

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
EXTENSIÓN LATACUNGA**



CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA
INYECTORES GASOLINA PROGRAMADO Y ACTIVADO VÍA WI – FI”**

Tesis presentada como requisito previo a la obtención del grado de

INGENIERO AUTOMOTRIZ

**PABLO ANDRÉS CABRERA MONTENEGRO
ESTEBAN DAVID NATO PILATUÑA**

Latacunga – Ecuador

Diciembre 2012

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo: Pablo Andrés Cabrera Montenegro, y

Yo: Esteban David Nato Pilatuña.

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado titulado “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA INYECTORES GASOLINA PROGRAMADO Y ACTIVADO VÍA WI – FI**”, fue desarrollado con la debida investigación científica, sabiendo respetar todos los derechos intelectuales de terceros.

Por lo que se puede afirmar que este trabajo es de nuestra exclusiva autoría.

En honestidad de esta declaración, nos responsabilizamos de lo comprendido, la veracidad y el alcance científico que tiene este proyecto de grado realizado.

Latacunga, Diciembre del 2012.

Pablo Andrés Cabrera
Montenegro.

CI: 1002421244

Esteban David Nato
Pilatuña.

CI: 1721404018

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ
CERTIFICADO

Ing. Germán Erazo (DIRECTOR)

Ing. Juan Carlos Rocha (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo denominado “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA INYECTORES GASOLINA PROGRAMADO Y ACTIVADO VÍA WI – FI**”, ha sido guiado, revisado periódicamente; y cumpliendo con normas y estatutos establecidos, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Siendo este un proyecto de excelente calidad y contenido científico que servirá para la enseñanza/aprendizaje, a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional por lo que si recomendamos su publicación.

Latacunga, Diciembre del 2012.

Ing. Germán Erazo.

DIRECTOR

Ing. Juan Carlos Rocha.

CODIRECTOR

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ
AUTORIZACIÓN

Yo: Pablo Andrés Cabrera Montenegro, y

Yo: Esteban David Nato Pilatuña.

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército para que publique en la biblioteca virtual de la institución el trabajo denominado “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA INYECTORES GASOLINA PROGRAMADO Y ACTIVADO VÍA WI – FI**”, en el que se encuentra contenido, ideas y criterios que hemos desarrollado bajo nuestra exclusiva autoría.

Latacunga, Diciembre del 2012.

Pablo Andrés Cabrera
Montenegro.
CI: 1002421244

Esteban David Nato
Pilatuña.
CI: 1721404018

DEDICATORIA

Dedico este proyecto con la bendición de Dios a la razón única por la que he luchado tanto, para poder culminarlo que es mi familia. A mi madre Ligia Montenegro quien con su preocupación, amor, sutileza y empuje forjó a un profesional como ella había soñado que fuera, sin importar a costa de nada que le impida en cumplir mi sueño de darme una educación de calidad y excelencia, a mi padre Marco Cabrera quien con su fuerza de carácter, perseverancia y ejemplo de vida fue el pilar fundamental que me supo guiar por el camino del bien, inculcándome a poner en práctica el significado del respeto, honradez y responsabilidad, a mi hermano Marco quien puso siempre toda la confianza y orgullo sobre mis manos, y me dio fuerzas en los momentos más difíciles de mi vida marcando un espacio importante para poder levantarme de mis desaciertos y brindarme fortaleza para triunfar en la vida.

Ustedes son el motivo de mi superación.

Pablo Cabrera M.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres José Nato y Gladys Pilatuña, a su esfuerzo diario, a su infinito amor, ya que nunca me ha faltado un pan en la meza ni un esfero o cuaderno para mis estudios.

A mi familia por completo que colaboró de muchas maneras para seguir con mi sueño. Sin su colaboración no hubiese sido posible alcanzar todas mis metas propuestas.

A mis amigos y conocidos por sus palabras de aliento en situaciones difíciles y en las ocasiones que sentía inútil sacrificar tanto tiempo y recursos.

Este esfuerzo es para ustedes, para nuestro bienestar, para nuestra superación. Anhele, seamos siempre la familia unida que somos.

“Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes. Porque Jehová tu Dios estará contigo en dondequiera que vayas” Josué 1:9

Esteban Nato P.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Dios quien con su manto sagrado me ha llenado de bendiciones para poder hacer frente a todos los obstáculos que se han presentado en el transcurso de la vida y darme sabiduría para saber sobrellevarlos, al milagroso Divino Niño Jesús quien ha marcado tanto en mi vida y he depositado toda mi fe, en especial durante el tiempo de estudios de mi carrera sabiendo cumplir con el milagro de ayudarme a acabar con éxito y lograr ser un profesional de excelencia y alta calidad moral.

A mis maestros por impartir con mucho profesionalismo y experiencia sus sabios conocimientos durante la formación de mi aprendizaje, por brindarme su amistad y motivación en la práctica de valores como son la humildad, respeto y responsabilidad, a mis compañeros y amigos quienes supieron expresar que el valor de una amistad sincera persistirá toda la vida llevándonos los más gratos momentos en el corazón que cursamos por una carrera que implica de bastante sacrificio, perseverancia y espíritu de cuerpo para poder alcanzarla

Con humildad e infinito agradecimiento gracias por haber formado parte de mi aprendizaje.

Pablo Cabrera M.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida, la salud, la sabiduría y el entendimiento que me ha dado para poder superar todas las dificultades que se me han presentado en mi vida universitaria.

A mi familia por estar siempre presente en los buenos y malos momentos, con su tiempo y paciencia que me supieron prestar pude afrontar todas las dificultades que se me presentaron en transcurso de los cinco años que pasé fuera de mi hogar.

A todas la personas que en mi entorno, al conocerlas he madurado y crecido profesionalmente. De igual manera a mis compañeros de estudio y trabajo por su comprensión para poder alcanzar mi sueño.

De corazón gracias por su apoyo en mi formación profesional.

Esteban Nato P.

RESUMEN

El trabajo de investigación expone el proceso de diseño y construcción de un comprobador de inyectores gasolina activado y controlado vía Wi-Fi, el cual la versatilidad de su diseño permite activar y controlar el funcionamiento de los inyectores gasolina en tiempo real sometidos a condiciones similares a las que están en el vehículo.

Su control y monitoreo se desarrolla por medio de una interfaz de potencia electrónica de alto rendimiento la cual puede realizar el funcionamiento de cualquier tipo de marca de inyector gasolina en sus principales pruebas como son: pulverización, caudal de llenado por probeta y la estanqueidad del inyector, complementando el monitoreo de conexión o desconexión del inyector (feedback), desplegando en un menú gráfico la activación y control del comprobador de inyectores al usuario por medio de dos interfaces gráficas.

Así se genera su propósito de realizar un diagnóstico efectivo de los inyectores gasolina y una manera didáctica de enfocar los distintos tipos de inyección como son: inyección simultánea, inyección semisecuencial, inyección secuencial, siendo una herramienta de gran versatilidad para la implementación en los talleres de servicio, concesionarios, escuelas de capacitación automotriz y aprovechar tecnología Wi-Fi para su comunicación, monitoreo de los voltajes reversos que son generados por los inyectores para dar su seguimiento de funcionamiento feedback.

ABSTRACT

This investigation exposes the process of design and construction of an activated and controlled gasoline injectors Checker by Wi-Fi, which its design versatility allows us to activate and control the operation of injectors gasoline in real time subject to conditions similar to those that are at the vehicle.

Its control and monitoring is developed through an interface of electronic high performance power which can perform the operation of any type of brand of gasoline injector in their main tests such as: spray flow filling by test tube and the sealing of the injector, complementing the monitoring of connection or disconnection of the injector (feedback), unfolding in a graphic menu activation and control of injector tester to the user by means of two graphical interfaces.

So their intention to make an effective diagnosis of injectors gasoline and didactic way approach to different types of injection is generated such as: simultaneous injection, semisequential injection, sequential injection, being a tool of great versatility for deployment in service workshops, dealers, schools automotive training and take advantage of Wi-Fi technology for its communication, monitoring of reverse voltages that are generated by nozzles for its follow-up of performance feedback.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	ii
CERTIFICADO	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xviii
ÍNDICE DE TABLAS	xxii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xxiv
PRESENTACIÓN	xxv
CAPÍTULO 1	- 1 -
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	- 1 -
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	- 1 -
1.2. OBJETIVO GENERAL	- 2 -
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	- 2 -
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	- 3 -
CAPÍTULO 2	- 2 -
MARCO TEÓRICO	- 2 -
2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	- 2 -
2.2. CARGAS E INTERFACES DE POTENCIA.....	- 2 -
2.3. CARGAS INDUCTIVAS	- 2 -
2.4. TIPOS DE INTERFACES.....	- 6 -
2.5. TRANSISTORES	- 7 -

2.6.	RELÉS	- 9 -
2.7.	CONMUTADOR DE POTENCIA.....	- 10 -
2.8.	OPTOACOPLADORES.....	- 10 -
2.9.	ELEMENTOS ELECTRÓNICOS DE PROTECCIÓN	- 11 -
2.9.1.	FUSIBLES.....	- 11 -
2.9.2.	VARISTORES.....	- 11 -
2.9.3.	DIODOS ZENER Y AVALANCHA.....	- 12 -
2.10.	CONSIDERACIONES EN EL MANEJO DE CARGAS INDUCTIVAS-	13 -
2.10.1.	CIRCUITOS ELECTRÓNICOS DE PROTECCIÓN CON CARGAS INDUCTIVAS	- 14 -
2.11.	REDES DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICAS.....	- 14 -
2.11.1.	TIPOS DE ESTÁNDAR IEEE 802.11	- 16 -
2.11.2.	RANGO Y FLUJO DE DATOS	- 17 -
2.11.3.	SEGURIDAD EN LAS REDES INALÁMBRICAS	- 17 -
2.11.4.	TRANSCEPTOR IEEE 802.11B (WIFLY)	- 18 -
2.12.	SISTEMAS SCADA.....	- 20 -
2.12.1.	SOFTWARE LABVIEW	- 20 -
2.12.2.	SISTEMAS EMBEBIDOS.....	- 22 -
2.13.	MICROCONTROLADOR MICROCHIP PIC18F452.....	- 23 -
2.14.	PANTALLA GLCD T6963.....	- 25 -
2.15.	CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN	- 27 -
2.15.1.	SEGÚN EL LUGAR DONDE INYECTAN.....	- 27 -
2.15.2.	SEGÚN EL NÚMERO DE INYECTORES.....	- 28 -
a.	Inyección Monopunto	- 28 -
b.	Sistema de inyección monopunto MULTEC de Opel.	- 29 -
c.	Inyección multipunto.	- 31 -
d.	Sistema de inyección multipunto MPFI	- 31 -
2.15.3.	INYECCIÓN INTERMITENTE.....	- 33 -
a.	Secuencial.....	- 33 -
b.	Semisecuencial	- 33 -
c.	Simultánea.	- 33 -
2.16.	INYECTORES AUTOMOTRICES	- 33 -
2.16.1.	TIPOS DE INYECTOR.....	- 34 -
a.	Inyector electrónico	- 34 -

b.	Inyector con válvula de aguja.....	- 35 -
c.	Inyector tipo bola.....	- 36 -
d.	Inyector de disco.....	- 37 -
2.17.	MEDICIÓN DEL TIEMPO DE INYECCIÓN.....	- 38 -
2.17.1.	CARACTERÍSTICA TIEMPO/CAUDAL DEL INYECTOR.	- 40 -
a.	Gain (Ganancia).....	- 40 -
b.	Offset (Igualar).....	- 40 -
c.	Leak (Pérdida).....	- 40 -
2.18.	CICLO DE TRABAJO.....	- 41 -
2.19.	BANCO DE INYECTORES COMERCIALES.....	- 42 -
2.19.1.	BANCO DE LIMPIEZA DE INYECTORES “ALFATEST- MODELO MULTIJET V8”.	- 42 -
a.	Pruebas de caudal y flujo.....	- 43 -
b.	Prueba de estanqueidad.....	- 43 -
c.	Prueba de pulverización.....	- 43 -
d.	Prueba de motor de paso.....	- 43 -
e.	Limpieza por ultrasonido y chorro directo.....	- 43 -
f.	Características técnicas.....	- 44 -
2.19.2.	BANCO DE LIMPIEZA DE INYECTORES “ LAUNCH”.....	- 44 -
a.	Funciones de la máquina LAUNCH.....	- 44 -
g.	Características técnicas.....	- 45 -
b.	Componentes de la máquina.....	- 46 -
2.20.	MANTENIMIENTO DE INYECTORES.....	- 46 -
2.20.1.	MANTENIMIENTO DE INYECTORES VÍA CÁNISTER.....	- 46 -
2.20.2.	MANTENIMIENTO DE INYECTORES VÍA ULTRASONIDO.....	- 48 -

_Toc343200547

CAPÍTULO 3 - 51 -

PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS - 51 -

3.1.	HIPÓTESIS.....	- 51 -
3.1.1.	HIPÓTESIS GENERAL.....	- 51 -
3.1.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	- 51 -
3.2.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	- 52 -
3.3.3.	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	- 52 -

CAPÍTULO 4	- 57 -
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	- 57 -
4.1. TIPO DE LA INVESTIGACIÓN	- 57 -
4.2. PRUEBA PILOTO.	- 55 -
4.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.	- 56 -
4.3.1. DISEÑO DE ENCUESTAS PARA GENERACIÓN DE INFORMACIÓN.....	- 57 -
4.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	- 59 -
4.5. MUESTRA.	- 59 -
4.6. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS.	- 59 -
4.7. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS.....	- 62 -
4.8. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS..	- 62 -
CAPÍTULO 5	- 72 -
“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA INYECTORES GASOLINA PROGRAMADO Y ACTIVADO VÍA WI – FI”	- 72 -
5.1. ESQUEMA DE LA PROPUESTA.....	- 72 -
5.1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA	- 72 -
5.1.2. REQUISITOS DEL SISTEMA	- 69 -
5.1.3. REQUISITOS EN BASE AL AMBIENTE DE TRABAJO	- 69 -
5.1.4. REQUISITOS EN BASE A ESPECIFICACIONES DE POTENCIA	- 69 -
5.1.5. REQUISITOS EN BASE AL DESEMPEÑO SOLICITADO.....	- 70 -
5.2. APROXIMACIÓN DE LA PROPUESTA.....	- 70 -
5.2.1. APROXIMACIÓN EN BLOQUES.....	- 70 -
5.2.2. SUBSISTEMA DE CONTROL Y VISUALIZACIÓN	- 72 -
5.2.3. SUBSISTEMA DE ASISTENCIA REMOTA.....	- 73 -
5.2.4. SUBSISTEMA DE RESPUESTA	- 73 -
5.2.5. SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN	- 74 -
5.3. CARACTERIZACIÓN DEL HARDWARE	- 74 -
5.3.1. SUBSISTEMA DE CONTROL Y VISUALIZACIÓN	- 74 -
a. Microcontrolador principal	- 74 -

b.	Detector de pulsos	- 76 -
c.	Sensor de bajo nivel de líquido	- 78 -
d.	Interfaz lógica optoacoplada	- 79 -
e.	Módulo de visualización local.....	- 80 -
5.3.2.	SUBSISTEMA DE ASISTENCIA REMOTA.....	- 82 -
a.	Transceptor IEEE 802.11B	- 82 -
b.	Configuración del módulo de comunicación inalámbrica	- 83 -
5.3.3.	SUBSISTEMA DE RESPUESTA	- 85 -
a.	Electroválvulas de retorno de líquido	- 85 -
b.	Interfaces de potencia electromecánicas	- 86 -
c.	Bomba de alimentación.....	- 86 -
d.	Inyectores.....	- 87 -
e.	Interfaces de potencia de estado sólido	- 87 -
5.3.4.	SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN	- 89 -
a.	Regulador de voltaje principal.....	- 90 -
b.	Regulador de voltaje secundario.....	- 91 -
5.4.	DIAGRAMA ESQUEMÁTICO GENERAL	- 91 -
5.5.	DISEÑO DE LAS PLACAS DE CIRCUITO IMPRESO.....	- 94 -
5.6.	DESCRIPCIÓN DEL FIRMWARE.....	- 94 -
5.6.1.	FIRMWARE DEL MICROCONTROLADOR.....	- 95 -
a.	Programa principal.....	- 95 -
5.6.2.	SUBROUTINAS ESPECIALES.....	- 97 -
a.	Comunicación serial con la PC	- 97 -
c.	Descripción del software	- 104 -
d.	Simulación en PROTEUS	- 108 -
e.	Simulación en Protoboard.....	- 110 -
f.	Soldadura Placas.....	- 111 -
5.7.	SELECCIÓN Y CONSTRUCCION DEL EQUIPO.....	- 112 -
5.7.1.	SELECCIÓN DE ELEMENTOS MECÁNICOS Y ELECTROMECAÑICOS DEL BANCO DE PRUEBAS.....	- 112 -
a.	Depósito del líquido comprobador.....	- 112 -
b.	Bomba de alimentación.....	- 113 -
c.	Filtro del líquido comprobador.....	- 114 -
d.	Cañería de Presión	- 115 -

e.	Acople en T	- 115 -
f.	Manómetro de presión	- 117 -
5.8.	MONTAJE FÍSICO DEL SISTEMA	- 119 -
5.8.1.	CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA	- 119 -
5.8.2.	MONTAJE Y CONEXIÓN FINAL DEL DISPOSITIVO.....	- 119 -
5.8.3.	MONTAJE DEL SISTEMA ELECTRÓNICO.....	- 124 -
5.9.	SIMULACIÓN Y FASE DE PRUEBA	- 125 -
5.10.	COMPROBACIÓN Y ENCENDIDO DEL SISTEMA.....	- 127 -
5.11.	PRUEBAS	- 130 -
5.11.1.	PRUEBA DE PULVERIZACIÓN.....	- 130 -
a.	Procedimiento de instalación y prueba de inyectores con entrada superior	- 130 -
5.11.2.	PRUEBA DE ESTANQUEIDAD	- 133 -
5.11.3.	PRUEBA DE CAUDAL.....	- 136 -
5.12.	PRUEBAS INYECTORES MULTIMARCA	- 139 -
5.12.1	CHEVROLET CORSA 1.6	- 139 -
5.12.2.	CHEVROLET ALTO.....	- 140 -
5.12.3.	HYUNDAI GETZ	- 141 -
5.12.4.	MAZDA B SERIES 2.200.....	- 142 -

CAPÍTULO 6 - 71 -

	MARCO ADMINISTRATIVO.....	- 71 -
6.1.	RECURSOS.....	- 71 -
6.1.1.	RECURSOS HUMANOS.....	- 71 -
6.1.2.	RECURSOS TECNOLÓGICOS	- 144 -
6.1.3.	RECURSOS MATERIALES	- 144 -
6.2.	PRESUPUESTO	- 145 -
6.3.	FINANCIAMIENTO	- 147 -
6.4.	ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO.....	- 147 -
6.5.	CRONOGRAMA.....	- 148 -

CONCLUSIONES	- 149 -
RECOMENDACIONES	- 151 -
BIBLIOGRAFÍA	- 152 -
NETGRAFÍA	- 152 -
ANEXOS	- 144 -
ANEXO “A”. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO GENERAL	- 144 -
ANEXO “B”. DISEÑO DE LAS PLACAS DEL CIRCUITO IMPRESO	- 156 -
ANEXO “C”. ARTÍCULO DEL PROYECTO	- 156 -
ANEXO “D”. MANUAL DEL USUARIO	- 168 -
ANEXO “E”. ENCUESTAS	-182-

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Varias presentaciones de transistores.	- 7 -
Figura 2.2: Representaciones para transistores de tecnología FET.	- 8 -
Figura 2.3: Representación de un relé.	- 9 -
Figura 2.4: Representación de un optoacoplador.	- 10 -
Figura 2.5: Fusible común.	- 11 -
Figura 2.6: Varistor.	- 12 -
Figura 2.7: Diodo zener en polarización inversa.	- 13 -
Figura 2.8: Corriente versus voltaje para carga inductiva y resistiva.	- 13 -
Figura 2.9: Circuitos de protección para transistores. a) Diodo zener en paralelo con el transistor (la tensión nominal zener ha de ser superior a la tensión de la fuente Vcc). b) Diodo en antiparalelo con la carga RL. c) Red RC polarizada en paralelo con el transistor (red snubber).	- 14 -
Figura 2.10: Diagrama de bloques del módulo WIFLY RN111B.	- 19 -
Figura 2.11: Instrumento virtual en LabVIEW.	- 21 -
Figura 2.12: PINOUT del PIC18F452.	- 23 -
Figura 2.13: Diagrama de bloques del PIC18F452.	- 24 -
Figura 2.14: Pantalla GLCD 240x128.	- 25 -
Figura 2.15: Inyección Indirecta.	- 26 -
Figura 2.16: Esquema Básico De Un Sistema Inyección Monopunto.	- 27 -
Figura 2.17: Posición unidad central de inyección.	- 28 -
Figura 2.18: Inyector monopunto.	- 29 -
Figura 2.19: Inyector monopunto.	- 29 -
Figura 2.20: Localización inyector monopunto.	- 30 -
Figura 2.21: Esquema gráfico inyector multipunto.	- 30 -
Figura 2.22: Inyector multipunto.	- 31 -
Figura 2.23: Localización inyector multipunto.	- 31 -
Figura 2.24: Partes de un inyector electrónico a gasolina.	- 32 -
Figura 2.25: Inyector electrónico.	- 34 -
Figura 2.26: Inyector con válvula de aguja.	- 35 -
Figura 2.27: Inyector tipo bola.	- 35 -

Figura 2.28: Inyector con válvula de disco.....	- 36 -
Figura 2.30: Parámetros del ciclo de trabajo.....	- 41 -
Figura 2.31: Banco de inyectores Alfatest.....	- 41 -
Figura 2.32: Tina ultrasónica.....	- 43 -
Figura 2.33: Banco de inyectores Launch 2007.....	- 45 -
Figura 2.34: Limpieza de inyectores vía cánister.....	- 46 -
Figura 2.35: Limpiador de inyectores.....	- 46 -
Figura 2.36: Fases de cavitación.....	- 48 -
Figura 2.37: Ondas ultrasónicas.....	- 48 -
Figura 2.38: Diferencia entre limpieza vía cánister y vía ultrasonido.....	- 49 -
Figura 4.1: Pregunta N° 1.....	- 66 -
Figura 4.2: Pregunta N° 2.....	- 66 -
Figura 4.3: Pregunta N° 3.....	- 67 -
Figura 4. 4. Pregunta N° 4.....	- 67 -
Figura 4. 5. Pregunta N° 5.....	- 68 -
Figura 4. 6. Pregunta N° 6.....	- 68 -
Figura 4. 7. Pregunta N° 7.....	- 69 -
Figura 4. 8. Pregunta N° 8.....	- 69 -
Figura 5.1: Diagrama de bloques del sistema.....	- 74 -
Figura 5.2: Conexión principal del microcontrolador.....	- 79 -
Figura 5.3: Circuito para retroalimentación del estado del inyector.....	- 79 -
Figura 5.4: Señal tomada de un inyector en correcto funcionamiento.....	- 80 -
Figura 5.5: Sensor de bajo nivel de líquido.....	- 81 -
Figura 5.7: Conexión del módulo GLCD.....	- 84 -
Figura 5.8: Conexión del módulo de comunicación inalámbrica.....	- 85 -
Figura 5.9: Distribución del sistema.....	- 86 -
Figura 5.10: Terminal serial para configuración del módulo WIFLY.....	- 87 -
Figura 5.11: Estado de funcionamiento del módulo WIFLY.....	- 87 -
Figura 5.12: Electroválvula para drenaje de líquido de la probeta.....	- 88 -
Figura 5.13: Interfaz de potencia electromecánica.....	- 89 -
Figura 5.14: Bomba de Alimentación.....	- 90 -
Figura 5.15: Relevador de potencia para manejo de los inyectores.....	- 91 -

Figura 5.16: Relevador de potencia para manejo de la bomba de combustible.....	- 92 -
Figura 5.17: Fuente conmutada 12VDC para la alimentación del banco de inyectores.....	- 93 -
Figura 5.18: Circuito de alimentación principal.....	- 93 -
Figura 5.19: Circuito de alimentación secundario	- 94 -
Figura 5.20: Diagrama esquemático del módulo de potencia.	- 95 -
Figura 5.21: Diagrama esquemático del transceptor inalámbrico	- 96 -
Figura 5.22: Diagrama esquemático del módulo de retroalimentación	- 96 -
Figura 5.24: Rutina especial de interrupción por recepción UART.....	- 100 -
Figura 5.25: Distintos tipos de inyección generados por el sistema, con frecuencia angular y ancho de pulso constantes.....	- 106 -
Figura 5.26: Distintos tipos de ciclo útil en la señal modulada proporcionada a la bomba de combustible.	- 107 -
Figura 5.27: Pantalla principal de la interfaz gráfica.....	- 108 -
Figura 5.23: Diagrama de flujo del programa principal.....	- 99 -
Figura 5.28: Simulación sincronización módulo WIFLY y PC.....	- 112 -
Figura 5.29: Simulación sincronización módulo WIFLY y PC.....	- 112 -
Figura 5.30: Simulación sincronización módulo WIFLY y PC.....	- 113 -
Figura 5.31: Prueba en protoboard placas de potencia.	- 113 -
Figura 5.32: Ordenamiento del cableado sin interferencias.	- 114 -
Figura 5.33: Soldadura placas de potencia.	- 114 -
Figura 5.34: Soldadura Placas de potencia.....	- 115 -
Figura 5.35: Depósito líquido comprobador	- 116 -
Figura 5.36: Bomba de combustible.....	- 117 -
Figura 5.37: Filtro del líquido comprobador.....	- 117 -
Figura 5.38: Dimensiones del conector T.....	- 119 -
Figura 5.39: Dimensiones del conector T.....	- 119 -
Figura 5.40: Acople en T.....	- 119 -
Figura 5.41: Manómetro de presión.	- 120 -
Figura 5.42: Riel de inyección LAUNCH	- 121 -
Figura 5.43: Probetas de Escala Graduada LAUNCH.	- 121 -
Figura 5.44: Estructura metálica.	- 122 -
Figura 5.45: Montaje bomba de presión al depósito.	- 123 -

Figura 5.46: Montaje sensor de nivel al depósito.	- 123 -
Figura 5.47: Ajuste fitro purificador.	- 123 -
Figura 5.48: Ajuste fitro purificador.	- 124 -
Figura 5.49: Instalación manómetro de presión.	- 124 -
Figura 5.50: Instalación soporte de probetas.	- 125 -
Figura 5.51: Instalación de las probetas.	- 125 -
Figura 5.52: Instalación probetas.	- 126 -
Figura 5.53: Instalación riel de inyeccion	- 126 -
Figura 5.54: Instalación del cableado de la pantalla.	- 127 -
Figura 5.55: Pantalla GLCD instalada.	- 128 -
Figura 5.56: Testigo módulo WI-FLY encendido.	- 128 -
Figura 5.57: Testigo módulo WI-FLY encendido led en estado intermitente.	- 129 -
Figura 5.58: Prueba espera conexión.	- 129 -
Figura 5.59: Testigo módulo WI-FLY permanece encendido.	- 129 -
Figura 5.60: Prueba de conexión satisfactoria.	- 130 -
Figura 5.61: Menú selección pruebas.	- 133 -
Figura 5.62: Menú parámetros de pulverización.	- 134 -
Figura 5.63: Botón de inicio de prueba.	- 134 -
Figura 5.64: Pantalla estado prueba.	- 134 -
Figura 5.65: Menú selección de pruebas.	- 136 -
Figura 5.66: Menú parámetros.	- 136 -
Figura 5.67: Botón de inicio de prueba.	- 137 -
Figura 5.68: Pantalla estado de prueba.	- 137 -
Figura 5.69: Menú selección de pruebas.	- 139 -
Figura 5.70: Menú parámetros.	- 139 -
Figura 5.71: Botón de inicio de prueba.	- 139 -
Figura 5.72: Pantalla estado de prueba.	- 140 -

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Estándares IEEE 802.11 más difundidos.	- 16 -
Tabla 2.2: Rangos de transmisión y flujo de datos de IEEE 802.11.	- 17 -
Tabla 2.3: Características del transceptor WIFLY RN111B.	- 19 -
Tabla 2.4: Ficha técnica inyector Bosch 0280 150 962.	- 39 -
Tabla 2.5: Parámetros de funcionamiento inyector Bosch 0280 150 962.	- 39 -
Tabla 2.6: Propiedades limpiador de inyectores.	- 48 -
Tabla 3.1: Operacionalización de la variable independiente.	- 52 -
Tabla 3.2: Operacionalización de la variable dependiente.	- 53 -
Tabla 4.1. Tabulación Pregunta 1.	- 62 -
Tabla 4.2. Tabulación Pregunta 2.	- 63 -
Tabla 4.3. Tabulación Pregunta 3.	- 63 -
Tabla 4.4. Tabulación Pregunta 4.	- 63 -
Tabla 4.5. Tabulación Pregunta 5.	- 64 -
Tabla 4.6. Tabulación Pregunta 6.	- 64 -
Tabla 4.7. Tabulación Pregunta 7.	- 64 -
Tabla 4.8. Tabulación Pregunta 8.	- 65 -
Tabla 5.1: Conexión del microcontrolador.	- 78 -
Tabla 5.2: Nivel de líquido en el depósito.	- 81 -
Tabla 5.3: Estados de terminales de transistor.	- 82 -
Tabla 5.4: Resumen de configuración de la red.	- 86 -
Tabla 5.5: Características de las electroválvulas de drenaje.	- 88 -
Tabla 5.6: Características de la bomba de combustible.	- 90 -
Tabla 5.7: Características del transistor IRF.	- 91 -
Tabla 5.8: Características de la fuente de alimentación.	- 92 -
Tabla 5.9: Tramas de datos enviadas por el microcontrolador a la PC.	- 101 -
Tabla 5.10: Tramas de datos enviadas por la PC al microcontrolador en la prueba de pulverización.	- 102 -
Tabla 5.11: Tramas de datos enviadas por la PC al microcontrolador en la prueba de estanqueidad.	- 103 -

Tabla 5.12: Tramas de datos enviadas por la PC al microcontrolador en la prueba de caudal	- 103 -
Tabla 5.13: Tramas de datos enviadas por la PC al microcontrolador en la modo de drenaje.....	- 104 -
Tabla 5.14: Tramas de tiempo enviada por la PC al microcontrolador	- 104 -
Tabla 5.15: Simbología interfaz gráfica Banco de Inyectores LabVIEW.....	- 109 -
Tabla 5.16: Especificaciones del depósito.....	- 115 -
Tabla 5.17: Consideraciones filtro líquido comprobador.....	- 118 -
Tabla 5.18: Requerimientos cañería.....	- 118 -
Tabla 5.19: Características del manómetro.....	- 120 -
Tabla 5.20: Requerimientos riel de inyección.....	- 120 -
Tabla 5.21: Parámetros de consideración de las probetas.....	- 121 -
Tabla 5.22: Parámetros de consideración de las probetas.....	- 130 -
Tabla 5.23: Parámetros de consideración de las probetas.....	- 135 -
Tabla 5.24: Parámetros de consideración de las probetas.....	- 137 -
Tabla 5.25: Parámetros de consideración de las probetas.....	- 140 -
Tabla 5.26: Resultados pruebas de funcionamiento inyectores Chevrolet Corsa 1.6.....	- 142 -
Tabla 5.27: Resultados pruebas de funcionamiento inyectores Chevrolet Corsa 1.6.....	- 143 -
Tabla 5.28: Resultados pruebas de funcionamiento inyectores Chevrolet Corsa 1.6.....	- 144 -
Tabla 5.29: Resultados pruebas de funcionamiento inyectores Chevrolet Corsa 1.6.....	- 145 -
Tabla 6.1: Descripción del software empleado	- 147 -
Tabla 6.2: Descripción de recursos materiales empleados.	- 148 -
Tabla 6.3: Descripción del presupuesto.	- 149 -

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 2.1. Ciclo de trabajo.	- 42 -
Ecuación 5.1: Ancho de pulso para un multivibrador monoestable.	- 80 -
Ecuación 5.2: Corriente mínima a través del LED de un optoacoplador.....	- 83 -
Ecuación 5.3: Radio de transferencia en un optoacoplador	- 83 -
Ecuación 5.4: Período de conteo del TIMER1	- 105 -
Ecuación 5.5: Temporización máxima obtenida en el TIMER1.....	- 105 -
Ecuación 5.6: Período por canal de inyección secuencial.	- 106 -
Ecuación 5.7: Período por canal de inyección semisequencial.....	- 106 -
Ecuación 5.8: Período por canal de inyección simultánea.....	- 106 -
Ecuación 5.9: Valor en el registro de trabajo del TIMER1 para generar la parte alta de la	- 107 -
Ecuación 5.10: Valor en el registro de trabajo del TIMER1 para generar la parte baja de la señal.....	- 107 -

PRESENTACIÓN

En el proyecto, **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA INYECTORES GASOLINA PROGRAMADO Y ACTIVADO VÍA WI – FI”**, se relacionan un sin número de conocimientos adquiridos en el transcurso de nuestra carrera.

La Escuela Politécnica del Ejército siempre ha impulsado la creación de nuevos proyectos prácticos e innovadores que facilita el trabajo de personas, es por este motivo que surge la necesidad de diseñar y crear un banco de pruebas de inyectores gasolina, capaz de programar sus parámetros de funcionamiento vía wi-fi; además con la posibilidad de que a través de modificaciones en el firmware y acorde a los requisitos de pruebas de funcionamiento de un inyector se llegue al diagnóstico puntual del daño y a su vez el motivo de la avería.

El capítulo 1 presenta el análisis metodológico del problema a resolver.

El capítulo 2 expone el marco teórico que se emplea en el desarrollo de la presente investigación.

El capítulo 3 refiere el planteamiento de las hipótesis y operacionalización de todas y cada una de las variables, ya sean dependientes o independientes.

El capítulo 4 trata sobre la propuesta y esquema de la propuesta del problema a resolver para alcanzar los objetivos planteados.

El capítulo 5 detalla la construcción e implementación mecánica y electrónica del banco de inyectores, pruebas de funcionamiento y análisis de resultados.

El capítulo 6 analiza el marco administrativo que relaciona los recursos empleados en el desarrollo de la propuesta con el entorno económico financiero.

CAPÍTULO 1

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a que el área de diagnóstico automotriz ha ido evolucionando a la par con las últimas tecnologías en control electrónico en tiempo real de los parámetros de funcionamiento de los inyectores gasolina, las pruebas realizadas a estos, cada día son más reales acorde a condiciones similares y superiores a las que se generan en el automóvil.

Al encontrar en el mercado una gran variedad de banco de pruebas de inyectores gasolina podemos analizar que su vida útil de trabajo es muy reducida debido a que existe una escases de repuestos y mano de obra calificada para su reparación.

En lo que respecta a su correcta operación y uso hay una falta de capacitación al usuario, para que pueda optimizar la aplicación del banco de pruebas. Su interfaz de operación es electromecánica y por ello fácilmente perecible siendo poca amigable y versátil para su uso, además no tienen mecanismos de retroalimentación de señal para comprobar la operación correcta de los inyectores gasolina y no se puede cambiar la frecuencia de trabajo ni el tiempo de activación de los inyectores.

Una vez diseñado el sistema, es imprescindible implementarlo y probar su funcionamiento en condiciones reales de trabajo. Será necesaria la tabulación de datos provenientes de la aplicación práctica de dicho dispositivo.

Mediante la observación de resultados y la determinación del costo del sistema, se podrá realizar el análisis costo – beneficio de la investigación.

En base a esta problemática dentro del campo de la autotrónica, se vio necesario el diseño y construcción de una interfaz gráfica controlada por un PC por medio de un protocolo de comunicación wi-fi para el control en tiempo real de parámetros de funcionamiento de los inyectores gasolina haciendo de éste un dispositivo que brinde rapidez, eficacia y buen desempeño en un diagnostico automotriz.

En el mercado actual aun no existen aplicaciones similares al servicio de control y activación en tiempo real de inyectores gasolina ya que los costos de implementación reflejan valores de producción en serie muy altos para la venta masiva como producto por lo cual el estudio de utilidad de nuestro proyecto brinda una solución accesible para usuarios de talleres y concesionarios automotrices.

1.2. OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir de un banco de pruebas para inyectores gasolina programado y activado vía Wi – Fi, para optimizar las tareas de diagnóstico y mantenimiento de estos dispositivos.

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Seleccionar los dispositivos de las etapas de control y potencia para conmutar cargas inductivas con ancho de pulso modulado mediante la aplicación de redes inalámbricas a través de una interfaz gráfica.
- Desarrollar un sistema microprocesado para controlar y monitorear un banco de inyectores, mediante una interfaz gráfica en PC con conexión a una ad hoc punto a punto.

- Diseñar diagramas de bloque y flujo a fin de modelar los sistemas eléctricos y electrónicos que permitan desarrollar la aplicación.
- Precisar los requerimientos que debe cumplir el sistema electrónico aplicable a la solución del problema, en base a exigencias de potencia, información a manejarse, distancia entre puntos de red, ancho de banda requerido y velocidad de reacción.
- Emplear el software CCS PIC para la programación de controladores digitales de señales en lenguaje C, y el editor gráfico de capas EAGLE para el diseño de diagramas esquemáticos y placas de circuito impreso.
- Aplicar el sistema en un banco de pruebas para ensayos bajo condiciones reales de trabajo.

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Siendo cada vez mayor la implementación de motores gasolina con inyección electrónica es importante desarrollar un banco de pruebas de inyectores a gasolina con parámetros y condiciones de trabajo en tiempo real, modificados mediante un software especializado y amigable con el usuario, tomando en cuenta que los bancos de prueba actuales poseen una movilidad muy limitada. Por lo que utilizando tecnología de punta se ha utilizado un sistema de comunicación inalámbrica entre el banco de pruebas y el instrumento virtual en el PC.

El diseño y construcción de este banco de pruebas, se basa en conocimientos, habilidades, destrezas, capacidades y aptitudes de interés en nuestro ámbito profesional. Aplicando conocimientos en las áreas de Sistemas Digitales, Microcontroladores, Electrotecnia y Autotrónica.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En este capítulo se recopila y sintetiza la información referente a las tecnologías usadas para el desarrollo del sistema.

2.2. CARGAS E INTERFACES DE POTENCIA

De manera general, se puede definir como carga a todo elemento que consume potencia eléctrica. Una carga puede ser resistiva o inductiva en función de su naturaleza.

Las cargas resistivas son simplemente aquellas en las que la electricidad produce calor y no movimiento. Típicas cargas de este tipo son las lámparas incandescentes o los radiadores eléctricos.

Las cargas inductivas generalmente son aquellas en las que la electricidad circula a través de bobinas. Normalmente son motores, tales como ventiladores frigoríficos, transformadores que se encuentran en la mayoría de los aparatos electrónicos, tales como televisores, ordenadores o lámparas fluorescentes.

2.3. CARGAS INDUCTIVAS

Cualquier dispositivo que tenga dentro una bobina de cobre probablemente tiene características de carga inductiva. Típicamente las cargas más inductivas son los motores.

Con las cargas inductivas, el aumento de voltaje aplicado a la carga no está acompañado por un aumento simultáneo en la corriente. La corriente llega retrasada y la cantidad de este retraso es la medida del factor de potencia o “coseno de φ ”. El factor de potencia es un valor entre 0 y 1, suele ser 0,8 para motores y cuanto más se acerca a cero, quiere decir que existe mayor retraso entre la tensión y la intensidad y por lo tanto que resultará ser un arranque más duro para el sistema de potencia. Después de este lento inicio con retraso, la corriente continuará fluyendo después de que exista señal de voltaje.

Una carga inductiva, por su naturaleza, requiere más corriente para operar que una carga resistiva de la misma potencia, independientemente de si es alimentada por un inversor, un generador o una red.

