



ESPE

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA**

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

AUTORES: ALANGASI ALVARADO EDGAR VLADIMIR

UTRERAS GÓMEZ CARLOS ENRIQUE

**TEMA: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA
EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE
INYECTORESDE MOTOCICLETAS MONOCILÍNDRICAS.**

DIRECTOR: ING. ERAZO GERMÁN

CODIRECTOR: ING. QUIROZ LEONIDAS

LATACUNGA, AGOSTO2014

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ****CERTIFICADO**

ING. GERMÁN ERAZO (DIRECTOR)

ING. LEONIDAS QUIROZ (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el proyecto titulado“ **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE INYECTORES DE MOTOCICLETAS MONOCILÍNDRICAS**”, realizado por **EDGAR VLADIMIR ALANGASI ALVARADO, CARLOS ENRIQUE UTRERAS GOMEZ**, ha sido guiado revisado periódicamente y cumple con normas y estatutos establecidos por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.

Debido a que este es 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.

El mencionado trabajo consta de DOS documentos empastados y DOS discos compactos el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (PDF).

Autorizan a: ALANGASI ALVARADO EDGAR VLADIMIR y UTRERAS GOMEZ CARLOS ENRIQUE que lo entregue al ING. JUAN CASTRO, en su calidad de director de carrera.

Latacunga, Agosto del 2014.

Ing. Germán Erazo.

DIRECTOR

Ing. Leonidas Quiroz.

CODIRECTOR

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Edgar Vladimir Alangasi Alvarado
Carlos Enrique Utreras Gómez

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE INYECTORES DE MOTOCICLETAS MONOCILÍNDRICAS”**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan en el pie de las paginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Agosto del 2014.

Edgar Vladimir Alangasi Alvarado

CI: 1718572553

Carlos Enrique Utreras Gómez

CI: 0502451677

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Nosotros, Edgar Vladimir Alangasi Alvarado

Carlos Enrique Utreras Gómez

Autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE la publicación, en la biblioteca virtual de la institución del trabajo denominado **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE INYECTORES DE MOTOCICLETAS MONOCILÍNDRICAS”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Agosto del 2014.

Edgar Vladimir Alangasi Alvarado

CI: 1718572553

Carlos Enrique Utreras Gómez

CI: 0502451677

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mi padre Segundo Alangasi que con su esfuerzo nunca permitió que me faltara lo que yo necesitaba, que a pesar de no estar cada momento junto a mí por su trabajo creía en su hijo que sería capaz de forjarse como un profesional, que su amor de padre se sentía por más lejos que estuviese, a mi madre Gladis Alvarado que me acompañó en mis desvelos, mis angustias, mis días malos y que con sus ocurrencias y cariño me hizo olvidar todo lo que me agobiaba, ella que cada día me decía anda demuestra de lo que estas hecho no llores ni te aflijas que nada es fácil pero tampoco imposible. Mi hermana Verito que con su ejemplo me enseñó a luchar por lo que se desea y que los sueños si existen. Mi hijo Anthony quien me decía estudiaras mucho papi y cuyos abrazos eran mi energía para culminar mi meta.

Siendo ellos mis pilares fundamentales que me transmitieron sus cualidades y sus valores para luchar por mi ideal.

Esto es por ustedes y para ustedes mi hermosa familia porque siempre les agradeceré y estaremos juntos hasta cuando la vida así lo diga.

ALANGASI E.

DEDICATORIA

Dedico la culminación de este proyecto a un ser supremo que aunque no lo pueda ver, lo puedo sentir Dios y me brindo el regalo más hermoso que puede existir la vida a mi madre Jesús Gómez que aunque ya no esté en este mundo con su esfuerzo y dedicatoria por sacarme adelante con su apoyo fue un pilar fundamental para la consecución de este proyecto.

A mi padre Luis Utreras por el apoyo incondicional y sus grandes deseos por que sea un hombre de bien.

A mis hermanos Edwin, Lina, Susana, Luis y Mariana por sus buenos deseos de superación personal.

A mi novia Katherine Chacha por todo el amor y apoyo que me brindó este tiempo.

UTRERAS C.

AGRADECIMIENTO

A ese ser que hasta hoy no lo conozco pero siento su energía y siempre me ha cuidado, aquel que me ayuda a rectificar cuando algo lo estoy haciendo mal y de la nada me transmite las ganas de seguir en el sendero duro de la vida.

A mi familia por depositar su confianza en mí y por siempre dejar un mensaje motivador en cada conversación con lo cual colaboraron en la formación mía.

A mis amigos que sus mensajes me inspiraban superación y a las personas que siempre creyeron en que algún día terminaría mi formación académica, a mis maestros que también fueron mis amigos y me dedicaron tiempo cuando así yo lo necesite que siempre estuvieron dispuestos a explicarme la asignatura cuando esta presentaba dificultad, que con su excelencia de docentes me inculcaron a practicar todos los valores y principios de un profesional en proceso y a ellos que fueron mis amigos de aulas con los que se compartió varios momentos y que mutuamente nos dábamos la voz de aliento “de ya se termina falta poco” y lo logramos.

El esfuerzo y sacrificio siempre tendrán su recompensa.

AGRADECIMIENTO

A Dios porque siempre me da fuerzas y aliento para seguir luchando y superarme a cada instante que a pesar de los obstáculos de la vida él siempre me cuida y protege para ser un hombre de bien.

A mi madre que este donde este siempre me guio para ser la persona que soy y sé que en donde ella este va a estar muy feliz por el cambio y culminación de su sueño.

A mi padre por estar siempre en las buenas y en las malas dándome su apoyo incondicional y todos sus buenos deseos y consejos que me ayudaron para la realización de este proyecto.

A mi hermano por nunca haberme dejado solo en los momentos más difíciles de mi vida y ser un pilar fundamental para pensar que existe un mañana mejor.

A mi novia por nunca haberme abandonado en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis sinceros amigos que con sus consejos y sus bromas siempre esperamos terminar una meta que nos planteamos al empezar esta carrera.

