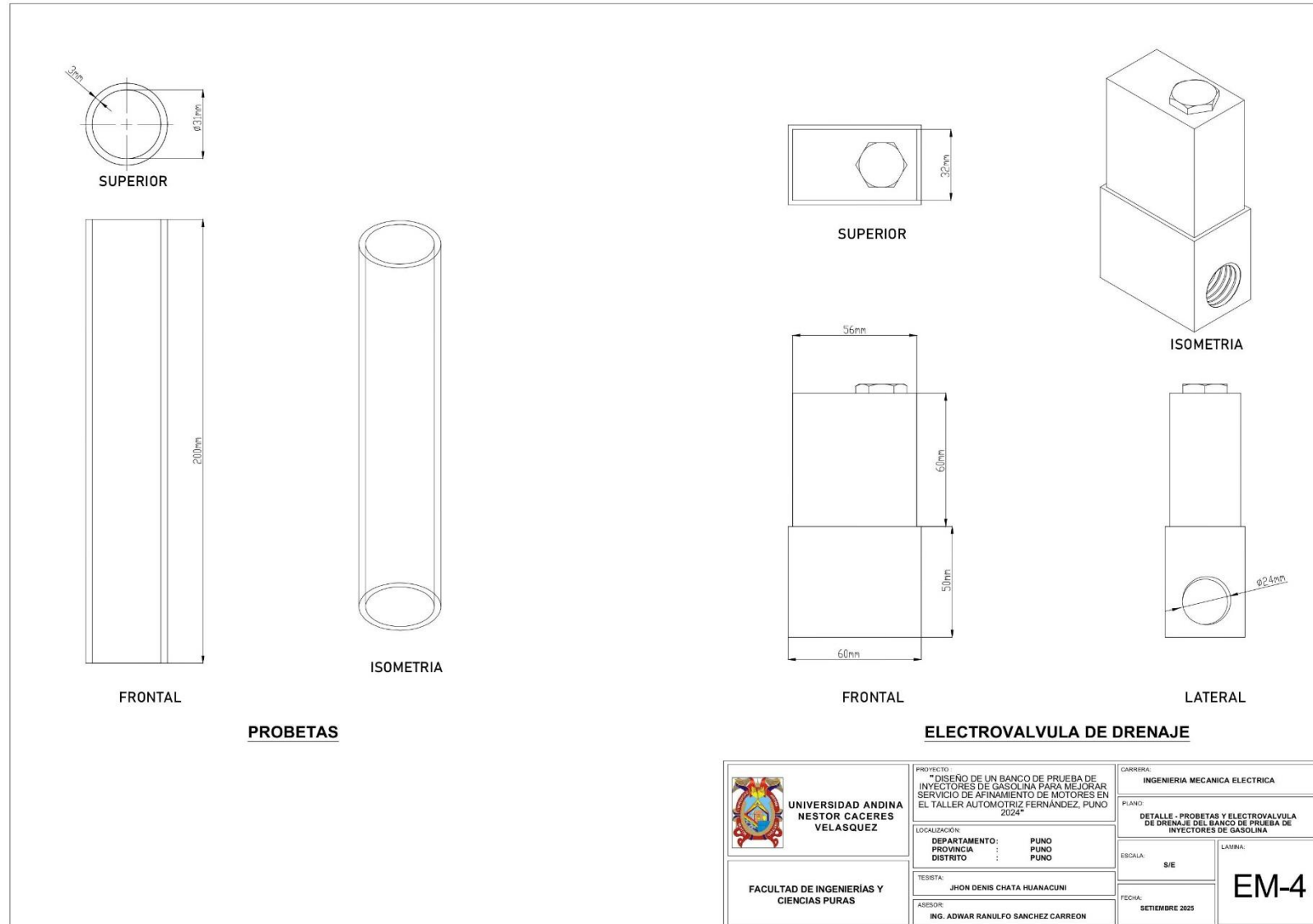


Apéndice 4: Plano de base de probetas



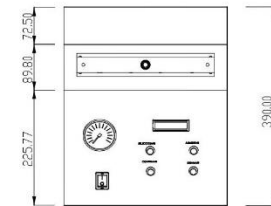


Apéndice 5: Plano de probetas y electroválvulas de drenaje

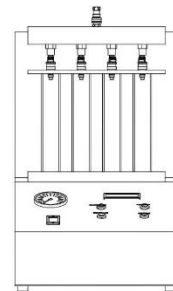




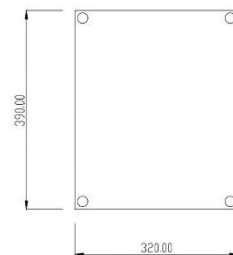
Apéndice 6: Plano de banco de prueba de inyectores ensamblado