2.4. TIPOS DE INTERFACES

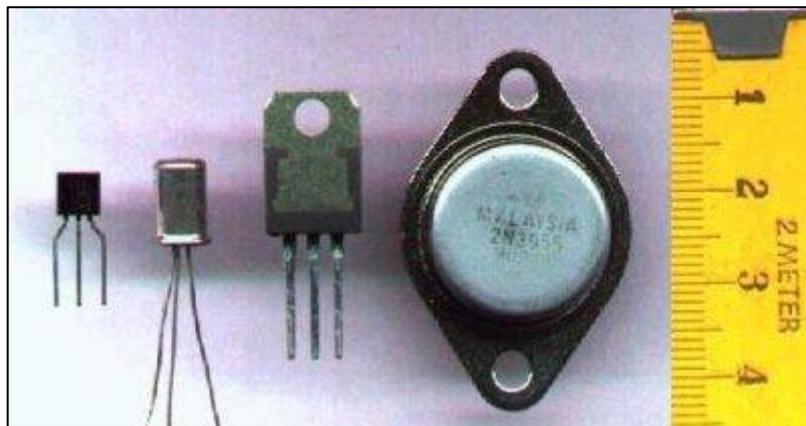
Sin interfaces la electrónica no tendría aplicación práctica. Así, muchas veces en los sistemas electrónicos de control, se necesita conmutar cargas que consumen gran cantidad de corriente y por tal razón no pueden ser conectadas directamente a la electrónica analógica o digital.

Para manejar estas cargas es necesario adaptar al sistema ciertos dispositivos que le permitan ejecutar el control. Entre estos dispositivos encontramos:

- Transistores
- Relés
- Manejadores de potencia
- Optoacopladores

2.5. TRANSISTORES

El transistor es un dispositivo electrónico que puede cumplir las funciones de amplificador, oscilador y conmutador. Para el manejo de cargas de potencia alta en corriente directa, se encuentran más difundidas las tecnologías BJT (transistor de unión bipolar), IGBT (transistor bipolar de compuerta aislada) y MOSFET (transistor de efecto de campo de semiconductor metal – óxido).



Fuente: <http://www.mecanicaelectric.blogspot.com>.

Figura 2.1: Varias presentaciones de transistores.

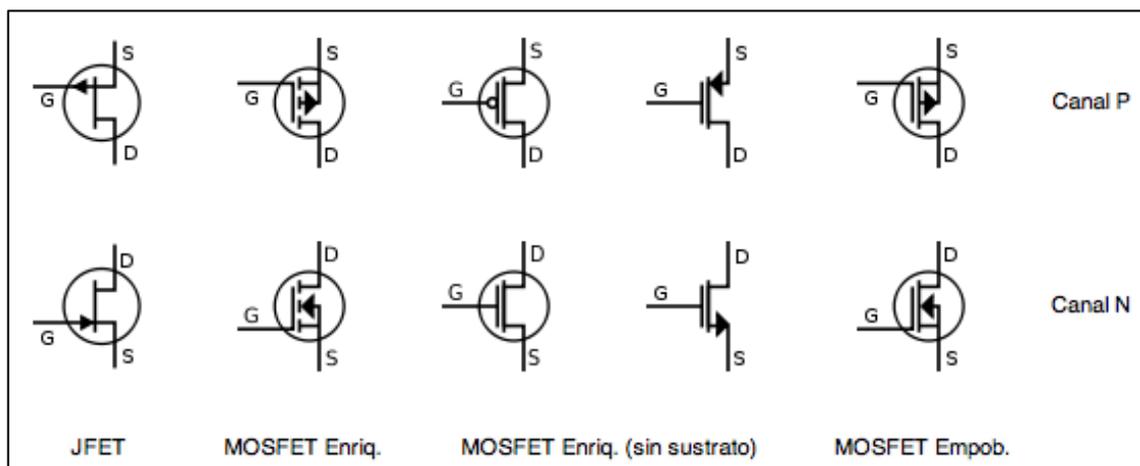
Para manejar cargas que trabajan completamente encendidas y completamente apagadas (ON / OFF), las configuraciones de los transistores son parecidas a las de “interruptores electrónicos” que trabajan completamente encendidos (saturación) o completamente apagados (corte). Pueden a la vez ser de tipo “fuente” o tipo “sumidero”.

En corte el transistor se comporta como un interruptor abierto, es decir, no conduce entre el colector y el emisor (BJT e IGBT) o entre fuente y drenaje (MOSFET), mientras que en saturación se comporta como un interruptor cerrado, es decir, conduce al máximo de su capacidad. La diferencia entre fuente y sumidero radica en que en la primera configuración, un transistor se encuentra conectado de tal manera que con su conmutación pueda otorgar el voltaje de la fuente; en la segunda, puede conmutar la tierra del sistema.

A continuación se detallan algunas características que hacen de un BJT no recomendable en aplicaciones de potencia:

- Falta de linealidad de amplificación con altas corrientes que conlleva a la introducción de distorsión armónica.
- El circuito excitador de un BJT necesita corriente de elevado valor (es otro circuito de potencia), esto empeora el ancho de banda y la distorsión.
- Tanto electrones como huecos contribuyen a la conducción. La presencia de huecos y su menor movilidad causa que los BJT requieran mayor corriente y tiempo para conmutar. El resultado es menor ancho de banda.
- Presentan otro fenómeno limitante llamado “segunda ruptura” la cual impone extremo cuidado en el manejo de potencia de cada transistor de la etapa.
- Son inestables desde el punto de vista térmico, sufren el fenómeno de embalamiento térmico.

Por otro lado, los MOSFETs de potencia aventajan a los BJTs en todos sus aspectos:



Fuente: <http://www.electriciantraining.tpub.com>.

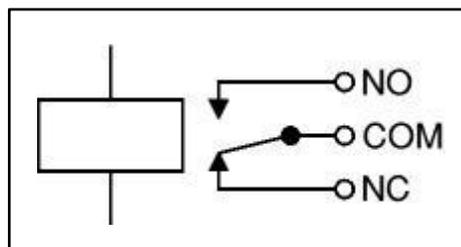
Figura 2.2: Representaciones para transistores de tecnología FET.

- La transconductancia de un MOSFET aumenta con la corriente, comportándose mejor frente a la distorsión.
- Menor circuito excitador. Al contrario del BJT, no necesita una señal de control variante en amperaje, sino en voltaje.
- Mayor área de operación segura.
- Mayor ancho de banda.
- Estabilidad desde el punto de vista térmico.

Según los enunciados anteriores, los transistores MOSFET son la opción más recomendable para la realización de circuitos electrónicos de conmutación de cargas de potencia.

2.6. RELÉS

El relé es un dispositivo electromecánico compuesto por una bobina y unos contactos mecánicos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. Se usa comúnmente para manejar cargas que van a estar prendidas durante períodos largos de tiempo, en donde la velocidad de conmutación no es importante.



Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com>.

Figura 2.3: Representación de un relé.

Los contactos de un relé pueden ser normalmente abiertos (NO) y normalmente cerrado (NC).

En el relé, cuando se hace circular corriente por la bobina, ésta genera un

campo magnético que cierra el contacto NA y abre el NC. Mientras el relé está desactivado, no circula corriente por la bobina y ocurre lo contrario.

Para activar la bobina desde un circuito de control es necesario utilizar un transistor, debido a que las bobinas como son cargas inductivas piden mucha corriente cuando se energizan.

2.7. CONMUTADOR DE POTENCIA

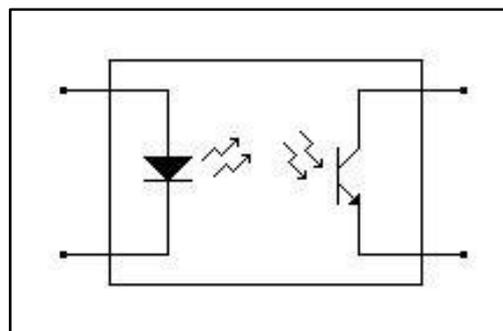
Estos dispositivos funcionan como búferes y puede manejar cargas de pocos amperios. Puede tener diferentes usos:

- Conmutación de relés.
- Control de motores DC y paso a paso pequeños.

Algunas de las referencias más usadas son el ULN2803 y el L293B; el primero es un negador que puede manejar hasta 500mA y el segundo es un driver que maneja hasta 1A. Su aplicación se observa en robótica, en tarjetas de control de potencia y en relés.

2.8. OPTOACOPLADORES

El optoacoplador es un dispositivo optoelectrónico compuesto por un diodo LED y un fototransistor en un mismo encapsulado. Se usa para separar eléctricamente dos circuitos, ya que el acople es óptico. Puede activar directamente algunas cargas, pero trabaja conjuntamente con relés o transistores.



Fuente: <http://www.aprenderobotica.com>.

Figura 2.4: Representación de un optoacoplador.

2.9. ELEMENTOS ELECTRÓNICOS DE PROTECCIÓN

En la mayoría de los equipos electrónicos existen circuitos encargados de proteger etapas que contienen componentes más costosos y que forman parte de circuitos vitales para el funcionamiento de un equipo en particular. Sin estas protecciones los circuitos serían vulnerables ante una falla repentina o cambio de las condiciones eléctricas.

Existen diversas formas de proteger un circuito electrónico, desde las más simples como un fusible hasta las más complejas como un circuito integrado especialmente diseñado para esta función.

2.9.1. FUSIBLES



Fuente: <http://www.electronicamagnabit.com>.

Figura 2.5: Fusible común.

El fusible es el componente más utilizado para protección en los equipos electrónicos. Puede encontrarse en encapsulados de vidrio en donde internamente se coloca un hilo conductor térmico el cual se destruye cuando se sobrepasa el límite de corriente que puede soportar.

2.9.2. VARISTORES

El varistor es utilizado para evitar picos de voltaje momentáneos o transientes. Estos picos suelen ser de varios cientos o miles de voltios, pero sólo permanecen por períodos de nano o milisegundos, suficientes

para causar daños a los circuitos. Precisamente el varistor se encarga de derivar el excedente de voltaje hacia tierra y cuando los transientes superan los límites eléctricos del varistor, éste entra en corto y quemará rápidamente el fusible, evitando daños mayores a los circuitos.



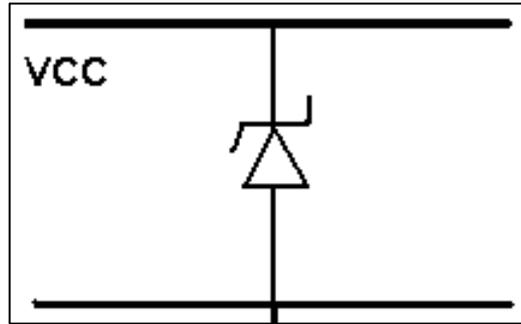
Fuente: <http://www.electronicamagnabit.com>.

Figura 2.6: Varistor.

2.9.3. DIODOS ZENER Y AVALANCHA

Esta protección consiste en utilizar la cualidad de enclavamiento propia de este tipo de diodos. Por ejemplo si en una línea de voltaje DC se desea que el voltaje no sobrepase un voltaje de 5.1 voltios, entonces se debe utilizar un diodo zener de este valor. Este sistema se utiliza generalmente para proteger las entradas de circuitos digitales que no deban superar este voltaje. También se puede hacer uso de la característica de voltaje de ruptura en donde el diodo zener, una vez sea sobrepasado su valor nominal de voltaje, conducirá entre cátodo y ánodo.

Por otro lado el diodo de avalancha, funciona de manera similar pero es utilizado en líneas que manejan voltajes más altos y de mayor corriente. Ante una falla, este diodo entra en conducción inversa y deriva el voltaje excesivo a tierra, ya que presenta una gran impedancia que no se puede medir con la mayoría de los multímetros comunes.



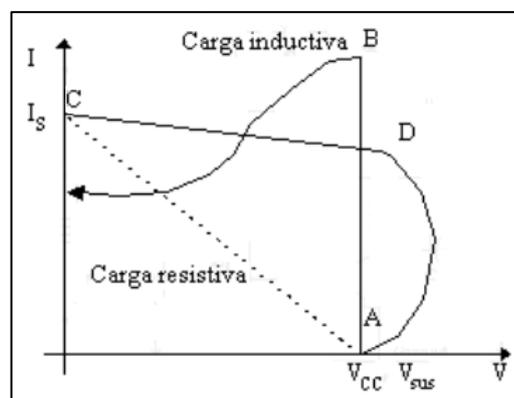
Fuente: <http://www.electronicamagnabit.com>.

Figura 2.7: Diodo zener en polarización inversa.

2.10. CONSIDERACIONES EN EL MANEJO DE CARGAS INDUCTIVAS

Las cargas inductivas someten a los transistores a las condiciones de trabajo más desfavorables dentro de la zona activa. En el diagrama inferior se han representado los diferentes puntos idealizados de funcionamiento del transistor en corte y saturación.

Para una carga resistiva, el transistor pasará de corte a saturación por la recta que va desde A hasta C, y de saturación a corte desde C a A. Sin embargo, con una carga inductiva el transistor pasa a saturación recorriendo la curva ABC, mientras que el paso a corte lo hace por el tramo CDA. Puede verse que este último paso lo hace después de una profunda incursión en la zona activa que podría fácilmente sobrepasar el límite de avalancha secundaria, con valor de voltaje muy superior al valor de la fuente (V_{CC}).



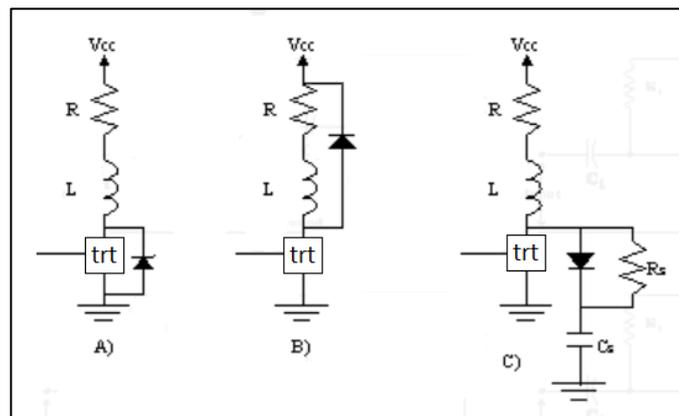
Fuente: <http://www.cientificosaficionados.com>.

Figura 2.8: Corriente versus voltaje para carga inductiva y resistiva.

2.10.1. CIRCUITOS ELECTRÓNICOS DE PROTECCIÓN CON CARGAS INDUCTIVAS

En la siguiente figura, las dos primeras configuraciones limitan la tensión en el transistor durante el paso de saturación a corte, proporcionando a través de los diodos un camino para la circulación de la intensidad inductiva de la carga.

En la tercera protección, al cortarse el transistor la intensidad inductiva sigue pasando por el diodo y por el condensador C_s , el cual tiende a cargarse a una tensión V_{cc} . Diseñando adecuadamente la red RC se consigue que la tensión en el transistor durante la conmutación sea inferior a la de la fuente, alejándose su funcionamiento de los límites por disipación y por avalancha secundaria. Cuando el transistor pasa a saturación el condensador se descarga a través de R_s .



Fuente: <http://www.cientificosaficionados.com>.

Figura 2.9: Circuitos de protección para transistores. a) Diodo zener en paralelo con el transistor (la tensión nominal zener ha de ser superior a la tensión de la fuente V_{cc}). b) Diodo en antiparalelo con la carga RL. c) Red RC polarizada en paralelo con el transistor (red snubber).

2.11. REDES DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICAS

La especificación IEEE 802.11 (ISO/IEC 8802-11) es un estándar internacional que define las características de una red de área local inalámbrica (WLAN).

Con IEEE 802.11 se pueden crear redes de área local inalámbricas de alta velocidad, siempre y cuando el equipo que se vaya a conectar no esté muy alejado del punto de acceso. En la práctica, admite ordenadores portátiles, equipos de escritorio, asistentes digitales personales (PDA) o cualquier otro tipo de dispositivo de alta velocidad con propiedades de conexión también de alta velocidad (11Mbps o superior) dentro de un radio de varias docenas de metros en ambientes cerrados (de 20 a 50 metros en general) o dentro de un radio de cientos de metros al aire libre.

El estándar establece los niveles inferiores del modelo OSI (modelo de interconexión de sistemas abiertos) para las conexiones inalámbricas, por ejemplo:

La capa física (PHY, PHYSICAL LAYER) ofrece tres tipos de transmisión de información los cuales son:

- FHSS (FREQUENCY HOPPING SPREAD SPECTRUM): Técnica de espectro ensanchado mediante saltos de frecuencia, que consiste en dividir la banda ISM en 79 canales de 1MHz sin superposición y realizar saltos periódicos de un canal a otro siguiendo una secuencia pseudoaleatoria.
- DSSS (DIRECT SPREAD SPECTRUM): Para que la comunicación sea tolerante al ruido e interferencias, en vez de saltar de una frecuencia a otra como el FHSS, utiliza códigos pseudoaleatorios que distribuyen la potencia de los datos a transmitir en un amplio ancho de banda.
- Infrarrojo difuso: Mediante múltiples reflexiones el haz de luz abarca mayor número de estaciones y se puede orientar hacia cualquier lado, en el modo directo el tipo de emisión por parte del transmisor se hace de forma direccional, las estaciones deben verse directamente, para poder dirigir el haz de luz directamente de una hacia la otra.
- La capa de enlace de datos compuesta por dos subcapas: control de enlace lógico (LLC) y control de acceso al medio (MAC).

La capa física define la modulación de las ondas de radio y las características de señalización para la transmisión de datos. La capa de enlace de datos define la interfaz entre el bus del equipo y la capa física, y las reglas para la comunicación entre las estaciones de la red.

Cualquier protocolo de nivel superior puede utilizarse en una red inalámbrica IEEE 802.11 de la misma manera que puede utilizarse en una red Ethernet.

2.11.1. TIPOS DE ESTÁNDAR IEEE 802.11

Tabla 2.1: Estándares IEEE 802.11 más difundidos.

Nombre del Estándar	Descripción
IEEE 802.11a	Admite una velocidad de transmisión superior de hasta 54mbps aunque en la práctica es de 30 Mbps. Aprovecha 8 canales de radio en la frecuencia de 5GHz.
IEEE 802.11b	Es el más utilizado en la actualidad, ofrece 11 Mbps aunque en la práctica es de 6 Mbps. Tiene un alcance de 300m en un espacio abierto. Usa el rango de frecuencia de 2.4GHz.
IEEE 802.11g	Utiliza la banda de 2,4GHz pero opera a una velocidad teórica máxima de 54 Mbps, que en promedio es de 22 Mbps.
IEEE 802.11n	Usa simultáneamente las bandas 2.4GHz y 5.4GHz. Suministra velocidades superiores a 100 Mbps lo cual duplica la velocidad de 802.11g y 802.11a.

Fuente: <http://es.kioskea.net/contents/wifi/wifiintro.php3>.

IEEE 802.11 en realidad es el primer estándar y permite una velocidad de transmisión (VTx) de 1 a 2 Mbps. El estándar original se ha modificado para optimizar el ancho de banda (incluidos los estándares 802.11a, 802.11b, 802.11g y 802.11n, denominados estándares físicos 802.11) o para especificar componentes de mejor manera con el fin de garantizar mayor seguridad o compatibilidad. La tabla a continuación muestra las modificaciones más difundidas del estándar IEEE 802.11 y sus significados:

2.11.2. RANGO Y FLUJO DE DATOS

Los estándares 802.11a, 802.11b y 802.11g, llamados "estándares físicos", son modificaciones del estándar 802.11 y operan de modos diferentes, lo que les permite alcanzar distintas velocidades en la transferencia de datos según sus rangos.

Tabla 2.2: Rangos de transmisión y flujo de datos de IEEE 802.11.

Estándar	Frecuencia [GHz]	Velocidad [Mbps]	Alcance [m]
IEEE 802.11a	5	54	10
IEEE 802.11b	2.4	11	100
IEEE 802.11g	2.4	54	100
IEEE 802.11n	2.4 y 5.4	100	100

Fuente: <http://es.kioskea.net/contents/wifi/wifiintro.php3>.

2.11.3. SEGURIDAD EN LAS REDES INALÁMBRICAS

La seguridad es una de las primeras preocupaciones al desarrollar una LAN inalámbrica, para esto el estándar tiene incorporado lo que es llamado WEP (WIRED EQUIVALENT PRIVACY) o privacidad equivalente a la alámbrica, que es un generador de números pseudoaleatorios o PRNG (PSEUDO RANDOM NUMBER GENERATOR). Este PRNG entrega una secuencia de bits igual en longitud que el paquete más largo posible, la cual es

combinada con el paquete saliente o entrante produciendo así el paquete transmitido en el medio.

Las principales preocupaciones de los usuarios es que un intruso no pueda:

- Acceder a los recursos de la red usando un equipo similar para LAN inalámbrica.
- Ser capaz de capturar el tráfico de la LAN inalámbrica, lo que se llama EAVESDROPPING, es decir, escuchar secretamente o captar información privilegiada en claro o cifrada.

Según los expertos en seguridad de información, los sistemas de comunicación deben contar con mecanismos de seguridad suficientes para proteger los datos que circulan por la red, sobre todo las redes inalámbricas exigen niveles de seguridad mayores que en una red cableada. Por ejemplo, la autenticación en redes inalámbricas debe ser en doble sentido ya que se debe verificar la identidad del usuario que se asocia a la red y la identidad de la red que se asocia con el usuario. Además se debe contar con ciertas medidas de seguridad como el filtrado SSID, MAC, entre otros. Actualmente se cuenta con estándares de seguridad de redes inalámbricas que ayudan a cubrir las necesidades para establecer conexiones seguras.

2.11.4. TRANSCCEPTOR IEEE 802.11B (WIFLY)

Debido a su pequeño tamaño y consumo de energía extremadamente bajo, es útil para aplicaciones embebidas móviles inalámbricas, tales como sistemas de monitoreo, seguimiento GPS, entre otras. Posee manejo de la pila TCP - IP a bordo, además de programas de aplicación en redes tales como TELNET y FTP. El hardware requiere solamente cuatro conexiones (PWR, TX, RX, GND) para crear una conexión básica.

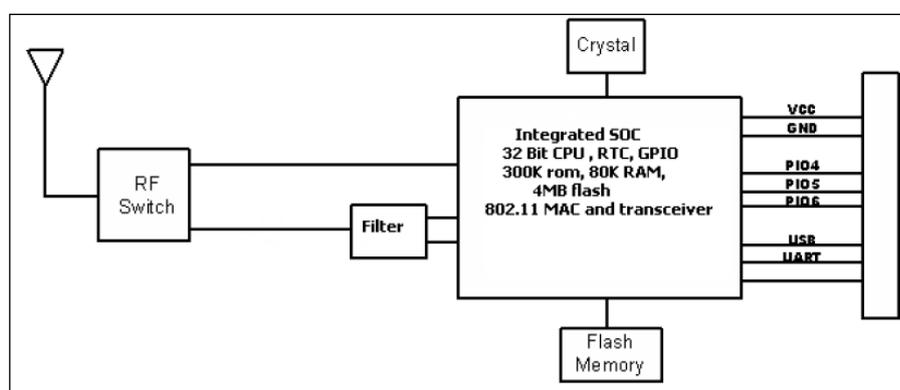
Puede ser configurado a través de un conjunto de instrucciones en ASCII, luego de lo cual se incorpora automáticamente en una red inalámbrica que puede ser de infraestructura o ADHOC.

Tabla 2.3: Características del transceptor WIFLY RN111B.

ÍTEM	CARACTERÍSTICAS
RADIO	802.11b infraestructura y ADHOC
POTENCIA	Recepción: -82 a -93 [dBm] Transmisión: 12 [dBm]
ANTENA	Dipolo
DIMENSIÓN	43 x 60 [mm ²]
ALIMENTACIÓN	3 ~ 16 [V]
CONSUMO DE CORRIENTE	(Idle) 40 ~ (Op.) 120 [mA]
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	-40 ~ 85 [°C]
HUMEDAD	90 [% RH]
SOPORTE DE COMUNICACIONES	TCP/UDP/IP, ICMP, Telnet, TFTP, DHCP, FTP, UDP Time
CANAL DE COMUNICACIÓN AUXILIAR	UART, 1200 ~ 921000 [bps]
SEGURIDAD	WEP128, WPA, WPA2
ENTRADAS – SALIDAS EXTERNAS	8 propósito general

Fuente: <http://es.kioskea.net/contents/wifi/wifiintro.php3>.

El siguiente diagrama de bloques describe su estructura:



Fuente: <http://www.kklllll.blogspot.com>.

Figura 2.10: Diagrama de bloques del módulo WIFLY RN111B.

2.12. SISTEMAS SCADA

Los sistemas de supervisión control y adquisición de datos SCADA, se basan en un software para ordenadores que permite controlar y supervisar procesos industriales a distancia.

Mediante el SCADA se facilita retroalimentación en tiempo real con los dispositivos de campo (sensores y actuadores) y controlando el proceso automáticamente. Esta interfaz provee de toda la información que se genera en el proceso productivo (supervisión, control calidad, control de producción, almacenamiento de datos, entre otros) y permite su gestión e intervención.

2.12.1. SOFTWARE LABVIEW

LabVIEW es un entorno de programación gráfica usado por miles de ingenieros e investigadores para desarrollar sistemas sofisticados de medida, pruebas y control usando íconos gráficos e intuitivos y cables que parecen un diagrama de flujo.

Posee extensas librerías de funciones, subrutinas y librerías específicas para la adquisición de datos y comunicación serie, permite guardar los datos para un análisis y posterior muestreo.

LabVIEW denomina a los programas desarrollados mediante:

Instrumentos Virtuales (VIs), porque su apariencia y funcionamiento imitan los de un instrumento real. Sin embargo son análogos a las funciones creadas con los lenguajes de programación convencionales, se caracterizan por: tener una interfaz con el usuario, tener entradas con su color de identificación de dato, tener una o varias salidas y por ser reutilizables.

En los VI's de LabVIEW existen dos paneles, el panel frontal y el panel de programación o diagrama de bloques; en el panel frontal se diseña la interfaz con el usuario y se ubican los controles e indicadores y en el panel

de programación se relacionan los elementos utilizados en la interfaz mediante operaciones que determinan en sí cómo funciona el programa o el sistema, exactamente es la parte donde se realizan las especificaciones funcionales.

Ofrece una integración incomparable con miles de dispositivos de hardware y brinda cientos de bibliotecas integradas para análisis avanzado y visualización de datos, todo para crear instrumentación virtual. La plataforma LabVIEW es escalable a través de múltiples objetivos y sistemas operativos, desde su introducción en 1986 se ha vuelto un líder en la industria.



Fuente: http://www.gte.us.es/ASIGN/IE_4T/Tutorial%20de%20Labview.pdf.

Figura 2.11: Instrumento virtual en LabVIEW.

Las ventajas que proporciona el empleo de LabVIEW se resumen en las siguientes:

- Se reduce el tiempo de desarrollo de las aplicaciones al menos de 4 a 10 veces, ya que es muy intuitivo y fácil de aprender.
- Dota de gran flexibilidad al sistema, permitiendo cambios y actualizaciones tanto del hardware como del software.
- Da la posibilidad a los usuarios de crear soluciones completas y complejas.
- Con un único sistema de desarrollo se integran las funciones de adquisición, análisis y presentación de datos.

- El sistema está dotado de un compilador gráfico para lograr la máxima velocidad de ejecución posible.
- Tiene la posibilidad de incorporar aplicaciones escritas en otros lenguajes.
- Permite una fácil integración con hardware, específicamente con tarjetas de medición, adquisición y procesamiento de datos (incluyendo adquisición de imágenes).
- Opciones de comunicación múltiple (TCP/IP, UDP, SERIAL)

2.12.2. SISTEMAS EMBEBIDOS

Son sistemas que se diseñan pensando en una aplicación concreta y por esa razón se los desarrolla de manera muy ajustada a las necesidades, implicando un bajo tamaño, reducido costo y alta replicidad.

Estos dispositivos electrónicos son usados para controlar y operar equipos, dispositivos, máquinas, aparatos domésticos, equipos móviles, PDAs, automóviles, instrumentos electrónicos, operar máquinas y hasta plantas industriales.

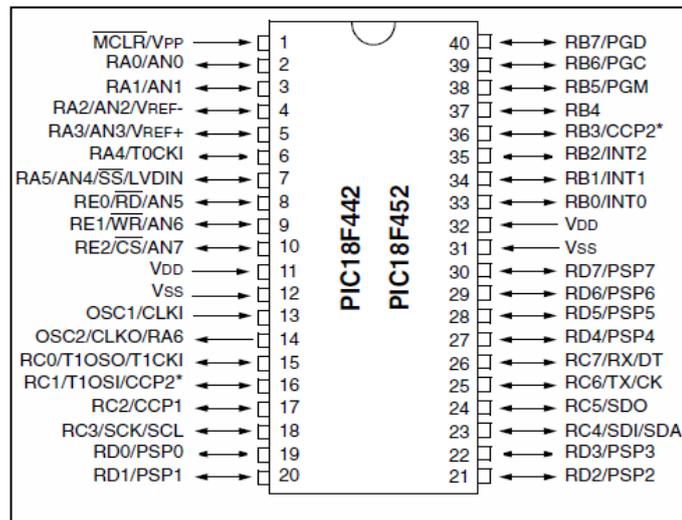
En la actualidad tienen una capacidad de cálculo bastante alta (varios MIPS, millones de instrucciones por segundo) necesaria para realizar labores complejas tales como el cálculo de la FFT (transformada rápida de Fourier), para realizar filtros digitales, análisis de señales y demás cálculos matemáticos complejos. Toman decisiones en tiempo real tan complejas, que eran imposibles de hacer en este tipo de dispositivos electrónicos hace algunos años.

La comunicación adquiere gran importancia en un sistema embebido. Lo normal es que el sistema pueda comunicarse mediante interfaces estándar de cable o inalámbricas. Normalmente incorporará puertos de comunicaciones del tipo RS-232, RS-485, SPI (Serial Peripheral Interface),

I²C (Inter – Circuitos Integrados), CAN, USB, IP, WiFi, GSM (Sistema global de comunicaciones móviles), entre otros.

2.13. MICROCONTROLADOR MICROCHIP PIC18F452

Los microcontroladores son los dispositivos más utilizados en el desarrollo de sistemas embebidos. Dentro de decenas de marcas de semiconductores, la familia PIC de Microchip posee ciertas características que la hace idónea para aplicaciones específicas, debido a su reducido consumo, altos MIPS, bajo costo, entre otros.



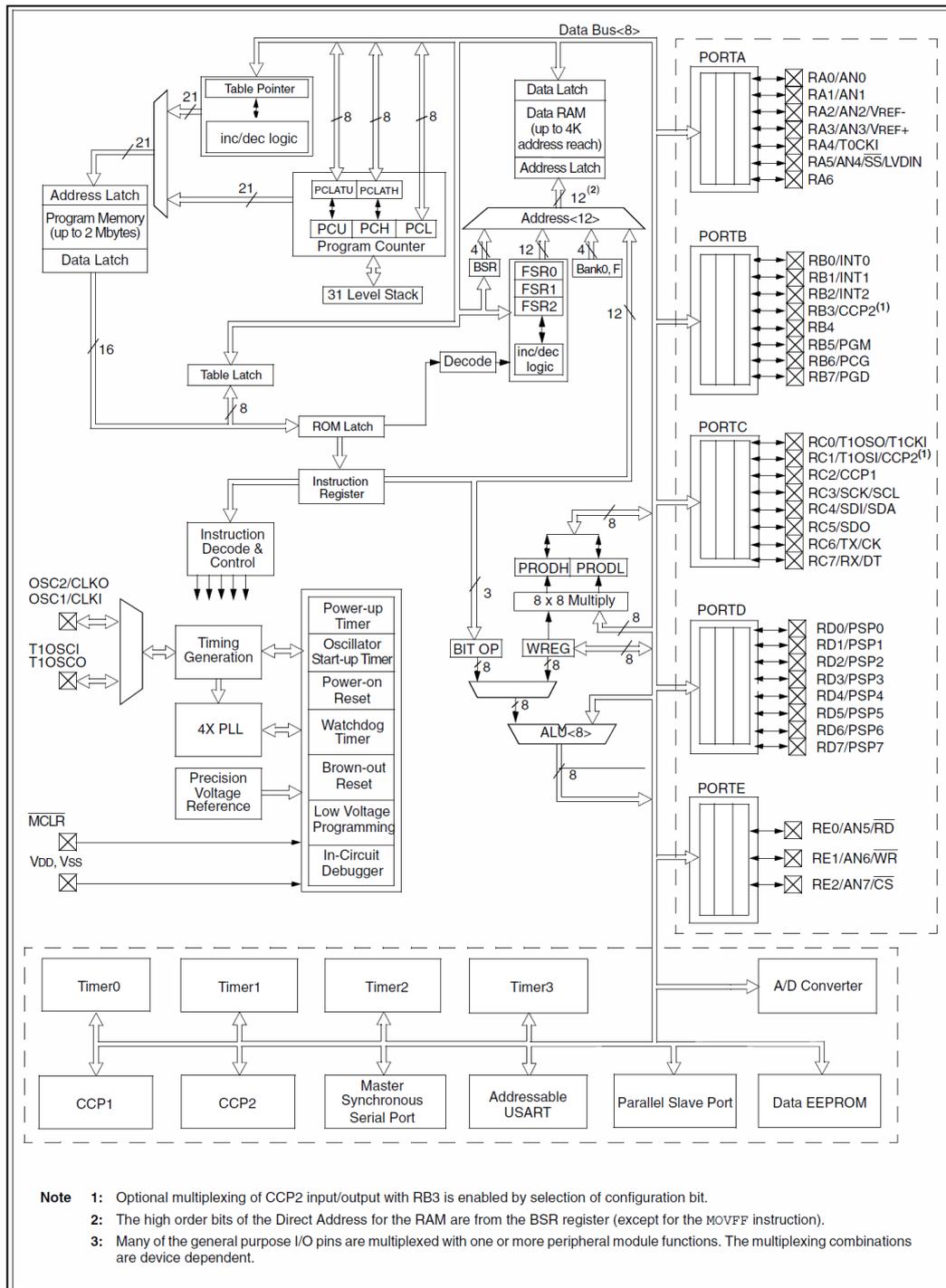
Fuente: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39564c.pdf>.

Figura 2.12: PINOUT del PIC18F452.

El microcontrolador PIC18F452, perteneciente a la gama mejorada, tienen ciertas particularidades que se apegan a los requisitos del sistema. Éstas son las más relevantes:

- Memoria FLASH de 32Kbytes.
- Memoria RAM de 1.5Kbytes.
- Cuatro módulos temporizadores (TIMER0 a TIMER3).
- Dos módulos de captura, comparación y PWM.
- Módulo USART (Transmisor receptor sincrónico – asincrónico universal).

- Conversor análogo – digital de hasta 8 canales, con resolución de 10bits y tiempo de adquisición programable.
- Conexión de oscilador externo con PLL, con frecuencias internas de hasta 40Mhz, pudiendo conseguirse hasta 10MIPS.
- Multiplicación en hardware de 8x8 en un ciclo de instrucción.
- Niveles de prioridad para las interrupciones.
- Arquitectura optimizada para compilación en lenguaje C, con set extendido de instrucciones.



Fuente: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39564c.pdf>.

Figura 2.13: Diagrama de bloques del PIC18F452.

2.14. PANTALLA GLCD T6963

Esta pantalla gráfica de cristal líquido o GLCD está formada por una matriz de píxeles monocromáticos colocados delante de una fuente de luz o reflectora. Dispone de una memoria RAM interna del mismo tamaño de la

capacidad de la pantalla. Al tener un tamaño de 128 píxeles de largo por 64 píxeles de alto (128x64), tiene una memoria RAM interna de la misma capacidad (128x64).

Está gobernada por el procesador TOSHIBA T6963C y algunas de sus características específicas son:

- Modo de pantalla STN.
- Tipo de pantalla TRANSFLECTIVA positiva.
- Tipo de módulo COP (CHIP ON BOARD).
- Luz de retroiluminación (BACKLIGHT) verde.
- Alimentación única de 5V.



Fuente: <http://www.bricogeek.com>.

Figura 2.14: Pantalla GLCD 240x128.

Las razones para preferirla sobre otras LCDs son:

- Costo de adquisición moderado.
- Gran área de visualización, útil para poder mostrar digital y gráficamente el valor de todas las variables medidas.
- Alta velocidad de respuesta.

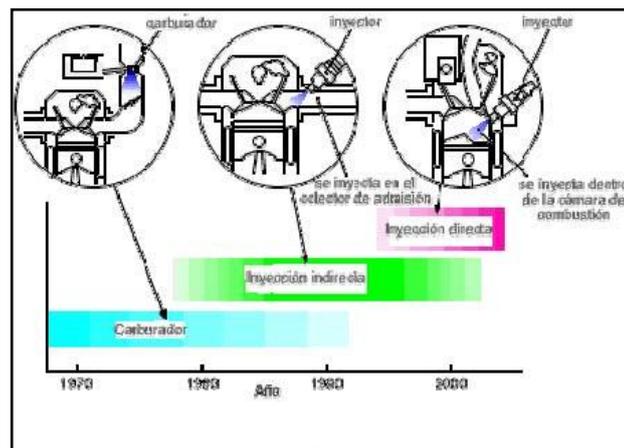
Este dispositivo es compatible con una gama muy amplia de formatos de pantalla de cristal líquido, permitiendo la selección de diferentes combinaciones a través de un conjunto de entradas programables. Puede ser utilizado en los modos texto, gráficos y combinación de texto y gráficos, e incluye diversas funciones de atributos.

2.15. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN

Se pueden clasificar en función de cuatro características distintas:

2.15.1. SEGÚN EL LUGAR DONDE INYECTAN

a. Inyección directa.



Fuente: www.automecanico.com.

Figura 2.15: Inyección Indirecta.

El inyector introduce el combustible directamente en la cámara de combustión. Este sistema de alimentación es el más novedoso y se está empezando a utilizar ahora en los motores de inyección gasolina como el motor de Mitsubishi o el motor de Renault.

El inyector introduce el combustible en el colector de admisión, encima de la válvula de admisión, que no tiene por qué estar necesariamente abierta. Es el tipo de inyección más usada actualmente.

2.15.2. SEGÚN EL NÚMERO DE INYECTORES.

a. Inyección Monopunto

Hay solamente un inyector, que introduce el combustible en el colector de admisión, antes de la mariposa de gases.

La dosificación de combustible que proporciona el inyector viene determinada por la ECU (Unidad de Control Electrónica) la cual, como en los sistemas de inyección multipunto recibe información de diferentes sensores.

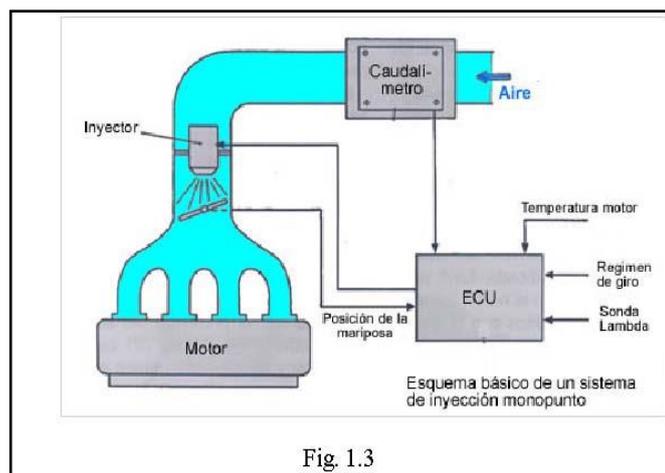
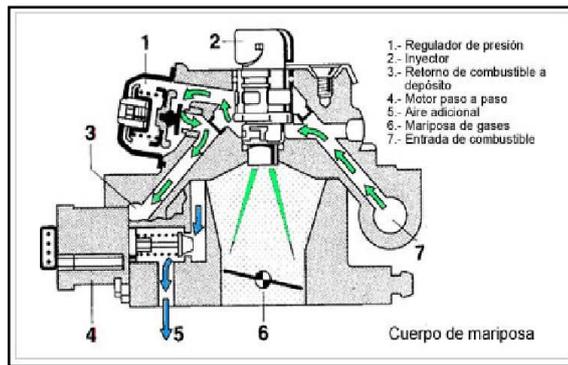


Fig. 1.3

Fuente: www.automecanico.com, Esquema Básico Monopunto.

Figura 2.16: Esquema Básico De Un Sistema Inyección Monopunto.

El elemento distintivo de este sistema de inyección es la "unidad central de inyección" o también llamado "cuerpo de mariposa" que se parece exteriormente a un carburador.



Fuente: www.automecanico.com, Esquema Básico Monopunto.

Figura 2.17: Posición unidad central de inyección.

b. Sistema de inyección monopunto MULTEC de Opel.