A esta institución tan importante “ESPE-L” por haber recibido en sus aulas todo el conocimiento impartido por los ingenieros para la culminación de este proyecto final.

UTRERAS C.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
CERTIFICADO.....	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xxi
RESUMEN	xxii
ABSTRACT.....	xxiii
PRESENTACIÓN.....	xxiv
CAPÍTULO 1	1
DEDUCCIÓN DEL PROBLEMA	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. OBJETIVO GENERAL.....	1
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
CAPÍTULO 2.....	4
MARCO TEÓRICO	4
2.1. SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA PARA MOTOCICLETAS ..	4
2.2. LA INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE Y EL CARBURADOR.....	8
2.2.1. El Carburador.....	9

2.3. CONTROL ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN EN MOTOCICLETAS	11
2.3.1. Sensores:.....	12
2.3.2. Unidad de control electrónica.....	12
2.3.3. Actuadores:.....	12
2.4. COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN EN MOTOCICLETAS.	14
2.4.1. Depósito de alimentación.....	14
2.4.2. Bomba de combustible.....	14
2.4.3. Regulador de presión.....	15
2.4.4. Inyectores para motocicletas	16
2.5. INFLUENCIA DE LOS INYECTORES EN RELACIÓN A LA CILINDRADA.....	17
2.6. CLASIFICACIÓN DE LOS INYECTORES	20
2.6.1. Impedancia	20
2.6.2. Válvula obturadora	21
2.6.3. Conector eléctrico de los inyectores	22
2.7. CLASIFICACIÓN POR LA POSICIÓN DEL INYECTOR	22
2.7.1. La inyección directa	22
2.7.2. Inyección indirecta	23
2.7.3. Inyección multi-punto.....	24
2.7.4. Inyección monopunto.....	24
2.8. CLASIFICACIÓN POR EL TIEMPO DE INYECCIÓN	25
2.8.1. Inyección continua	25
2.8.2. Inyección intermitente	25
a) Inyección Independiente (Inyección Secuencial)	25
b) Inyección Simultánea.....	26

c) Inyección semisecuencial	26
2.9. SUBSISTEMA DE CONTROL DE DETECCIÓN DEL VOLUMEN DE AIRE DE LA ADMISIÓN	26
2.9.1. Sistema de medición directa	27
2.9.2. El sistema de medición indirecto.....	28
2.9.3. El sistema de medición indirecto.....	28
2.10. DIAGNÓSTICO DE LA INYECCIÓN DE GASOLINA APLICADO EN MOTOCICLETAS	29
2.10.1. Fugas de gasolina.....	29
2.10.2. Fugas de aire	30
2.11. MANTENIMIENTO.....	31
2.11.1. Mantenimiento Preventivo.....	31
2.11.2. Mantenimiento Correctivo.	31
2.12. LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO A INYECTORES.....	31
2.12.1. Aditivos limpiadores de inyectores.....	32
2.12.2. Líquido presurizado para la limpieza de inyectores.	33
2.13. PROCESO DE LIMPIEZA Y PRUEBAS EN LABORATORIOS	34
2.13.1. Comprobación eléctrica del inyector	35
2.13.2. Lavado	35
2.13.3. Comprobación de fugas.....	36
2.13.4. Verificación de abanico	36
2.13.5. Comprobación de caudal	36
2.14 LIMPIEZA DE INYECTORES MEDIANTE TINA ULTRASÓNICA	37
2.14.1. Velocidad de propagación del sonido	37
2.14.2. Ultrasonido.....	38
2.15. LIMPIEZA ULTRASÓNICA.....	38
2.15.1. Transductor de ultrasonidos	39

2.15.2. Cavitación ultrasónica.....	39
2.15.3. Frecuencias de trabajo.....	40
2.15.4. Solución limpiadora.....	41
2.16. DIFERENCIAS EN EL PROCESO DE MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE INYECTORES.....	41
CAPÍTULO 3.....	43
PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS	43
3.1 HIPÓTESIS.....	43
3.2 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	43
3.2.1 VARIABLE INDEPENDIENTE	43
3.2.2 VARIABLE DEPENDIENTE	43
3.2.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	43
a. Variable independiente.....	43
b. Variable dependiente.....	44
CAPÍTULO 4.....	45
“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE INYECTORES DE MOTOCICLETAS MONOCILÍNDRICAS”	45
4.1. LEVANTAMIENTO DE REQUERIMIENTOS.	45
4.1.2. Requisitos en base al ambiente de trabajo	45
4.1.3. Requisitos en base a especificaciones de potencia	46
4.1.4. Requisitos en base al desempeño solicitado	46
4.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA	46
4.3. SISTEMA DE CONTROL	47
4.3.1 Microcontrolador principal.....	47

4.3.2. Sistema de prueba de atomizado	48
4.3.3. Sistema de prueba de caudal	49
4.3.4. Sistema para la prueba de estanqueidad.....	49
4.3.5. Sistema de activación de la limpieza ultrasónica	50
4.3.6. Frecuencia y ancho de pulso	51
4.4. DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO	52
4.4.1. Microcontroladores secundarios	52
4.4.2. Aplicaciones de los microcontroladores	54
4.4.3. Módulo de Visualización LCD	54
4.5. SISTEMA DE CONTROL DE POTENCIA.....	56
4.5.1. Transistores	56
4.5.1.1 Estados del mosfet	57
4.5.1.2 Modulación de ancho de pulso	57
4.5.1.3 Modulación del ciclo de trabajo	57
4.5.2. Inyectores	58
4.5.3. Bomba de alimentación de combustible	59
4.5.4 Electroválvula de drenaje.....	59
4.6. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	60
4.6.1. Transformador eléctrico	60
4.6.2. Protección contra cortocircuitos.....	61
4.7. DIAGRAMA GENERAL.....	63
4.8. DISEÑO E IMPRESIÓN DEL CIRCUITO.....	63
4.8.1. Simulación en la fase de impresión del circuito	63
4.8.2. Impresión del circuito	64
4.8.3. Proceso de quemado de la baquelita.....	65
4.8.4. Perforación de la baquelita	66