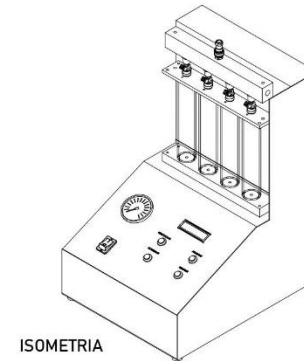
SUPERIOR



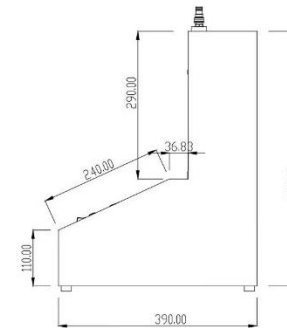
FRONTAL



INFERIOR



ISOMETRIA



LATERAL

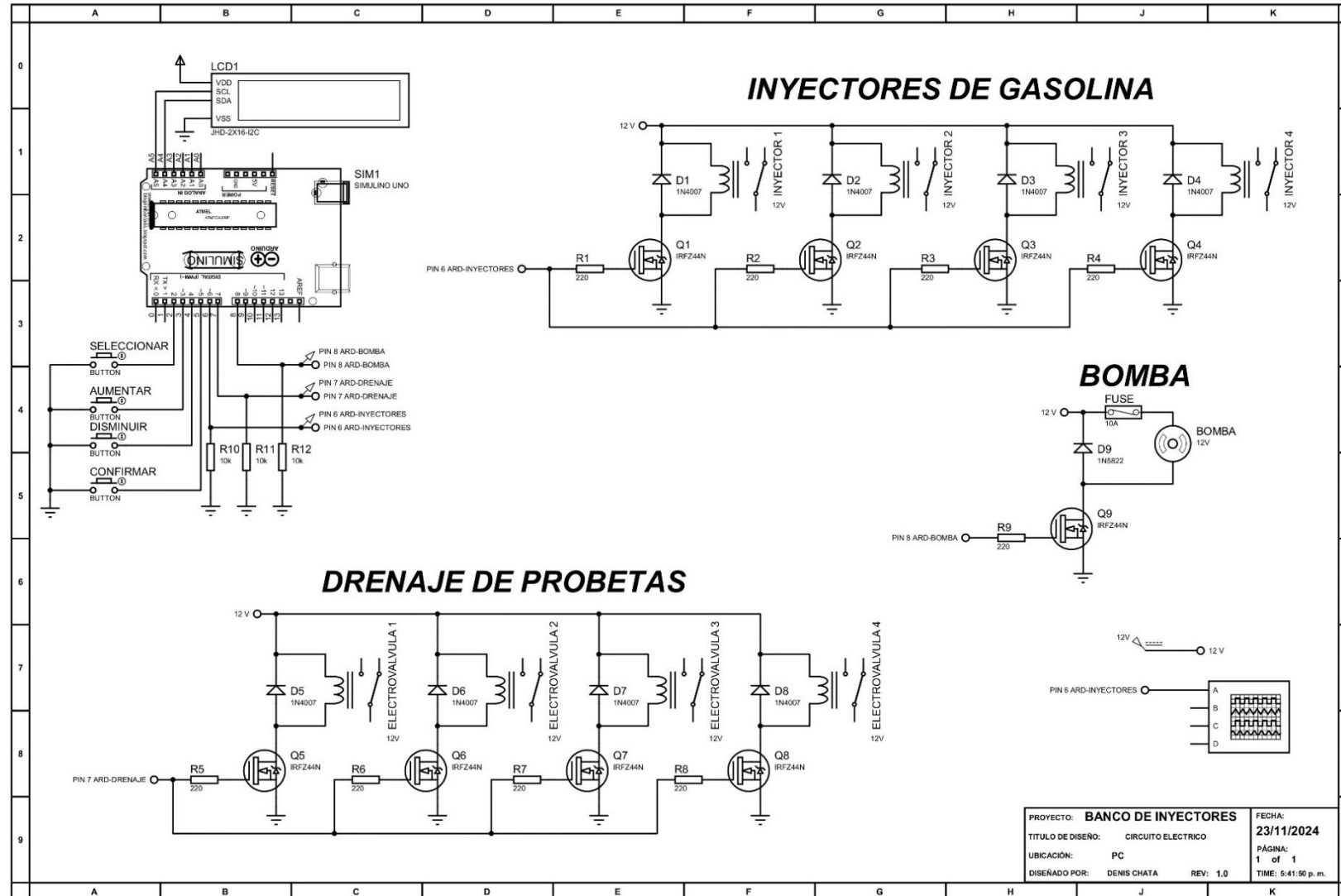
BANCO DE INYECTORES

	PROYECTO: "DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE INYECTORES DE GASOLINA PARA MEJORAR SERVICIO DE AFINAMIENTO DE MOTORES EN EL TALLER AUTOMOTRIZ FERNÁNDEZ, PUNO 2024"	CARRERA: INGENIERIA MECANICA ELECTRICA
	LOCALIZACIÓN: DEPARTAMENTO: PUNO PROVINCIA: PUNO DISTRITO: PUNO	PLANO: BANCO DE PRUEBA DE INYECTORES DE GASOLINA
	TESISTA: JHON DENIS CHATA HUACACUNI	ESCALA: S/E
	ASESOR: ING. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON	FECHA: SEPTIEMBRE 2025

EM-5



Apéndice 7: Plano de circuito de control





ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital ☒

Fecha de entrega: /11/2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: JHON DENIS CHATA HUANACUNI

Dirección: Comunidad Jila Purina – Tirapata – Azángaro - Puno

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 71637340

Teléfono: 933737799 email: denisito.tmr12@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

Asesor: Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

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

Título: DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE INYECTORES DE GASOLINA PARA MEJORAR
SERVICIO DE AFINAMIENTO DE MOTORES EN EL TALLER AUTOMOTRIZ FERNÁNDEZ, PUNO
2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): Inyector de gasolina, banco de pruebas, diagnostico automotriz,
afinamiento de motores.

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

2

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

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



2. Referencia de tesis:

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

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- ☐ Sí autorizo
- ☒ No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

☐

Internacional

☒

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA – P18

Firma de Autor



huella digital

28

- NOVIEMBRE - 2025

Fecha