Es un modelo de inyección monopunto propio de Opel. Gestiona la inyección y el encendido. Este sistema lo encontramos en los modelos: Corsa (91), Corsa (93), Kadett (91), Astra (91), Astra-F (93), Vectra (91) y Vectra-B (98). Como todos los sistemas, este también ha ido evolucionando desde su inicio hasta el final de su producción. Los primeros modelos disponían de un distribuidor con generador inductivo (como los Corsa 1.2, 1.3 con carburador) y la memoria de programa PROM era insertable y sustituible en caso de avería. Después se cambió a distribuidor de efecto Hall y en los últimos modelos el encendido es con generador inductivo en el volante y bobinas DIS o distribuidor normal.

La denominación MULTEC sale de la abreviación triple-tecnología. Si bien es cierto que la mayoría de los sistemas MULTEC son monopunto, también tenemos los MULTEC-M o los MULTEC-S, que son sistemas de inyección multipunto con tantos inyectores como cilindros.

La válvula de inyección es del tipo electromagnético y los impulsos de inyección se producen con la misma frecuencia que los impulsos del circuito de encendido.



Fuente: www.redtecnica.com,inyeccion_monopunto.

Figura 2.18: Inyector monopunto.

El combustible se pulveriza encima de la mariposa en forma de haz. Para poder dosificar cantidades mínimas de combustible, tanto el inducido como el muelle, presentan masas reducidas que permiten tiempos de apertura del inyector inferiores a una milésima de segundo. En caso de avería el motor se para por falta de combustible.



Fuente: www.redtecnica.com.

Figura 2.19: Inyector monopunto.

La localización típica se observa en la figura los inyectores en el sistema TBI localizados en el motor.

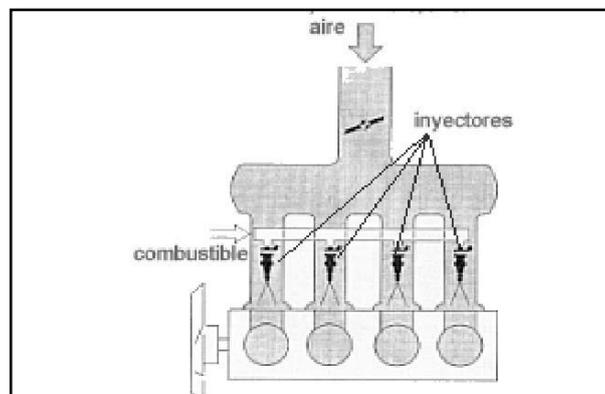


Fuente: http://www.conevyt.org.mx/educambba/guias_emprendizaje/inyectores.pdf.

Figura 2.20: Localización inyectores monopunto.

c. Inyección multipunto.

Hay un inyector por cilindro, pudiendo ser del tipo "inyección directa o indirecta". Es la que se usa en vehículos de media y alta cilindrada, con antipolución o sin ella.



Fuente: www.redtecnica.com,inyeccion multipunto.

Figura 2.21: Esquema gráfico inyectores multipunto.

d. Sistema de inyección multipunto MPFI

El siguiente paso después de TBI1 (Throttle Body Injection), fue el de inyección multipunto (MPFI). Los motores con inyección multipunto cuentan con un inyector independiente para cada cilindro montados en el múltiple de admisión o en la cabeza, encima de los puertos de admisión. Por lo tanto un

motor 4 cilindros tendrá 4 inyectores, un V6 tendrá 6 inyectores y un V8 ocho inyectores.



Fuente: http://www.conevyt.org.mx/educhamba/guias_emprendizaje/inyectores.pdf.

Figura 2.22: Inyectores multipunto.

Los sistemas MPFI son más caros debido a la cantidad de inyectores pero el tener inyectores independientes para cada cilindro representa una diferencia considerable en desempeño. El mismo motor con sistema MPFI producirá de 10 a 40 caballos de fuerza (HP) más que con el sistema TBI debido a su mejor distribución de combustible entre cilindros.

La localización típica de los inyectores en el sistema MPFI localizados en el motor se observa en la siguiente figura.



Fuente: http://www.conevyt.org.mx/educhamba/guias_emprendizaje/inyectores.pdf.

Figura 2.23: Localización inyectores multipunto.

2.15.3. INYECCIÓN INTERMITENTE

Los inyectores introducen el combustible de forma intermitente, es decir; el inyector abre y cierra según recibe órdenes de la centralita de mando. La inyección intermitente se divide a su vez en tres tipos:

a. Secuencial

El combustible es inyectado en el cilindro con la válvula de admisión abierta, es decir; los inyectores funcionan de uno en uno de forma sincronizada.

b. Semisecuencial

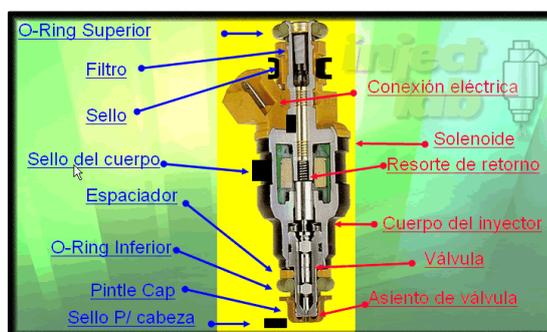
El combustible es inyectado en los cilindros de forma que los inyectores abren y cierran de dos en dos.

c. Simultánea.

El combustible es inyectado en los cilindros por todos los inyectores a la vez, es decir; abren y cierran todos los inyectores al mismo tiempo.

2.16. INYECTORES AUTOMOTRICES

Los inyectores son electroválvulas. En su interior hay una bobina, una armadura, un resorte y una válvula. Cuando una corriente eléctrica pasa a través de la bobina, se crea un campo magnético que hace que la válvula se abra.



Fuente: <http://www.tallercalderon.com/blog/los-inyectores/>.

Figura 2.24: Partes de un inyector electrónico a gasolina.

Los inyectores, al igual que cualquier carga inductiva, pueden ser de baja y alta impedancia. Los inyectores de baja impedancia (alrededor de 3 ohmios) tienen un tiempo de respuesta muy rápido, por lo cual son muy precisos. Tienen la desventaja de requerir de interfaces grandes de potencia con resistencias limitadoras de corriente, además generan mucho calor.

Los de alta impedancia (alrededor de 12 ohmios) consumen menor potencia, disipan menos calor y por lo tanto duran mucho más. Usualmente son más baratos, necesitan interfaces más pequeñas y se manejan directamente sin ninguna resistencia limitadora de corriente.

Los inyectores tienen la tarea de inyectar la cantidad correcta de combustible calculada por la computadora, en todas las condiciones de manejo para una mejor atomización y una menor condensación del combustible.

2.16.1. TIPOS DE INYECTOR

Los inyectores utilizados en sistemas de inyección de gasolina son de dos tipos:

a. Inyector electrónico

Utilizados en todos los vehículos que en la actualidad se fabrican en el mundo; son electromagnéticos y se activan por un pulso electrónico, controlado por la ECU (unidad de control electrónico).

Debido a sus excelentes técnicas de desarrollo, se ha estado produciendo durante más de 25 años y aún es posible adaptar este inyector para que se ajuste a una variedad de sistemas por inducción de aire y de alimentación de gasolina, siendo necesarios distintos tipos de atomización y de caudal para satisfacer las necesidades de los distintos fabricantes de vehículos.



Fuente: Nota técnica Introducción Inyección Electronica,pdf .Cise Electronics.

Figura 2.25: Inyectores electrónicos.

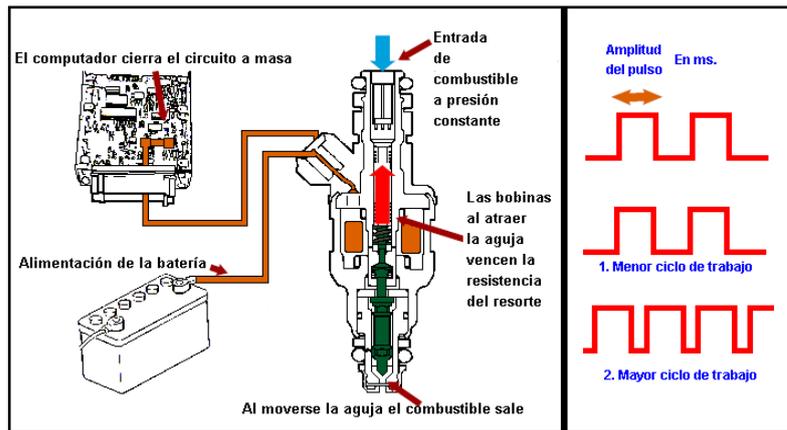
Se usan para sistemas multipunto es decir uno para cada cilindro o de inyección en el cuerpo del estrangulador uno para todos los cilindros o uno para cada bloque de cilindros en los motores en V.

La diferencia que se encuentra en los inyectores controlados electrónicamente está en el diseño de la válvula de alimentación de combustible.

Existen tres tipos de válvulas de: aguja, bola, y disco. Existen otras variaciones pero muy semejantes, las tres formas nombradas son las más generalizadas.

b. Inyector con válvula de aguja

El inyector dispone de una armadura de resorte que es atraída magnéticamente por la bobina del solenoide, la atracción magnética arrastra a la armadura contra el resorte de retorno, levantando la aguja y alejándola del orificio de aspersión del inyector. El diseño de la aguja y del asiento del inyector da a éste la capacidad de producir un rocío estrecho.



Fuente: Nota técnica Introducción Inyección Electrónica, pdf. Cise Electronics.

Figura 2.26: Inyector con válvula de aguja.

El inyector de aguja tiende a formar depósitos entre la válvula y su asiento, restringiendo el flujo de combustible al cilindro y causando problemas de empobrecimiento de la mezcla aire-combustible. La armadura es más grande y pesada que otros diseños de inyectores y por lo tanto el tiempo de reacción es más lento, presentando posibles desgastes.

c. Inyector tipo bola

Es el que se utiliza en sistemas de inyección en el cuerpo de aceleración o sistemas TBI, es de tipo aguja y asiento; la armadura o solenoide es más pequeña y tiene una válvula redondeada que se ajusta con un asiento cónico. La respuesta es más rápida presentando menor desgaste en el asiento y el ángulo de pulverizado es más amplio.



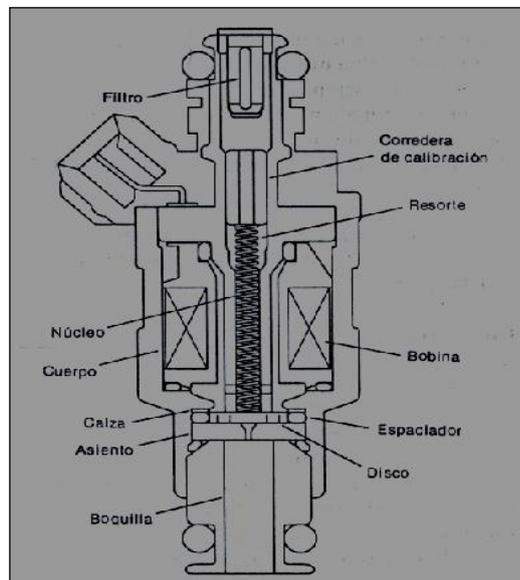
Fuente: Nota técnica Introducción Inyección Electrónica, pdf. Cise Electronics.

Figura 2.27: Inyector tipo bola.

Su diseño permite una velocidad más alta de flujo de combustible en un cierto tiempo de encendido, en que la válvula está abierta y son de mayor caudal. Los inyectores de arranque en frío que se montaban en los modelos iniciales de inyección eran generalmente diseño de bola.

d. Inyector de disco

Este inyector no tiene armadura. El campo magnético que produce la bobina eléctrica se dirige al área de la válvula por la forma del núcleo de inyector. La válvula real es un arreglo del disco y del asiento con su orificio.



Fuente: G. Erazo; E. López.

Figura 2.28: Inyector con válvula de disco.

El disco por ser más pequeño, se mueve con gran rapidez en el campo magnético, debido a su menor peso y por ende se necesita menor tensión en el resorte para retornar el disco a su puesto para detener el flujo de combustible.

La diferencia en la construcción comprende las diferencias en tamaño de inyector, forma y el modo en que se encuentran conectados al distribuidor de combustible.

Consta adicionalmente de una resistencia eléctrica que es el principal factor del retardo en la respuesta de los inyectores es la autoinducción que aparece al principio y al final de cada pulso de corriente.

A fin de reducir al mínimo la autoinducción, numerosos tipos de inyección contienen solenoides de baja resistencia (4, 6, 8, 12 ,16 Ω a 20°C). Los mismos que logran una baja resistencia ya que disponen de un número reducido de menos espiras en su arrollamiento.

Cada inyector dispone de un caudal definido en función de la presión así como el diámetro de sus orificios, el mismo que viene indicado en sus respectivas hojas de características o codificación. Por ejemplo:

- Inyector 0280 150 208 caudal 133 + 3% cc/min.
- Inyector 0280 150 201 caudal 236 + 3 % cc/min.

2.17. MEDICIÓN DEL TIEMPO DE INYECCIÓN

El tiempo de inyección es el periodo dispuesto por el ECM en el que el módulo de control electrónico conecta uno de los extremos de la bobina del inyector a masa, dado que el otro extremo de dicha bobina está conectado al positivo de la batería. Como en toda bobina la intensidad de corriente no alcanza su máximo en forma instantánea sino que para alcanzar ese nivel le demanda un tiempo determinado. La intensidad del campo magnético formado en la bobina del inyector, al fluir corriente eléctrica por ella, debe alcanzar un determinado nivel para atraer la aguja venciendo la fuerza de oposición del resorte que empuja a ésta para mantenerla en su asiento, cerrando el paso de combustible. La intensidad del campo magnético, para una bobina dada y para cada instante, es dependiente exclusivamente del nivel de intensidad de corriente alcanzada en ese instante. Esto permite vislumbrar que los inyectores no abren el paso de combustible en el instante en el que se le aplica a su bobina la tensión de batería (instante en que el ECM pone a masa uno de los extremos de la bobina) sino que su apertura

demanda un cierto tiempo. Para un mismo inyector éste retardo sufre variaciones en función del nivel de la tensión de batería.

A continuación se describe un ejemplo de mediciones realizadas en inyectores de uso común. Estas mediciones se han efectuado para distintas tensiones de batería pero manteniendo un tiempo de inyección constante de 2 milisegundos medido con osciloscopio.

Tabla 2.4: Ficha técnica inyector Bosch 0280 150 962.

Inyector Bosch 0280 150 962	
Tipo	Válvula de inyección
Marca de autos	OMEGA 3.0 / VECTRA 2.0 / SANTANA 2.0
País de origen	Fujian, China (Mainland)
Fabricación	Hecho en china
N° de parte	0280 150 962
Caudal	187cc/min
Resistencia eléctrica	16 ohmios
Presión	3bar
Intensidad de apertura	0,3 A
Intensidad de cierre	0,14 A

Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_inyecci%C3%B3n.pdf.

Tabla 2.5: Parámetros de funcionamiento inyector Bosch 0280 150 962.

Parámetros		Tiempo retardo de apertura (ms)	Tiempo nominal de inyección (ms)	Tiempo real de inyección (ms)	% tiempo de inyección perdido
Tensión de batería	13.8V	0,44	2	2 – 0,44 = 1,56	22%
Intensidad máxima	0,87A				
Tensión de batería	12 V	0,53	2	2 – 0,53 = 1,47	26,5%
Intensidad máxima	0,65A				
Tensión de batería	10 V	0,64	2	2 – 0,64 = 1,46	32%
Intensidad máxima	0,46 ^a				

Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_inyecci%C3%B3n.pdf.

2.17.1. CARACTERÍSTICA TIEMPO/CAUDAL DEL INYECTOR

La característica tiempo/caudal del inyector tiene los siguientes parámetros:

a. Gain (Ganancia)

Es el periodo de apertura adicional al tiempo de inyección nominal directamente proporcional a la exigencia del motor.

- Del orificio inyector.
- De la carrera de la parte móvil del inyector.
- Del salto de presión entre colector gasolina y colector aire.

b. Offset (Igualar)

Es la cantidad de caudal inyectado después del corte de la conexión a masa de la bobina del inyector. La igualación depende de:

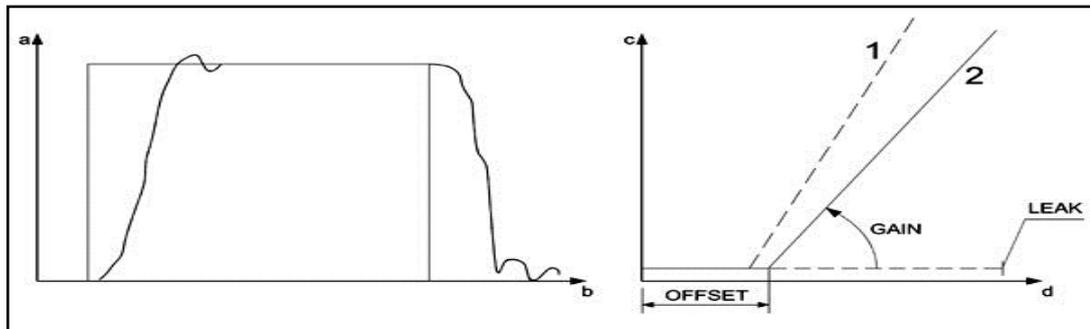
- La tensión de mando.
- Del salto de presión entre colector gasolina y colector aire.
- De las características eléctricas del inyector.
- Del peso de la parte móvil del inyector.
- De la fuerza del muelle de cierre del inyector.
- De los roces internos del inyector.

c. Leak (Pérdida)

Es la cantidad de combustible inyectado mientras el inyector permanece cerrado.

- Tipología de las superficies de estanqueidad.
- Salto de presión entre colector gasolina y colector aire.

Los defectos de la primera familia que modifican la presión en las extremidades de los inyectores van a influir sobre todo en la ganancia, ya que es la parte preponderante del caudal, naturalmente a un aumento de presión le corresponderá un aumento de la ganancia y viceversa.



- | | |
|--|--|
| <p>a. Tensión de mando/apertura inyectores</p> <p>b. Tiempo de mando</p> | <p>c. Característica fuera de la tolerancia</p> <p>d. Característica nominal</p> |
|--|--|

Fuente: G. Erazo; E. López.

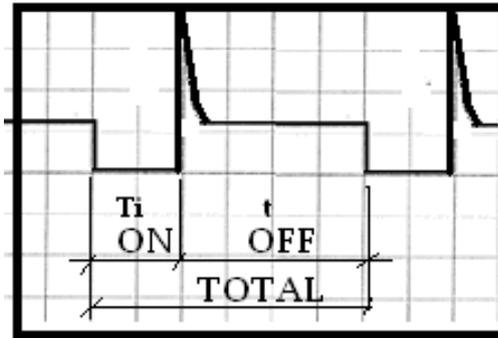
Figura 2.29: Curva característica de operación de inyectores.

El envejecimiento del inyector, por el contrario, puede derivarse de una variación de la igualación, generada por el aflojamiento del muelle del inyector (disminución de la igualación) y por suciedad del mismo (disminución de ganancia).

2.18. CICLO DE TRABAJO.

El ciclo de trabajo es la relación que existe entre el tiempo de inyección dividido para lo que dura el ciclo entre abierto y cerrado debe ser expresado en porcentaje y que debe estar entre 25% a 30 %, para que el motor funcione en forma adecuada.

Es calculado partiendo de las características obtenidas en un osciloscopio o directamente se lo puede medir con un medidor de ciclo de trabajo.



Fuente: G. Erazo; E. López.

Figura 2.30: Parámetros del ciclo de trabajo.

Ecuación 2.1. Ciclo de trabajo.

$$\% = \frac{\text{tiempodeinyecciónON}}{\text{tiempoON} + \text{tiempoOFF}} \times 100\%$$

Fuente: G. Erazo; E. López

2.19. BANCO DE INYECTORES COMERCIALES

2.19.1. BANCO DE LIMPIEZA DE INYECTORES “ALFATEST-MODELO MULTIJET V8”.



Fuente: www.alfatest.com

Figura 2.31: Banco de inyectores Alfatest

La Multijet V8 diagnóstica y visualiza el funcionamiento de los inyectores “single” y “multi-point”, antes y después de la limpieza por ultrasonido.

a. Pruebas de caudal y flujo

Posibilita la observación del volumen inyectado y el análisis de la ecualización de los inyectores (en el caso de inyectores “multipoint”). El test de flujo es preprogramado, con valores definidos de apertura y RPM.

b. Prueba de estanqueidad

Es posible observar el sellado de los inyectores cuando sometidos a una presión 20% superior a la presión de trabajo. Señales como el humedecimiento de los extremos de los inyectores, goteo, chorro continuo y acentuada caída de presión indican problemas de estanqueidad.

c. Prueba de pulverización

Con una lámpara estroboscópica es posible observar el formato del “spray” de los inyectores. En este teste, los valores de apertura y RPM son definidos y las probetas son vaciadas automáticamente.

d. Prueba de motor de paso

Esta prueba mueve el émbolo del motor de paso a fin de verificar su avance y retracción, siendo posible realizar la retirada de émbolo y de la rosca para limpieza (que puede ser efectuada en la cuba de ultrasonido), para después acoplarlos nuevamente a través del proceso inverso, evitando daños en el motor de paso.

e. Limpieza por ultrasonido y chorro directo

En este proceso, los inyectores pulsan en la cuba con sus extremidades sometidas al proceso de cavitación que, a través de la acción de ondas de ultrasonido, eliminan las partículas más profundas de incrustaciones.



Fuente: www.Alfatest.com

Figura 2.32: Tina ultrasónica

f. Características técnicas.

- Tensión de alimentación: 94V a 140VAC / 188 a 264VAC (47-63 Hz).
- Operación del ultrasonido: Limpieza leve o pesada (modo "Hammer").
- Accionamiento de los inyectores: 1000RPM, 3000RPM, 5000RPM.
- Frecuencia del ultrasonido: 37 hasta 40 KHz.
- Timer del ultrasonido: mín: 15mín. / máx: 30 mín.

2.19.2. BANCO DE LIMPIEZA DE INYECTORES "LAUNCH"

a. Funciones de la máquina LAUNCH

La limpieza ultrasónica: para limpiar varios los inyectores al mismo tiempo por el limpiador ultrasónico, y quita el carbono deposita en el inyector completamente.

La prueba de uniformidad: para probar la uniformidad de inyectar cantidad de cada inyector.

El ensayo de estanquidad: para probar el sellado y las condiciones de goteo de inyectores a una presión alta.

La prueba de flujo inyectando: para verificar la cantidad inyectando del inyector en 15 segundos de inyección constante.

Los rasgos: adoptando el ultrasónico la tecnología limpiando, CNC-601A/801A, puede limpiar los inyectores completamente. El microordenador controla el combustible, la presión es estable y ajustable, logra la automatización en el proceso de comprobación y limpieza de los inyectores.

g. Características técnicas.

La condición que opera está dada por los siguientes parámetros:

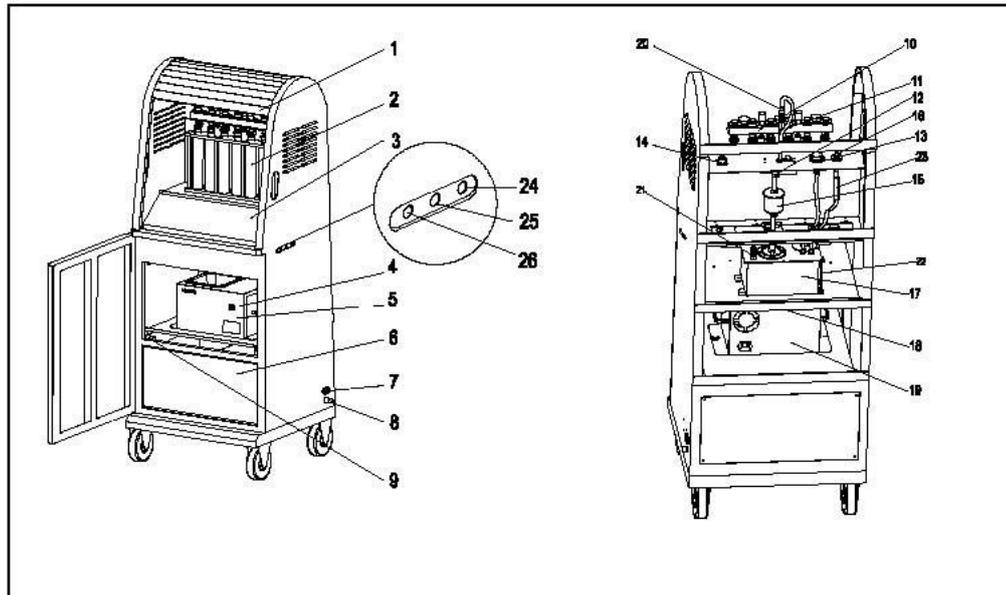
- La temperatura: $-10\sim+40^{\circ}\text{C}$;
- La humedad relativa: $< 85\%$;
- La intensidad de campo magnético exterior: $< 400\text{A/m}$;

No someter a elevadas temperaturas a una distancia mínima de 2m.

Las especificaciones del banco son:

- El suministro de energía: $\text{AC}220\text{V}\pm 10\%/50\text{Hz}\sim 60\text{Hz}$ $\text{AC}110\text{V}\pm 10\% / 50\text{Hz}\sim 60\text{Hz}$ El poder de la entrada: 270W.
- El poder del limpiador ultrasónico: 100W.
- El rango de presión: $0\sim 0.65\text{Mpa}$; El pasó de presión: 0.004Mpa .
- La RPM simulada el rango: $10\sim 9990\text{rpm}$; el paso: 10rpm.
- El rango de la cuenta: $1\sim 9999$ veces.
- El rango de Tiempo: $1\sim 9999\text{sg}$.
- La anchura del pulso: $0.5\sim 25\text{ms}$; el paso 0.1ms .
- Alimente la capacidad de depósito: 2500ml; Las dimensiones: $550\text{mm} \times 530\text{mm} \times 1400\text{ms}$.

b. Componentes de la máquina



1. La cortina. 2. Probetas; 3. El panel de control; 4. El interruptor del limpiador ultrasónico, 5, 19. El limpiador ultrasónico; 6. El juego de herramientas; 7. El enchufe; 8. El fusible; 9. La cerradura del deslizador; 10. Distribuidor; 11. Cañería de combustible; 12. El bloque del t-tipo; 13. La válvula; 14. El enchufe para el pulso el cable señalado; 15. El filtro de gasolina; 16. La manga del retorno; 17. Alimentación del tanque; 18. El conector; 19. El limpiador ultrasónico; 20. El conector rápido; 21. El conector rápido para el tanque de la entrada; 22. El combustible el espectador nivelado; 24. El enchufe ligero cronometrando, 26. El interruptor.

Fuente: www.Launch.com, Componentes de la Maquina Launch, 2007.

Figura 2.33: Banco de inyectores Launch 2007.

2.20. MANTENIMIENTO DE INYECTORES

2.20.1. MANTENIMIENTO DE INYECTORES VÍA CÁNISTER

Se recomienda dentro de los planes de mantenimiento de los inyectores gasolina lavar los inyectores cada 10,000 Km para eliminar la suciedad del inyector con una bomba de alta presión para limpiar inyectores vía cánister con la ayuda de aditivos de limpieza de inyectores que ofrece el mercado automotriz.

La limpieza de inyectores mediante cánister consiste en verter aditivos de limpieza de inyectores dentro de un recipiente presurizado. Se acopla a entrada de combustible al riel de inyectores.



Fuente: http://www.conevyt.org.mx/educhamba/guias_emprendizaje/inyectores.pdf

Figura 2.34: Limpieza de inyectores vía cánister

Con el motor encendido y con tiempo estimado de 3 a minuto se consumir  el aditivo limpiador. Existirá cascabeleo por el bajo octanaje del aditivo. Al momento de terminarse el aditivo en el interior del recipiente el motor se apagará y se dará por terminada la limpieza.

a. Aditivo limpiador de inyectores



Fuente: <http://www.autodaewoospark.com/limpiador-inyectores-fuel-injector-cleaner.php>

Figura 2.35: Limpiador de inyectores

Función:

- Limpia los inyectores tapados y la cámara de combustión.
- Incrementa la potencia del motor y la eficiencia de la combustión.

Beneficios:

- Mejora la atomización del combustible.
- Elimina los residuos de los inyectores, válvulas y cámara de combustión.
- Ayuda a eliminar fallas en el encendido.

Composición y Propiedades: Isómeros de xileno, alcohol diacetona, cetato de etilo, isopropanol, butil cellosolve y detergentes.

Tabla 2.6: Propiedades limpiador de inyectores

Estado Físico:	Líquido
Color Pt-Co ASTM D 1209:	100
Densidad a 25°C:	0.861 g/ml
Punto de inflamación (CCCFP) ASTM D 6450:	21 °C
pH:	7.8

Fuente: http://www.artlux.com.mx/fichastecnicas/FichasAxpro/FTYS_LIMPIADOR_DE_INYEC_BOYA.pdf

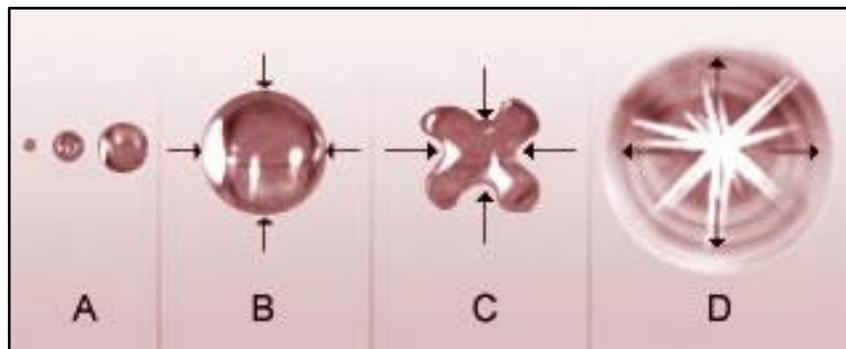
2.20.2. MANTENIMIENTO DE INYECTORES VÍA ULTRASONIDO

Todos los inyectores son válvulas microscópicas que regulan la entrada de gasolina al motor de todo vehículo con sistema de combustión interna. Dichos inyectores, al cabo de trabajar por un lapso de un año o 20,000 km. se ven afectados por materiales que se adhieren a sus paredes internas, provocando así, una mala inyección de gasolina y por lo tanto una mezcla deficiente al interior de las cámaras de combustión.

La única forma de eliminar el total de dichos sedimentos es a través del lavado ultrasónico o limpieza por cavitación, el cual funciona de la siguiente manera:

Durante la fase de depresión (fase A) se crean en el interior del líquido de limpieza de inyectores una infinidad de burbujas de gas que se agrandan mientras dura la fase de depresión acústica (presión negativa).

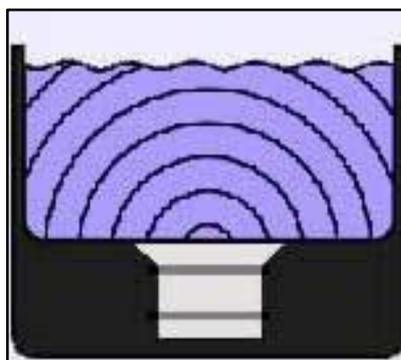
Esta formación de burbujas microscópicas de gas es la cavitación. Durante la segunda fase de compresión ultrasónica (fase B), la enorme presión ejercida sobre las burbujas recién expandidas, comprime a las mismas aumentando enormemente la temperatura del gas en ellas contenido (fase C) hasta que las burbujas colapsa la temperatura del gas al interior de ellas (fase C) hasta que las burbujas colapsan en sí mismas implosionando con la consiguiente expulsión de una cantidad enorme de energía (fase D).



Fuente: <http://inyectoresporultrasonido.blogspot.com/>

Figura 2.36: Fases de cavitación

Esta misma energía, provocada por la implosión de las burbujas de gas, golpean la superficie del inyector, tanto externamente como internamente al limpiar interactuando tanto física como químicamente.



Fuente: <http://inyectoresporultrasonido.blogspot.com/>

Figura 2.37: Ondas ultrasónicas

En la parte solida del inyector tendremos un "micro-barrido" a una altísima frecuencia (cerca de 40.000 veces por segundo en una máquina que funciona a 40 KHz) y químicamente con el efecto purificador de la sustancia química presente en el líquido limpiador.



Fuente: <http://inyectoresporultrasonido.blogspot.com/>

Figura 2.38: Diferencia entre limpieza vía cánister y vía ultrasonido

CAPÍTULO 3

PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

3.1. HIPÓTESIS

3.1.1. HIPÓTESIS GENERAL

La aplicación en los talleres automotrices de un banco de pruebas para inyectores gasolina con comunicación inalámbrica, configuración de parámetros de funcionamiento y monitoreo de variables en tiempo real a través de interfaz gráfica, es una solución didáctica, eficiente y versátil que permite comprobar el correcto desempeño de los inyectores gasolina, en lo concerniente a caudal, estanqueidad y retroalimentación de señal de activación.

3.1.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Los usuarios de comprobadores de inyectores gasolina deben disponer herramientas innovadoras en el control y activación en tiempo real de los parámetros de funcionamiento de los inyectores mostrando en una interfaz gráfica un programa versátil y didáctico amigable para el usuario en una comodidad de red wi-fi de infraestructura.

Es importante comprobar los inyectores gasolina superando los parámetros de funcionamiento nominales que normalmente se presenta en el vehículo variando presión de bomba, ancho de pulso y rpm a exigencias máximas de rendimiento. Un diagnóstico correcto de las pruebas a los que son sometidos los inyectores gasolina en un banco de inyectores permite a analizar problemas de consumo y rendimiento de motor. La retroalimentación o feedback en el sistema de inyección a gasolina ayuda a realizar un monitoreo en tiempo real al funcionamiento de cada inyector.

3.2. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

3.2.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Diseñar y construir un banco de pruebas para inyectores gasolina programado y activado vía Wi – Fi.

3.2.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Optimizar las tareas de diagnóstico y mantenimiento de estos dispositivos.

3.3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

a. Variable independiente

Tabla 3.1: Operacionalización de la variable independiente.

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	PREGUNTAS
DISEÑAR Y CONSTRUIR UN BANCO DE PRUEBAS PARA INYECTORES GASOLINA PROGRAMADO Y ACTIVADO VÍA WI – FI.	Académica	Número de placas de las que consta el sistema electrónico del banco de pruebas de inyectores gasolina=4	¿Cuál es el número de placas con las banco de pruebas de inyectores gasolina?
		Número de actuadores que maneja el sistema = 4.	¿Cuál es el número de actuadores que maneja el banco de pruebas para el monitoreo de inyectores gasolina?
	Tecnológica	Número de módulos para la comunicación wi-fi =1.	¿Cuántos módulos se necesita para generar la comunicación wi-fi?
		Número de electroválvulas con los que cuenta el banco de pruebas para inyectores gasolina =4	¿Con cuántas electroválvulas cuenta el banco de pruebas para inyectores gasolina inyectores?
		Número de componentes del sistema de alimentación del líquido comprobador ≥ 4.	¿Cuál es el número de componentes que dispone el sistema de alimentación del líquido comprobador?

Fuente: Cabrera P. – Nato E.

b. Variable dependiente

Tabla 3.2: Operacionalización de la variable dependiente.

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	PREGUNTAS
<p>OPTIMIZAR LAS TAREAS DE DIAGNÓSTICO Y MANTENIMIENTO DE ESTOS DISPOSITIVOS.</p>	Académica	Número de inyectores monitoreados (feedback) = 4.	¿Cómo determinar que el inyector no está operando eficientemente en su estado de conexión o desconexión?
	Tecnológica	Número de procedimientos para realizar pruebas de diagnóstico en los inyectores gasolina ≥ 3 .	¿Cómo determinar el correcto funcionamiento de los inyectores que se dará mantenimiento?

Fuente: Cabrera P. – Nato E.

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. TIPO DE LA INVESTIGACIÓN

En cuanto al diseño de investigación; es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado o comprobar la hipótesis de investigación. La investigación se clasifica en: documental, de campo y experimental.

El diseño de investigación a utilizar es la experimental; la cual consiste en someter a un objeto a determinadas condiciones, estímulos o tratamientos (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente).

Basado en los objetivos e interrogantes planteadas, el presente proyecto se sustenta en el diseño experimental, donde el investigador no solo identifica las características que se estudian; sino que las controla, las altera o manipula con el fin de observar los resultados al tiempo que procura evitar que otros factores intervengan en la observación.

La investigación experimental sigue las siguientes etapas:

- Delimitar y definir el objeto de la investigación o problema, señalando las variables independientes, las dependientes.
- Plantear una hipótesis de trabajo, estas ideas deben estar suficientemente claras para adelantar un resultado tentativo de cómo puede ocurrir dicho fenómeno: éste resultado tentativo es la hipótesis.

- Elaborar el diseño experimental, mediante los siguientes pasos: determinar todos los componentes del equipo, acoplar los componentes.
- Realizar un experimento de prueba e interpretar tentativamente los resultados y comprobar la precisión, modificando, si es necesario, el procedimiento y/o equipo utilizado.
- Realizar el experimento final para detectar cualquier anomalía, su desarrollo nos dará respuesta al problema.
- Analizar los resultados, deben contestar las preguntas planteadas por el problema.
- Obtener conclusiones, ya logrados los resultados del experimento el investigador debe aplicar su criterio científico para aceptar o rechazar la hipótesis.
- Elaborar un informe por escrito.

4.2. PRUEBA PILOTO.

La prueba piloto se refiere a la aplicación del cuestionario en una pequeña muestra de encuestados de las siguientes mecánicas:

AUTODELTA CIA LTDA. Av. González Suárez y Av. Coruña Servicio Alfa Romeo, AUTODELTA CIA LTDA. AV. 10 de Agosto N44-197 y Av. El Inca Servicio Nissan y Renault, AUTODELTA CIA. LTDA. Centro de Colisiones AV. 10 de Agosto N29-106 y Av. Amazonas, Comercial Hidrobo Av. Mariano Acosta (Panamericana Sur Km 1) - Ibarra; para identificar y eliminar posibles problemas, las preguntas relacionan las variables de investigación, no existió problema en su aplicación.

A continuación se incluye la encuesta número uno de las quince aplicadas.

ENCUESTA 1

Sr. Técnico Automotriz, reciba un cordial saludo. El objetivo de la presente es levantar información acerca del DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE INYECTORES GASOLINA PROGRAMADO Y ACTIVADO VIA WI-FI.

1. Los conocimientos que dispone sobre el uso de banco de pruebas de inyectores gasolina son:

Muy Bueno _____ Bueno _____ Regular _____ Malo _____

2. ¿Conoce alguna de las diferentes pruebas de diagnóstico que se pueden realizar en un banco de inyectores gasolina?:

SI _____ NO _____

3. Seleccione una opción. Se debe dar mantenimiento a inyectores gasolina cada:

5.000 Km _____ 10.000 Km _____ 50.000 Km _____ Otro _____

4. Luego de un mantenimiento y/o limpieza de inyectores la perspectiva de mejora de potencia y consumo es de:

0% _____ 25% _____ 50% _____ 75% _____ 100% _____

5. Considera necesaria la implementación de una interfaz gráfica amigable para el usuario (programa informático) de activación y control para las pruebas de diagnóstico en banco de inyectores gasolina.

SI _____ NO _____

6. Considera que la implementación de una comunicación inalámbrica entre el banco de pruebas de inyectores y una PC agilizaría el tiempo de diagnóstico dentro de un taller de servicios en un:

0% _____ 25% _____ 50% _____ 75% _____ 100% _____

7. Recomienda usted que se implemente un banco de pruebas para diagnosticar fallas en inyectores gasolina programado y activado vía Wi-Fi en los laboratorios de Mecánica Automotriz de la ESPE Latacunga o en un taller de mantenimiento mecánico.

SI _____ NO _____

8. En caso de administrar un taller de servicios, ¿implementaría usted un banco de pruebas de inyectores gasolina programado y activado vía Wi-Fi?:

SI _____ NO _____

4.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

El método de recolección de datos es el medio a través del cual el investigador se relaciona con los participantes para obtener la información necesaria que le permita lograr los objetivos de la investigación.

De modo que para recolectar la información hay que tener presente:

- Seleccionar un instrumento de medición el cual debe ser válido y confiable para poder aceptar los resultados.
- Aplicar dicho instrumento de medición.
- Organizar las mediciones obtenidas, para poder analizarlos.

Con estos antecedentes se procedió a la búsqueda de la información mediante la aplicación de encuestas.

Como instrumento de recolección de información hemos utilizado información primaria a través del cuestionario detallado en la encuesta 1.