4.8.5. Ubicación y soldadura de elementos electrónicos	66
4.9. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA RAMPA DE INYECCIÓN	67
4.9.1. Diseño y selección de material	67
4.9.2. Cálculo del riel.	68
4.9.3. Construcción de la rampa	69
4.9.4. Construcción de los accesorios de la rampa de inyección.....	70
4.10. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA INTERNA Y EXTERNA DEL BANCO DE PRUEBAS.....	71
4.10.1. Proceso de diseño, selección del material y construcción	71
4.11. SELECCIÓN DE ACCESORIOS ELECTROMECÁNICOS Y MECÁNICOS DEL BANCO DE PRUEBAS.....	74
4.11.1. Probetas.....	74
4.11.2. Sistema de drenaje	74
4.11.3. Bomba de combustible.....	75
4.11.4. Líneas del sistema de alimentación	76
4.11.5. Manómetro de presión	77
4.12. MONTAJE DE TODOS LOS COMPONENTES DEL BANCO DE PRUEBAS.	77
4.12.1. Montaje del sistema de alimentación de corriente.	77
4.12.2. Montaje de la tarjeta de control y sus complementos.	78
4.12.3. Montaje del sistema de alimentación y ducto de drenaje.....	79
4.12.4. Montaje completo de todos los complementos del banco de pruebas.	80
4.13. PRUEBAS DE OPERACIÓN	81
4.13.1. Prueba de caudal.....	81
4.13.2. Prueba de estanqueidad	83
4.13.3. Prueba de atomizado	84

4.13.4. Limpieza ultrasónica	85
CAPÍTULO 5.....	86
MARCO ADMINISTRATIVO	86
5.1 RECURSOS.....	86
5.1.1 RECURSOS HUMANOS	86
5.1.2 RECURSOS TECNOLÓGICOS.....	87
5.1.3 RECURSOS MATERIALES	87
5.2 PRESUPUESTO	88
5.4. CRONOGRAMA	90
CONCLUSIONES	91
RECOMENDACIONES.....	92
BIBLIOGRAFÍA.....	93
NETGRAFÍA	93
ANEXOS.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1 Comparaciones entre sistemas de alimentación.....	10
Tabla 2. 2 Elementos que conforman un sistema de inyección.	13
Tabla 2. 3 Velocidad del sonido en algunos medios.	37
Tabla 3. 1 Operacionalización de la variable independiente.....	43
Tabla 3. 2 Operacionalización de la variable dependiente.....	44
Tabla 4. 1 Características principales del PIC	50
Tabla 4. 2 Resumen de pines del LCD.	55
Tabla 4. 3 Características de la bomba de combustible.	59
Tabla 4. 4 Características de las electroválvulas de drenaje.	60
Tabla 4. 5 Especificaciones técnicas del transformador.	61
Tabla 4. 6 Composición química del aluminio 1050 A.	69
Tabla 4. 7 Composición química del ASTM A-36.....	72
Tabla 4. 8 Características principales del electrodo E6011.	73
Tabla 4. 9 Designación de mangueras.	76
Tabla 4. 10 Resultados de la prueba de caudal.....	83
Tabla 4. 11 Resultados de la prueba de estanqueidad.....	83
Tabla 4. 12 Resultados de la prueba de atomizado.....	84
Tabla 5. 1 Recursos Humanos.....	86
Tabla 5. 2 Recursos Tecnológicos.....	87
Tabla 5. 3 Tabla de recursos materiales.....	88
Tabla 5. 4 Presupuesto detallado.	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Árbol del problema.....	1
Figura 2. 1 Motor Honda CX500 Turbo.....	4
Figura 2. 2 Kawasaki Z750GP	5
Figura 2. 3 Sistema de inyección electrónica de una BMW 1000 CC.....	7
Figura 2. 4 Modelo KawasakiXF450 a inyección electrónica	8
Figura 2. 5 Diferentes tipos de carburadores.....	9
Figura 2. 6 Sistema de inyección electrónica.....	10
Figura 2. 7 Esquema del sistema de control electrónico.....	11
Figura 2. 8 Estructura de Control Electrónico	13
Figura 2. 9 Mecanismo de inyección electrónica.	13
Figura 2. 10 Depósito de gasolina de una moto de cross Honda	14
Figura 2. 11 Bomba Yamaha R1.....	15
Figura 2. 12 Regulador de presión.....	16
Figura 2. 13 Inyector Yamaha 250.....	17
Figura 2. 14 Reacción de la aguja del inyector.	18
Figura 2. 15 Tiempos de energización.....	18
Figura 2. 16 Tiempo de pulsación máxima	19
Figura 2. 17 Diagrama tiempo – volumen de inyección.	20
Figura 2. 18 Inyector con válvula de aguja.	21
Figura 2. 19 Inyector con válvula de disco.....	21
Figura 2. 20 Inyector con válvula de bola.	22
Figura 2. 21 Conector eléctrico de los inyectores.	22
Figura 2. 22 Inyección directa.....	23
Figura 2. 23 Inyección indirecta.	23
Figura 2. 24 Inyección Multipunto.	24
Figura 2. 25 Inyección Monopunto.....	25
Figura 2. 26 Tipos de Inyección Intermitente	26
Figura 2. 27 Sistema del flujo de masa de aire.....	27
Figura 2. 28 Método de densidad de velocidad	28