4.3.1. DISEÑO DE ENCUESTAS PARA GENERACIÓN DE INFORMACIÓN.

La encuesta que se diseñó para nuestro proyecto es la siguiente, con la que pretendemos obtener información relevante para el desarrollo del presente, las preguntas son sencillas y de fácil comprensión.

A continuación se presenta el formulario para el desarrollo de la encuesta que se deberá aplicarse previamente como piloto.

ENCUESTA 1

Sr. Técnico Automotriz, reciba un cordial saludo. El objetivo de la presente es levantar información acerca del DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE INYECTORES GASOLINA PROGRAMADO Y ACTIVADO VIA WI-FI.

1. Los conocimientos que dispone sobre el uso de banco de pruebas de inyectores gasolina son:

Muy Bueno_____ Bueno_____ Regular_____ Malo_____

2. ¿Conoce alguna de las diferentes pruebas de diagnóstico que se pueden realizar en un banco de inyectores gasolina?:

SI _____ NO _____

3. Seleccione una opción. Se debe dar mantenimiento a inyectores gasolina cada:

5.000 Km_____ 10.000 Km_____ 50.000 Km_____ Otro_____

4. Luego de un mantenimiento y/o limpieza de inyectores la perspectiva de mejora de potencia y consumo es de:

0%_____ 25%_____ 50%_____ 75%_____ 100%_____

5. Considera necesaria la implementación de una interfaz gráfica amigable para el usuario (programa informático) de activación y control para las pruebas de diagnóstico en banco de inyectores gasolina.

SI_____ NO _____

6. Considera que la implementación de una comunicación inalámbrica entre el banco de pruebas de inyectores y una PC agilizaría el tiempo de diagnóstico dentro de un taller de servicios en un:

0%_____ 25%_____ 50%_____ 75%_____ 100%_____

7. Recomienda usted que se implemente un banco de pruebas para diagnosticar fallas en inyectores gasolina programado y activado vía Wi-Fi en los laboratorios de Mecánica Automotriz de la ESPE Latacunga o en un taller de mantenimiento mecánico.

SI_____ NO _____

8. En caso de administrar un taller de servicios, ¿implementaría usted un banco de pruebas de inyectores gasolina programado y activado vía Wi-Fi?:

SI_____ NO _____

4.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

Partimos de la información de la población de 60 Técnicos Automotrices de los talleres:

AUTODELTA CIA. LTDA. Av. González Suárez y Av. Coruña; Servicio Alfa Romeo, AUTODELTA CIA. LTDA. AV. 10 de Agosto N44-197 y Av. El Inca; Servicio Nissan y Renault, AUTODELTA CIA. LTDA. Centro de Colisiones AV. 10 de Agosto N29-106 y Av. Amazonas, Comercial Hidrobo Av. Mariano Acosta (Panamericana Sur Km. 1) – Ibarra; Servicio Mazda. Para el estudio se tomarán en cuenta todas las encuestas por ser un número menor a 200.

4.5. MUESTRA.

Partimos de la información de la población de 60 Técnicos Automotrices con conocimientos de inyección electrónica y autodiagnóstico. La muestra será el total de los encuestados por ser una cantidad menor a 200.

4.6. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS.

Las encuestas planteadas realizar serán sometidas a la tabulación de datos, codificación, cálculos, etc. con el fin de determinar las cuestiones más relevantes de nuestra investigación.

Tabla 4.1. Tabulación Pregunta 1.

1. Los conocimientos que dispone sobre el uso de un banco de pruebas de inyectores gasolina son:			
MB	B	R	M
4	37	8	10
7%	63%	13%	17%

Fuente: Grupo de Investigación.

Tabla 4.2. Tabulación Pregunta 2.

2. ¿Conoce alguna de las diferentes pruebas de diagnóstico que se pueden realizar en un banco de inyectores gasolina?:	
SI	NO
52	8
87%	13%

Fuente: Grupo de Investigación.

Tabla 4.3. Tabulación Pregunta 3.

3. Seleccione una opción. Se debe dar mantenimiento a inyectores gasolina cada:			
5.000 Km	10.000 Km	20.000 Km	Otro
28	18	2	12
47%	30%	3%	20%

Fuente: Grupo de Investigación.

Tabla 4.4. Tabulación Pregunta 4.

4. Luego de un mantenimiento y/o limpieza de inyectores la perspectiva de mejora de potencia y reducción de consumo es de:				
0%	25%	50%	75%	100%
4	8	12	16	20
7%	13%	20%	27%	33%

Fuente: Grupo de Investigación.

Tabla 4.5. Tabulación Pregunta 5.

5. Considera necesaria la implementación de una interfaz gráfica amigable para el usuario (programa informático) de activación y control para las pruebas de diagnóstico en banco de inyectores gasolina.	
SI	NO
60	0
100%	0%

Fuente: Grupo de Investigación.

Tabla 4.6. Tabulación Pregunta 6.

6. Considera que la implementación de una comunicación inalámbrica entre el banco de pruebas de inyectores y una PC agilizaría el tiempo de diagnóstico dentro de un taller de servicios en un:				
0%	25%	50%	75%	100%
0	6	12	18	24
0%	10%	20%	30%	40%

Fuente: Grupo de Investigación.

Tabla 4.7. Tabulación Pregunta 7.

7. Recomienda usted que se implemente un banco de pruebas para diagnosticar fallas en inyectores gasolina, programado y activado vía Wi-Fi en los laboratorios de Mecánica Automotriz de la ESPE Latacunga o en un taller de mantenimiento mecánico.	
SI	NO
39	21
66%	34%

Fuente: Grupo de Investigación.

Tabla 4.8. Tabulación Pregunta 8.

8. En caso de administrar un taller de servicios, ¿implementaría usted un banco de pruebas de inyectores gasolina programado y activado vía Wi-Fi?:	
SI	NO
60	0
100%	0%

Fuente: Grupo de Investigación.

4.7. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS

Las 60 encuestas que fueron realizadas con relación directa a las variables, se consideran el instrumento de investigación, y el tamaño de muestra está justificado por ser menor a 200 unidades.

4.8. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

De las encuestas realizadas se procedió a la tabulación de datos, codificación, cálculos, etc. a fin de determinar los hallazgos más importantes de nuestra investigación.

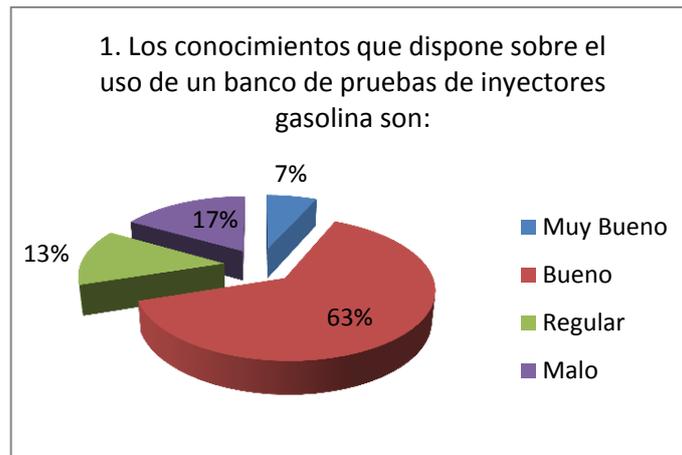
La tabulación se lo realizó mediante el ingreso manual de datos y el cálculo automático a través de una hoja electrónica de Excel.

4.8.1. INFORME GERENCIAL.

Con los datos obtenidos mediante la aplicación de las encuestas se encontraron los siguientes hallazgos que generan el presente informe gerencial. Las encuestas son consideradas como el lazo que une a los investigadores con el área de influencia del proyecto, es posible que se requiera recabar información de las personas más involucradas.

A continuación se detalla tanto los resultados de la encuesta, como las conclusiones y recomendaciones a las que se es posible llegar gracias al presente estudio.

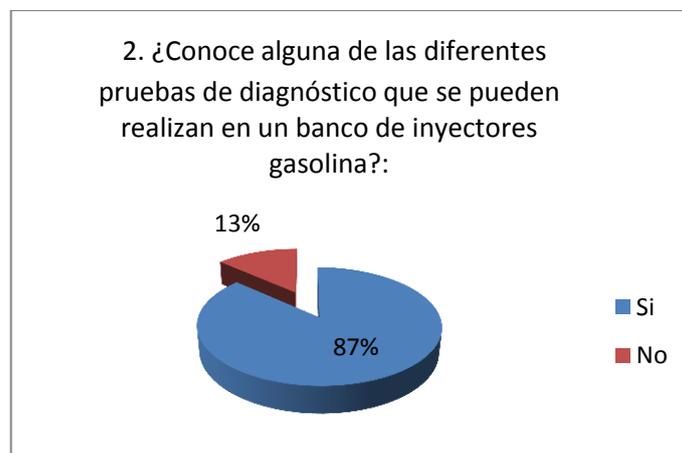
El 7% dice que los conocimientos que dispone sobre el uso de un banco de pruebas de inyectores gasolina son muy buenos, el 63% menciona que es bueno, el 13% regular y por último, el 7% menciona que su conocimiento es malo.



Fuente: Grupo de Investigación.

Figura 4.1: Pregunta N° 1

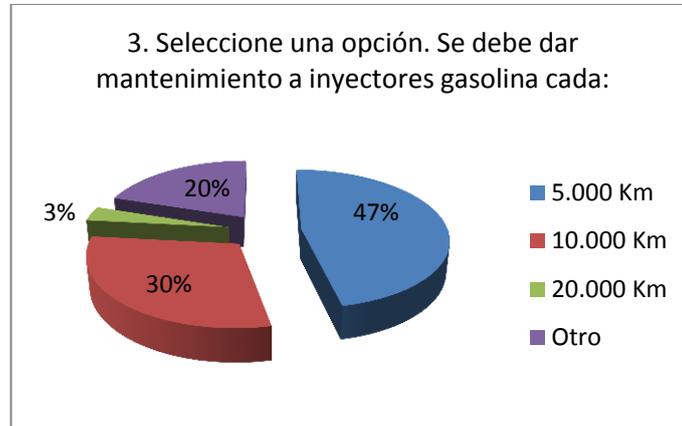
El 87% de encuestados conoce alguna de las diferentes pruebas de diagnóstico que se pueden realizar en un banco de inyectores gasolina, el 13% lo desconoce.



Fuente: Grupo de Investigación.

Figura 4.2: Pregunta N° 2

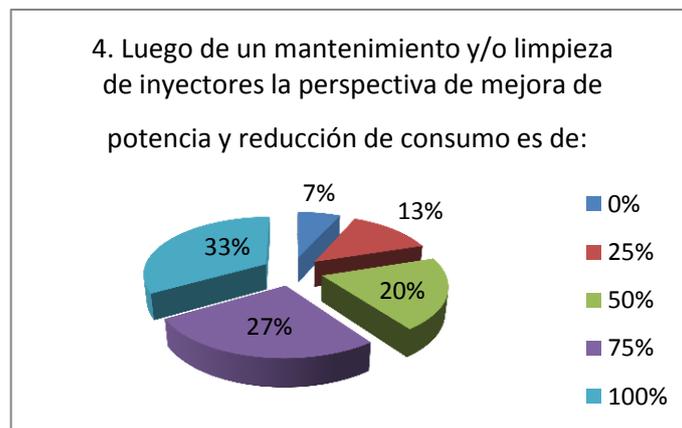
El 47% considera que se debe dar mantenimiento a inyectores gasolina cada 5.000 Km, el 30% cada 10.000 Km, el 3% cada 20.000 Km y el 20% solamente si se presentan averías.



Fuente: Grupo de Investigación.

Figura 4.3: Pregunta N° 3

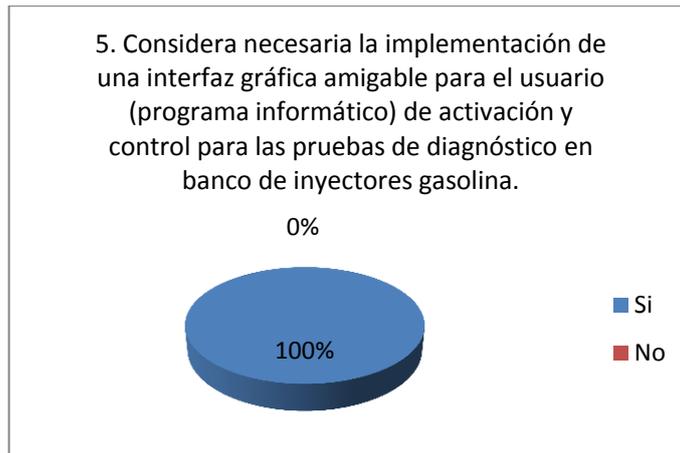
El 7% considera que luego de un mantenimiento y/o limpieza de inyectores la perspectiva de mejora de potencia y reducción de consumo es del 0%, en un 25% de incremento el 13%, en un 50% de incremento el 20% pruebas con un multímetro y el 87% con un banco de pruebas.



Fuente: Grupo de Investigación.

Figura 4. 4. Pregunta N° 4

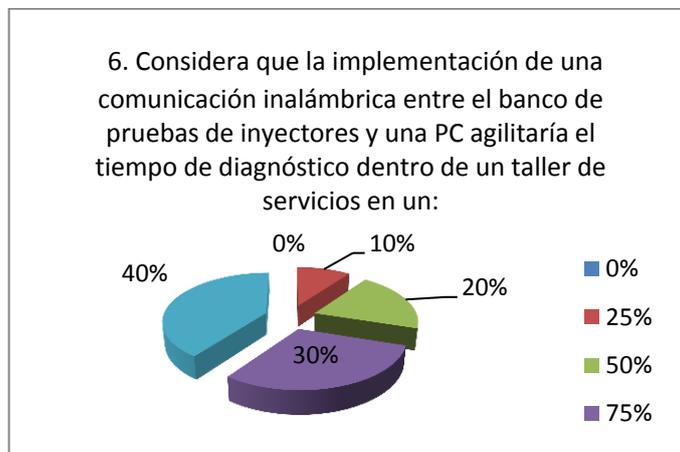
El 100% considera necesaria la implementación de una interfaz gráfica amigable para el usuario (programa informático) de activación y control para las pruebas de diagnóstico en banco de inyectores gasolina.



Fuente: Grupo de Investigación.

Figura 4. 5. Pregunta N° 5

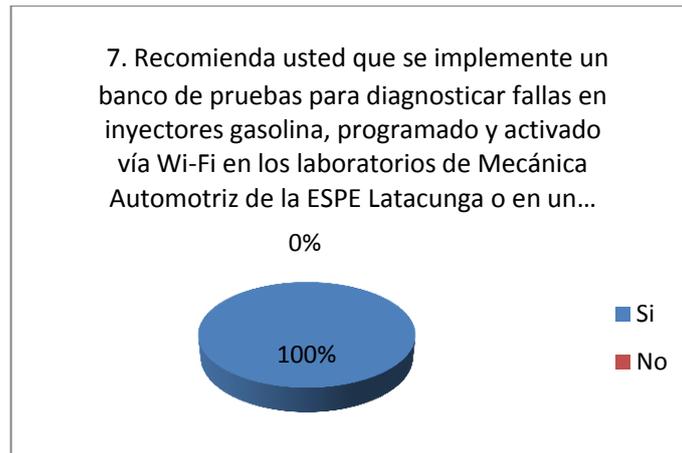
El 10% considera que la implementación de una comunicación inalámbrica entre el banco de pruebas de inyectores y una PC agilizaría el tiempo de diagnóstico dentro de un taller de servicios en un 25%, el 20% considera que lo soluciona en un 50%, el 40% considera que en un 75%, y nadie piensa lo contrario.



Fuente: Grupo de Investigación.

Figura 4. 6. Pregunta N° 6

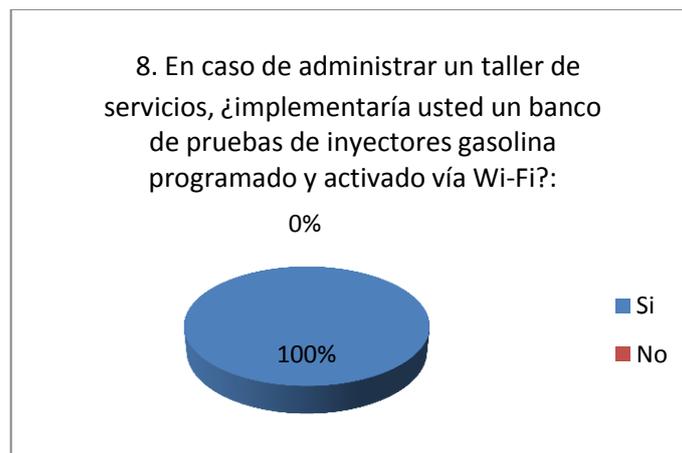
El 100% recomienda usted que se implemente un banco de pruebas para diagnosticar fallas en inyectores gasolina, programado y activado vía Wi-Fi en los laboratorios de Mecánica Automotriz de la ESPE Latacunga o en un taller de mantenimiento mecánico.



Fuente: Grupo de Investigación.

Figura 4. 7. Pregunta N° 7

El 100% dice que en caso de administrar un taller de servicios, ¿implementaría usted un banco de pruebas de inyectores gasolina programado y activado vía Wi-Fi.



Fuente: Grupo de Investigación.

Figura 4. 8. Pregunta N° 8

4.8.2. CONCLUSIONES

- A pesar de que los criterios son variados, es obvio notar que existe conocimiento básico sobre el uso de un banco de inyectores.

- Es muy importante notar que todos los encuestados consideran que es necesario contar con un manual de usuario para una fácil comprensión del funcionamiento del banco de pruebas.
- La configuración de parámetro mediante una interfaz gráfica es aceptada en su totalidad por los encuestados.
- Es acogido el planteamiento de un banco de pruebas de inyectores controlado y comandado de forma inalámbrica para agilizar el diagnóstico de fallas de inyectores dentro de un taller de servicio.

4.8.3. RECOMENDACIONES

- Reforzar el conocimiento sobre las diferentes pruebas posibles a realizarse en un banco de inyectores gasolina.
- Elaborar un manual de usuario para facilitar la comprensión de funcionamiento y diagnóstico
- Incorporar un banco de pruebas para diagnosticar posibles fallas en inyectores gasolina en los laboratorios de la ESPE-L.
- Comercializar el proyecto de tesis en pequeña escala a mediano plazo, por la gran acogida y expectativa generada por los encuestados.

CAPÍTULO 5

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA INYECTORES GASOLINA PROGRAMADO Y ACTIVADO VÍA WI – FI”

5.1. ESQUEMA DE LA PROPUESTA

5.1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

El dispositivo es un sistema digital de generación de señales con frecuencia, ciclo útil y combinación configurables, para controlar la conmutación de inyectores de motores gasolina de baja y alta impedancia. Está asistido remotamente por una interfaz gráfica de usuario en computador, comunicada inalámbricamente a través de IEEE802.11b/g.

Los mecanismos que constituyen el sistema permiten:

- Controlar en tiempo real la conmutación de inyectores, permitiendo ajustar la frecuencia y ciclo útil.
- Representar los distintos procesos de inyección, como son simultánea, secuencial y semisequencial.
- Controlar electrónicamente la presión de la bomba eléctrica de combustible a través del método de modulación de ancho de pulso.
- Utilizar un sistema de retroalimentación para determinar individualmente la conexión correcta de los inyectores al sistema de control.
- Realizar pruebas de trabajo para determinar el haz de pulverización, la estanqueidad y el caudal suministrado por los inyectores.
- Mantener comunicación inalámbrica permanente con una interfaz gráfica en PC, para realizar el control de actuadores y monitoreo de variables en tiempo real.

5.1.2. REQUISITOS DEL SISTEMA

Los requisitos se detallan teniendo en cuenta las condiciones del ambiente de trabajo, las especificaciones de potencia y las funciones que realiza el dispositivo.

5.1.3. REQUISITOS EN BASE AL AMBIENTE DE TRABAJO

- Potencia de transmisión y sensibilidad de recepción adecuada para permitir una distancia de separación considerable entre los dos nodos de la red inalámbrica.
- Capacidad de coexistencia con otros dispositivos inalámbricos que trabajen en la misma banda con la mínima interferencia posible.
- Inmunidad a la interferencia eléctrica generada por elementos inductivos conectados al sistema de control.
- Capacidad de trabajo con severas temperaturas, vibraciones y ambientes sucios y húmedos.

5.1.4. REQUISITOS EN BASE A ESPECIFICACIONES DE POTENCIA

- Manejo de potencia suficiente para conmutar las cargas resistivas e inductivas administradas por el sistema.
- Consumo eléctrico reducido en estado de espera.
- Entrega de potencia eficiente por parte de los reguladores de voltaje, para permitir el funcionamiento seguro de todos los dispositivos electrónicos que forman parte del dispositivo.
- Protección contra conexión invertida y picos de voltaje, para evitar daños prematuros y permanentes en el dispositivo.
- Protección contra voltajes reversos generados por cargas inductivas controladas por el dispositivo, para proteger los elementos de potencia y disminuir la cantidad de interferencia eléctrica que pueda afectar a la comunicación inalámbrica y al correcto desempeño del sistema de control.

- Conexión adecuada a tierra para evitar descargas electrostáticas.
- Interfaces de potencia versátiles para permitir el manejo de inyectores de distinta impedancia.

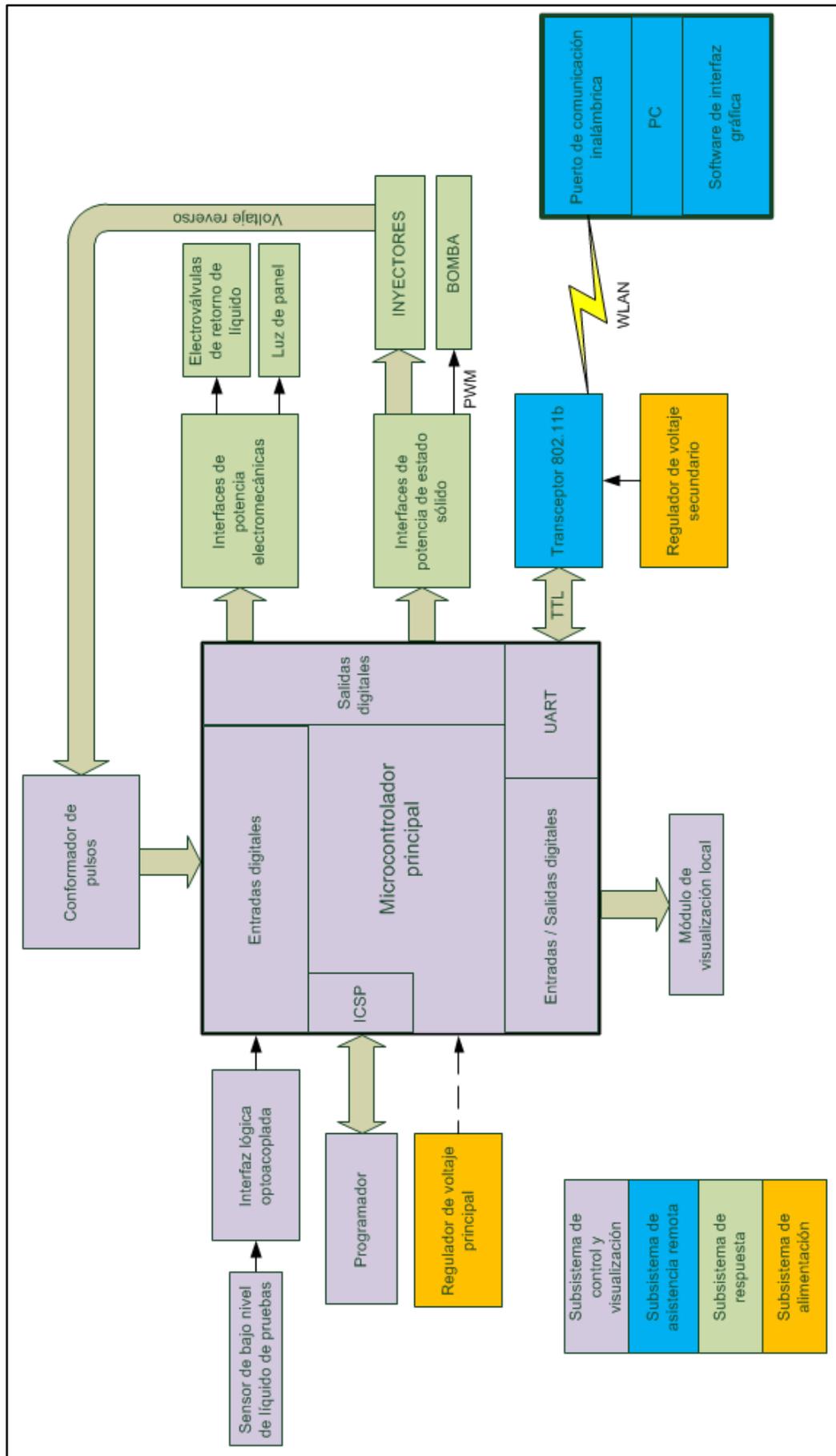
5.1.5. REQUISITOS EN BASE AL DESEMPEÑO SOLICITADO

- Alta velocidad de adquisición, procesamiento y ejecución.
- Interfaz gráfica explícita y legible, para la configuración de parámetros y visualización de variables.
- Exactitud en la base de tiempo utilizada para la generación de señales cuadradas.
- Vida útil larga con mantenimiento mínimo.
- Seguridad en la comunicación inalámbrica para evitar la intromisión de usuarios externos.
- Robustez en el manejo de datos y eventos que impida que el sistema se congele.

5.2. APROXIMACIÓN DE LA PROPUESTA

5.2.1. APROXIMACIÓN EN BLOQUES

La concepción básica del dispositivo se basa en bloques agrupados en subsistemas, de acuerdo a sus funciones generales (control y visualización, asistencia remota, respuesta y alimentación).



Fuente: Cabrera P; Nato E.

Figura 5.1: Diagrama de bloques del sistema

5.2.2. SUBSISTEMA DE CONTROL Y VISUALIZACIÓN

Se encarga básicamente de tres actividades diferenciadas: adquisición y acondicionamiento de variables, procesamiento de la información y visualización local.

La adquisición y acondicionamiento se realiza con las variables implicadas en el funcionamiento seguro del sistema tales como nivel de combustible y conexión correcta de los inyectores (retroalimentación).

Un microcontrolador, base fundamental del mecanismo, se encarga del procesamiento de la información. Sus funciones específicas son:

- Manejar un puerto de comunicación serial bidireccional para la transferencia de información con un transceptor inalámbrico.
- Generar señales cuadradas con frecuencia, ancho de pulso y combinación configurables.
- Controlar la presión de la bomba de combustible a través de modulación de ancho de pulso configurable.
- Interpretar los comandos recibidos desde la interfaz gráfica en la PC para cambiar la frecuencia, ancho de pulso y combinación de los pulsos.
- Serializar la información del procesamiento y enviarla hacia la interfaz gráfica en la PC.
- Generar la información referente a interfaces gráficas y parámetros que se visualizará en la pantalla gráfica local.

La visualización local se realiza gráficamente y permite observar los siguientes parámetros:

- Estado del enlace inalámbrico.
- Tipo de inyección actual (simultánea, semisequencial, secuencial).
- Modo de trabajo actual (pulverización, estanqueidad, caudal).
- Potencia suministrada a la bomba (porcentaje).

- Ancho de pulso de la señal de conmutación de los inyectores (milisegundos).
- Frecuencia angular estimada según el tipo de inyección (RPM).

Además, existe hardware que permite modificar, actualizar y dar mantenimiento al firmware en el microcontrolador sin desmontar el sistema electrónico.

5.2.3. SUBSISTEMA DE ASISTENCIA REMOTA

Existe una interfaz gráfica en computador que se constituye como una solución didáctica, eficiente y versátil que permite emular la interfaz de control y monitoreo usada por el operador para configurar la frecuencia de trabajo de los inyectores (RPM), el porcentaje de apertura (ciclo útil), el tipo de inyección (secuencial, semisecuencial, simultánea) y la cantidad de inyectores activos, en un programa que sea amigable y de fácil uso para el usuario.

En lo referente a hardware, un transceptor IEEE802.11b en topología punto a punto (ADHOC), se convierte en un puente inalámbrico entre el microcontrolador y el computador. La información fluye a través de un canal virtual de comunicación bajo el protocolo TCP / IP.

5.2.4. SUBSISTEMA DE RESPUESTA

Comprende transistores de potencia y relés con sus correspondientes interfaces de manejo. Su función es transformar las salidas digitales provenientes del microcontrolador, en suministros de corriente considerable.

Estas permiten realizar las siguientes funciones:

- Administrar el suplemento de corriente de la bomba eléctrica de alimentación.
- Conmutar los inyectores con altas frecuencias.

- Activar las válvulas de retorno de líquido desde las probetas al tanque.
- Encender la luz del panel.

5.2.5. SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN

Se basa en una fuente de alimentación de potencia considerable, que suministra el voltaje y amperaje requeridos por los componentes de potencia en corriente directa.

Existen además reguladores de voltaje para la circuitería de control en general y para el dispositivo de comunicación inalámbrica.

5.3. CARACTERIZACIÓN DEL HARDWARE

El comprobador de inyectores gasolina con comunicación inalámbrica se puede utilizar con cualquier tipo de inyector gasolina sea de baja o alta impedancia. Al trabajar bajo el protocolo TCP / IP, es compatible con cualquier tecnología de la información y comunicación que maneje este estándar de transmisión de datos.

5.3.1. SUBSISTEMA DE CONTROL Y VISUALIZACIÓN

a. Microcontrolador principal

El PIC18F452 se encarga del procesamiento de la información, al adquirir todos los datos de las variables externas, manipularlos y entregarlos de forma adecuada para la visualización y envío remoto.

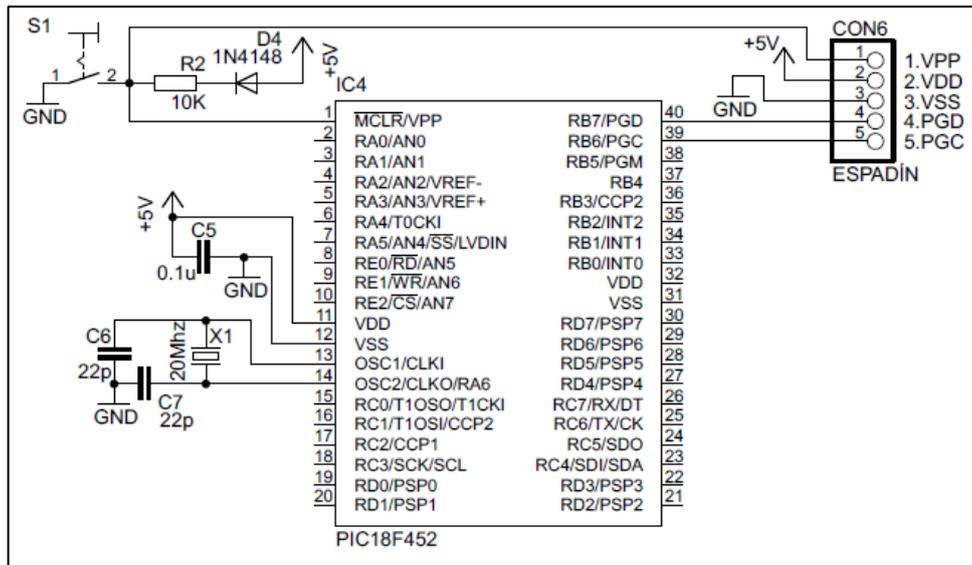
La siguiente tabla resume el destino de conexión de cada uno de los pines del microcontrolador. Define además si son entradas o salidas, y en el caso de ser entradas, si éstas son análogas o digitales.

Tabla 5.1: Conexión del microcontrolador.

	NOMBRE	PIN	E/S	A/D	FUNCIÓN / OBSERVACIÓN
PORTA	RA0/AN0	2	E	D	SEÑAL BAJO NIVEL DE LÍQUIDO
	RA1/AN1	3	S	D	CONTROL INYECTOR 1
	RA2/AN2	4	S	D	CONTROL INYECTOR 2
	RA3/AN3	5	S	D	CONTROL INYECTOR 3
	RA4/T0CKI	6	S	D	CONTROL INYECTOR 4
	RA5/AN4	7	S	D	CONTROL VÁLVULAS DE RETORNO DE LÍQUIDO
PORTB	RB0/INT0	33	-	-	-
	RB1/INT1	34	-	-	-
	RB2/INT2	35	-	-	-
	RB3/CCP2	36	S	D	WR GLCD
	RB4	37	S	D	RD GLCD
	RB5/PGM	38	S	D	C/E GLCD
	RB6/PGC	39	S	D	C/D GLCD
	RB7/PGD	40	S	D	RST GLCD
PORTC	RC0/T1OSO	15	E	D	RETROALIMENTACIÓN INYECTOR 1
	RC1/T1OSI/CCP2	16	E	D	RETROALIMENTACIÓN INYECTOR 2
	RC2/CCP1	17	S	D	CONTROL BOMBA ELÉCTRICA
	RC3/SCK/SCL	18	S	D	RETROALIMENTACIÓN INYECTOR 3
	RC4/SDI/SDA	23	S	D	RETROALIMENTACIÓN INYECTOR 4
	RC5/SDO	24	-	-	-
	RC6/TX/CK	25	S	D	RECEPTOR MÓDULO WIFLY
	RC7/RX/DT	26	E	D	TRANSMISOR MÓDULO WIFLY
PORTD	RD0/PSP0	19	S	D	DB0 GLCD
	RD1/PSP1	20	S	D	DB1 GLCD
	RD2/PSP2	21	S	D	DB2 GLCD
	RD3/PSP3	22	S	D	DB3 GLCD
	RD4/PSP4	27	S	D	DB4 GLCD
	RD5/PSP5	28	S	D	DB5 GLCD
	RD6/PSP6	29	S	D	DB6 GLCD
	RD7/PSP7	30	S	D	DB7 GLCD
PORTE	RE0/AN5	8	S	D	CONTROL LUZ DE PANEL
	RE1/AN6	9	S	D	ACTIVACIÓN BACKLIGHT GLCD
	RE2/AN7	10	S	D	ACTIVACIÓN BUZZER

Fuente: Cabrera P; Nato E.

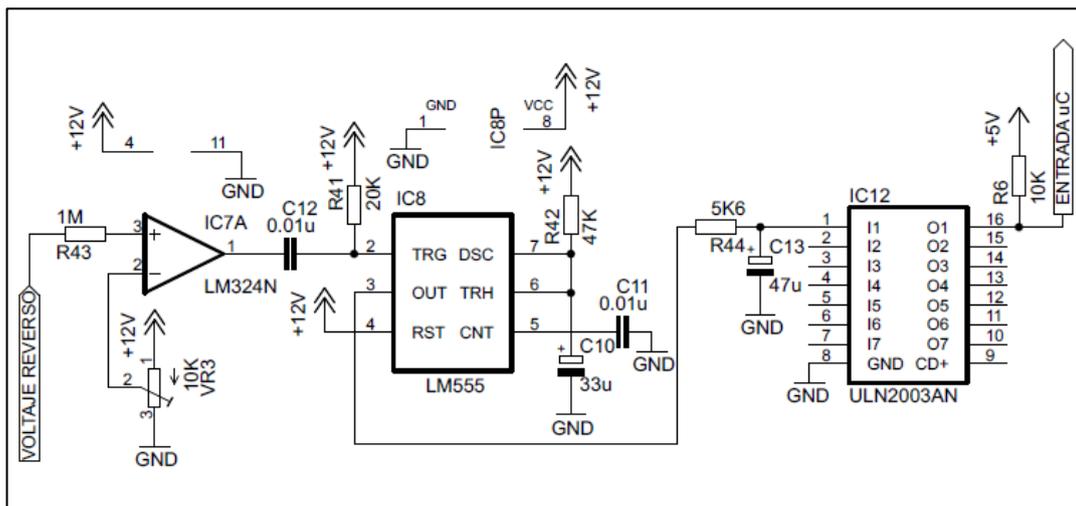
La siguiente figura muestra el circuito principal de conexión del microcontrolador. Además del circuito de reseteo en el pin 1 y el circuito generador de reloj en los pines 13 y 14, existe el circuito para programación serial. Este se usa para actualizar el firmware sin necesidad de sacar el microcontrolador de la placa de control.



Fuente: Cabrera P; Nato E.

Figura 5.2: Conexión principal del microcontrolador

b. Detector de pulsos



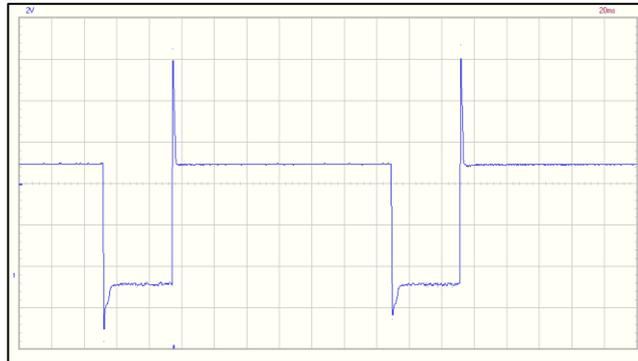
Fuente: Cabrera P; Nato E.

Figura 5.3: Circuito para retroalimentación del estado del inyector.

El circuito de la figura muestra la configuración electrónica para detectar la correcta conexión de un inyector. Este mismo circuito se repite en función de la cantidad de inyectores existentes en el banco.

Como se puede observar en la siguiente figura, cada vez que el inyector se apaga, genera un voltaje pico mayor al voltaje máximo proporcionado por la

fuente de alimentación. Este voltaje se usa como recurso principal para el circuito de detección.



Fuente: Cabrera P; Nato E.

Figura 5.4: Señal tomada de un inyector en correcto funcionamiento.

El voltaje pico ingresa al amplificador operacional IC7 en configuración de comparador de ventana, a través de la resistencia R43. El valor considerable de esta resistencia permite el acoplamiento de impedancias entre el circuito y el inyector, disminuyendo además el valor del provocando además una caída en el voltaje pico.

A través de VR3 en configuración de divisor de voltaje, se calibra el valor de umbral. Entonces, si el voltaje en el terminal 3 es mayor que el valor en el terminal 2, en la salida 1 se tiene 12V. Si el valor es menor o igual, se tiene 0V en la salida.

IC8, un multivibrador monoestable, genera un pulso de 1706mseg cada vez que existe un flanco descendente en su terminal de disparo, 2. El ancho de pulso está definido por la siguiente ecuación:

$$T = 1,1 * R42 * C10$$
$$T = 1,1 * 47K\Omega * 33\mu F = 1706.1mseg$$

Ecuación 5.1: Ancho de pulso para un multivibrador monoestable.

Cuando la salida del LM555 se pone en alto, el arreglo ULN2803 coloca 0V en su salida; en el estado contrario, el integrado desconecta su salida, permitiendo que la resistencia R6 coloque 5V.

R44 y C13 forman un filtro pasabajos que mantiene el estado de 1L durante un tiempo más prolongado.

c. Sensor de bajo nivel de líquido

Este sensor se basa en un elemento flotante que conmuta dos terminales cuando llega a su tope inferior. Posee dos estados:

Tabla 5.2: Nivel de líquido en el depósito

ESTADO NIVEL	ESTADO CIRCUITO
Bajo nivel	Terminal 4 conmuta tierra
No hay bajo nivel	Alta impedancia (desconexión)

Fuente: Cabrera P; Nato E.

- Cuando el líquido eleva la boya (nivel normal), existe desconexión (alta impedancia) entre sus terminales.
- Cuando el líquido no eleva la boya (bajo nivel), existe corto circuito.

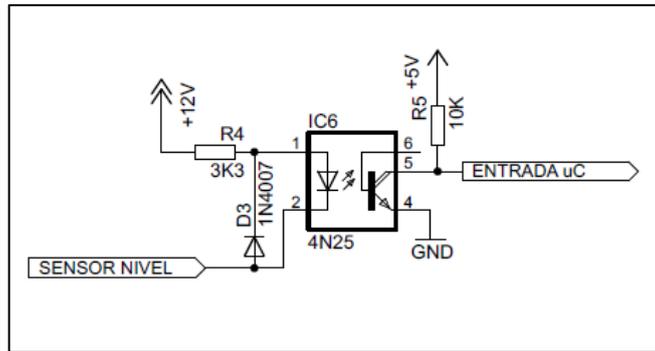


Fuente: Cabrera P; Nato E.