Figura 2. 29 Sistema de Velocidad de aceleración	29
Figura 2. 30 Manguera de combustible.....	30
Figura 2. 31 Múltiple de admisión con salidas de aire.	30
Figura 2. 32 Rampa de inyectores para limpieza.....	32
Figura 2. 33 Aditivo para limpiar inyectores.	33
Figura 2. 34 Montaje de mangueras para limpieza de inyectores.....	33
Figura 2. 35 Banco de pruebas para dos inyectores de motocicletas.....	34
Figura 2. 36 Comprobación eléctrica de los inyectores.	35
Figura 2. 37 Limpieza de inyectores mediante líquidos.	35
Figura 2. 38 Verificación de abanico.....	36
Figura 2. 39 Verificación de caudal.....	36
Figura 2. 40 Esquema gráfico de las frecuencias de sonido.....	38
Figura 2. 41 Transductor piezoeléctrico.....	39
Figura 2. 42 Colapso de una burbuja con la subsiguiente formación del Jet.	40
Figura 2. 43 Influencia de la frecuencia ultrasónica en soluciones líquidas.	40
Figura 4. 1 Distribución de pines del PIC16F877.....	47
Figura 4. 2 Diagrama de flujo de la prueba de atomizado.	48
Figura 4. 3 Diagrama de flujo de la prueba de atomizado.	49
Figura 4. 4 Diagrama de flujo de la prueba de estanqueidad.	50
Figura 4. 5 Conexión del microcontrolador principal	51
Figura 4. 6 Distribución de pines del PIC16F628A	52
Figura 4. 7 Conexión de los microcontroladores secundarios.	53
Figura 4. 8 Visualizador LCD	54
Figura 4. 9 Transistor	56
Figura 4. 10 Patrón de onda digital	58
Figura 4. 11 Inyector con su valor resistivo.....	58
Figura 4. 12 Bomba de combustible.	59
Figura 4. 13 Electroválvula de drenaje.....	60
Figura 4. 14 Transformador GEEI76X33.	61
Figura 4. 15 Dispositivos de protección	62

Figura 4. 16 Diagrama general de la tarjeta de control.	63
Figura 4. 17 Circuito de impresión en simulador PROTEUS.	64
Figura 4. 18 Proceso de transferencia del circuito mediante calor.....	64
Figura 4. 19 Fase de impresión del circuito en la baquelita.	65
Figura 4. 20 Pistas de cobre finalizadas.	65
Figura 4. 21 Perforación de la baquelita.	66
Figura 4. 22 Ubicación de componentes electrónicos y soldadura.	66
Figura 4. 23 Diseño de la rampa de inyección.	67
Figura 4. 24 Tablero del torno LEADWELL MCV-760 AP.....	69
Figura 4. 25 Proceso de desbaste mediante torno CNC.....	69
Figura 4. 26 Rampa de inyección para 2 inyectores.	70
Figura 4. 27 Desbaste de material para creación de acoples.	70
Figura 4. 28 Creación y adaptación de acoples entrada y salida.....	71
Figura 4. 29 Diseño de la estructura principal del banco.	71
Figura 4. 30 Proceso de soldadura SMAW.	72
Figura 4. 31 Adecuación de la cubierta metálica.	73
Figura 4. 32 Probeta graduada.	74
Figura 4. 33 Diseño del ducto de drenaje.	74
Figura 4. 34 Maquinado del ducto de drenaje.....	75
Figura 4. 35 Bomba de combustible KOWA.	75
Figura 4. 36 Elemento filtrante.	75
Figura 4. 37 Manguera de presión.	77
Figura 4. 38 Manómetro de presión sumergido en glicerina.	77
Figura 4. 39 Conexión del transformador GEEI76x33.	78
Figura 4. 40 Conexión de los pulsadores.....	78
Figura 4. 41 Componentes de la tina ultrasónica.....	79
Figura 4. 42 Línea de alimentación de combustible.....	79
Figura 4. 43 Ducto de drenaje del banco de pruebas.	80
Figura 4. 44 Rampa de inyección para 2 inyectores.	80
Figura 4. 45 Banco de pruebas completo	80
Figura 4. 46 Pantalla inicial del banco de pruebas.....	81
Figura 4. 47 Selección de prueba de caudal.....	82

Figura 4. 48 Inyector abierto en fase de caudal.	82
Figura 4. 49 Inyector no presenta fuga.	83
Figura 4. 50 LCD visualiza la prueba seleccionada.	84
Figura 4. 51 Parámetros que se modifican en la prueba de atomizado.	84

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 4. 1 Variaciones del PWM.	51
Ecuación 4. 2 Ciclo de trabajo	58
Ecuación 4. 3 Cálculo del espesor del material.	68
Ecuación 4. 4 Ecuación del esfuerzo de trabajo.	68
Ecuación 4. 5 Ecuación de resultados.	68

RESUMEN

La investigación realizada considera el diseño y construcción de un banco de pruebas para el mantenimiento preventivo y correctivo de inyectores de motocicletas monocilíndricas. El mismo que permite estar a la par con las nuevas tendencias en sistemas de alimentación de combustible completamente electrónicas aplicadas en motocicletas. El banco consta de un sistema electrónico que permite controlar al inyector cuando se someta a pruebas de estanqueidad, atomizado y caudal que son necesarias para determinar si cumple las características de trabajo. La fase de pruebas se controlan mediante pulsadores y cada variación que se requiera en el sistema se lo visualiza en un LCD, además es posible modificar, la presión de la bomba, aumento de rpm. Consta con un accesorio que es la tina ultrasónica que permite realizar la limpieza adecuada de inyectores.

Palabras clave: Ingeniería automotriz, banco de pruebas para inyectores, motocicletas a inyección electrónica, motocicletas-mantenimiento

ABSTRACT

The research considers the design and construction of a test bench for injector preventive and corrective maintenance of single-cylinder motorcycles. The same thing can keep up with new trends in power systems implemented fully electronic fuel motorcycles. The bank consists of an electronic control system that allows the injector when subjected to leak testing, atomized and flow that are necessary to determine compliance features working. The test phase is controlled by pushbuttons and each variation that is required in the system is displayed on the LCD, it is also possible to change the pump pressure, higher rpm. The game comes with an accessory that is ultrasonic tub that allows adequate cleaning of injectors.

Keywords: automotive engineering, test injector, fuel-injected motorcycles, motorcycle-maintenance

PRESENTACIÓN

En el proyecto, **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE INYECTORES DE MOTOCICLETAS MONOCILÍNDRICAS”**, se compilan todos los conocimientos e información adquirida en el transcurso de la carrera.

El diseño y la creación del banco de pruebas para inyectores de motocicletas monocilíndricas, permite realizar el diagnóstico preciso mediante la activación de pulsos electrónicos, variación de presión para generar el trabajo real del inyector, además realizar una limpieza adecuada por medio de la limpieza ultrasónica.