Figura 5.5: Sensor de bajo nivel de líquido

d. Interfaz lógica optoacoplada

Como se puede observar en la figura, el sensor proporciona señal de activación al conectar tierra, polarizando a la vez el IRLED del optoacoplador en serie con la resistencia limitadora de corriente R4. El diodo D5 en conexión antiparalela, impide que voltajes reversos polaricen inversamente y quemen el delicado LED del optoacoplador.



Fuente: Cabrera P; Nato E.

Figura 5.6: Interfaz lógica optoacoplada para la determinación de bajo nivel de combustible.

En el estado 1 (led activado) el sensor conmutado deriva a masa y el led se enciende el cual va a excitar al transistor colocando 0 lógico a la señal del microcontrolador del terminal RA0. En el estado 2 (led desactivado) el sensor da la indicación que presenta un nivel normal de funcionamiento por lo que no hay conducción de corriente presentando el led alta impedancia sin haber excitación del transistor trabajando nuestro sistema con la resistencia pull up brindando una señal de voltaje referencial de 5V a la señal del microcontrolador del terminal RA0.

Tabla 5.3: Estados de terminales de transistor.

ESTADO DIODO LED	ESTADO CIRCUITO	TERMINAL TRANSISTOR
Apagado	El transistor no conduce	4 y 5 (No conduce)
Encendido	El transistor conduce.	4 y 5 (0V)

Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Para un voltaje de 5V proporcionado por la fuente y una caída de voltaje máxima de 1.35V en el IRLED, circulan 36.5mA en el circuito emisor.

$$I_{F\text{ mínima}} = \frac{V_{\text{mínimo}} - V_{\text{IRLED}}}{R}$$
$$I_{\text{mínima}} = \frac{5V - 1.35V}{100\Omega} = 36.5mA$$

Ecuación 5.2: Corriente mínima a través del LED de un optoacoplador

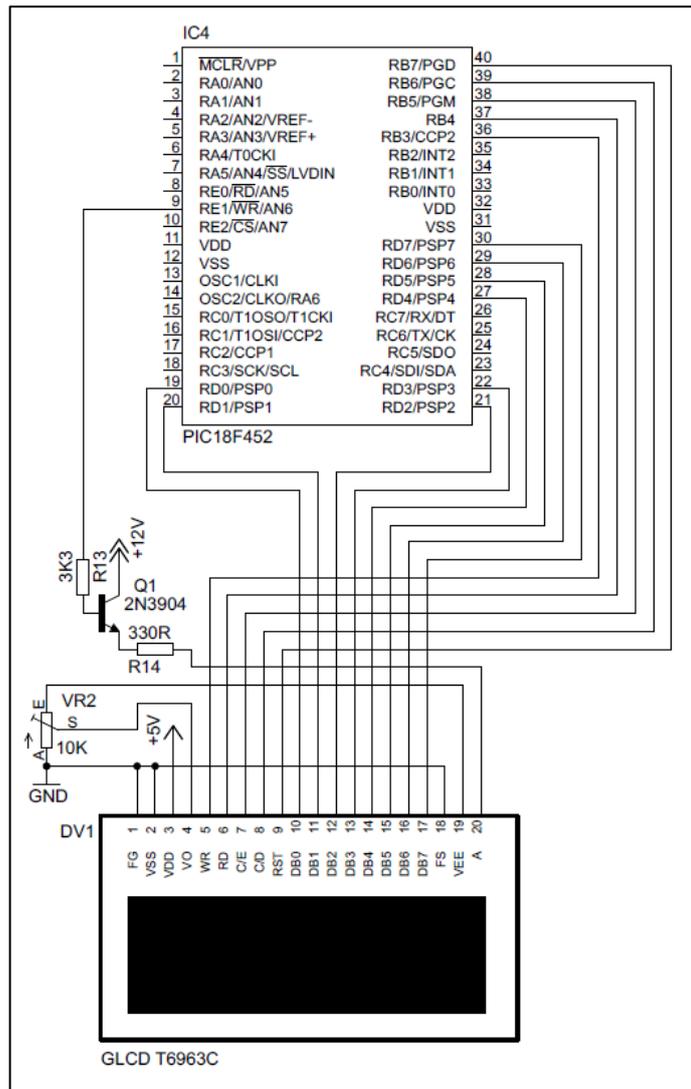
Con una corriente de 0.512mA consumida por R5 en configuración PULL UP y de 15µA requerida por la entrada del microcontrolador, el radio de transferencia de corriente máximo requerido por el sistema es de 0.0144, valor inferior al que puede proporcionar el optoacoplador para esa corriente (0.2).

$$CTR_{\text{máximo}} = \frac{I_{C\text{ máximo}}}{I_{F\text{ mínima}}}$$
$$CTR_{\text{máximo}} = \frac{0.512mA + 15\mu A}{36.5mA} = 0.0144$$

Ecuación 5.3: Radio de transferencia en un optoacoplador

e. Módulo de visualización local

Se maneja un visualizador gráfico que permite al usuario observar en tiempo real, gráfica y numéricamente el valor de las variables medidas y el estado del proceso actual.

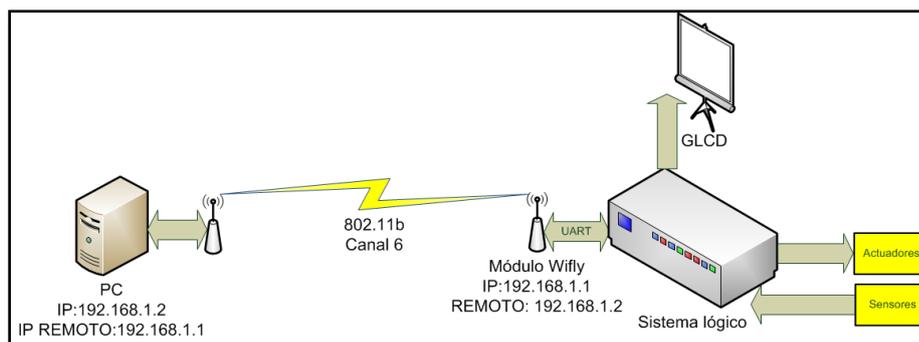


Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.7: Conexión del módulo GLCD

Tal como se observa en la figura, las patitas RB<3:7> del PIC18F452, configuradas como salidas, manejan los pines de control; el bus de datos está implementado en las salidas RD<0:7>.

Los LEDs de retroiluminación de la pantalla GLCD, son alimentados con 12V a través de la resistencia limitadora de corriente R14. Esto se hace debido a que el consumo alto de los LEDs, provocaría sobrecalentamiento en los reguladores lineales de voltaje. El transistor Q1 permite la conexión / desconexión, en función de lo ordenado por el microcontrolador.



Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.9: Distribución del sistema.

b. Configuración del módulo de comunicación inalámbrica

Para realizar la configuración de los parámetros básicos de funcionamiento del transceptor, se lo debe conectar a través de comunicación serial a una PC (cable USB/RS232, transceptor TTL/RS232, terminal serial).

Los parámetros básicos que permiten trabajar a la red inalámbrica son:

Tabla 5.4: Resumen de configuración de la red

ELEMENTO	CONFIGURACIÓN
Módulo WIFLY	DIRECCIÓN IP: 192.168.1.1 PUERTO: 2000 MÁSCARA DE SUBRED: 255.255.255.0 TIPO DE RED: ADHOC SEGURIDAD: ABIERTO SSID: BancoDelinyectores CANAL: 1 DHCP: NO (IP ESTÁTICA) MÁSCARA DE SUBRED: 255.255.255.0 PUERTO SERIAL: 9600bps/8/N/1
ETHERNET PC	DIRECCIÓN IP: 192.168.1.2 DIRECCIÓN DEL GATEWAY: 192.168.1.1 PUERTO: 2000 MÁSCARA DE SUBRED: 255.255.255.0 DIRECCIÓN DE HOST: 192.168.1.1

Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Las siguientes imágenes, son capturas de la configuración a través de un terminal serial.

```
PRUEBA WIFLY - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamar Transferir Ayuda
get ip
IF=UP
DHCP=OFF
IP=192.168.1.1:2000
NM=255.255.255.0
GW=0.0.0.0
HOST=0.0.0.0:2000
PROTO=TCP,
MTU=1524
FLAGS=0x7
BACKUP=0.0.0.0
<2.23>
get com
OPEN=*OPEN*
CLOSE=*CLOSE*
REMOTE=*HELLO*
FlushSize=64
MatchChar=0
FlushTimer=10
IdleTimer=0
CmdChar=$
<2.23>
get wlan
SSID=BancoDeInyectores
Chan=1
ExtAnt=0
Join=4
Auth=OPEN
Mask=0x1fff
Rate=12, 24 Mb
Linkmon=0
Passphrase=rubygirl
<2.23>
get uart
Baudrate=9600
Flow=0x0
Mode=0x0
<2.23>
0:07:35 conectado Autodetect. 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAY NUM Capturar Imprimir
```

Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.10: Terminal serial para configuración del módulo WIFLY.

En la siguiente figura se observa la comprobación del estado de funcionamiento del módulo inalámbrico, luego de su configuración:

```
PRUEBA WIFLY - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamar Transferir Ayuda
WiFly Ver 2.23, 04-26-2011 on 131C83
MAC Addr=00:06:66:13:d5:6d
Creating Adhoc network
Adhoc on BancoDeInyectores chan=1
*READY*
Connected via Ad-Hoc on BancoDeInyectores
Using Static IP
IF=UP
DHCP=OFF
IP=192.168.1.1:2000
NM=255.255.255.0
GW=0.0.0.0
Listen on 2000
0:26:26 conectado Autodetect. 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAY NUM Capturar Imprimir
```

Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.11: Estado de funcionamiento del módulo WIFLY

5.3.3. SUBSISTEMA DE RESPUESTA

a. Electroválvulas de retorno de líquido

Su accionamiento se realiza en forma eléctrica y sirven en esta instalación automatizada, para que el sistema de control drene el líquido de las probetas luego de cada prueba.



Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.12: Electrovalvula para drenaje de líquido de la probeta.

Si bien existen cuatro electroválvulas (una por probeta e inyector), el sistema de control solamente tiene un canal, ya que todas se accionan a la vez.

La siguiente tabla resume sus características técnicas:

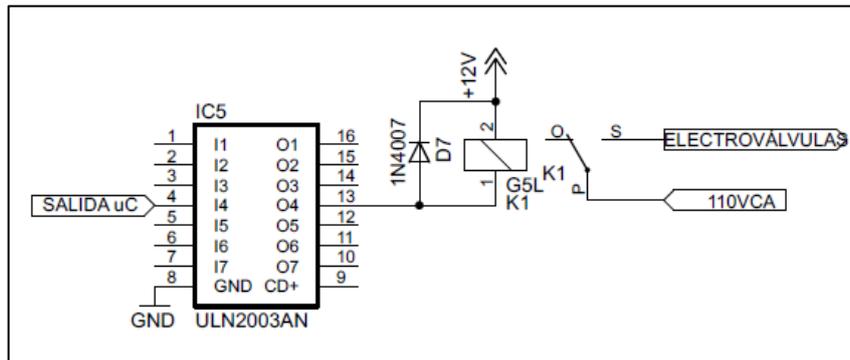
Tabla 5.5: Características de las electroválvulas de drenaje

Tolerancia de voltaje	± 10%
Rango de temperatura del líquido	-20°C a +50 °C
Ciclo útil	100%
Voltaje estándar	110-230VAC
Corriente	58 mA

Fuente: www.evi7/9.com

Los solenoides internos tienen una guía con un diámetro de 9mm y el émbolo con un diámetro de 8mm. El cuerpo de las electroválvulas está diseñado para su uso con líquido comprobador y posee resistencia al calor debido a su fabricación en poliéster termoplástico.

b. Interfaces de potencia electromecánicas



Fuente: Cabrera P; Nato E.

Figura 5.13: Interfaz de potencia electromecánica

El arreglo UNL2003 permite al mecanismo tener la corriente necesaria para manejar los relés electromecánicos que conmutan las electroválvulas y la lámpara fluorescente del panel.

Cuando la salida del microcontrolador se pone en alto, el ULN2003 coloca 0V de hasta 500mA en su salida conectada al relé. Esto provoca que el elemento electromecánico se active y pueda conmutar cargas de hasta 1500W en corriente alterna. El diodo D7 protege a IC5 de voltajes reversos inducidos en la bobina del relé cuando éste se apaga.

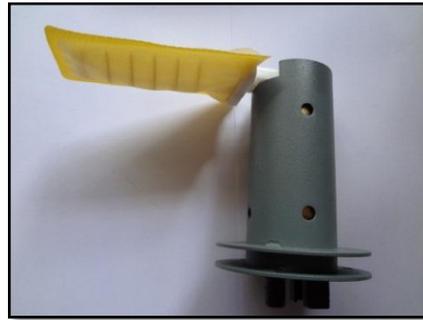
c. Bomba de alimentación

Para la alimentación del sistema, se escogió una bomba eléctrica interna para sistema de inyección convencional. Sus características se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 5.6: Características de la bomba de combustible.

Presión de prueba	3,5bar
Caudal	2ltr/min
Corriente	9A
Voltaje nominal	12V

Fuente: Cabrera P. - Nato E.



Fuente: Cabrera P; Nato E.

Figura 5.14: Bomba de Alimentación.

d. Inyectores

El sistema de potencia puede manejar hasta cuatro inyectores gasolina de baja o alta impedancia, controlados por cuatro canales distintos. Esta configuración permite que el banco pueda emular los distintos tipos de inyección, así como también distintas frecuencias y ciclos útiles.

e. Interfaces de potencia de estado sólido

Se utiliza este tipo de interfaces basadas en transistores de potencia porque los inyectores y la bomba de combustible, son cargas que se manejan con señales cuadradas de alta frecuencia y moduladas en ancho de pulso.

El transistor de potencia seleccionado es el MOSFET canal N IRF560. Las ventajas que presenta ante los bipolares es su gran resistencia a altas temperaturas de operación y manejo de corriente mucho mayor. Además, cuando se excita tiene una resistencia fuente – drenaje muy pequeña, lo

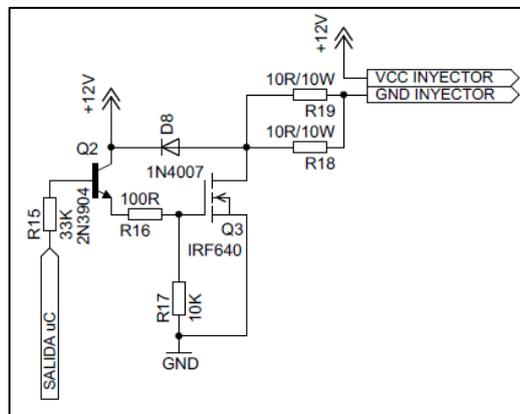
que provoca una caída de potencia menor en su interior. Puede trabajar a altas frecuencias y permite el paralelaje.

Tabla 5.7: Características del transistor IRF.

Tensión drenaje – fuente	200V
Corriente continua de drenaje	18A
Temperatura operativa máxima	150°C
Resistencia fuente – drenaje	0.180Ω

Fuente: Cabrera P. - Nato E.

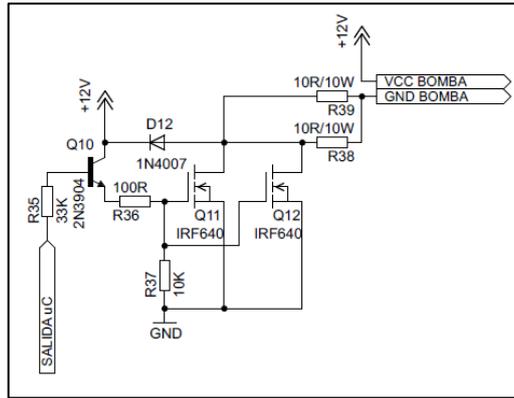
En lo referente a su circuito manejador, cuando la salida del microcontrolador se pone en alto, el transistor NPN 2N3904 se polariza y permite el flujo de corriente entre emisor y colector. Entonces, se asegura un voltaje cercano a 12V en la compuerta de Q3 que lo hace conducir.



Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.15: Relevador de potencia para manejo de los inyectores.

Cuando la salida del microcontrolador se pone en bajo, el transistor NPN no conduce y por lo tanto, la resistencia de 100Ω se pone en circuito abierto. Así, la resistencia de 10KΩ asegura un voltaje igual a 0V, lo que provoca que el MOSFET no conduzca.



Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.16: Relevador de potencia para manejo de la bomba de combustible.

En la figura anterior se puede observar una configuración muy importante permitida en este tipo de transistores de potencia, el paralelaje. Esta característica determina que se pueda conectar más de un transistor con el mismo circuito de excitación. Así, la interfaz utilizada para conmutar la bomba de combustible manejará el doble de potencia que la de los inyectores.

5.3.4. SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN

La fuente de alimentación es la encargada de suministrar la energía que tanto la lógica como el sistema de potencia necesitan para funcionar. Es del tipo conmutada (realiza la transformación de energía eléctrica mediante transistores en conmutación). Sus características técnicas son:

Tabla 5.8: Características de la fuente de alimentación.

Tensión de entrada	110 – 220VAC
Frecuencia	50 / 60Hz
Tensión de salida	12VDC \pm 5%
Corriente de salida constante	30A

Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Es importante resaltar que existen dos reguladores de voltaje. El primero es usado para la alimentación constante de toda la lógica. El segundo soporta al transceptor inalámbrico.



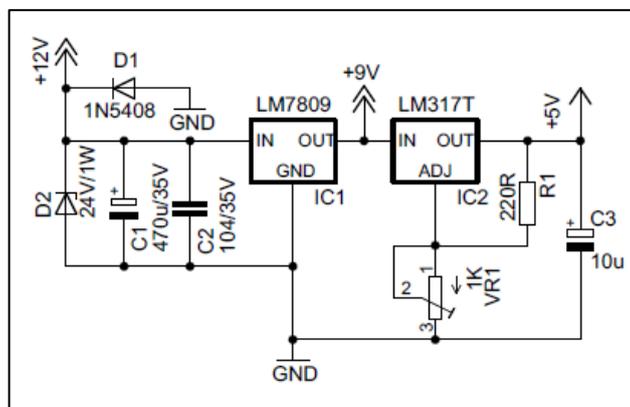
Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.17: Fuente conmutada 12VDC para la alimentación del banco de inyectores.

a. Regulador de voltaje principal

La tensión de alimentación de la fuente conmutada se filtra y se aplica regulada al resto del circuito. El regulador convierte el voltaje de 12V de entrada en una tensión constante de 5.0V.

En la figura, la fuente de alimentación consta de un rectificador (D1), una protección por sobretensión (D2), un filtro (C1, C2, C3), un regulador lineal fijo de 9V (IC1) y un regulador variable calibrado a 5V (IC2).



Fuente: Cabrera P. - Nato E.

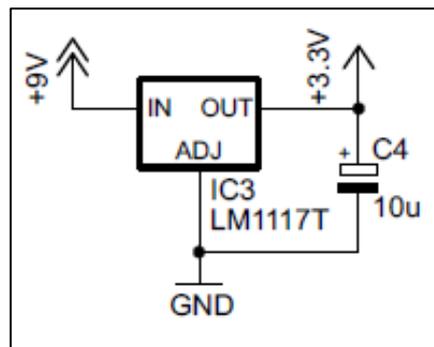
Figura 5.18: Circuito de alimentación principal.

El rectificador recorta picos negativos de voltaje y protege al circuito cuando por error, se invierte la polaridad de la fuente en el momento de la instalación. El zener D2, resguarda al circuito de sobrevoltajes instantáneos.

La regulación se hace en etapas: primero se regula a 9V y luego a 5V. De esta manera, la caída de voltaje se disipa en algunos integrados, asegurando que los reguladores de voltaje se calienten menos.

b. Regulador de voltaje secundario

Esta fuente de alimentación es similar a la principal. Su diferencia radica en que se basa en el regulador fijo a 3.3V, IC3. Se necesita este voltaje para alimentar al transceptor inalámbrico.



Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.19: Circuito de alimentación secundario.

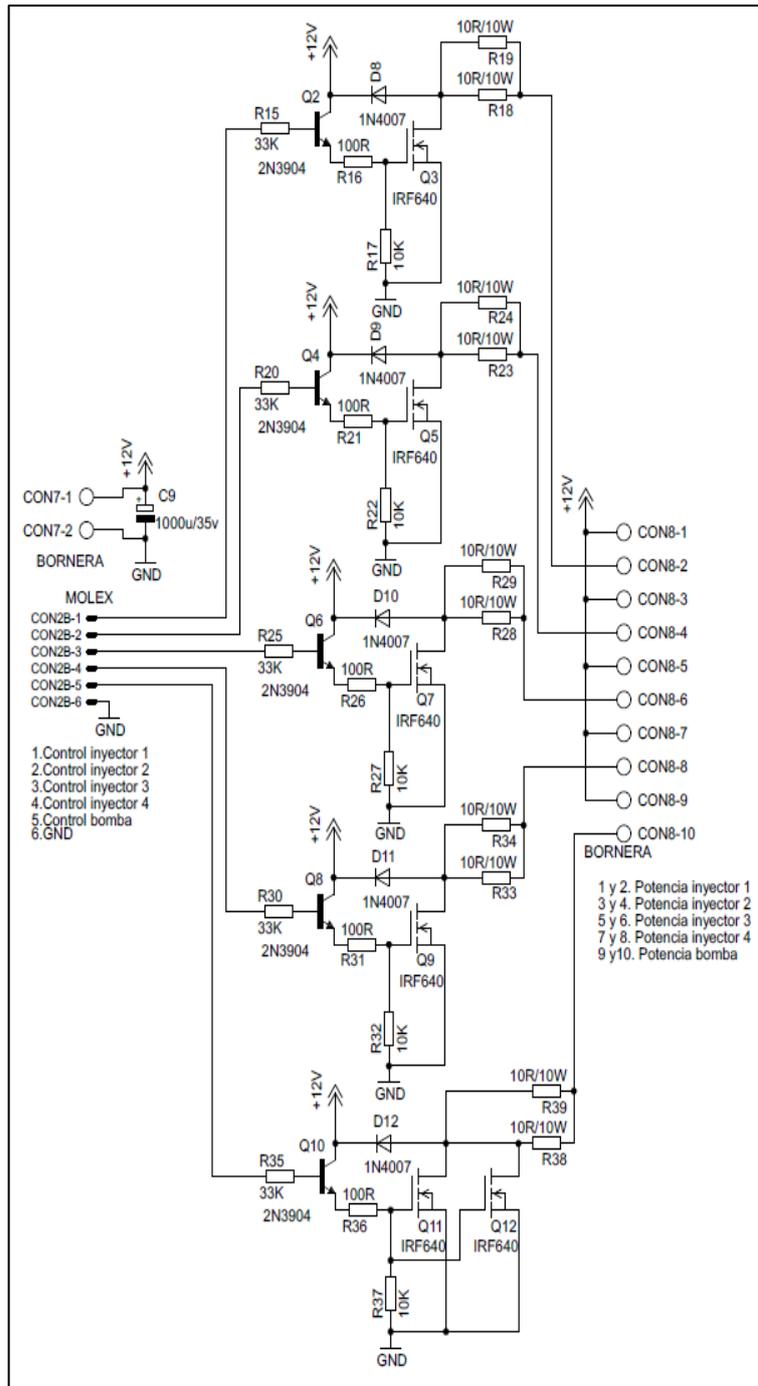
5.4. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO GENERAL

El diagrama esquemático general sintetiza todos los circuitos detallados anteriormente, incluyendo condensadores de desacople y conectores. Debido a su compleja naturaleza, el sistema se realizó en cuatro módulos separados según sus características eléctricas.

El siguiente circuito comprende el módulo lógico de control. Éste abarca al microcontrolador y al módulo de visualización gráfica. Debe estar alejado de

las interfaces de potencia para evitar inconvenientes debido a la interferencia eléctrica. Esto se muestra en el anexo A.

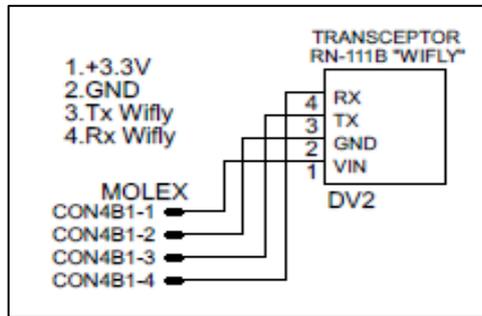
El siguiente es el módulo de potencia. En éste se encuentran todos los transistores de potencia con sus respectivas interfaces, para manejar los inyectores y la bomba de alimentación.



Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.20: Diagrama esquemático del módulo de potencia.

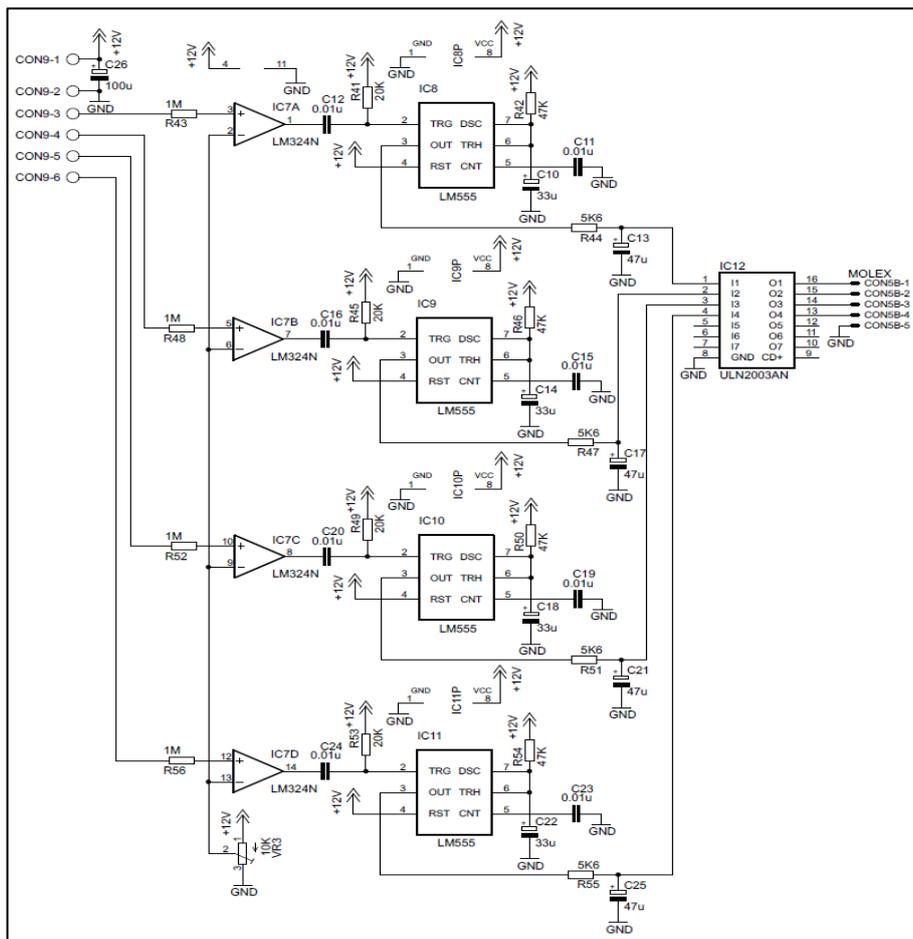
El módulo de comunicación inalámbrica, al ser bastante susceptible a la interferencia, se lo ubica por separado para evitar su mal funcionamiento.



Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.21: Diagrama esquemático del transceptor inalámbrico.

El módulo de retroalimentación posee cuatro canales. Es una placa separada de la lógica ya que también maneja voltajes pico reversos altos.



Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.22: Diagrama esquemático del módulo de retroalimentación.

5.5. DISEÑO DE LAS PLACAS DE CIRCUITO IMPRESO

El diseño de las placas se realizó procurando que los circuitos de potencia estén lo suficientemente lejos de los elementos lógicos; además, dibujando los condensadores de desacople lo más cerca posible a éstos. Todo para disminuir el efecto de la interferencia. Se pueden apreciar los PCBs en el anexo B.

5.6. DESCRIPCIÓN DEL FIRMWARE

Para la programación de microcontroladores en la actualidad se usan compiladores en lenguaje C, sobre otros lenguajes.

C es un lenguaje de nivel intermedio que incorpora muchos elementos propios del ensamblador, puede acceder a los registros del sistema y trabajar con direcciones de memoria. Permite realizar las operaciones mucho más legibles, utilizar estructuras de datos y otras características propias de los lenguajes de alto nivel.

Este lenguaje permite un manejo abstracto independiente del hardware, a diferencia del ensamblador, pero sin perder mucho del poder y eficiencia que tienen los lenguajes de bajo nivel. Así, es aplicable para desarrollos que necesiten alto grado de optimización.

Algunas de sus características más importantes son:

- Uso extensivo de llamadas a funciones.
- Comandos breves.
- Programación a nivel de bit.
- Implementación de apuntadores para la memoria, arreglos, estructuras y funciones.

El compilador PICC CCS se utiliza para la programación del firmware de este dispositivo. Incluye librerías y ejemplos útiles en la configuración y programación de los microcontroladores PIC.

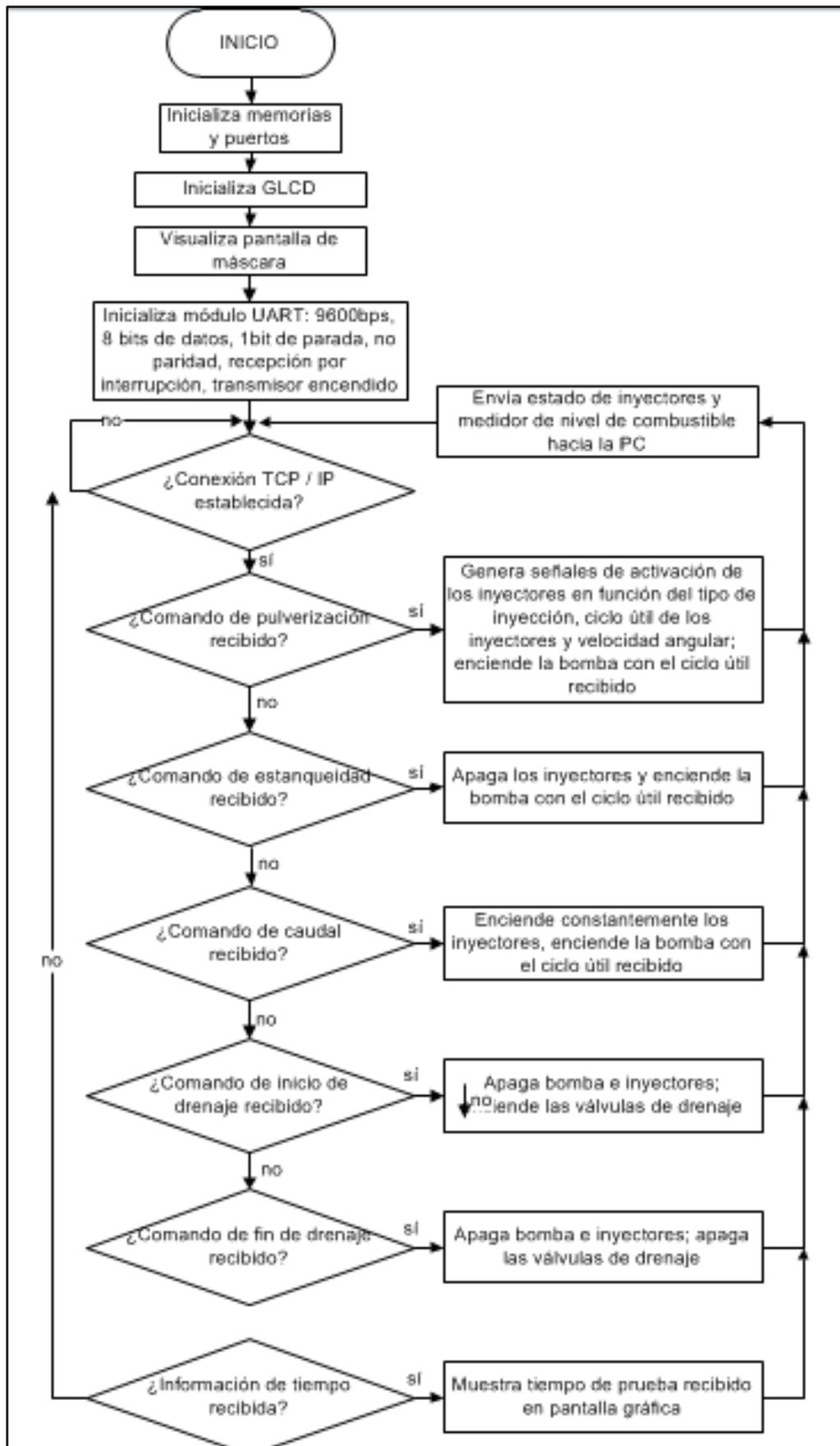
5.6.1. FIRMWARE DEL MICROCONTROLADOR

Se describen de manera general los algoritmos usados en el microcontrolador.

a. Programa principal

Las siguientes son características relevantes del programa:

- El microcontrolador se conecta a través de transmisor – receptor asincrónico universal (UART) con el módulo de comunicación inalámbrica IEEE 802.11b. Este último se encuentra configurado para que, una vez enlazado en la red ADHOC, se comunique de forma transparente.
- Si bien el microcontrolador se encarga del control de las temporizaciones y los pulsos en los actuadores (inyectores, válvulas) y de la adquisición de las variables de entrada (nivel de combustible, retroalimentación de inyectores), los tipos de pruebas y los parámetros de funcionamiento son ordenados por la interfaz humano – máquina programada en la PC.



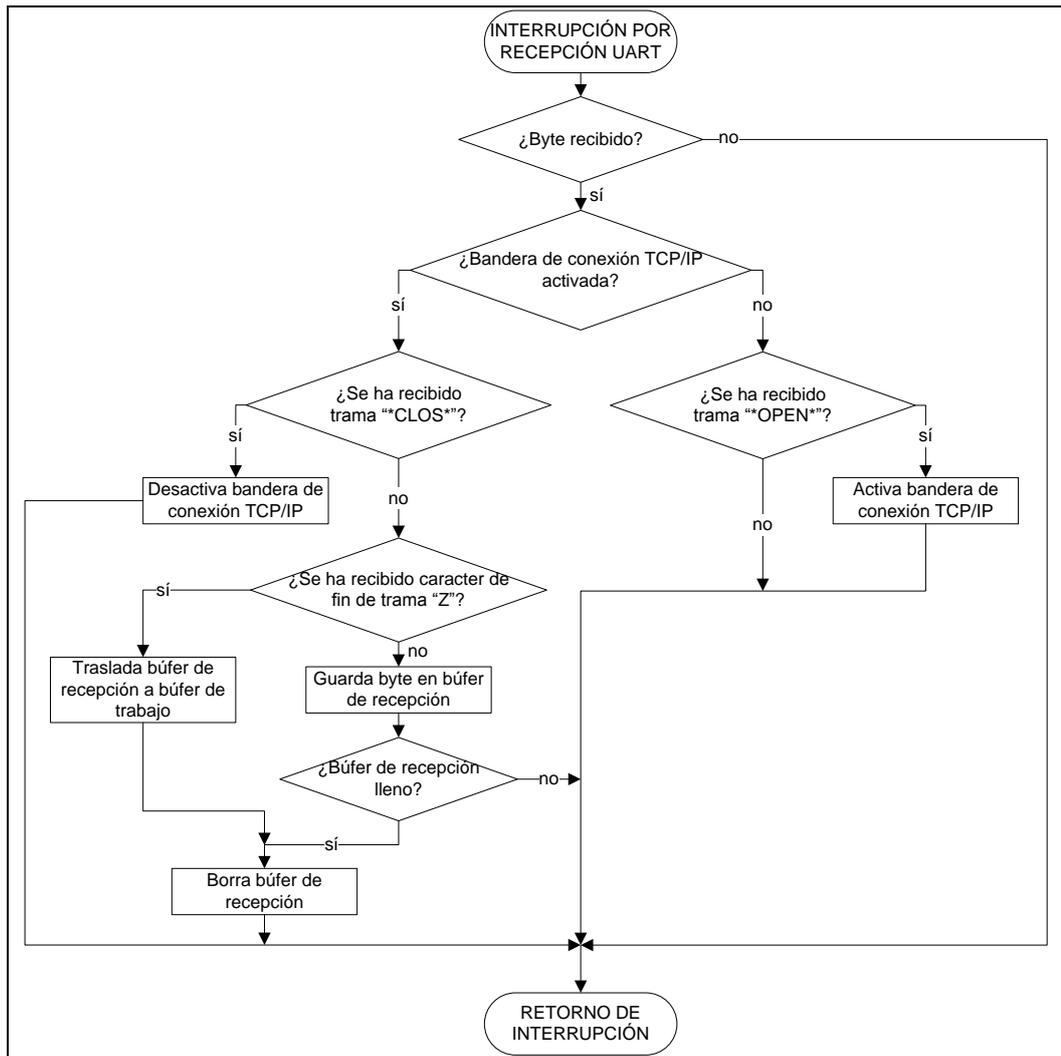
Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.23: Diagrama de flujo del programa principal

5.6.2. SUBROUTINAS ESPECIALES

A continuación se detallan los procesos manejados por las subrutinas más relevantes.

a. Comunicación serial con la PC



Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.24: Rutina especial de interrupción por recepción UART

Para el acceso al dispositivo de comunicación inalámbrica y por lo tanto a la PC, se usa el módulo UART interno del microcontrolador. La recepción de datos se maneja por interrupción, mientras que la transmisión a través del programa principal.

La rutina especial de interrupción se ejecuta cada vez que un byte ha sido recibido y consiste en guardar byte a byte la información en un búfer de datos. Luego de que la rutina recibe el carácter especial “Z” (fin de trama), coloca la carga útil del búfer en los registros de trabajo. Posteriormente, el programa principal se encarga de ejecutar los comandos recibidos.

La información es recibida a nivel de bytes en formato ASCII. Empieza con el carácter de inicio de trama, seguido de la carga útil, terminando con el carácter de final de trama.

Tabla 5.9: Tramas de datos enviadas por el microcontrolador a la PC.

CAMPO	SEÑALIZADOR	ESTADO INYECTOR	SEÑALIZADOR	NIVEL DE	FIN DE TRAMA						
TAMAÑO [BYTES]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
EJEMPLO: INYECTORES 1, 2, 3 ACTIVADOS; INYECTOR 4 DESACTIVADO; NIVEL DE COMBUSTIBLE NORMAL.	E	1	F	1	G	1	H	0	N	0	Z
EJEMPLO: INYECTORES 1, 2, DESACTIVADOS; INYECTORES 3, 4, ACTIVADOS; NIVEL DE COMBUSTIBLE BAJO.	E	0	F	0	G	1	H	1	N	1	Z

Fuente: Cabrera P. - Nato E.

En la tabla anterior, el carácter ASCII “0” indica estado desactivado de los inyectores, y nivel de combustible normal; el ASCII “1” describe estado activado de los inyectores, y nivel de combustible bajo.

El tráfico de información desde la PC hacia el dispositivo se realiza utilizando varios modelos de trama, según los modos de trabajo. La trama de pulverización posee todos los campos.

Tabla 5.10: Tramas de datos enviadas por la PC al microcontrolador en la prueba de pulverización.

CAMPO	SEÑALIZADOR	MODO DE TRABAJO	SEÑALIZADOR	TIPO DE INYECCIÓN	SEÑALIZADOR	CICLO ÚTIL DE LOS INYECTORES	SEÑALIZADOR	POTENCIA DE LA BOMBA	SEÑALIZADOR	FRECUENCIA ANGULAR	FIN DE TRAMA
TAMAÑO [BYTES]	1	1	1	1	1	2	1	3	1	2	1
EJEMPLO: MODO DE PULVERIZACIÓN; INYECCIÓN SECUENCIAL; CICLO ÚTIL DE LOS INYECTORES 3MSEG; BOMBA AL 100% DE CAPACIDAD; 4300RPM.	M	1	T	1	D	03	B	100	R	43	Z
EJEMPLO: MODO DE PULVERIZACIÓN; INYECCIÓN SEMISECUENCIAL; CICLO ÚTIL DE LOS INYECTORES 2MSEG; BOMBA AL 50% DE CAPACIDAD; 2500RPM.	M	1	T	2	D	02	B	050	R	25	Z

Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Para comprender correctamente la tabla anterior se debe tener en cuenta los siguientes detalles:

- El caracter del campo de modo de trabajo siempre es “1” porque indica modo de pulverización.
- Los caracteres para el campo de tipo de inyección pueden ser “1”, “2” ó “3”, para los tipos secuencial, semisequencial y simultánea, respectivamente.
- El campo de ciclo útil de los inyectores puede tener caracteres comprendidos entre “01” y “04” que representan valores entre 1 y 4mseg.
- El campo de potencia de la bomba puede tener caracteres entre “000” y “100” que representan el ciclo útil de la señal de control 0 y 100%.
- Para la frecuencia angular, en el campo pueden existir caracteres entre “05” y “60”, representando valores entre 500 y 6000rpm.