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

El capítulo 2 comprende el marco teórico empleado en el desarrollo de la presente investigación.

El capítulo 3 expone el planteamiento de las hipótesis y la operatividad de todas y cada una de las variables, sean estas independientes o dependientes.

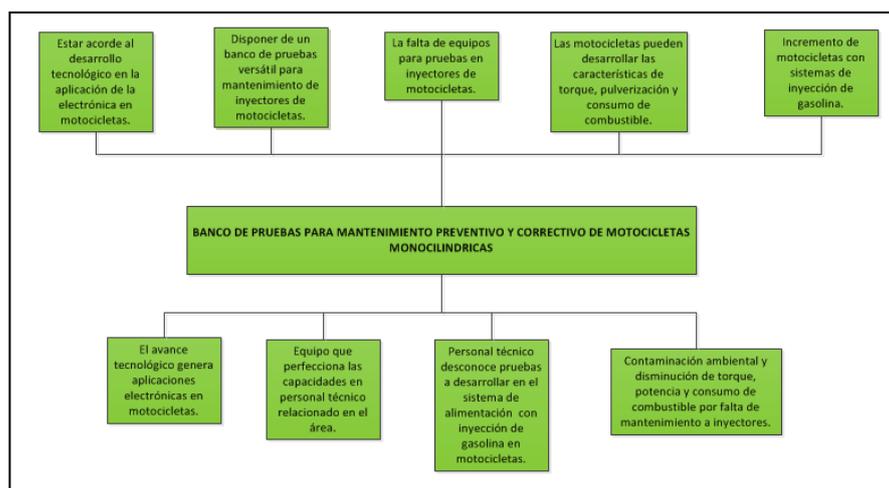
El capítulo 4 detalla la construcción e implementación mecánica y electrónica del banco de inyectores, pruebas de funcionamiento y análisis de los resultados alcanzados.

El capítulo 5 manifiesta el marco administrativo que relaciona los recursos empleados en el desarrollo de la propuesta con el entorno económico financiero.

CAPÍTULO 1

DEDUCCIÓN DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



Fuente: Los Autores.

Figura 1. 1 Árbol del problema.

El avance tecnológico genera aplicaciones electrónicas en motocicletas, la falta de equipos en pruebas para inyectores de motocicletas, el incremento de motocicletas con sistemas de inyección de gasolina, personal que desconoce sobre las pruebas a desarrollar en el sistema de alimentación de inyección de gasolina, requiere investigar sobre el diseño de un banco de pruebas versátil para mantenimiento de inyectores de motocicletas donde se puedan perfeccionar las capacidades del personal técnico relacionado en el área y estar acorde al desarrollo tecnológico en aplicaciones de la electrónica en motocicletas.

1.2. OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un banco de pruebas para el mantenimiento preventivo y correctivo de inyectores de motocicletas monocilíndricas, que permita realizar un correcto diagnóstico del sistema.

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar el sistema de distribución de combustible que soporte las presiones de operación.
- Seleccionar los elementos electrónicos para elaborar el módulo de control para desarrollar las diferentes pruebas de operación del inyector.
- Generar estrategias de operación anchos de pulso a diferentes revoluciones de acuerdo a la prueba que se desee realizar.
- Seleccionar los elementos mecánicos para generar las condiciones de operación del sistema hidráulico.
- Desarrollar pruebas de operación y funcionamiento de varios tipos de inyectores en motocicletas.

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

En un sistema de inyección electrónica la atomización de combustible es la parte importante de la dosificación de gasolina al motor para producir una combustión correcta, y el hecho de que el inyector presente algún defecto producirá pérdida de potencia, ahogamiento, inestabilidad en la marcha mínima, problemas al arrancar, consumo extra de combustible y la emisión de gases no combustionados al medio ambiente.

Al diseñar y construir el banco de pruebas se busca alternativas eficientes de mantenimiento preventivo y correctivo para preservar la vida útil del inyector que estén acorde con el cambio y avance de la tecnología de punta en las motocicletas que tienden a usar sistemas de inyección electrónica.

El desarrollo de la presente investigación genera una alternativa en la construcción de equipos de pruebas en el área automotriz específicamente en motocicletas siendo una solución innovadora a nivel de ingeniería que

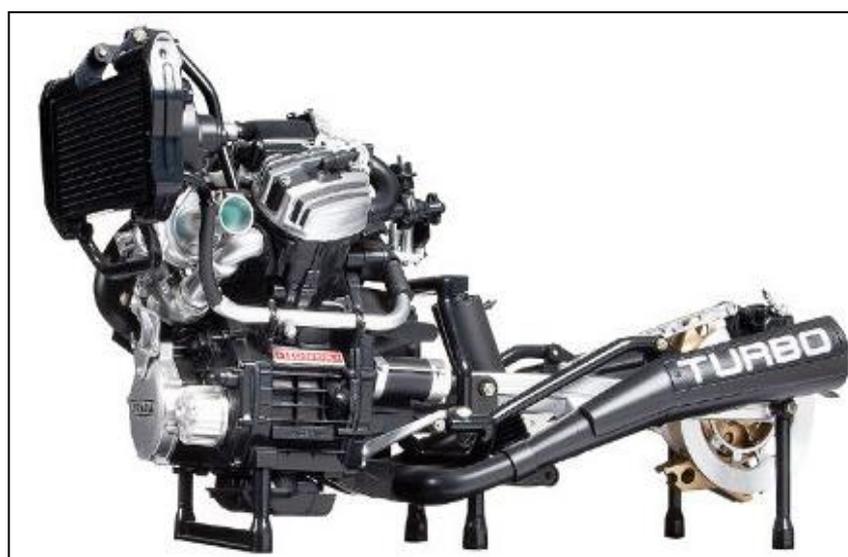
permita disponer un mejor rendimiento del motor de combustión de motocicletas en competiciones en el uso cotidiano, optimizando el consumo de combustible y por ende la disminución de gases contaminantes al medio ambiente por efecto de una mala combustión.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA PARA MOTOCICLETAS