Para el modo de estanqueidad, la trama de datos únicamente posee dos campos: modo de trabajo (siempre “2”) y potencia de la bomba (“000” a “100”).

Tabla 5.11: Tramas de datos enviadas por la PC al microcontrolador en la prueba de estanqueidad.

CAMPO	SEÑALIZADOR	MODO DE TRABAJO	SEÑALIZADOR	POTENCIA DE LA BOMBA	FIN DE TRAMA
TAMAÑO [BYTES]	1	1	1	3	1
EJEMPLO: MODO DE ESTANQUEIDAD; BOMBA AL 100% DE CAPACIDAD.	M	2	T	100	Z
EJEMPLO: MODO DE ESTANQUEIDAD; BOMBA AL 50% DE CAPACIDAD.	M	2	T	050	Z

Fuente: Cabrera P. - Nato E.

En el modo de caudal, la trama de datos posee los mismos campos que en el modo de estanqueidad.

Tabla 5.12: Tramas de datos enviadas por la PC al microcontrolador en la prueba de caudal.

CAMPO	SEÑALIZADOR	MODO DE TRABAJO	SEÑALIZADOR	POTENCIA DE LA BOMBA	FIN DE TRAMA
TAMAÑO [BYTES]	1	1	1	3	1
EJEMPLO: MODO DE CAUDAL; BOMBA AL 90% DE CAPACIDAD.	M	3	T	090	Z
EJEMPLO: MODO DE CAUDAL; BOMBA AL 75% DE CAPACIDAD.	M	3	T	075	Z

Fuente: Cabrera P - Nato E.

En el modo de drenaje, la trama de datos posee señalizadores diferentes.

La siguiente tabla indica lo descrito:

Tabla 5.13: Tramas de datos enviadas por la PC al microcontrolador en la modo de drenaje.

CAMPO	SEÑALIZADOR	ESTADO DE VÁLVULAS DE DRENAJE	FIN DE TRAMA
TAMAÑO [BYTES]	1	1	1
EJEMPLO: EMPEZAR DRENAJE	K	1	Z
EJEMPLO: TERMINAR DRENAJE	K	0	Z

Fuente: Cabrera P - Nato E.

En cualquier modo de trabajo, incluido el de drenaje, existe una trama especial que el programa de la PC envía al microcontrolador. La información de esta trama indica el tiempo de duración de la prueba actual (0 a 999seg). Es importante aclarar que la temporización de cada modo la maneja el software en la PC.

Tabla 5.14: Tramas de tiempo enviada por la PC al microcontrolador

CAMPO	SEÑALIZADOR	TIEMPO DE PRUEBA	FIN DE TRAMA
TAMAÑO [BYTES]	1	3	1
EJEMPLO: TIEMPO DE PRUEBA ACTUAL 45SEG.	T	045	Z
EJEMPLO: TIEMPO DE PRUEBA ACTUAL 150SEG.	T	150	Z

Fuente: Cabrera P. - Nato E.

b. Generación de señales pulsantes

Para el control de la temporización de los inyectores, se usa el TIMER1 del microcontrolador, configurado para interrumpir el programa principal con tiempos variables dependiendo del ciclo útil escogido y de la frecuencia angular.

Teniendo en cuenta que el oscilador utilizado es de 20Mhz y que en los PIC un ciclo de máquina dura 4 ciclos de reloj, el período de conteo del TIMER1 es de 1.6µseg. En base a este resultado y a que la resolución del temporizador es de 16bits, el tiempo máximo que se puede medir en el desbordamiento del TIMER1, es de 0.104856seg. Lo anterior se resume en los siguientes modelos:

Ecuación 5.4: Período de conteo del TIMER1

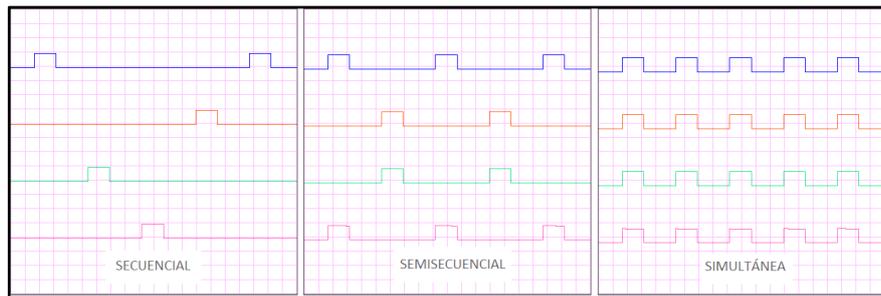
$$T_{\text{conteo}} = \frac{4}{F_{\text{osc}}} \cdot \text{preescala}$$
$$T_{\text{conteo}} = \frac{4}{20\text{Mhz}} \cdot 8 = 1.6\mu\text{s}$$

Ecuación 5.5: Temporización máxima obtenida en el TIMER1

$$T_{\text{máx}} = \frac{4}{F_{\text{osc}}} \cdot 65535 \cdot \text{preescala}$$
$$T_{\text{máx}} = \frac{4}{20\text{Mhz}} * 65535 * 8 = 0.104856\text{seg}$$

Para el cálculo de la frecuencia de cada canal de inyección en los distintos tipos de secuencias, es necesario tomar en cuenta que el usuario ingresa un valor de frecuencia angular (RPM) y el algoritmo debe transformar esta cantidad en valores de tiempo. Para ello, se ha considerado que el sistema trabaja en un motor de cuatro inyectores con las siguientes condiciones:

- Para la inyección simultánea, cada inyector enciende cuatro veces por ciclo de trabajo (dos vueltas del cigüeñal).
- Para la inyección semisequencial, cada inyector enciende dos veces por ciclo de trabajo, de manera similar a cualquier sistema de chispa desperdiciada.
- Para la inyección secuencial, cada inyector enciende una vez por ciclo de trabajo, con el orden de encendido.



Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 3.25: Distintos tipos de inyección generados por el sistema, con frecuencia angular y ancho de pulso constantes.

Según lo detallado anteriormente, el algoritmo utiliza los siguientes modelos para calcular períodos en los distintos tipos de inyección:

Ecuación 5.6: Período por canal de inyección secuencial.

$$T_{SECUENCIAL} = \frac{120}{RPM}$$

Ecuación 5.7: Período por canal de inyección semisequencial.

$$T_{SEMISECUENCIAL} = \frac{60}{RPM}$$

Ecuación 5.8: Período por canal de inyección simultánea.

$$T_{SIMULTÁNEA} = \frac{30}{RPM}$$

En función de los anteriores modelos, el algoritmo calcula el valor numérico que se debe cargar en el registro del TIMER1 en relación al tiempo mínimo de conteo y el porcentaje de ciclo útil. Utiliza la siguiente ecuación:

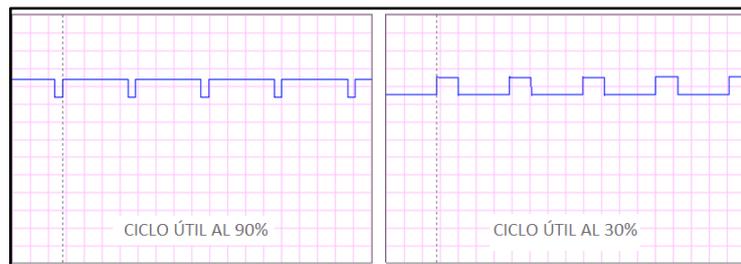
$$VALOR_TIMER_{ALTO} = \frac{T_{INYECCIÓN}}{T_{CONTEO}} * \frac{CICLO_UTIL}{100\%}$$

Ecuación 5.9: Valor en el registro de trabajo del TIMER1 para generar la parte alta de la señal.

$$VALOR_TIMER_{BAJO} = \frac{T_{INYECCIÓN}}{T_{CONTEO}} * \left(1 - \frac{CICLO_UTIL}{100\%}\right)$$

Ecuación 5.10: Valor en el registro de trabajo del TIMER1 para generar la parte baja de la señal.

Para la modulación PWM de la bomba, se utiliza el módulo CCP del microcontrolador.



Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 3.26: Distintos tipos de ciclo útil en la señal modulada proporcionada a la bomba de combustible.

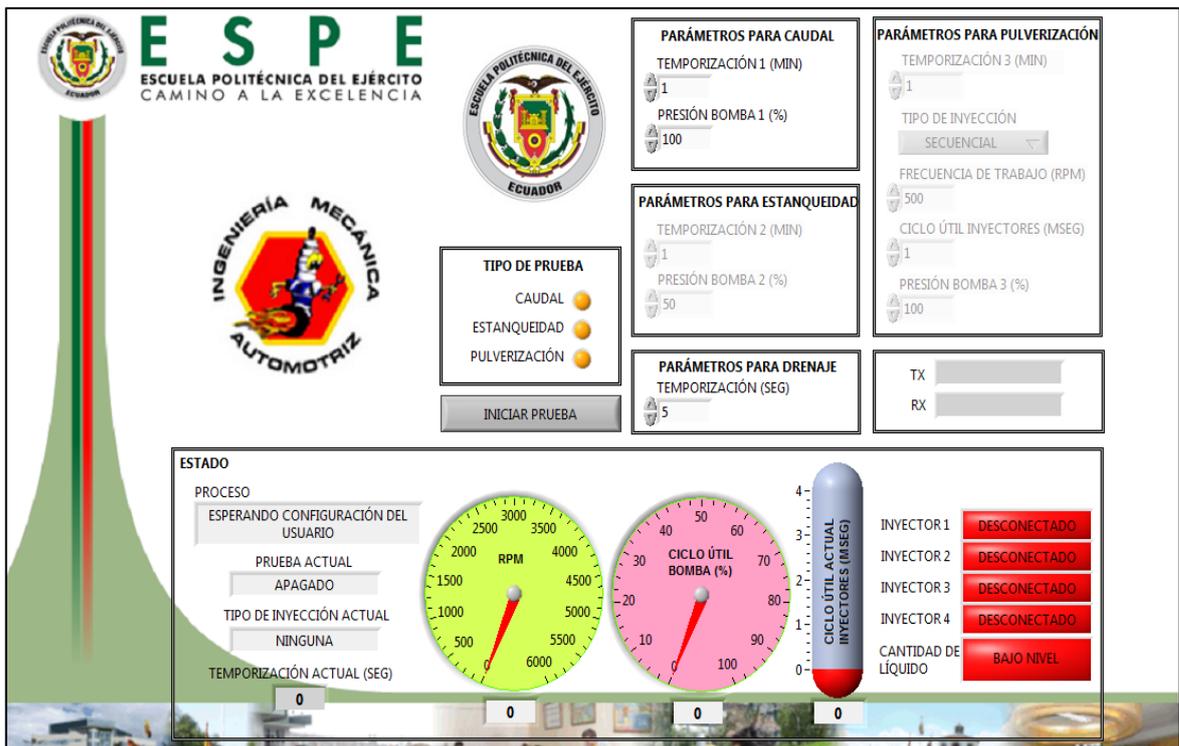
c. Descripción del software

El software de la computadora personal está realizado en LabVIEW 11.0. Se utilizó esta herramienta debido a su simplicidad de uso, gran robustez para

aplicaciones de ingeniería y además porque se programa en un lenguaje gráfico con funciones y manejo de datos parecidos al lenguaje C.

Las características más importantes de esta aplicación son:

- Maneja el puerto ETHERNET de la PC y puede realizar conexiones cliente – servidor a través del protocolo TCP – IP.
- Permite observar en tiempo real las variables implicadas en el funcionamiento de cada modo.
- Permite que el usuario configure individualmente los modos de trabajo, pudiendo éste elegir qué modo utilizar y bajo qué condiciones.
- Controla el tiempo de ejecución de cada prueba.



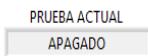
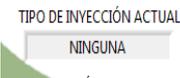
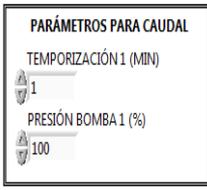
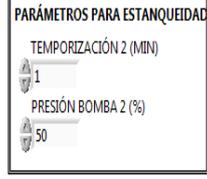
Fuente: Cabrera P. - Nato E.

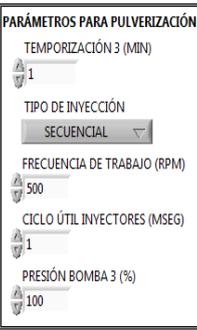
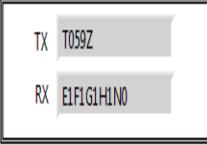
Figura 3.27: Pantalla principal de la interfaz gráfica.

A través de la siguiente tabla se logra identificar la forma de cada uno de los comandos virtuales con los que cuenta y de similar forma la función que estos cumplen cuando son activados:

Tabla 5.15: Simbología interfaz gráfica Banco de Inyectores LabVIEW.

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	<p>Indicador gráfico de rpm rango de operación de 0 a 6000rpms.</p>
	<p>Indicador gráfico de ciclo útil de la bomba de combustible rango de operación de 0 a 100%.</p>
	<p>Indicador gráfico de ciclo útil del ancho de pulso de los inyectores en su rango de operación de 0 a 4ms.</p>
<p>INYECTOR1 DESCONECTADO INYECTOR2 DESCONECTADO INYECTOR3 DESCONECTADO INYECTOR4 DESCONECTADO</p>	<p>Indicadores gráficos del feedback de desconexión de los inyectores.</p>
<p>INYECTOR1 CONECTADO INYECTOR2 CONECTADO INYECTOR3 CONECTADO INYECTOR4 CONECTADO</p>	<p>Indicadores gráficos del feedback de conexión de los inyectores</p>
<p>CANTIDAD DE LÍQUIDO BAJO NIVEL</p>	<p>Indicador gráfico del sensor de bajo nivel del líquido comprobador</p>
<p>CANTIDAD DE LÍQUIDO NIVEL NORMAL</p>	<p>Indicador gráfico del sensor de nivel normal del líquido comprobador.</p>

	<p>Indicador en tiempo real del proceso que está realizando el comprobador de inyectores.</p>
	<p>Indicador de la prueba actual que está realizando puede ser caudal, estanqueidad, pulverización.</p>
	<p>Indicador de la temporización en segundos del drenaje y de la prueba que se está realizando.</p>
	<p>Indicador del tipo de inyección que se está ejecutando puede ser secuencial, semisequencial y simultánea.</p>
	<p>Interfaz de los tipos de prueba que se realizara, puede ser caudal, estanqueidad, pulverización.</p>
	<p>Botón de inicio de prueba.</p>
	<p>Botón de modificación de temporización para el drenaje del líquido de las válvulas de las probetas comprobadoras.</p>
	<p>Botón temporización 1 escoge el tiempo de duración de la prueba de caudal. Botón presión de bomba escoge el porcentaje que ejercerá la presión la bomba en el comprobador de inyectores en la prueba de caudal.</p>
	<p>Botón temporización 2 escoge el tiempo de duración de la prueba de estanqueidad. Botón presión de bomba escoge el porcentaje que ejercerá la presión la bomba en el comprobador de inyectores en la prueba de caudal.</p>

	<p>Botón temporización 3 escoge el tiempo de duración de la prueba de estanqueidad.</p> <p>Botón tipo de inyección escoge el tipo de inyección que va a realizar la prueba de pulverización sea secuencial semisecuencial y simultánea.</p> <p>Botón frecuencia de trabajo escoge las rpm que desea para realizar la prueba de pulverización.</p> <p>Botón ciclo útil escoge el ancho de pulso en milisegundos para realizar la prueba de pulverización.</p> <p>Botón presión de bomba 3 escoge el porcentaje que ejercerá la presión la bomba en el comprobador de inyectores en la prueba de pulverización.</p>
	<p>Indicador gráfico en tiempo real de los datos del programa que se transmite y se recibe.</p> <p>Tx: transmisor variable x Rx: receptor variable x</p>

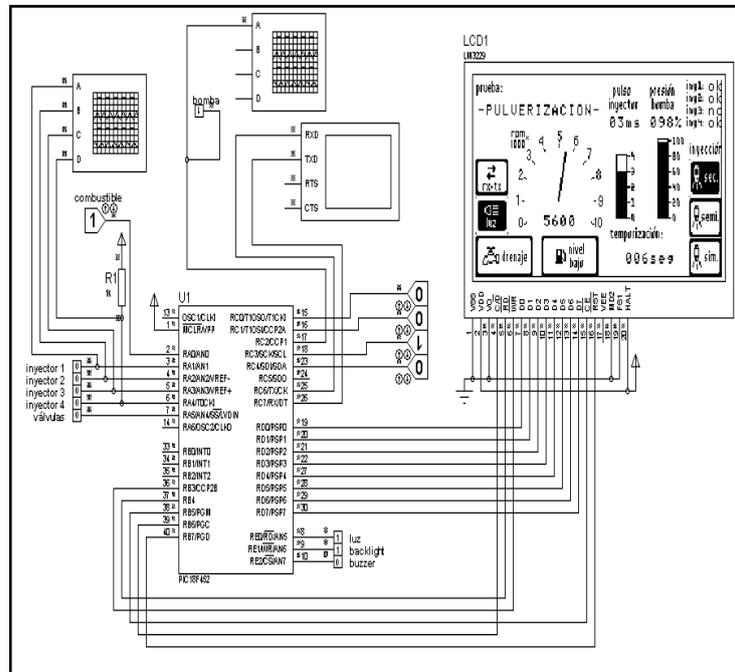
Fuente: Cabrera P. - Nato E.

d. Simulación en PROTEUS

Una de las ventajas que ofrece el pic18f452 es de simular su funcionamiento por medio del software PROTEUS el cual es de gran ayuda para poder depurar errores antes del montaje del circuito electrónico en el banco de pruebas.

Al momento de correr la simulación la adquisición de señales de entrada y salida reporta una operación satisfactoria y la pantalla LCD 1 despliega la información que la conexión entre la interfaz gráfica y las placas de potencia se encuentra en modo de espera de realizar la conexión.

Ahora se escogió el modo de referencia de pulverización el cual la pantalla lcd1 ya despliega el menú de información y está ejecutando la prueba con sus parámetros previamente calculados y programados.

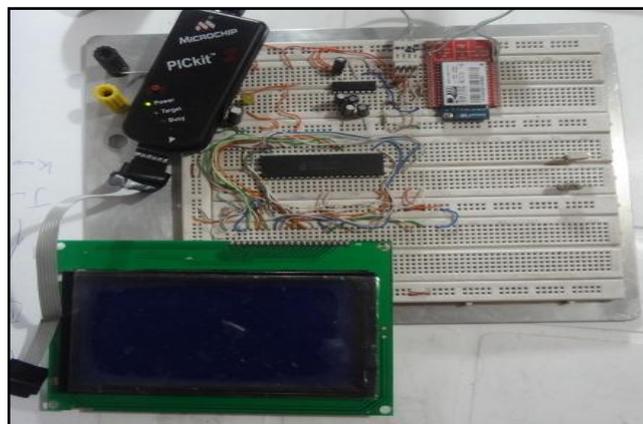


Fuente: Cabrera P- Nato E

Figura 5.30: Simulación sincronización módulo WIFLY y PC

e. Simulación en Protoboard

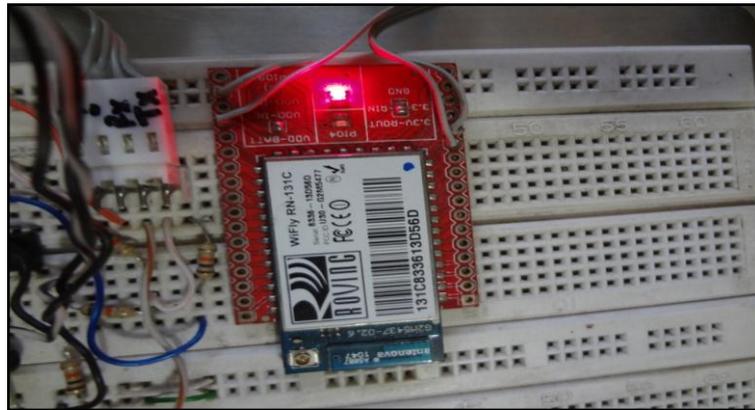
Previo a la simulación del circuito en el software PROTEUS probamos en el protoboard la comunicación y funcionamiento de las placas para poder depurar algún error de funcionamiento.



Fuente: Cabrera P.- Nato E.

Figura 5.31: Prueba en protoboard placas de potencia.

Se debe tratar de no cruzar los cables por el módulo wi-fly ya que la interferencia es el principal efecto de caer la comunicación.



Fuente: Cabrera P.- Nato E.

Figura 5.32: Ordenamiento del cableado sin interferencias.

f. Soldadura Placas

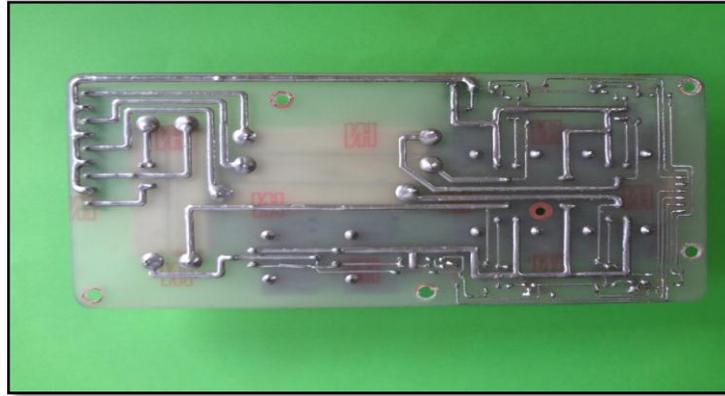
Colocamos la placa del circuito de potencia de activación de los inyectores en una superficie limpia, ensamblamos los componentes, con la ayuda de un cautín y estaño soldamos por toda la pista impresa en la placa.



Fuente: Cabrera P.- Nato E.

Figura 5.33: Soldadura placas de potencia.

El ancho de soldadura de la placa debe ser grueso por protección del sistema ante algún cortocircuito ya que está manejando altas corrientes.



Fuente: Cabrera P. - Nato E.
Figura 5.34: Soldadura Placas de potencia.

5.7. SELECCIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO

5.7.1. SELECCIÓN DE ELEMENTOS MECÁNICOS Y ELECTROMECÁNICOS DEL BANCO DE PRUEBAS

El banco de pruebas de inyectores gasolina se compone tanto de componentes mecánicos como electromecánicos, por lo que vamos a revisar sus parámetros de operación para la utilización en nuestro sistema.

a. Depósito del líquido comprobador

Tabla 5.16: Especificaciones del depósito

FORMA	CARACTERÍSTICA
Capacidad tanque	El volumen de capacidad del tanque es de 4200ml se lo especifica la marca LAUNCH quien tiene su fabricación en serie del depósito utilizado
Línea de retorno	Perforaciones directas para 4 válvulas de drenaje.
Línea de admisión	Perforación de fábrica para la bomba de la alimentación que viene montada en ella.
Extras	Perforación de fábrica para la implementación del sensor de bajo nivel.

Fuente: Cabrera P. - Nato E.

La selección del depósito del líquido viene prefabricada de acuerdo a los parámetros del fabricante considerando sus características ideales para la implementación en nuestra estructura.



Fuente: Cabrera P; Nato E

Figura 5.35: Depósito líquido comprobador

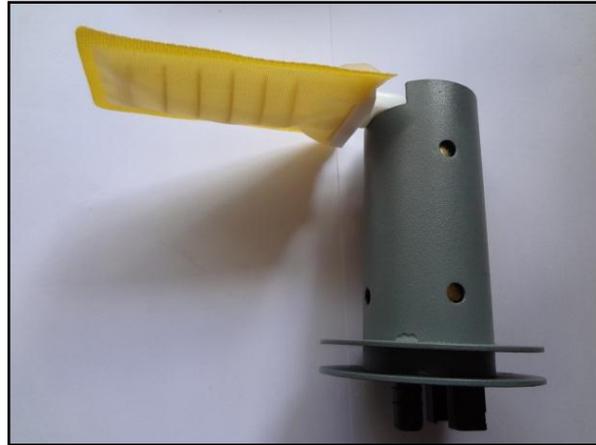
b. Bomba de alimentación

La bomba de alimentación que vamos a utilizar en nuestro sistema debe realizar su trabajo en función de su volumen de expulsión por revolución y presión de trabajo.

Además debe cumplir con los siguientes parámetros para su selección:

- Refrigeración y lubricación con el mismo líquido comprobador
- Emisiones de ruido bajas
- Poco masa y poco peso
- Conjunto de sumersión en el tanque con prefiltro.
- Baja inercia de las partes giratorias
- Bajo costo de adquisición,
- Fácil montaje y mantenimiento

Para nuestro sistema utilizamos una bomba de 12 Voltios – Eléctrica de tipo sumergida en el tanque cuya capacidad de presión máxima es 95 psi y caudal de 35 litros por minuto de, de tal forma que satisface íntegramente a los requerimientos del sistema.



Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.36: Bomba de combustible.

c. Filtro del líquido comprobador

Genera la protección de filtraciones e impurezas dentro de nuestro circuito por el cual va a circular el fluido teniendo en cuenta su fácil adaptación y constituya en su estructura interna el principio de limpieza de papel filtrante y las consideraciones que ofrece el fabricante.



Fuente: Cabrera P - Nato E.

Figura 5.37: Filtro del líquido comprobador.

Tabla 5.17: Consideraciones filtro líquido comprobador.

Capacidad de Flujo	Bueno
Retención de partículas mínimo	2-6 micras
Material Filtrante	Papel plegado en estrella
Resistencia a la Migración	Buena
Costo	Moderado
Vida Útil	10.000 horas de trabajo

Fuente: Cabrera P. - Nato E.

d. Cañería de Presión

Hemos seleccionado el empleo de una manguera de aplicación automotriz cuyas características se describe a continuación:

Manguera Flexible ¼ de Aplicación Automotriz

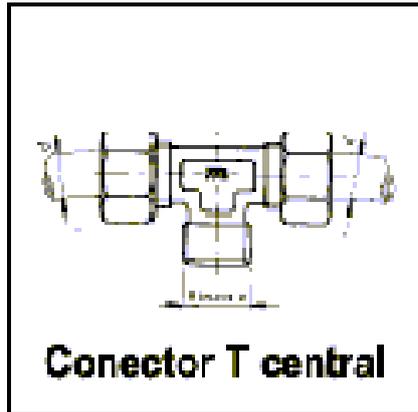
Tabla 5.18: Requerimientos cañería.

REFERENCIA	VALOR REQUERIDO
Material	Caucho sintético de alto rendimiento
Presión de trabajo	120 psi
Propiedades mecánicas	Buena absorción de vibraciones
Diámetro Interior	6 mm
Diámetro Exterior	8 mm

Fuente: Cabrera P. - Nato E.

e. Acople en T

El acople en t cierre herméticamente a través de una junta tórica que va a repartir el flujo del fluido al riel de inyección y la otra vía a la toma del manómetro de presión.



Fuente: www.mundiacoples.blogspot.com.

Figura 5.38: Dimensiones del conector T.

	Ø C	Ø D	Código
Acople en t seleccionado →	G 1/8"	4	0.401.080.410
	G 1/8"	6	0.401.080.610
	G 1/4"	8	0.401.080.813

Fuente: www.mundiacoples.blogspot.com.

Figura 5.39: Dimensiones del conector T.

Seleccionamos el acople en t de 1/8 ya que su requerimientos son notables para nuestro diseño y su máxima presión de trabajo es de 400 psi.



Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.40: Acople en T.

f. Manómetro de presión

La selección del manómetro viene dada bajo su rango de precisión deseada y las presiones de operación que da lectura este instrumento.

- El rango de precisión que se desee.
- Las presiones de operación.

Tabla 5.19: Características del manómetro.

PRECISIÓN	De 2,5 psi en la escala graduada (valor mínimo de escala)
PRESIÓN	De 0 y 150 psi.

Fuente: Cabrera P; Nato E.



Fuente: Cabrera P - Nato E.

Figura 5.41: Manómetro de presión.

g. Riel de inyección

La selección del riel de inyección considera lo siguiente:

Tabla 5.20: Requerimientos riel de inyección

Material para su construcción	El material del riel viene dado bajo una aleación de aluminio al 70% según lo especificado por la marca LAUNCH quien prefabrico en serie este tipo de rieles de alto rendimiento.
Presión de trabajo	De 40 a 110 psi.

Fuente: Cabrera P. - Nato E.



Fuente: Cabrera P; Nato E

Figura 5.42: Riel de inyección LAUNCH

h. Probetas

La selección de las probetas graduadas considera lo siguiente:

Tabla 5.21: Parámetros de consideración de las probetas.

Material para su construcción	Cristal frágil transparente con su respectiva escala graduada.
Capacidad de llenado	De 0 a 120 ml.
Precisión	De 2,5 ml en la escala graduada (valor mínimo de escala).

Fuente: Cabrera P. - Nato E.



Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.43: Probetas de Escala Graduada LAUNCH.

5.8. MONTAJE FÍSICO DEL SISTEMA

5.8.1. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA

La estructura del banco de inyectores hemos realizado de material de acero AISI 1030 de 2mm de grosor al cual su acabado es mediante un tratamiento de pintura mono capa poliuretano de secado al horno, que se procederá a montar nuestras interfaces de potencia y placas de comunicación Wi-Fi.



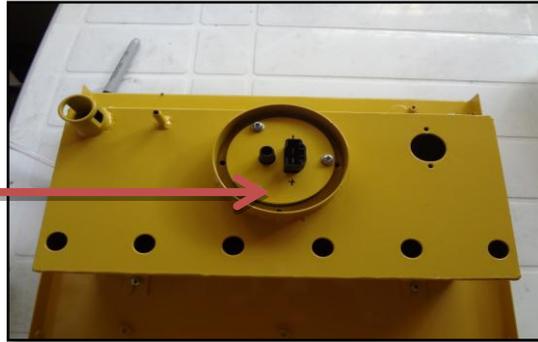
Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.44: Estructura metálica.

5.8.2. MONTAJE Y CONEXIÓN FINAL DEL DISPOSITIVO

Instalar la bomba de alimentación con su respectivo prefiltro podemos ya implementarlo en el depósito del líquido el cual se encargara de aspirar y generar el caudal al riel de inyección para su acción de inyectar el líquido comprobador a las probetas tomando en cuenta que se está tomando en cuenta la polaridad de funcionamiento de la bomba para su correcta operación.

Bomba de alimentación



Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.45: Montaje bomba de presión al depósito.

Fijar el sensor de bajo nivel el cual se encargará de indicar si el nivel está bajo o nivel normal en las interfaces gráficas.

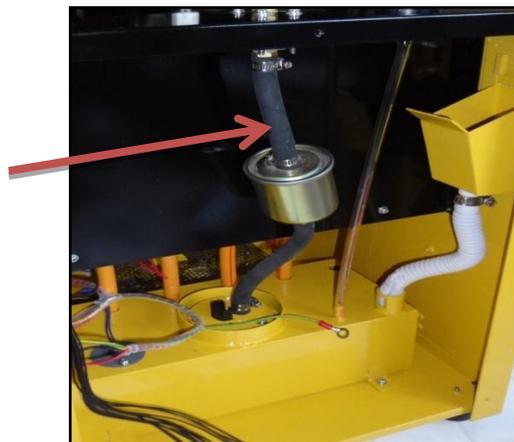
Sensor bajo nivel



Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.46: Montaje sensor de nivel al depósito.

Abrazadera

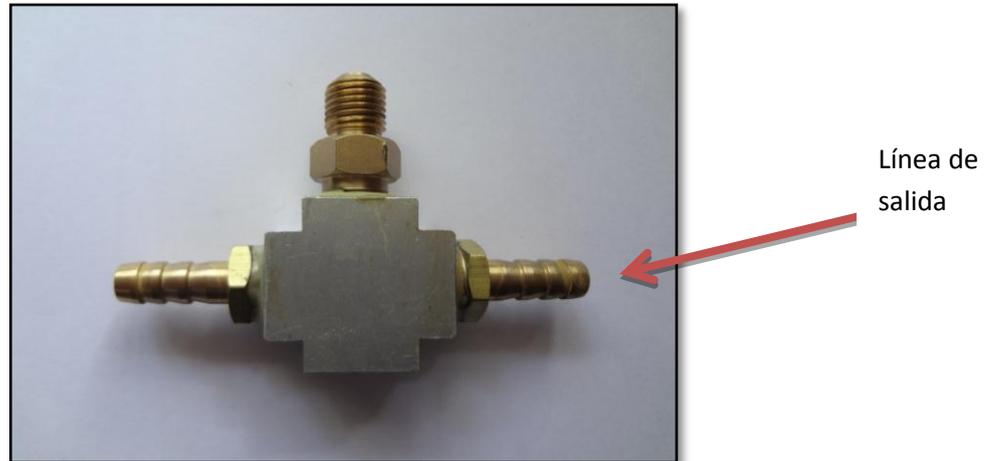


Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.47: Ajuste fitro purificador.

Colocar el filtro del líquido con sus respectivas abrazaderas asegurándose de que queden bien ajustadas para prevenir al circuito de posibles fugas.

Unir el acople “t” de la entrada principal a la cañería del filtro y dar un ajuste seguro a la unión ajustar para prevenir al circuito de posibles fugas.



Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.48: Ajuste fitro purificador.

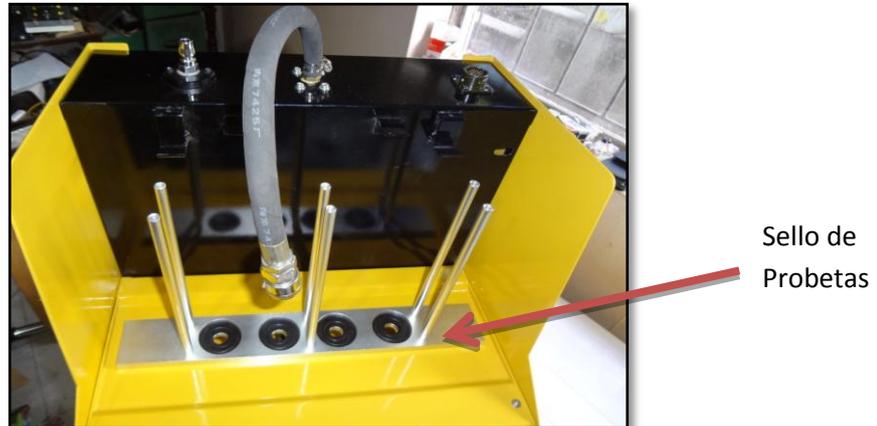
Unir el extremo de salida del acople en “t” a la cañería de bronce del manómetro de presión y aseguramos de la manera mas efectiva para prevenir errores de lecturas del manómetro.



Fuente: Cabrera P- Nato E.

Figura 5.49: Instalación manómetro de presión.

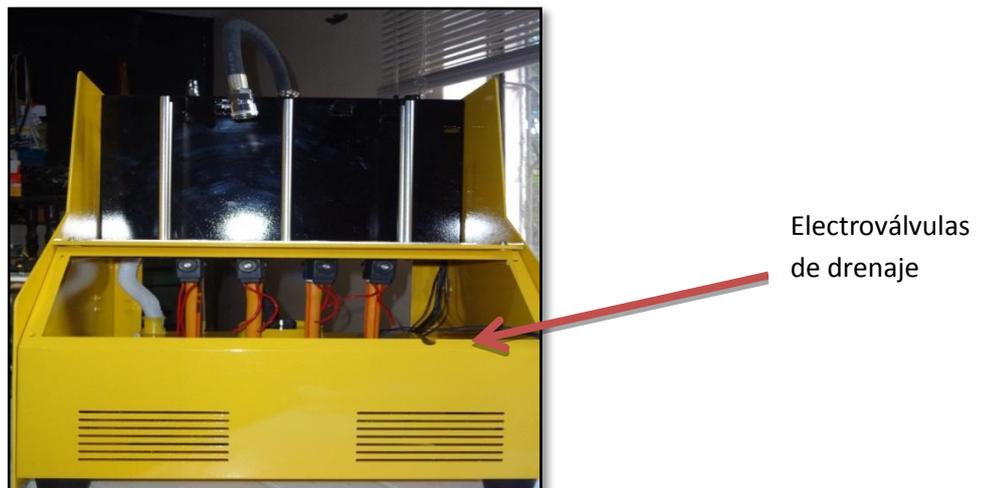
Fijar la base soporte de probetas a la estructura comprobando que quede las perforaciones inferiores con sus respectivos sellos para la instalación de las valvulas de drenaje.



Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.50: Instalación soporte de probetas.

Instalar en la posición correcta las valvulas de drenaje liquido tomando en cuenta la dirección de la cañería desemboque al deposito de almacenamiento del liquido y la dirección del cableado sea visto en línea frontal al usuario para su posterior conexión.



Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.51: Instalación de las probetas.

Colocar las probetas linealmente al soporte verificando su correcto asentamiento y revisar que ninguna haga un sobresfuerzo en la sujeción porque puede cuasar fisuras en el montaje.



Fuente: Cabrera P- Nato E

Figura 5.52: Instalación probetas.

Instalar el riel de inyección a la base soporte del banco pruebas revisando que quede sellado herméticamente por seguridad.

Hay que tener en cuenta que ocupamos 2 abrazaderas de ajuste manual el cual va a repartir la línea de presión que emite la bomba al riel de inyección.



Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.53: Instalación riel de inyección .

5.8.3. MONTAJE DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

El éxito de un correcto funcionamiento del sistema electrónico viene dado por la seguridad en la conexión de las placas ya que van conectadas las 3 en transmisión y recepción de datos por medio de 3 bus de datos. Además se tomó en cuenta la amplitud y espacio para optimizar nuestro orden de ubicación del sistema electrónico.



Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.54: Instalación del cableado de la pantalla.

La pantalla GLCD también se instala en el montaje del sistema electrónico ya que su bus de datos esta entrelazada con la placa de potencia principal.

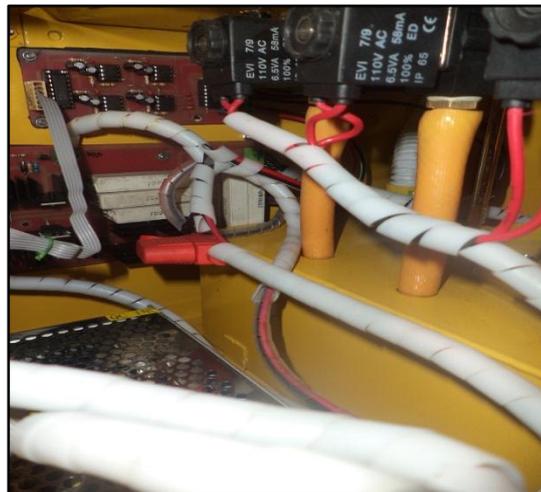


Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.55: Pantalla GLCD instalada.

5.9. SIMULACIÓN Y FASE DE PRUEBA

Esta prueba se la realiza antes de asegurar la mica transparente que soporta al módulo WI-FLY, la placa de potencia principal, la pantalla GLCD y el manómetro para tener acceso al sistema electrónico y depurar algún tipo de error o de interferencia al módulo WI-FLY.



Fuente: Cabrera P. - Nato E.

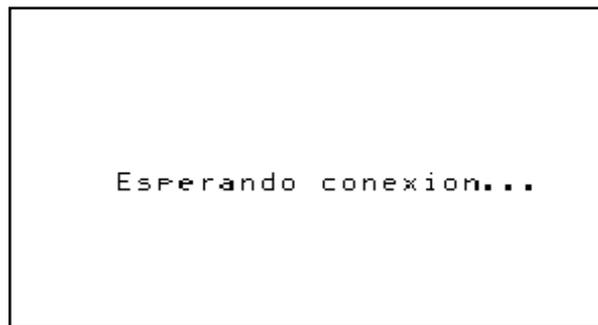
Figura 5.56: Testigo módulo WI-FLY encendido.

La ubicación del módulo Wi-Fly debe estar visible y libre de algún cableado porque puede generar interferencia perdiendo la comunicación con la interfaz gráfica.



Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.57: Testigo módulo WI-FLY encendido led en estado intermitente.



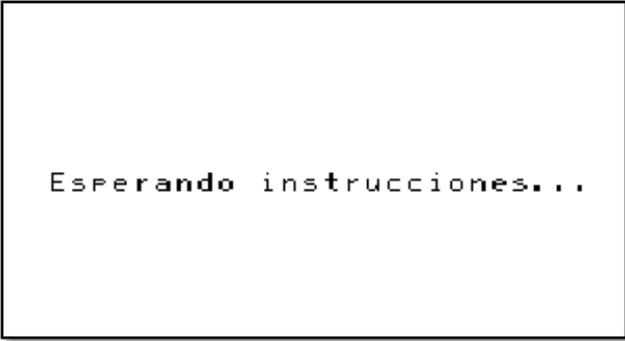
Fuente: Cabrera P. – Nato E.

Figura 5.58: Prueba espera conexión.



Fuente: Cabrera P. - Nato E.

Figura 5.59: Testigo módulo WI-FLY permanece encendido.



Fuente: Cabrera P. – Nato E.

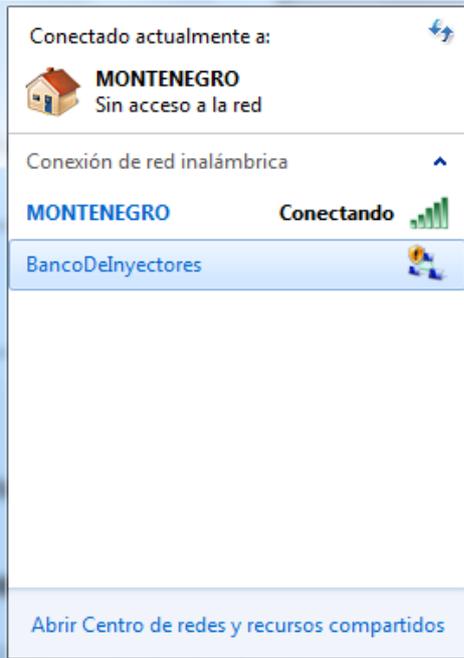
Figura 5.60: Prueba de conexión satisfactoria.

5.10. COMPROBACIÓN Y ENCENDIDO DEL SISTEMA

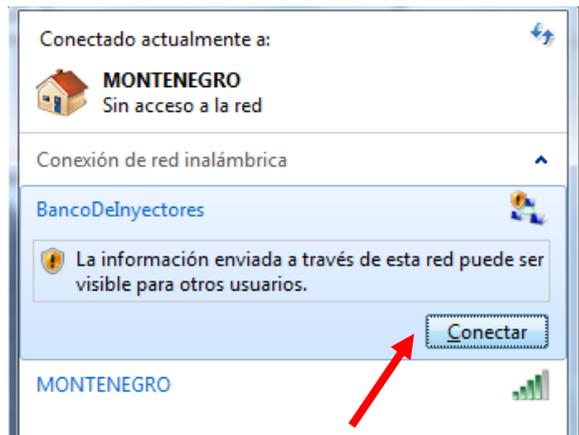
La fase de prueba se realizó de manera satisfactoria colocamos la tapa plástica y aseguramos con los pernos de fijación a la estructura para finalmente usar al 100% libre de errores el banco de pruebas.

Tabla 5.22: Parámetros de consideración de las probetas.

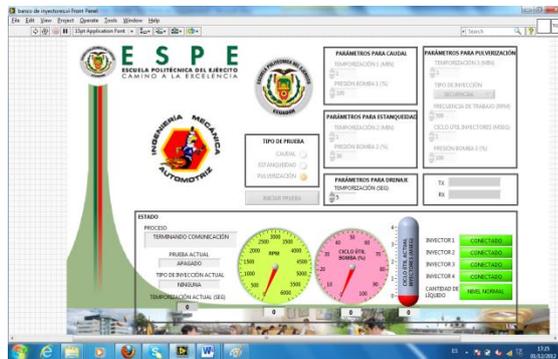
<p>Escogemos los inyectores a comprobar con su respectivo acople y montamos al comprobador de inyectores.</p>	
<p>Ajustamos el riel de inyectores a la base del comprobador.</p>	

<p>Revisar el nivel del líquido comprobador este en estado normal para una correcta operación del comprobador.</p>	
<p>Encendemos el banco de inyectores para realiza la conexión con la PC.</p>	
<p>Buscamos nuestra red wi-fi llamada banco de inyectores en las redes inalámbricas disponibles de nuestra PC.</p>	

Escogemos la red banco de inyectores y conectamos.



Abrimos nuestra interfaz gráfica en LabVIEW.



Realizamos clic en el icono de ejecutar el programa y realizamos las pruebas a libre opción de la necesidad del usuario.



Verificar que exista comunicación entre el banco y la PC.



5.11. PRUEBAS

5.11.1. PRUEBA DE PULVERIZACIÓN

La entrada de combustible en los inyectores, se ubica en 2 diferentes partes del inyector, entrada superior y entrada lateral.

a. Procedimiento de instalación y prueba de inyectores con entrada superior

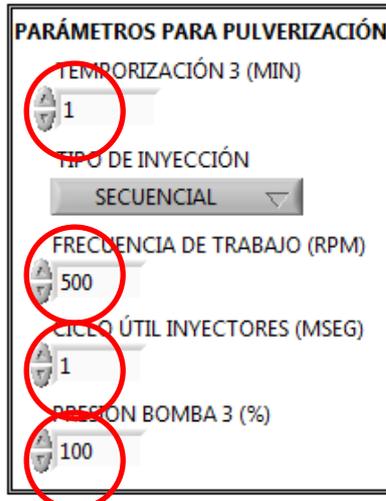
- De acuerdo al tipo de los inyectores, seleccione los adaptadores derechos adecuados e instálelos sobre el riel de inyectores del distribuidor de combustible.
- Ahora debe montar los inyectores (lubrique los o'rings en los inyectores).
- Ajuste la posición de tornillo y tuerca estriada, según altura de los inyectores. Monte el distribuidor de combustible e inyectores en el soporte. Apriete las tuercas estriada.
- Conecte los cables de pulso. Ingrese a la interfaz gráfica.
- Seleccione la función pulverización.



Fuente: Cabrera P. – Nato E.

Figura 5.61: Menú selección pruebas.

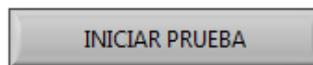
- Ajuste los parámetros correctos a libre opción del usuario.



Fuente: Cabrera P. – Nato E.

Figura 5.62: Menú parámetros de pulverización.

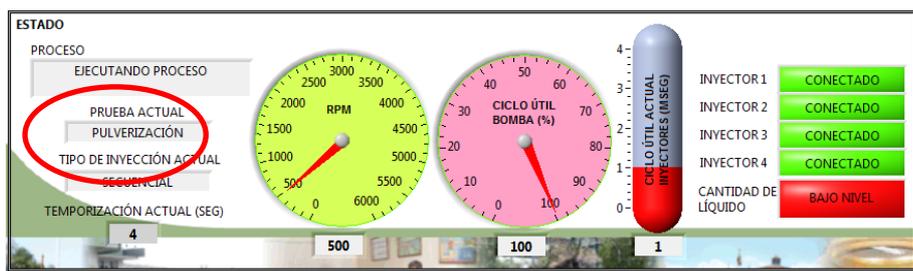
- Presione “inicio de prueba”.



Fuente: Cabrera P. – Nato E.

Figura 5.63: Botón de inicio de prueba.

- Observar el menú de estado de la interfaz gráfica ya que en esta prueba realiza el feedback a los inyectores.



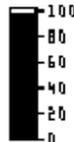
Fuente: Cabrera P. – Nato E.

Figura 5.64: Pantalla estado prueba.

- El sistema se detendrá automáticamente al terminar la prueba. Y la alarma sonará.

Se debe revisar simultáneamente en la pantalla GLCD el control de todos los parámetros que describe la siguiente tabla:

Tabla 5.23: Parámetros de consideración de las probetas.

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Indicador de transmisión y recepción de estados operando satisfactoriamente,
	Indicador de luz panel operando satisfactoriamente.
	Indicador de drenaje en desactivación ya que debe estar cerrado para la ejecución de la prueba.
	Indicador nivel de líquido comprobador en nivel bajo de acuerdo al caso de nivel de líquido que se tenga en el comprobador
prueba: -PULVERIZACION-	Indicador de la prueba que está ejecutando caso pulverización.
	Indicador de rpm en 5600 rpm se está sometiendo a los inyectores en la ejecución de la prueba
pulso inyector 0.3 ms 	Indicador del ancho de pulso del inyector en 3 milisegundos al cual se está sometiendo a los inyectores en la ejecución de la prueba.
presión bomba 0.98% 	Indicador de la presión de la bomba en un 98 % simulando su señal de activación en unos 35-40 psi de alimentación de líquido comprobador al riel de inyección.
iny1: ok iny2: ok iny3: ok iny4: ok	Indicador de feedback en estado de conexión todos los inyectores activados.
inyección sec. semi. sim.	Indicador de tipo de inyección sea secuencial, semisecuencial y simultánea.
temporización: 006 s 0.9	Indicador de temporización de cada prueba que se esté ejecutando en el banco de pruebas.

Fuente: Cabrera P. – Nato E.

De esta manera todos los parámetros en la prueba de pulverización está funcionando correctamente analizando el ángulo de pulverización de cada inyector quedando a criterio del usuario que este ejecutando el diagnostico de cada inyector.

5.11.2. PRUEBA DE ESTANQUEIDAD

La instalación es igual que en la prueba de Pulverización. Seleccione la función de prueba de estanqueidad, escoja los parámetros de tiempo de la prueba y porcentaje de presión de la bomba a gusto de operación del usuario y presione el botón "iniciar prueba", y el sistema iniciara. Juzgue la fuga observando si hay goteo. Generalmente, es necesario que el goteo por minuto deba ser de menos de una gota (o según el Standard del fabricante).

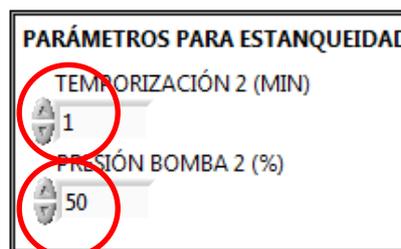
- El tiempo defecto designado por el sistema es de 1 minuto, y la presión debe ajustarse a 10% más que la especificación del fabricante.
- El sistema se detiene automáticamente cuando la prueba ha terminado. La alarma sonará.



Fuente: Cabrera P. – Nato E.

Figura 5.65: Menú selección de pruebas.

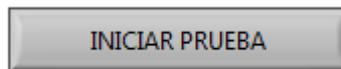
- Ajuste los parámetros correctos a libre opción del usuario.



Fuente: Cabrera P. – Nato E.

Figura 5.66: Menú parámetros.

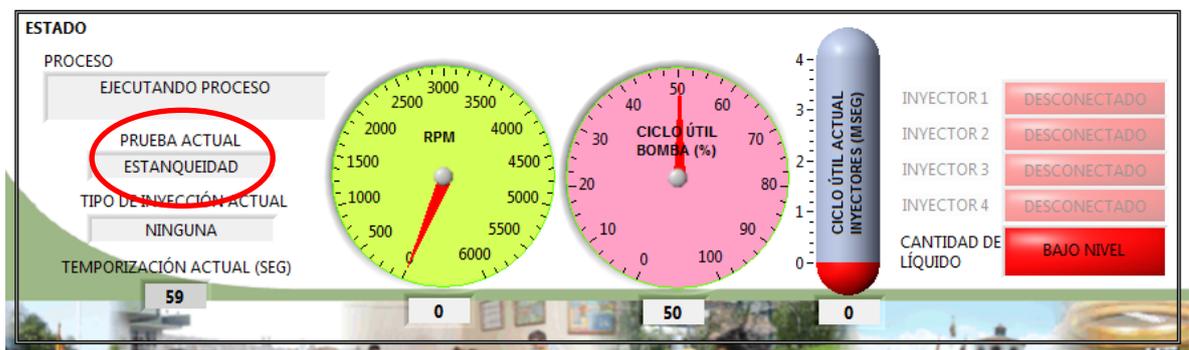
- Presione “inicio de prueba”.



Fuente: Cabrera P. – Nato E.

Figura 5.67: Botón de inicio de prueba.

- Observar el menú de estado de la interfaz gráfica, en esta se muestra el estado en tiempo real de la prueba.



Fuente: Cabrera P. – Nato E.

Figura 5.68: Pantalla estado de prueba.

Se debe revisar simultáneamente en la pantalla LCD el control de todos los parámetros que describe la siguiente tabla:

Tabla 5.24: Parámetros de consideración de las probetas.

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Indicador de transmisión y recepción de estados operando satisfactoriamente.
	Indicador de la luz panel operando satisfactoriamente.
	Indicador de drenaje en desactivación ya que debe estar cerrado para la ejecución de la prueba.
	Indicador nivel de líquido comprobador en nivel bajo de acuerdo al caso de nivel de líquido que se tenga en el comprobador.

<pre> prueba: -ESTANQUEIDAD- </pre>	<p>Indicador de la prueba que está ejecutando caso estanqueidad.</p>
<pre> rpm x 1000 4 5 6 7 8 3 2 1 0 0 0 0 0 0 0 </pre>	<p>Indicador en 0 rpm porque no existe inyección de los inyectores la ejecución de la prueba es de una inspección visual que no exista goteo en los inyectores.</p>
<pre> pulso inyector 0 0 m s 4 3 2 1 0 </pre>	<p>Indicador del ancho de pulso del inyector en 0 milisegundos porque la ejecución de la prueba es de una inspección visual que no exista goteo en los inyectores.</p>
<pre> presión bomba 0 9 0 % 100 80 60 40 20 0 </pre>	<p>Indicador de la presión de la bomba en un 90 % simulando su señal de activación en unos 35-40 psi de alimentación de líquido comprobador al riel de inyección.</p>
<pre> ing1: x ing2: x ing3: x ing4: x </pre>	<p>Indicador de feedback en estado de desconexión porque en esta prueba no existe pulso de inyección.</p>
<pre> inyección 1/1 sec. 1/1 semi. 1/1 sim. </pre>	<p>Indicador de tipo de inyección sea secuencial, semisecuencial y simultanea en esta prueba no se habilita esta opción porque no existe pulso de inyección.</p>
<pre> temporización: 0 0 6 s e e </pre>	<p>Indicador de temporización de cada prueba que se esté ejecutando en el banco de pruebas.</p>

Fuente: Cabrera P. – Nato E.

De esta manera todos los parámetros en la prueba de estanqueidad está funcionando correctamente analizando que no exista goteo de inyectores quedando a criterio del usuario que este ejecutando el diagnostico de cada inyector.

5.11.3. PRUEBA DE CAUDAL

La instalación es igual que en la prueba de Pulverización. Antes de la prueba de caudal, presione la temporización de drenaje para poder vaciar el líquido de las probetas al depósito y luego presione el botón “iniciar prueba”.

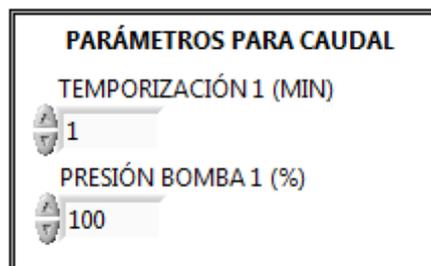
Seleccione la función de prueba de caudal, escoja los parámetros de tiempo de la prueba y porcentaje de presión de la bomba a gusto de operación del usuario y presione el botón” iniciar prueba, y el sistema iniciara.



Fuente: Cabrera P. – Nato E.

Figura 5.69: Menú selección de pruebas.

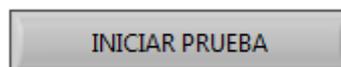
- El sistema se detiene automáticamente al terminar la prueba. La alarma sonará.



Fuente: Cabrera P. – Nato E.

Figura 5.70: Menú parámetros.

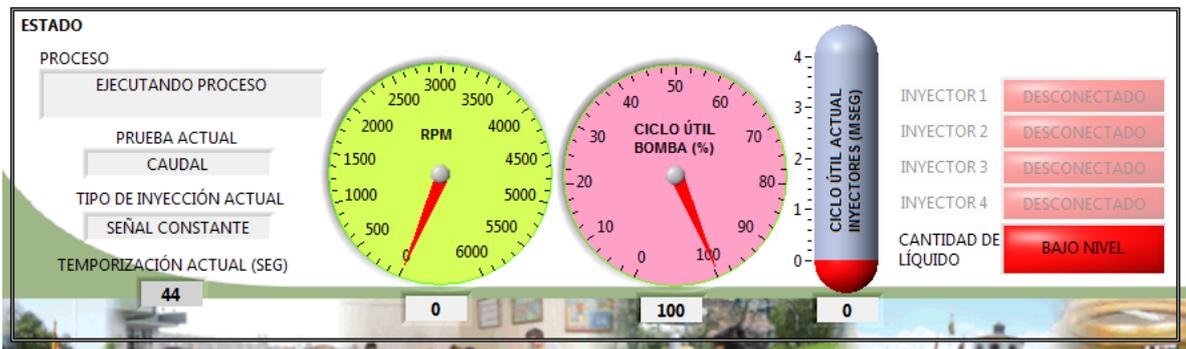
- Presione “inicio de prueba”.



Fuente: Cabrera P. – Nato E.

Figura 5.71: Botón de inicio de prueba.

- Observar el menú de estado de la interfaz gráfica, en esta se muestra el estado en tiempo real de la prueba.



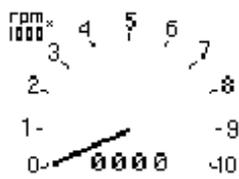
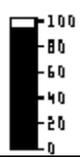
Fuente: Cabrera P. – Nato E.

Figura 5.72: Pantalla estado de prueba.

Se debe revisar simultáneamente en la pantalla LCD el control de todos los parámetros que describe la siguiente tabla:

Tabla 5.25: Parámetros de consideración de las probetas.

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Indicador de transmisión y recepción de estados operando satisfactoriamente.
	Indicador de la luz panel operando satisfactoriamente.
	Indicador de drenaje en desactivación ya que debe estar cerrado para la ejecución de la prueba.
	Indicador nivel de líquido comprobador en nivel bajo de acuerdo al caso de nivel de líquido que se tenga en el comprobador.
prueba: - CAUDAL -	Indicador de la prueba que está ejecutando caso caudal.

	<p>Indicador en 0 rpm porque no existe pulso de inyección de los inyectores. La ejecución de la prueba es de analizar la medida del llenado que posee cada probeta en 1 minuto de activación continua del inyector.</p>
<p>pulso inyector 00ms</p> 	<p>Indicador del ancho de pulso del inyector en 0 milisegundos porque la ejecución de la prueba es de pulso de inyección constante en un tiempo determinado en este caso es 1 min.</p>
<p>presión bomba 95%</p> 	<p>Indicador de la presión de la bomba en un 95 % simulando su señal de activación en unos 32-37 psi de alimentación de líquido comprobador al riel de inyección.</p>
<p>iny1: x iny2: x iny3: x iny4: x</p>	<p>Indicador de feedback en estado de desconexión porque en esta prueba no existe pulsos de inyección.</p>
<p>inyección</p> 	<p>Indicador de tipo de inyección sea secuencial, semisequencial y simultanean en esta prueba no se habilita esta opción porque no existe pulsos de inyección.</p>
<p>temporización: 006s e-3</p>	<p>Indicador de temporización de cada prueba que se esté ejecutando en el banco de pruebas.</p>

Fuente: Cabrera P. – Nato E.

De esta manera todos los parámetros en la prueba de estanqueidad está funcionando correctamente analizando la cantidad de llenado de cada inyector en la probetas el cual al final de la prueba podemos analizar la cantidad que emite el inyector en un tiempo determinado y generar un diagnóstico acertado del funcionamiento de los inyectores que se encuentra realizando las pruebas en nuestro banco.

5.12. PRUEBAS INYECTORES MULTIMARCA

5.12.1 CHEVROLET CORSA 1.6

Tabla 5.26: Resultados pruebas de funcionamiento inyectores Chevrolet Corsa 1.6.

CHEVROLET CORSA1.6	
	
Presión de Comprobación:	(35 PSI)
Resistencia del Bobinado:	Inyector 1: 2.2 Ω Inyector 2: 2.3 Ω Inyector 3: 2.3 Ω Inyector 4: 2.4 Ω
Prueba Caudal:	Inyector 1: 52 ml Inyector 2: 52 ml Inyector 3: 47 ml Inyector 4: 48 ml
Prueba Estanqueidad:	Inyector 1: ok Inyector 2: ok Inyector 3: goteo Inyector 4: ok
Prueba Pulverización :	Inyector 1: ok Inyector 2: ok Inyector 3: chorro incompleto Inyector 4: ok
Prueba Feedback:	Inyector 1: ok Inyector 2: ok Inyector 3: ok Inyector 4: ok
ANALISIS RESULTADOS	La vida útil del inyector 3 ha llegado a su fin razón por la cual en el momento de realizar las pruebas no operó correctamente recomendando cambio urgente del inyector 3.

Fuente: Cabrera P. – Nato E.

5.12.2. CHEVROLET ALTO

Tabla 5.27: Resultados pruebas de funcionamiento inyectores Chevrolet Corsa 1.6.

CHEVROLET ALTO	
	
Presión de Comprobación:	(35 PSI)
Resistencia del Bobinado:	Inyector 1: 2.8 Ω Inyector 2: 2.7 Ω Inyector 3: 2.7 Ω Inyector 4: 2.8 Ω
Prueba Caudal:	Inyector 1: 51 ml Inyector 2: 52 ml Inyector 3: 51 ml Inyector 4: 52 ml
Prueba Estanqueidad :	Inyector 1: ok Inyector 2: ok Inyector 3: ok Inyector 4: ok
Prueba Pulverización:	Inyector 1: ok Inyector 2: ok Inyector 3: ok Inyector 4: ok
Prueba Feedback:	Inyector 1: ok Inyector 2: ok Inyector 3: ok Inyector 4: ok
ANALISIS RESULTADOS	Los inyectores están dentro del rango permitido de variación de parámetros la cual se recomendaría el cambio de los micros filtros y realizar una limpieza en la tina ultrasónica.

Fuente: Cabrera P. – Nato E.

5.12.3. HYUNDAI GETZ

Tabla 5.28: Resultados pruebas de funcionamiento inyectores Chevrolet Corsa 1.6.

HYUNDAI GETZ	
	
Presión de Comprobación:	(35 PSI)
Resistencia del Bobinado:	Inyector 1: 14,2 Ω Inyector 2: 14,2 Ω Inyector 3: 14,3 Ω Inyector 4: 14,2 Ω
Prueba Caudal:	Inyector 1: 53 ml Inyector 2: 54 ml Inyector 3: 53 ml Inyector 4: 53 ml
Prueba Estanqueidad :	Inyector 1: ok Inyector 2: ok Inyector 3: ok Inyector 4: ok
Prueba Pulverización:	Inyector 1: ok Inyector 2: ok Inyector 3: ok Inyector 4: ok
Prueba Feedback:	Inyector 1: ok Inyector 2: ok Inyector 3: ok Inyector 4: ok
ANALISIS RESULTADOS	Los inyectores están dentro del rango permitido de variación de parámetros la cual se recomendaría el cambio de los micros filtros y realizar una limpieza en la tina ultrasónica.

Fuente: Cabrera P. – Nato E.

5.12.4. MAZDA BSERIES 2.200

Tabla 5.29: Resultados pruebas de funcionamiento inyectores Chevrolet Corsa 1.6.

MAZDA BSERIES 2.200	
	
Presión de Comprobación:	(35 PSI)
Resistencia del Bobinado:	Inyector 1: 12,2 Ω Inyector 2: 12,1 Ω Inyector 3: 12,3 Ω Inyector 4: 12,2 Ω
Prueba Caudal:	Inyector 1: 53 ml Inyector 2: 0 ml Inyector 3: 53 ml Inyector 4: 53 ml
Prueba Estanqueidad :	Inyector 1: ok Inyector 2: ok Inyector 3: ok Inyector 4: ok
Prueba Pulverización:	Inyector 1: ok Inyector 2: no hay inyección Inyector 3: ok Inyector 4: ok
Prueba Feedback:	Inyector 1: ok Inyector 2: no Inyector 3: ok Inyector 4: ok
ANÁLISIS RESULTADOS	Los inyectores 1, 3, 4 están dentro del rango permitido de variación de parámetros la cual se recomendaría el cambio de los micros filtros y realizar una limpieza en la tina ultrasónica. Pero el inyector 2 no completó ninguna de las pruebas realizadas, además el reporte de feedback nos indica que se encuentra en estado de desconexión razón por la cual el inyector 2 presenta daños internos y se recomienda su recambio urgente en la instalación al vehículo

Fuente: Cabrera P. – Nato E.

CAPÍTULO 6

MARCO ADMINISTRATIVO

6.1. RECURSOS

Con el propósito de analizar el aspecto técnico-operativo de este proyecto, se ha planteado este capítulo, mediante el cual se logrará comprender de mejor manera la operatividad del sistema en relación al funcionamiento del mismo, de igual manera se exponen los recursos tanto humanos, tecnológicos y materiales que son fundamentales para el desarrollo de la propuesta y por ende la puesta en marcha del proyecto en sí.

La planificación mediante el marco administrativo tiene como objetivo principal optimizar los recursos que se emplean para la construcción del proyecto, por lo que en este caso es sumamente necesario diseñar un plan y asegurarse de que este se cumpla a cabalidad.

6.1.1. RECURSOS HUMANOS

Para realizar el proyecto de tesis titulado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA INYECTORES GASOLINA PROGRAMADO Y ACTIVADO VÍA WI – FI”, la parte más importante constituyó la labor que nosotros, Pablo Cabrera y Esteban Nato, desarrollamos en el campo investigativo tanto teórico como práctico. Además contamos con el asesoramiento profesional del Ing. Germán Erazo como Director quien promovió el desarrollo de nuevos métodos de investigación para revalorizar la información previamente obtenida para la puesta en marcha del proyecto y del Ing. Juan Carlos Rocha quién en calidad de Codirector facilitó cuantiosamente el trabajo.

6.1.2. RECURSOS TECNOLÓGICOS

Con el objetivo de cumplir con las metas planteadas en una etapa previa al desarrollo del proyecto, fue necesaria la adquisición y utilización de diversos recursos tecnológicos como: banco de pruebas de inyectores gasolina, módulo de comunicación WIFLY, MOSFET, pantalla GLCD, artículos, libros, etc. Los que fueron de gran ayuda en lo que se refiere a tareas de investigación y presentación del proyecto.

No se puede pasar por alto el hecho de que cualquier recurso es válido en el amplio análisis de la tarea investigativa, pero es aquí cuando los investigadores juegan un papel de vital importancia al categorizar la información obtenida y brindarle a esta cierto nivel de relevancia al momento del desarrollo del proyecto en sí.

Tabla 6.1: Descripción del software empleado

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
LAB VIEW	Lenguaje e interfaz gráfico
CCS PICC	Compilador de microcontroladores
PROTEUS	Simulador de circuitos eléctricos y electrónicos
HIPERTERMINAL	Codificación módulo WIFLY
MULTÍMETRO	Equipo de medición y comprobación.
PC	Ordenador de información
OSCILOSCOPIO	Equipo de visualización de ondas eléctricas

Fuente: Cabrera P. – Nato E.

6.1.3. RECURSOS MATERIALES

Entre los más representativos elementos que fueron necesarios para la materialización del proyecto están: banco de inyectores de medio uso, probetas, inyectores nuevos y de medio uso, acoples, placas de baquelita,

módulo WIFLY, pantalla GLCD, manómetro de presión en la bomba y microcontroladores.

Tabla 6.2: Descripción de recursos materiales empleados.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Banco de pruebas inyectores gasolina (medio uso)	1
Módulo WIFLY	1
Optoacoplador	1
Transistor	1
Varistor	1
Fusible	1
Relé 12V	1
Electroválvula apertura de probeta	1
Protoboard	1
Controlador DSPIC18F452	1
Módulo GLCD 240x128 con BACKLIGHT	1
Baquelita	1
Regulador de voltaje LM317T	1
Trimmer	3
Manómetro de presión	1
MOSFET	7
Acoples para riel de inyectores	1
Buzzer	1
Elementos de soldadura	1
Elementos varios (resistencias, capacitores y leds)	1

Fuente: Cabrera P. – Nato E.

6.2. PRESUPUESTO

Para llegar a cumplir la meta prevista, fue necesario destinar ciertos valores económicos para la adquisición, implementación y utilización de ciertos elementos, a continuación se muestran dichos valores generados junto con su

asignación, que sirvieron como control financiero del proyecto, al mismo tiempo que generará una idea de la inversión que se realizó.

Tabla 6.3: Descripción del presupuesto.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Banco de pruebas inyectores gasolina (medio uso)	1	230,00	230,00
Controlador DSPIC18F452	1	10,00	10,00
Módulo GLCD 240x128 con BACKLIGHT	1	50,00	50,00
Módulo WIFLY	1	68,00	68,00
Relé de 12V	3	0,80	2,40
Placa de baquelita	1	15,00	15,00
Regulador de voltaje LM317T	1	1,50	1,50
Trimmer	3	0,50	1,50
Manómetro de presión	1	15,20	15,20
MOSFET	1	2,25	2,25
Acoples para riel de inyectores	1	1,00	1,00
Buzzer	1	1,00	1,00
Elementos de soldadura	1	4,59	4,59
Elementos varios (resistencias, capacitores y leds)	12	0,19	2,28
Capacitación LabVIEW	1	230,00	230,00
Capacitación CCS PIC	1	180,00	180,00
Capacitación redes inalámbricas	1	60,00	60,00
Capacitación electrónica avanzada	1	110,00	110,00
Viáticos	1	220,00	220,00
TOTAL (USD)			1.202,72

Fuente: Cabrera P. – Nato E.

6.3. FINANCIAMIENTO

El financiamiento se presentó por parte de los realizadores del proyecto: Pablo Cabrera y Esteban Nato.

6.4. ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

Tomando en cuenta que en la actualidad no existe un sistema en el mercado afín al diseñado, se estima una producción de alrededor de diez unidades que saldrán al mercado con un costo de mil setecientos cincuenta dólares americanos generándonos un margen de ganancia de quinientos cuarenta y siete dólares con veinte y ocho centavos americanos, que justifica el porcentaje analizado en el proyecto.

El prototipo, al ser único en su clase, se presenta como una aplicación autotrónica novedosa y por lo tanto está en plena capacidad de ser difundida en el mercado de equipos de diagnóstico automotrices. Además, su naturaleza programable lo hace fácil de implementar.

El sistema tiene bajo costo en relación a su gran desempeño.

6.5. CRONOGRAMA

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Nombres de los recursos	Trimestres																		
					4º trimestre	1er trimestre	2º trimestre	3er trimestre	4º trimestre	1er trimestre	2º trimestre	3er trimestre	4º trimestre	1er trimestre									
					sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar
1 Entrega del plan de tesis	13 días	lun 05/09/11	mié 21/09/11	Pablo Cabrera y Esteban Nato																			
2 Designación ingenieros estudio del plan de tesis	20 días	jue 22/09/11	mié 19/10/11	Ing Erazo-Ing Rocha																			
3 Aprobación del proyecto en consejo de carrera	4 días	mar 01/11/11	vie 04/11/11	Miembros del Consejo, Director de Carrera																			
4 Investigación Bibliográfica y Recopilación de datos	54 días	lun 07/11/11	jue 19/01/12	Pablo Cabrera y Esteban Nato																			
5 Revisión y tutoría	3 días	vie 20/01/12	mar 24/01/12	Ing Erazo-Ing Rocha																			
6 Desarrollo Capítulo I Planteamiento del Problema	4 días	mié 25/01/12	lun 30/01/12	Pablo Cabrera y Esteban Nato																			
7 Revisión Capítulo I	2 días	mar 31/01/12	mié 01/02/12	Ing Erazo-Ing Rocha																			
8 Desarrollo Capítulo II Marco teórico	30 días	jue 02/02/12	mié 14/03/12	Pablo Cabrera y Esteban Nato																			
9 Revisión Capítulo II	2 días	jue 15/03/12	vie 16/03/12	Ing Erazo-Ing Rocha																			
10 Desarrollo Capítulo III Planteamiento de Hipótesis	15 días	lun 19/03/12	vie 06/04/12	Pablo Cabrera y Esteban Nato																			
11 Revisión Capítulo III	2 días	lun 09/04/12	mar 10/04/12	Ing Erazo-Ing Rocha																			
12 Desarrollo Capítulo IV Metodología Investigación	30 días	mié 11/04/12	mar 22/05/12	Pablo Cabrera y Esteban Nato																			
13 Revisión Capítulo IV	2 días	mié 23/05/12	jue 24/05/12	Ing Erazo-Ing Rocha																			
14 Desarrollo Capítulo V Esquema de la Propuesta	102 días	vie 25/05/12	lun 15/10/12	Pablo Cabrera y Esteban Nato																			
15 Revisión Capítulo V	2 días	mar 16/10/12	mié 17/10/12	Ing Erazo-Ing Rocha																			
16 Desarrollo Capítulo VI Marco Administrativo	7 días	jue 18/10/12	vie 26/10/12	Pablo Cabrera y Esteban Nato																			
17 Revisión Capítulo V	2 días	lun 29/10/12	mar 30/10/12	Pablo Cabrera y Esteban Nato																			
18 Desarrollo de Anexos	3 días	mié 31/10/12	vie 02/11/12	Pablo Cabrera y Esteban Nato																			
19 Desarrollo de Artículo de Revista	4 días	lun 05/11/12	jue 08/11/12	Pablo Cabrera y Esteban Nato																			
20 Correcciones Finales	4 días	vie 09/11/12	mié 14/11/12	Pablo Cabrera y Esteban Nato																			
21 Revisión Final Teórica	2 días	jue 15/11/12	vie 16/11/12	Ing Erazo-Ing Rocha																			

CONCLUSIONES

Finalizando el presente trabajo de investigación se pone a consideración las siguientes conclusiones y recomendaciones, a fin de que sean consideradas por quien utilice el presente como fuente de consulta:

- Se diseñó y construyó un banco de inyectores gasolina programado y activado vía Wi-Fi, mediante comunicación Wi-Fly en tiempo real.
- Se desarrolló una interfaz gráfica amigable con el usuario, para programar, activar y modificar parámetros para pruebas de caudal, estanqueidad y pulverización.
- Se elaboró un hardware basado en micro electrónica automotriz para el monitoreo de señales emitidas desde la riel de inyectores y mostrarse tanto en la interfaz gráfica como en la pantalla de estado.
- Se desarrollaron pruebas de funcionamiento de inyectores de medio uso, los cuales mostraron fallas perceptibles al ser evaluadas, con estos resultados no solamente se llega a un diagnóstico sino también a la detección de la causa.
- Es notable la versatilidad del banco de pruebas con una conexión inalámbrica dentro de un taller de servicios, al poder desplazar e banco sin impedimento de cables, mientras los resultados se visualizan en la pantalla de una PC.

RECOMENDACIONES

- Elaborar subsistemas de protección de voltaje e intensidad para los microcontroladores, antes de probar la programación en un protoboard.
- Analizar los datos básicos de voltaje e intensidad para los módulos de comunicación inalámbrica para crear reguladores que eviten daños internos al momento de comprobar la transmisión.
- No exponer a altas temperaturas o radiación solar intensa elementos electrónicos sensibles tales como: módulo Wi Fly, pantalla GLCD y demás elementos electrónicos internos que presentan soldadura.
- Mantener nivel de líquido de prueba o combustible sobre el mínimo para protección de la bomba de inyección, ya que se refrigera por el mismo líquido dentro del depósito.
- Mantener un mínimo de 20 segundos de drenado entre cada prueba, así evitaremos que el nivel de líquido en la probeta llegue al máximo, de esta manera obtendremos resultados precisos en las pruebas realizadas.
- Utilizar de preferencia detergente o aditivos de limpieza de inyectores “Fuel Injection” o a su vez combustible “Súper” en base a la química de sus componentes se obtendrá un diagnóstico exacto de fallas en inyectores.
- Verificar que los voltajes de entrada del sistema sean adecuados, no conectar el banco a tomas de energía eléctrica de 220 V; ni tampoco, adicionar o realizar conexiones adicionales dentro o fuera del banco.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS:

- FISH Peter, *Electronic Noise and Low Noise Design*, McGraw – Hill, 1994.
- GADRE Dhananjay, *Programming and Customizing Microcontrollers*, McGraw – Hill, USA, 2001.
- JOHNSON David, *Análisis Básico de Circuitos Eléctricos*, Quinta Edición, Prentice, 1995.
- MOMPIM, José, *Electrónica y automática industriales*, Marcombo Boixareu, Barcelona – España, 1979.
- MUHAMMAD Rashid, *Electrónica de Potencia: Circuitos, Dispositivos y Aplicaciones*, Tercera Edición, Pearson Educación, México, 2004.
- PARDUE Joe, *C Programming for Microcontrollers*, Smiley Micros, Knoxville TN 37909, USA, 2005.
- RAMOS Guillermo, *Electrónica Digital y Circuitos Integrados*, CEKIT Compañía Editorial Tecnológica, Pereira – Colombia, 2000.
- REID Neil, 802.11 (Wi-Fi): *Manual de Redes Inalámbricas*, McGraw – Hill Interamericana, México, 2003.
- STALLINGS, W., *Comunicaciones y Redes de Computadores*, Prentice Hall, 1997.
- TANENBAUM Andrew, *Redes de Computadoras*, Prentice Hall Hispanoamericana, México, 1997.
- VALENCIA Ramiro, *Aplicaciones Electrónicas con Microcontroladores*, Microtel, Ibarra – Ecuador, 2008.