FUJISAWA, H. (1988) “Durante la implementación del control de las emisiones, las motocicletas fueron consideradas como una porción muy pequeña del total de las emisiones. Por consiguiente, los controles de emisiones no eran aplicados o sólo se hacía de una manera muy lenta y el sistema de inyección de combustible no se requería para el control de emisiones en la motocicleta. Acerca del rendimiento, el sistema de inyección de combustible suministraba mejor rendimiento en los motores de los automóviles pero la mayoría de los motores multi-cilíndricos de las motocicletas tenían sistemas de carburadores múltiples independientes, que operaban con buen rendimiento. Por lo tanto, los motores de las motocicletas no necesitaban sistemas de inyección de combustible. Además, las motocicletas son pequeñas y no tienen espacio suficiente para colocar los componentes de la inyección de combustible como un sistema medidor del flujo de aire, además, los costos eran muy altos, por esto, la inyección de combustible no era popular en las motocicletas.”



Fuente: MARROCCHI, M. (2012)

Figura 2. 1 Motor Honda CX500 Turbo

FUJISAWA, H. (1988) “Pero debido al desarrollo de la inyección de combustible para los automóviles, los fabricantes de motocicletas comenzaron a desarrollar la inyección de combustible a principios de los 80’s. En 1982, Yamaha desarrolló la XJ750D, la cual usaba un sistema de inyección de combustible tipo flujo de masa, con un medidor de flujo de aire tipo alambre caliente. Honda desarrolló la CX500 Turbo, la cual utilizaba un sistema de inyección tipo D-Jetronic, el cual detectaba el volumen del flujo de aire por medio de la presión negativa de la admisión. Kawasaki desarrolló la Z750GP, la cual usaba un sistema de velocidad de aceleración.”



Fuente :(The Kawasaki Gpz750 Gallery)

Figura 2. 2 Kawasaki Z750GP

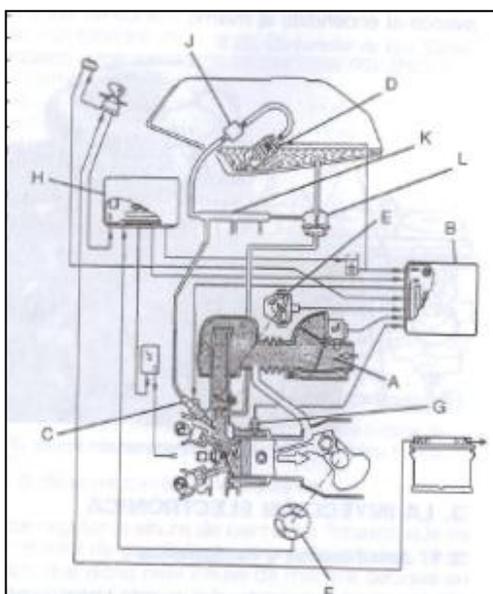
FUJISAWA, H. (1988) “Yamaha utilizó el sistema de flujo de masa que había sido probado en los motores de los automóviles. Este sistema puede lograr un carácter transitorio óptimo, desde las rpm bajas, hasta las rpm altas. Honda tomó el tipo D-Jetronic, el cual había evolucionado del reciente PGMF-1 (el nombre comercial registrado por Honda para su sistema inyección electrónica de combustible). Este sistema PGMF-1 puede responder a los cambios de presión de la admisión causados por el sistema del turbo cargador. Kawasaki utilizó el sistema de velocidad de aceleración, el cual tenía una buena respuesta.”

ARIAS-PAZ, M.(2003) “Las crecientes exigencias del usuario hacia su vehículo, en lo que se refiere a prestaciones y economía, han llevado a los fabricantes a agotar las posibilidades de los sistemas tradicionales de

alimentación. En esencia, las ventajas fundamentales del carburador, residen en su teórica mayor simplicidad, y en un menor coste de fabricación. Aparte de esto, su aplicación conlleva diversos inconvenientes, como son la disminución del llenado real del motor respecto del que se podría considerar como ideal, por el obligado uso del Venturi, y lo inadecuado de dosificación que proporciona en las variadas circunstancias de funcionamiento que se pueden presentar. A lo largo de los años, y con afán de mejorarlo, se le ha ido dotando de los perfeccionamientos descritos en el apartado anterior, que si bien lo han acercado al funcionamiento deseable, han ido despojándolo de estas mismas ventajas que se acaban de citar. Si a esto se añaden las leyes excesivamente severas, que gradualmente se están imponiendo en materia de contaminación – cuyas especificaciones mínimas no alcanza a cumplir el más perfeccionado de los carburadores el progresivo abaratamiento del coste de fabricación de los sistemas de inyección, se puede asegurar que el futuro es de los sistemas de inyección electrónica. En cuanto al carburador, su uso es previsible que quede reducido a los motores de pequeña cilindrada, tanto en sus variantes de dos tiempos como de cuatro.”

ARIAS-PAZ, M.(2003) “ Un sistema de inyeccion de gasolina permite libremente la entrada de aire al motor, regulada unicamente por la mariposa del acelerador. El carburador la restringe parcialmente, ya que emplea parte de la energia que dicho aire posee para emulsionar el carburante en el venturi. Éste ha de conseguir acelerar la gasolina que estaba parada dentro del carburador, y lo consigue a base de perder velocidad respecto a la que podria tener, sino se viera obligado a pasar por el difusor. El resultado final es que el llenado es mayor en el primer sistema, con lo cual la potencia aumenta claramente. Además, en el segundo sistema se produce otro tipo de efectos indeseados, como es la aparición de una pelicula de combustible de espesor variable, que se condensa en las paredes de los conductos de admision, y cuyas modificaciones influyen negativamente en la dosificacion de la mezcla. En un motor dotado de inyeccion, esto se obvia por estar los inyectores colocados inmediatamente antes de las válvulas de admisión, al

final de los colectores de admisión. Aparte de todo esto, la ventaja fundamental de un sistema electrónico de inyección, se basa en que se adecúa estrictamente a las órdenes que se le hayan grabado previamente en la memoria de la unidad computarizada central, auténtico cerebro de todo el conjunto. En resumen, un motor actual dotado de este refinamiento, consigue mayor potencia, acompañada de una significativa reducción en el consumo, motivada por el mejor aprovechamiento de la gasolina.”