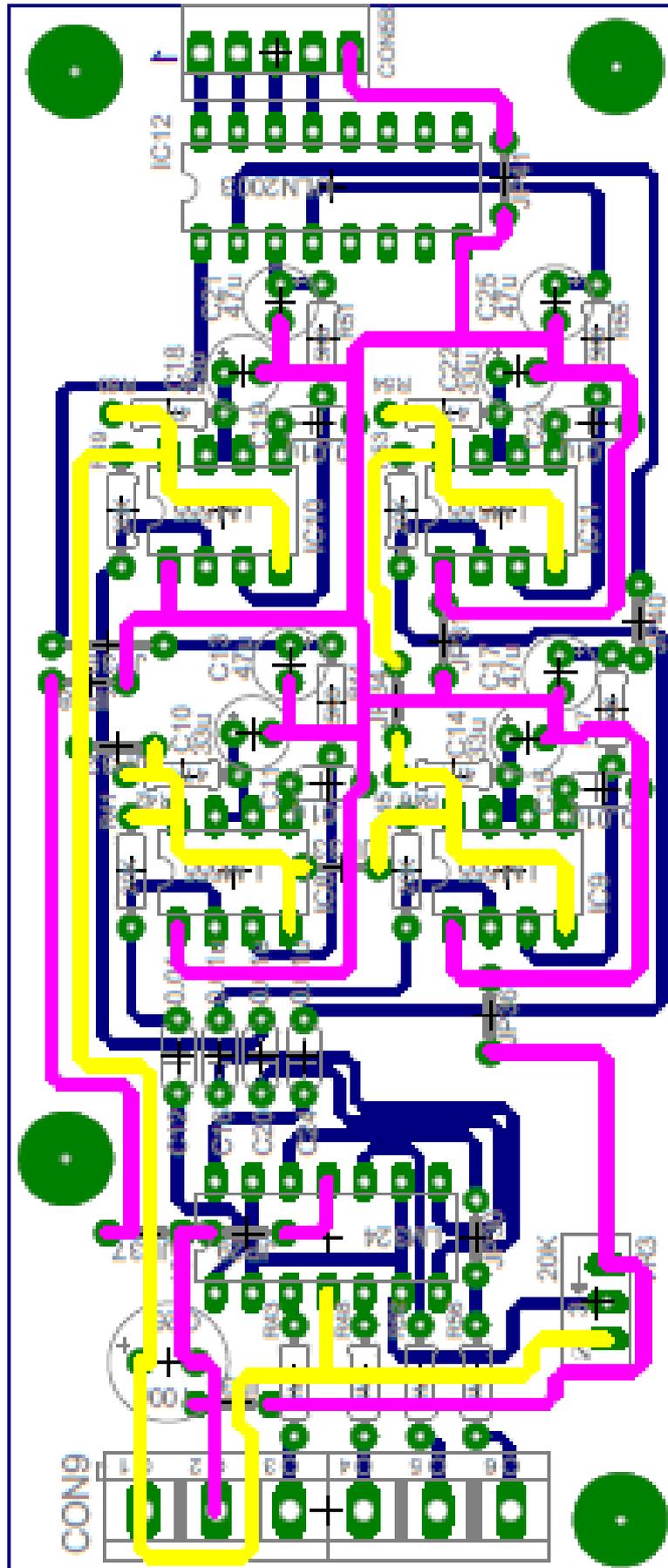
NETGRAFÍA

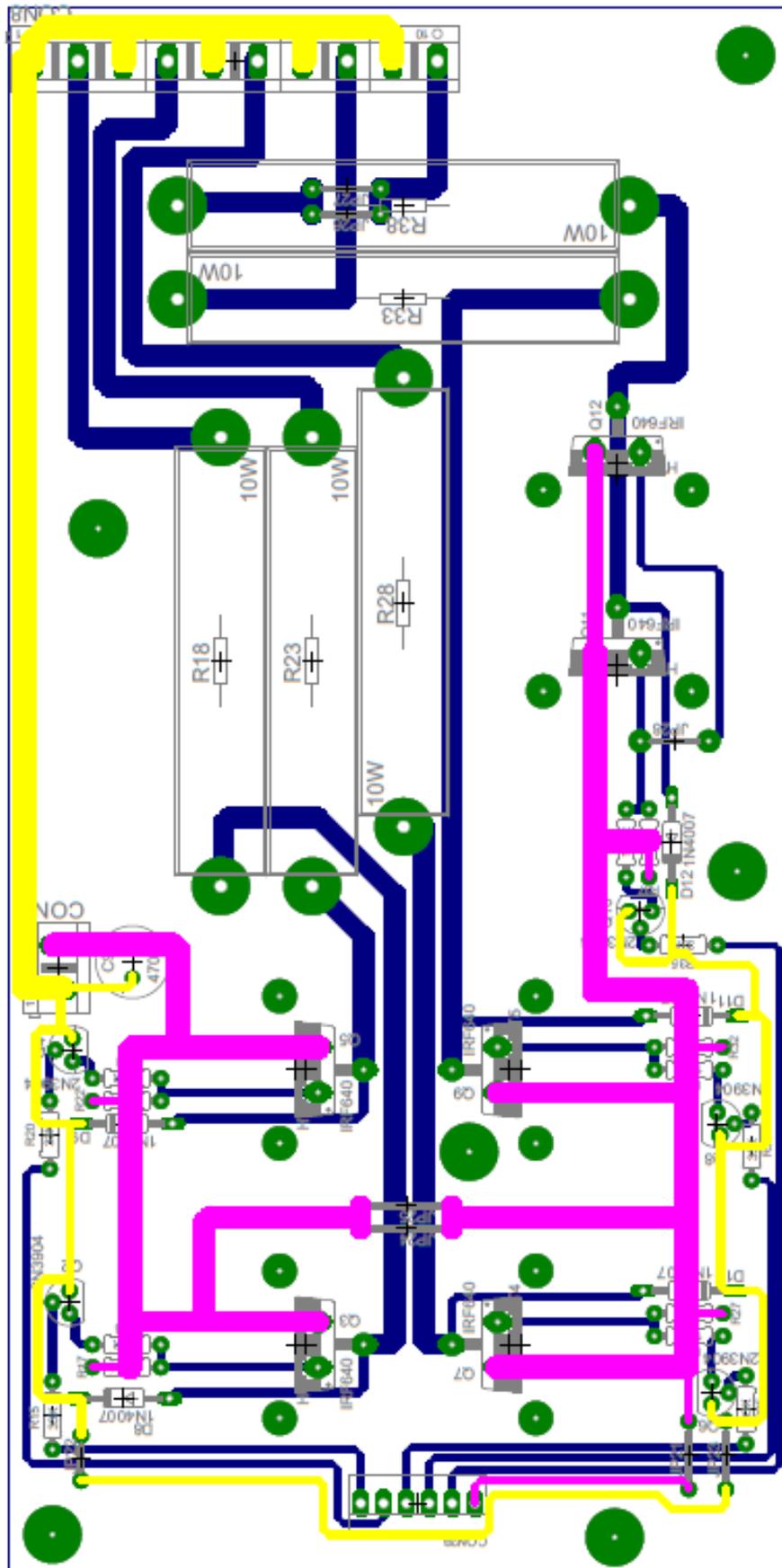
- Descarga de tesis de grado “Diseño y construcción de un banco de pruebas para limpieza y comprobación de inyectores gasolina”. (2005). Recuperado el 14 de Abril del 2012 en repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/4192.
- Portal de descarga de catálogos para elementos de electrónica avanzada (1999). Recuperado el 8 de Mayo del 2012 en <http://www.bricogeek.com>
- Portal de descarga de hojas de datos de para microcontrolador PIC 18F452. (1998). Recuperado el 15 de Mayo del 2012 en ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39564c.pdf.
- Portal de información y capacitación en redes de comunicación inalámbricas. (2003). Recuperado el 15 de Mayo del 2012 en <http://es.kioskea.net/contents/wifi/wifiintro.php3>.

ANEXOS

ANEXO “A”. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO GENERAL

**ANEXO “B”. DISEÑO DE LAS PLACAS DEL CIRCUITO
IMPRESO**





ANEXO “C”. ARTÍCULO DEL PROYECTO

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBAS ACTIVADO Y CONTROLADO VIA WI-FI

Pablo Cabrera
Esteban Nato
Ing. Germán Erazo
Ing. Juan Rocha

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
Latacunga – Ecuador

E-mail: pacm_89@hotmail.com
Esteban_nato@hotmail.com
wgerazo@espe.edu.ec
jrocha@hotmail.com

RESUMEN:

El presente artículo expone el proceso de diseño y construcción de un comprobador de inyectores gasolina activado y controlado vía Wi-Fi, el cual la versatilidad de su diseño nos permite activar y controlar el funcionamiento de los inyectores gasolina en tiempo real sometidos a condiciones similares a las que están en el vehículo. Su control y monitoreo se desarrolla por medio de una interfaz de potencia electrónica de alto rendimiento la cual puede realizar el funcionamiento de cualquier tipo de marca de inyector gasolina en sus principales pruebas como son: pulverización, caudal de llenado por probeta y la estanqueidad del inyector, complementando el

monitoreo de conexión o desconexión del inyector (feedback), desplegando en un menú gráfico la activación y control del comprobador de inyectores al usuario por medio de dos interfaces gráficas. generando su propósito de realizar un diagnóstico efectivo de los inyectores gasolina y una manera didáctica de enfocar los distintos tipos de inyección como son: inyección simultánea, inyección semisecuencial, inyección secuencial, siendo una herramienta de gran versatilidad para la implementación en los talleres de servicio, concesionarios, escuelas de capacitación automotriz y aprovechar tecnología Wi-Fi para su comunicación, monitoreo de los voltajes reversos que son generados por los inyectores para

dar su seguimiento de funcionamiento feedback.

I. INTRODUCCIÓN

Debido a que el área de diagnóstico automotriz ha ido evolucionando a la par con las últimas tecnologías en control electrónico en tiempo real de los parámetros de funcionamiento de los inyectores gasolina, las pruebas realizadas a este cada día son más reales acorde a condiciones similares y superiores a las que se generan en el automóvil.



Figura 1. Banco de Pruebas Inyectores

Al encontrar en el mercado una gran variedad de banco de pruebas de inyectores gasolina podemos analizar que su vida útil de trabajo es muy reducida debido a que existe una escases de repuestos y mano de obra calificada para su reparación. En lo que respecta a su correcta operación y uso hay una falta de capacitación al usuario, para que pueda optimizar la aplicación del banco de pruebas. Su interfaz de operación es electromecánica y por ello fácilmente perecible siendo poca

amigable y versátil para su uso, además no tienen mecanismos de retroalimentación de señal para comprobar la operación correcta de los inyectores gasolina y no se puede cambiar la frecuencia de trabajo ni el tiempo de activación de los inyectores.



Figura 2. Diagnóstico de Inyectores

En el campo de la autotrónica no se ha creado un sistema para solventar el diagnóstico eficiente a través de los equipos que se disponen en el mercado, es necesario desarrollar el diseño y construcción de un banco de pruebas para inyectores gasolina, que permita configurar y monitorear en tiempo real las variables de funcionamiento.



Figura 2. Banco de Inyectores Wi-Fi

II. MÓDULO ELECTRÓNICO

Este subsistema se basa en un microcontrolador conectado con un módulo de comunicación IEEE 802.11, y con interfaces de potencia para control de los inyectores y de la bomba de combustible.

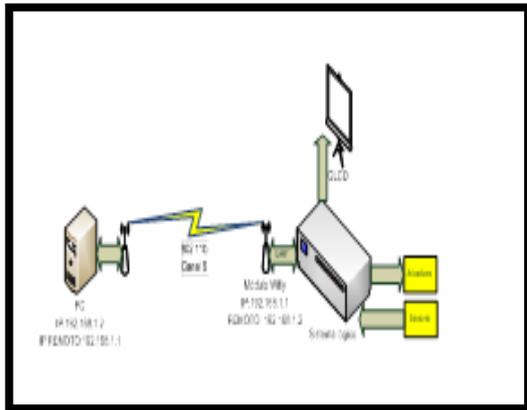


Figura 3. Esquema Conexión

Existe hardware específico de lectura de voltajes reversos provocados por la conmutación de cargas inductivas (inyectores), a través de retroalimentación de señal feedback.

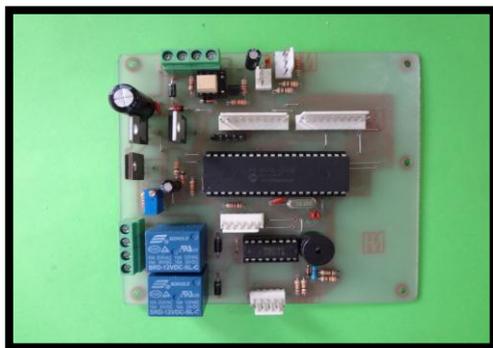


Figura 4. Placa de Potencia Auxiliar

El módulo es un dispositivo esclavo. Se encarga de generar las señales de activación de los inyectores, dependientes de la frecuencia de trabajo y el ciclo útil configurados por el usuario a través del instrumento virtual. Además, utiliza

rutinas de comprobación de las señales retroalimentadas para enviar la información concerniente a la activación eficiente de los inyectores.



Figura 5. Placa de Potencia Principal

III. INSTRUMENTO VIRTUAL EN PC

Su programación se realizó mediante el software LabVIEW. Permite emular la interfaz de control y monitoreo usada por el operador para configurar la frecuencia de trabajo de los inyectores (RPM), el porcentaje de apertura (ciclo útil), el tipo de inyección (secuencial, semisequencial, simultánea) y la cantidad de inyectores activos. Se podrá además conmutar la bomba de combustible.

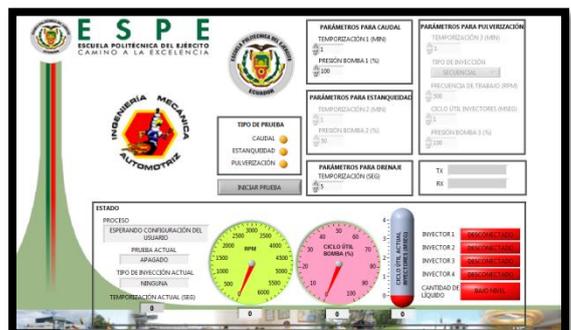


Figura 5. Interfaz Gráfica Software LabVIEW

IV. BANCO DE INYECTORES

Consiste en una estructura conformada por depósito de líquido comprobador, bomba eléctrica, filtro, riel de inyectores, probetas, regulador de presión, cañerías de suministro y retorno del combustible, fuente de poder, el cual todo el sistema del banco de inyectores actuará en tiempo real todas las operaciones descritas anteriormente.

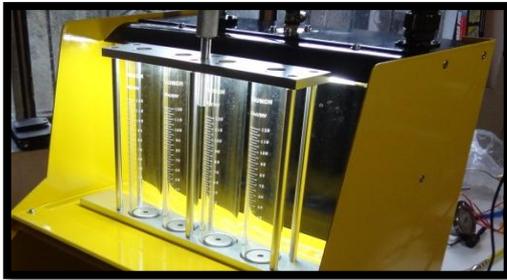


Figura 6. Banco de Inyectores

V. PRUEBA DE PULVERIZACIÓN

De acuerdo al tipo de los inyectores, seleccione los adaptadores adecuados e instálelos sobre el riel de inyectores del distribuidor de combustible.

Ahora debe montar los inyectores (lubrique los O'rings en los inyectores).

Ajuste la posición de tornillo y tuerca estriada, según altura de los inyectores. Monte el riel de combustible e inyectores en el soporte. Apriete las tuercas estriada.

Conecte los cables de pulso. Ingrese a la interfaz gráfica.

Seleccione la función pulverización.



Figura 7. Opción Pulverización

Ajuste los parámetros correctos a libre opción del usuario.

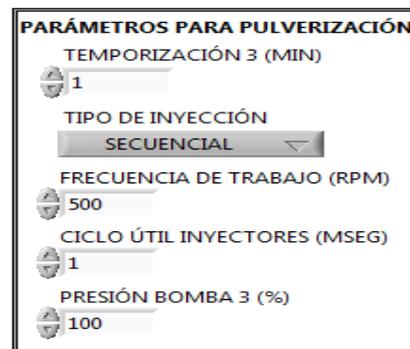
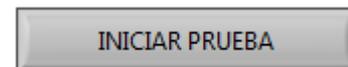


Figura 8. Opción parámetros

Presione “inicio de prueba”.



Observar el menú de estado de la interfaz gráfica ya que en esta prueba realiza el feedback a los inyectores.

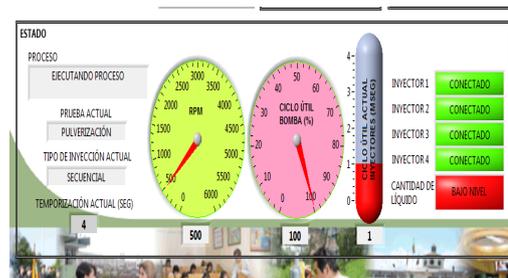


Figura 9. Menú estado de prueba

El sistema se detendrá automáticamente al terminar la prueba. Y la alarma sonará.

VI. PRUEBA DE ESTANQUEIDAD

Seleccione la función de prueba de estanqueidad, escoja los parámetros de tiempo de la prueba y porcentaje de presión de la bomba a gusto de operación del usuario y presione el botón "iniciar prueba", y el sistema iniciara. Juzgue la fuga observando si hay goteo.



Figura 10. Opción estanqueidad

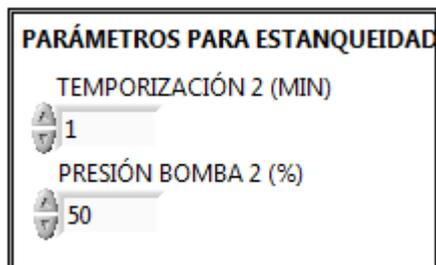


Figura 11. Opción parámetros

Generalmente, es necesario que el goteo por minuto deba ser de menos de una gota (o según el Standard del fabricante). El tiempo defecto designado por el sistema es de 1 minuto, y la presión debe ajustarse a 10% más que la especificación del fabricante.

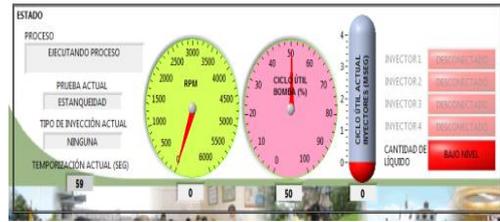


Figura 12. Menú estado de prueba

El sistema se detiene automáticamente cuando la prueba ha terminado. La alarma sonará.

VII. PRUEBA DE CAUDAL

Antes de la prueba de caudal, presione la temporización de drenaje para poder vaciar el líquido de las probetas al depósito y luego presione el botón "iniciar prueba".



Figura 13. Opción Caudal

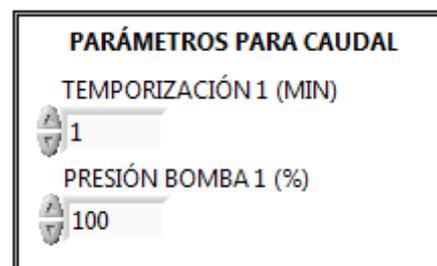


Figura 14. Opción parámetros

Seleccione la función de prueba de caudal, escoja los parámetros de tiempo de la prueba y porcentaje de presión de la bomba a gusto de operación del usuario y presione el botón "iniciar prueba", y el sistema iniciara.

El sistema se detiene automáticamente al terminar la prueba. La alarma sonará.

VIII. CONCLUSIONES

Se desarrolló una interfaz gráfica amigable con el usuario, para programar, activar y modificar parámetros para prueba de caudal, estanqueidad y pulverización.

Se elaboró un hardware basado en micro electrónica automotriz para el monitoreo de señales emitidas desde la riel de inyectores y mostrarse tanto en la interfaz gráfica como en la pantalla de estado.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- FISH Peter, Electronic Noise and Low Noise Design, McGraw – Hill, 1994.
- GADRE Dhananjay, Programming and Customizing Microcontrollers, McGraw – Hill, USA, 2001.
- JOHNSON David, Análisis Básico de Circuitos Eléctricos, Quinta Edición, Prentice, 1995.
- MOMPIM, José, Electrónica y automática industriales, Marcombo Boixareu, Barcelona – España, 1979.
- MUHAMMAD Rashid, Electrónica de Potencia: Circuitos, Dispositivos y Aplicaciones, Tercera Edición, Pearson Educación, México, 2004.
- PARDUE Joe, C Programming for Microcontrollers, Smiley Micros, Knoxville TN 37909, USA, 2005.
- RAMOS Guillermo, Electrónica Digital y Circuitos Integrados, CEKIT Compañía Editorial Tecnológica, Pereira – Colombia, 2000.
- REID Neil, 802.11 (Wi-Fi): Manual de Redes Inalámbricas, McGraw – Hill Interamericana, México, 2003.
- STALLINGS, W., Comunicaciones y Redes de Computadores, Prentice Hall, 1997.
- TANENBAUM Andrew, Redes de Computadoras, Prentice Hall Hispanoamericana, México, 1997.
- VALENCIA Ramiro, Aplicaciones Electrónicas con Microcontroladores, Microtel, Ibarra – Ecuador, 2008.

ANEXO “D”. MANUAL DEL USUARIO



MANUAL DE USUARIO

COMPROBADOR DE INYECTORES WIFI



- ✓ Por favor lea este manual antes de usar el equipo

PRECAUCIONES

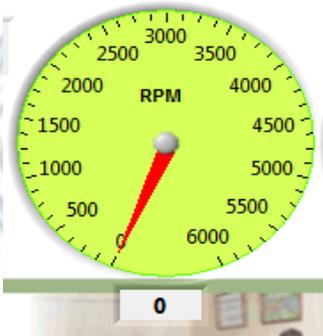
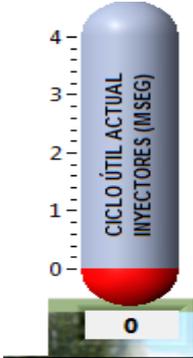
- 👉 Mantenga el equipo a una distancia mínima de 3mts de cualquier flama.
- 👉 Usar gafas de protección visual antes de operar el equipo.
- 👉 Este equipo requiere la conexión adecuada a tierra.
- 👉 Para asegura el buen funcionamiento del equipo, por favor usar liquido de prueba recomendado para comprobador de inyectores gasolina.

DATOS TECNICOS

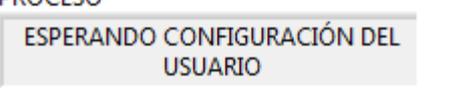
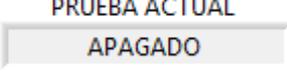
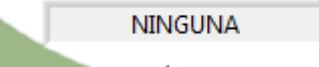
1. Corriente: □AC220V±10% 50/60Hz / AC110V±10% 60Hz.
2. Corriente de Salida (equipo) : 250W
3. Tina : 100W
4. Capacidad de Tanque : 4200ml
5. Pantalla LCD: Luz de fondo, 128 x 64px.
6. Distancia de comunicación inalámbrica: 15mts.
7. Frecuencia Inalámbrica: 433MHz.
8. Standard de Protocolo de Diagnóstico: OBD (todos), OBDII, EOBD, y CANBUS.
9. Presión de limpieza de sistema de combustible: 0 ~ 7bar.
10. Módulo wifly 8 m alcance.



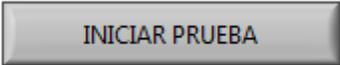
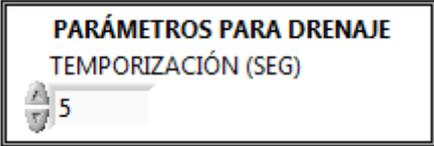
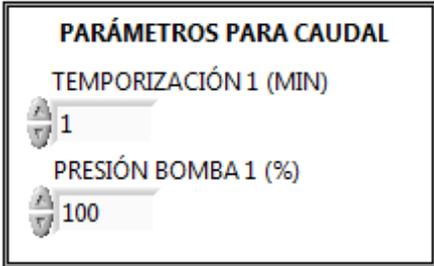
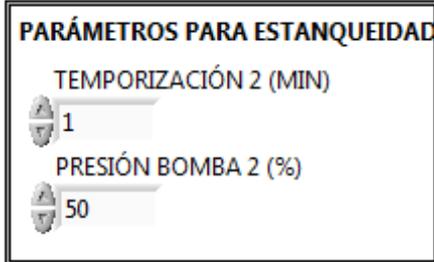
SIMBOLOGIA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	Pantalla LCD con luz de fondo
	Indicador gráfico de RPM rango de operación de 0 a 6000 RPM.
	Indicador gráfico de ciclo útil de la bomba de combustible rango de operación de 0 A 100%
	Indicador gráfico de ciclo útil del ancho de pulso de los inyectores en su rango de operación de 0 a 4ms.

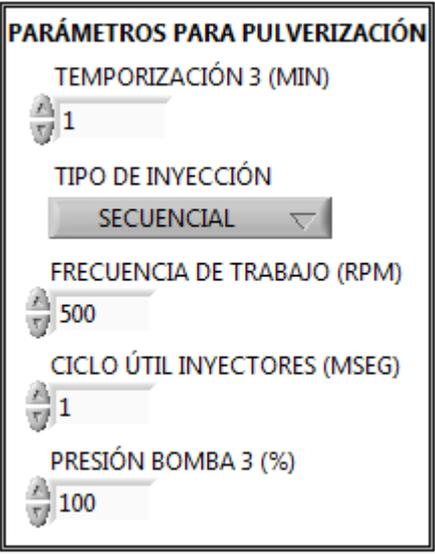
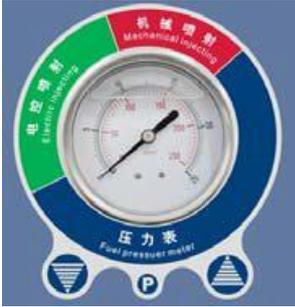


<p>INYECTOR 1 </p> <p>INYECTOR 2 </p> <p>INYECTOR 3 </p> <p>INYECTOR 4 </p>	<p>Indicadores gráficos del feedback de desconexión de los inyectores.</p>
<p>INYECTOR 1 </p> <p>INYECTOR 2 </p> <p>INYECTOR 3 </p> <p>INYECTOR 4 </p>	<p>Indicadores gráficos del feedback de conexión de los inyectores</p>
<p>CANTIDAD DE LÍQUIDO </p>	<p>Indicador gráfico del sensor de bajo nivel del líquido comprobador</p>
<p>CANTIDAD DE LÍQUIDO </p>	<p>Indicador gráfico del sensor de nivel normal del líquido comprobador</p>
<p>PROCESO</p> <p></p>	<p>Indicador en tiempo real del proceso que está realizando el comprobador de inyectores</p>
<p>PRUEBA ACTUAL</p> <p></p>	<p>Indicador de la prueba actual que está realizando puede ser caudal, estanqueidad, pulverización.</p>
<p>TEMPORIZACION ACTUAL (SEG)</p> <p></p>	<p>Indicador de la temporización en segundos del drenaje y de la prueba que se está realizando</p>
<p>TIPO DE INYECCIÓN ACTUAL</p> <p></p>	<p>Indicador del tipo de inyección que se está ejecutando puede ser secuencial, semisequencial y simultáneo.</p>



	<p>Interfaz de los tipos de prueba que se realizara.</p>
	<p>Botón de inicio de prueba</p>
	<p>Botón de modificación de temporización para el drenaje del líquido de las válvulas de las probetas comprobadoras.</p>
	<p>Botón temporización 1 escoge el tiempo de duración de la prueba de caudal. Botón presión de bomba escoge el porcentaje que ejercerá la presión la bomba en el comprobador de inyectores en la prueba de caudal.</p>
	<p>Botón temporización 2 escoge el tiempo de duración de la prueba de estanqueidad. Botón presión de bomba escoge el porcentaje que ejercerá la presión la bomba en el comprobador de inyectores en la prueba de caudal.</p>



	<p>Botón temporización 3 escoge el tiempo de duración de la prueba de estanqueidad.</p> <p>Botón tipo de inyección escoge el tipo de inyección que va a realizar la prueba de pulverización sea secuencial semisequencial y simultánea.</p> <p>Botón frecuencia de trabajo escoge las rpm que desea para realizar la prueba de pulverización.</p> <p>Botón ciclo útil escoge el ancho de pulso en milisegundos para realizar la prueba de pulverización.</p> <p>Botón presión de bomba 3 escoge el porcentaje que ejercerá la presión la bomba en el comprobador de inyectores en la prueba de pulverización.</p>
	<p>Indicador grafico en tiempo real de los datos del programa que se transmite y se recibe.</p> <p>TX: transmisor variable x RX: receptor variable x</p>
	<p>Ajuste de presión: ajuste la presión de la bomba en tiempo real a través de la interfaz gráfica.</p>



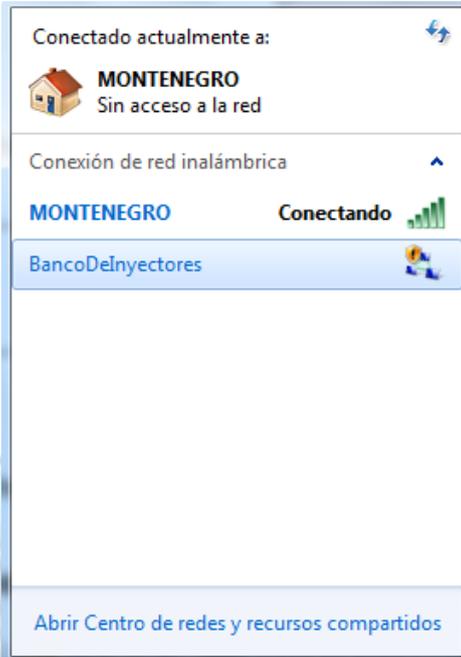
PANEL OPERACIÓN

Para poder acceder a nuestra red de enlace entre el comprobador de inyectores tenemos que realizar los siguientes pasos:

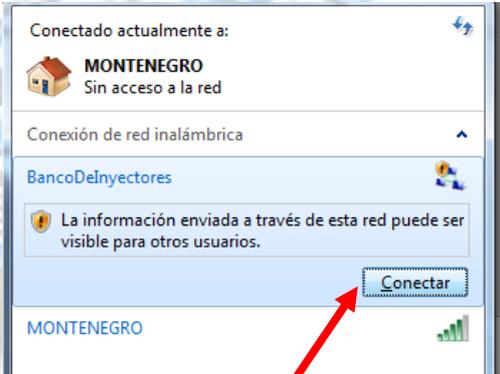
<p>1. Escogemos los inyectores a comprobar con su respectivo acople y montamos al comprobador de inyectores</p>	
<p>2. Ajustamos el riel de inyectores a la base del comprobador.</p>	
<p>3. Revisar el nivel del líquido comprobador este en estado normal para una correcta operación del comprobador.</p>	
<p>4. Encendemos el banco de inyectores para realiza la conexión con la PC.</p>	



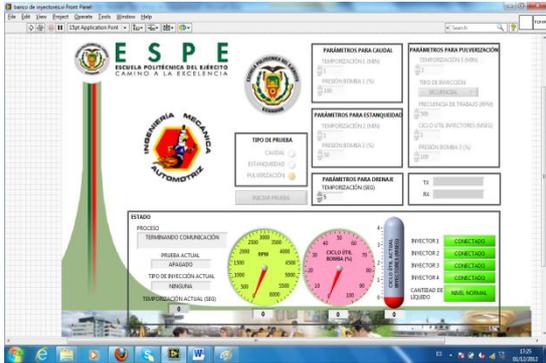
5. Buscamos nuestra red wi-fi llamada banco de inyectores en las redes inalámbricas disponibles de nuestra PC.



6. Escogemos la red banco de inyectores y conectamos.



7. Abrimos nuestra interfaz gráfica en LabVIEW.



8. Realizamos clic en el icono de ejecutar el programa y realizamos las pruebas a libre opción de la necesidad del usuario.



Prueba de Pulverización

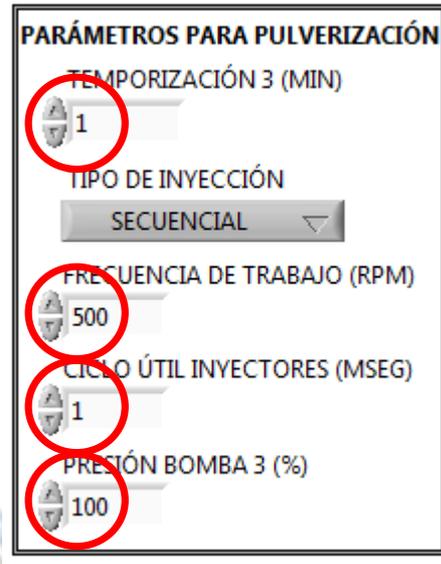
La entrada de combustible en los inyectores, se ubica en 2 diferentes partes del inyector, entrada superior y entrada lateral.

a. Procedimiento de instalación y prueba de inyectores con entrada superior

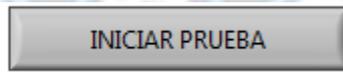
- 1) De acuerdo al tipo de los inyectores, seleccione los adaptadores derechos adecuados e instálelos sobre el riel de inyectores del distribuidor de combustible.
- 2) Ahora debe montar los inyectores (lubrique los O-rings en los inyectores).
- 3) Ajuste la posición de tornillo y tuerca estriada, según altura de los inyectores. Monte el distribuidor de combustible e inyectores en el soporte.
- 4) Apriete las tuercas estriada.
- 5) Conecte los cables de pulso. Ingrese a la interfaz gráfica.
- 6) Seleccione la función pulverización.



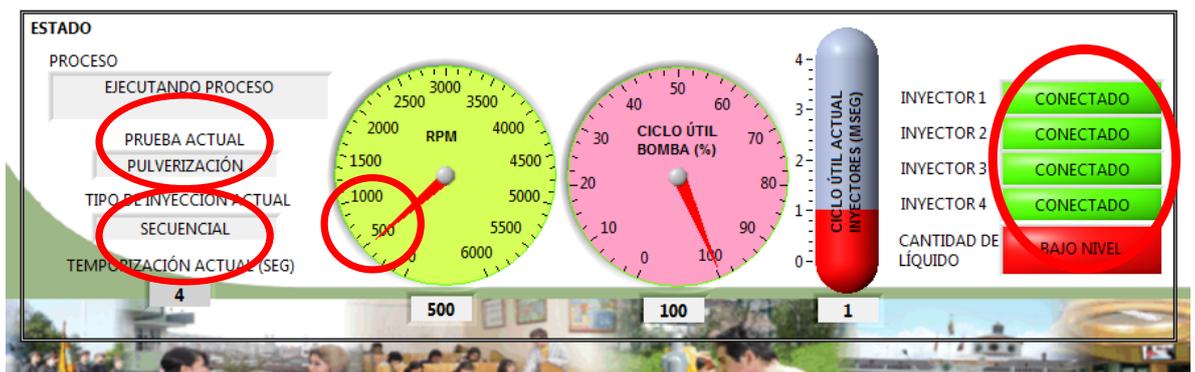
7) Ajuste los parámetros correctos a libre opción del usuario.



8) Presione “inicio de prueba”.



9) Observar el menú de estado de la interfaz gráfica ya que en esta prueba realiza el feedback a los inyectores.



10) El sistema se detendrá automáticamente al terminar la prueba. Y la alarma sonará.



(Comentarios):

- El sistema durante las pruebas esta por defecto en status de No Drenado, y la válvula electromagnética se cierra.
- La temporización del drenaje se puede variar durante las pruebas que se esté realizando las demás opciones el menú quede inhabilitado.
- En la prueba de pulverización, el líquido en las probetas debe alcanzar los 30 ml. tomando en cuenta la espuma generada el tipo de inyección que se escogió sea secuencial semisecuencial y simultánea, se debe prevenir derrames de líquido, la fórmula: ancho de pulsación (ms) X tiempo(s) y X velocidad de rotación (rpm)/1 puede seguirse para ajustar los parámetros. Generalmente, la diferencia en flujo para inyectores en un mismo vehículo debe ser menos de $\pm 2\%$.

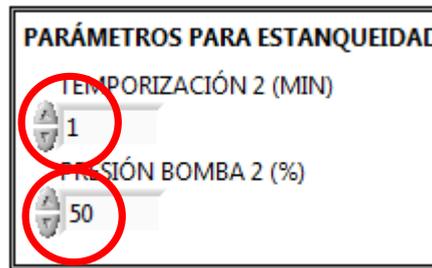
Prueba de estanqueidad

La instalación es igual que en la prueba de Pulverización.

- 1) Seleccione la función de prueba de estanqueidad, escoja los parámetros de tiempo de la prueba y porcentaje de presión de la bomba a gusto de operación del usuario y presione el botón” iniciar prueba”, y el sistema iniciara. Juzgue la fuga observando si hay goteo. Generalmente, es necesario que el goteo por minuto deba ser de menos de una gota (o según el Standard del fabricante). El tiempo defecto designado por el sistema es de 1 minuto, y la presión debe ajustarse a 10% más que la especificación del fabricante.



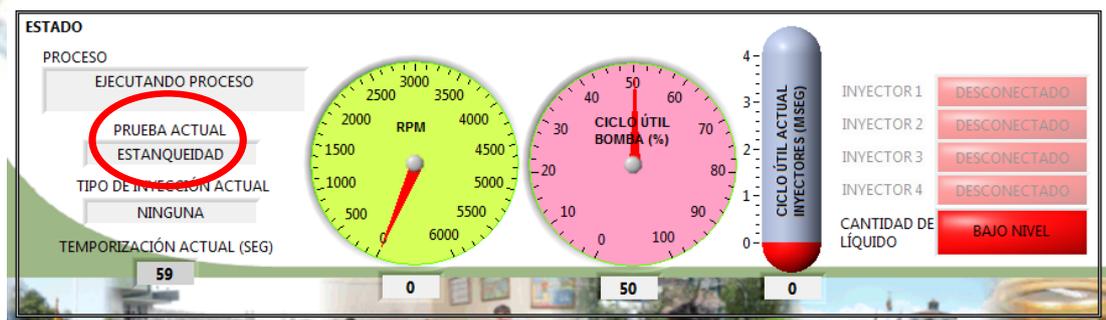
- 2) El sistema se detiene automáticamente cuando la prueba ha terminado. La alarma sonará.



- 3) Presione “inicio de prueba”.

INICIAR PRUEBA

- 4) Se presentará la siguiente pantalla



(Comentarios):

- El sistema durante las pruebas esta por defecto en status de No Drenado, y la válvula electromagnética se cierra.
- La temporización del drenaje se puede variar durante las pruebas que se esté realizando las demás opciones el menú quede inhabilitado.

Prueba de Caudal

La instalación es igual que en la prueba de Pulverización.

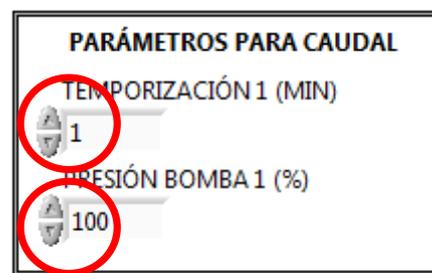
- 1) Antes de la prueba de caudal, presione la temporización de drenaje para poder vaciar el líquido de las probetas al depósito y luego presione el botón “iniciar prueba”.



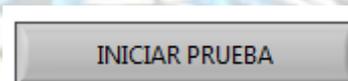
- 2) Seleccione la función de prueba de caudal, escoja los parámetros de tiempo de la prueba y porcentaje de presión de la bomba a gusto de operación del usuario y presione el botón” iniciar prueba, y el sistema iniciara.



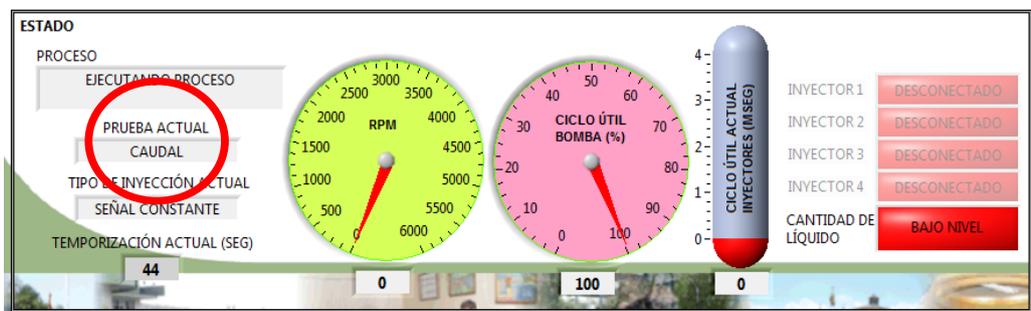
- 3) Ajustar los parámetros dependiendo de la necesidad de la prueba a realizarse.



- 4) Presione “inicio de prueba”.



- 5) Se presentará la siguiente pantalla





(Comentarios):

- El sistema durante las pruebas esta por defecto en status de No Drenado, y la válvula electromagnética se cierra.
- La temporización del drenaje se puede variar durante las pruebas que se esté realizando las demás opciones el menú quede inhabilitado.
- Apagamos el comprobador en el botón ON/OFF y procedemos a desmontar nuestros inyectores del riel del comprobador.



ANEXO “E”. ENCUESTAS

ENCUESTA 1

Sr. Técnico Automotriz, reciba un cordial saludo. El objetivo de la presente es levantar información acerca del DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE INYECTORES GASOLINA PROGRAMADO Y ACTIVADO VIA WI-FI.

1. Los conocimientos que dispone sobre el uso de banco de pruebas de inyectores gasolina son:

Muy Bueno _____ Bueno Regular _____ Malo _____

2. ¿Conoce alguna de las diferentes pruebas de diagnóstico que se pueden realizar en un banco de inyectores gasolina?:

SI NO _____

3. Seleccione una opción. Se debe dar mantenimiento a inyectores gasolina cada:

5.000 Km _____ 10.000 Km 50.000 Km _____ Otro _____

4. Luego de un mantenimiento y/o limpieza de inyectores la perspectiva de mejora de potencia y consumo es de:

0% _____ 25% _____ 50% _____ 75% 100% _____

5. Considera necesaria la implementación de una interfaz gráfica amigable para el usuario (programa informático) de activación y control para las pruebas de diagnóstico en banco de inyectores gasolina.

SI NO _____

6. Considera que la implementación de una comunicación inalámbrica entre el banco de pruebas de inyectores y una PC agilizaría el tiempo de diagnóstico dentro de un taller de servicios en un:

0% _____ 25% _____ 50% 75% _____ 100% _____

7. Recomienda usted que se implemente un banco de pruebas para diagnosticar fallas en inyectores gasolina programado y activado vía Wi-Fi en los laboratorios de Mecánica Automotriz de la ESPE Latacunga o en un taller de mantenimiento mecánico.

SI NO _____

8. En caso de administrar un taller de servicios, ¿implementaría usted un banco de pruebas de inyectores gasolina programado y activado vía Wi-Fi?:

SI NO _____

Latacunga, Diciembre del 2012

Cabrera Montenegro Pablo

Nato Pilatuña Esteban

Director de la Carrera de Ingeniería Automotriz

Ing. Juan Castro Clavijo

Secretario Académico

Dr. Rodrigo Vaca Corrales