Fuente: ARIAS-PAZ, M.(2003)

Figura 2. 3 Sistema de inyección electrónica de una BMW 1000 CC.

ARIAS-PAZ, M.(2003) “El fundamento de un sistema de inyección electrónica de gasolina aunque bajo tal nombre se agrupan infinidad de soluciones, no siempre similares, reside en aplicar la elevada velocidad de un sistema digital, a la preparación de una mezcla adecuada para el motor. Todo conjunto constará de tres partes fundamentales: la primera, un grupo de sensores para conocer los valores de todos los parámetros que influyen en la proporción de la mezcla; la segunda, la unidad electrónica de control o U.E.C., que de acuerdo con estos valores, decide la cantidad, e incluso el momento óptimo, para la inyección de la gasolina; la tercera y última está formada por los elementos que directamente realizan el aporte del carburante.”



Fuente: GTX, (2009)

Figura 2. 4 Modelo KawasakiXF450 a inyección electrónica

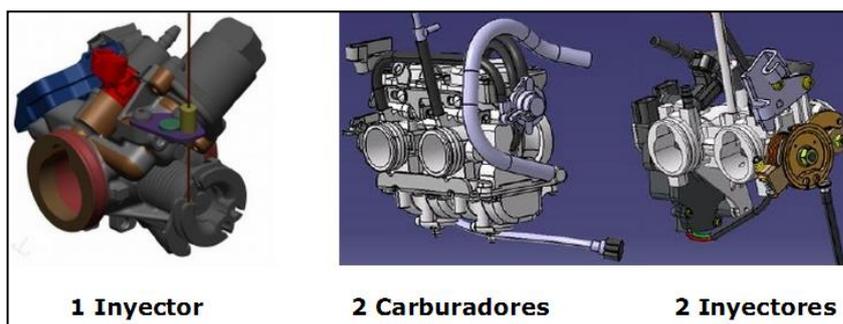
ARIAS-PAZ, M.(2003) “ La ventaja de estos sistemas electrónicos frente a los mecánicos que se utilizaron previamente a ellos en motores de automovil consiste en que, al realizar sus operaciones internas de modo muy rápido, pueden analizar las nuevas circunstancias de funcionamiento del motor en periodos de algunas milésimas de segundo, con lo cual la respuesta adecuada se produce de manera instantanea, dando una composición a la mezcla prácticamente ideal en todo momento y circunstancia.”

2.2. LA INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE Y EL CARBURADOR

MORGAN, P. (2013) “Un motor no puede hacer una buena combustión sino se le suministra la cantidad adecuada de combustible para el aire de la admisión, como se explicó en las páginas anteriores. El motor debe ser alimentado con la cantidad requerida de combustible después de ser medido el aire de la admisión, el cual es detectado directa o indirectamente. A esto se le conoce como el “contador” para medir la cantidad necesaria de combustible. Generalmente, hay dos métodos para suministrar el combustible al motor de una motocicleta. Uno, es el sistema de carburador, el cual usa el vacío para del aire de la admisión y el otro, es el sistema de inyección electrónica de combustible, el cual inyecta combustible presurizado.”

2.2.1. El Carburador

ARIAS-PAZ, M.(2003)“El carburador es el mecanismo que permite alimentar al motor con la mezcla de aire y gasolina que necesita para funcionar. Para conseguir esta alimentación, dosifica la gasolina, y la pulveriza en el aire que el motor aspira. Cada régimen exige una dosificación exacta para que el motor funcione de manera óptima, y la mezcla que aspire sea la adecuada, ni rica ni pobre.”

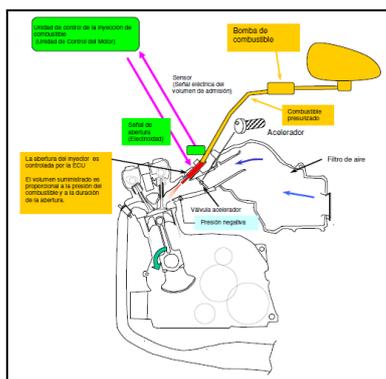


Fuente: MORGAN, P. (2013)

Figura 2. 5 Diferentes tipos de carburadores.

2.2.2. Inyección de combustible

FUJISAWA, H.(1988) “La bomba de combustible presuriza el combustible. Este combustible altamente presurizado es inyectado en el múltiple de admisión de acuerdo con el aire de admisión. La ECU (Unidad de control electrónico) recibe la señal de varios sensores para determinar el volumen de aire de admisión. Basada en el volumen de aire de admisión y en otros sensores, la ECU calcula el volumen necesario de combustible. Para proveer el volumen necesario de combustible, la ECU calcula la duración de abertura del inyector. Luego la ECU da una señal eléctrica para abrir los inyectores. Como resultado, se inyecta combustible altamente presurizado en el múltiple de admisión. El combustible inyectado es proporcional a la presión del combustible y a la duración de la abertura de los inyectores.”



Fuente: FUJISAWA, H.(1988)

Figura 2. 6 Sistema de inyección electrónica.

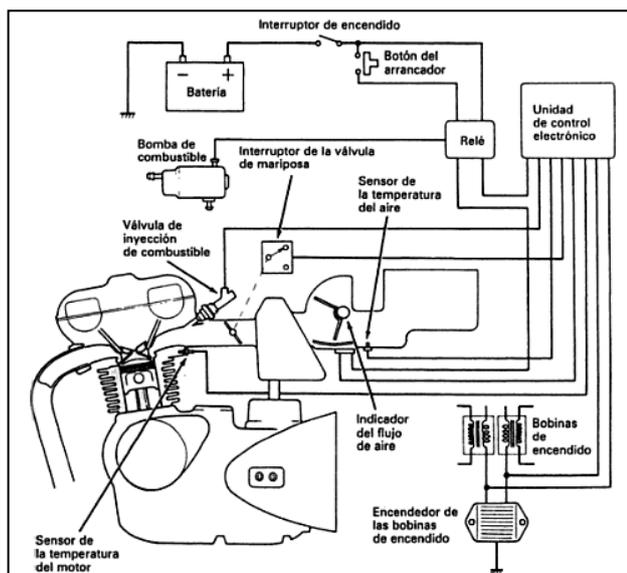
Tabla 2. 1 Comparaciones entre sistemas de alimentación.

	INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE	CARBURADOR
Control de la relación de aire-combustible	<p>Puede ajustar A/C por los cambios en las condiciones del motor y del tiempo.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ajuste A/C para cumplir con las emisiones. 2. Aun cuando la temperatura y la presión atmosférica cambie, se ajusta de acuerdo a ello. 3. Si el motor no requiere combustible durante la desaceleración, puede cortar el suministro para ahorrar combustible. 	<p>No puede cambiar A/C una vez decididos los ajustes.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Necesita un ajuste de carburador apropiado para todas las estaciones. El ajuste debe cubrir varias condiciones. 2. Si el ajuste estándar no puede cubrir todas las condiciones, necesita mecanismos adicionales, como bombas de aceleración, enriquecedores, etc.
El costo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Más caro que el carburador debido a la cantidad de componentes. 2. El número de componentes aumenta y el sistema es complejo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Más barato que la inyección de combustible, pero si requiere mecanismos adicionales, entonces el costo está cerca de la inyección de combustible. 2. El número de componentes es menos y es un sistema simple
El mantenimiento	El mantenimiento es difícil debido al número de partes y a la complejidad del sistema.	El sistema es simple y fácil de mantener.
Búsqueda de averías	La búsqueda de averías es difícil debido al número de partes. Se necesita conocimiento del sistema.	El sistema es simple y fácil de reparar.

Fuente: FUJISAWA, H.(1988)

2.3. CONTROL ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN EN MOTOCICLETAS

CROUSE, W. (1992) “ En la figura se muestra el sistema de control electrónico. Son enviadas las señales electricamente a la unidad de control electrónico desde los varios sensores:



Fuente: CROUSE, W. (1992)

Figura 2. 7 Esquema del sistema de control electrónico.

Velocidad del motor, detectada en los extremos de masa o tierra de los arrollamientos primarios de las bobinas de encendido.

Caudal o velocidad del flujo de aire, que es medido por el indicador o medidor de flujo de aire.

Señal de arranque, que es captada en el extremo positivo del relé del arrancador.

Posición de la válvula de mariposa, que es detectada por un interruptor situado en el eje de la mariposa y que señala cuándo está esta válvula en las posiciones de ralentí o de plena carga.

Temperatura del motor, que es detectada por el sensor de temperatura situado en la culata del cilindro.

Temperatura del aire, que es medida por el sensor de temperatura del aire incorporado en el medidor o indicador del aire.

CROUSE, W. (1992) “En el funcionamiento, la unidad de control electrónico recibe estas señales como datos de entrada y las procesa de acuerdo con un programa predeterminado. La unidad de control electrónico calcula luego la duración necesaria de la inyección de gasolina para satisfacer las necesidades del motor. Es enviado a los inyectores un impulso de señal de la anchura adecuada. Mientras dura la recepción del impulso se abre cada una de las válvulas de inyección. Esto permite que sea inyectada en cada lumbrera de admisión la cantidad correcta de gasolina.”

En resumen el proceso de control en un sistema de inyección electrónico viene dado por tres componentes principales que son actuadores, computadora y sensores.

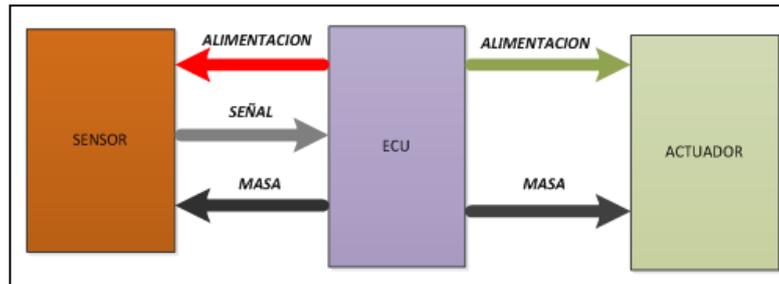
2.3.1. Sensores: un sensor es aquel que transforma una señal física en variaciones de voltaje.

2.3.2. Unidad de control electrónica: son dispositivos que reciben las señales eléctricas provenientes de los sensores, y como su nombre lo indica son los que calculan la cantidad de gasolina que se necesita según la masa de aire medida o sensada.

MORGAN, P.(2013) “La ECU (Unidad de control eléctrico) recibe la señal desde varios sensores para determinar el volumen de aire de la admisión. Basada en el volumen de aire de la admisión y en otros sensores, la ECU calcula el volumen necesario de combustible. Para proveer el volumen necesario de combustible, la ECU calcula la duración de apertura del inyector.”

FUJISAWA, H.(1988) “El combustible inyectado es proporcional a la presión del combustible y a la duración de la apertura de los inyectores.”

2.3.3. Actuadores: son elementos electromagnéticos que reciben la señal eléctrica de los calculadores para que esta se transforme en un movimiento mecánico.



Fuente: Los Autores

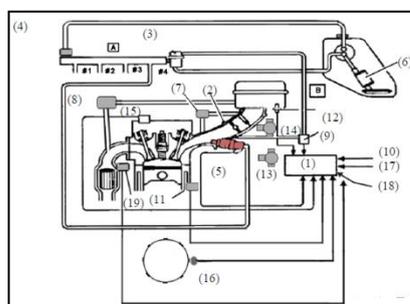
Figura 2. 8 Estructura de Control Electrónico

De esta forma se obtendrá un sistema de alimentación totalmente dosificado y eficaz.

Tabla 2. 2 Elementos que conforman un sistema de inyección.

	Componente	Funcionamiento
Grupo de control Detectan las condiciones del motor a través de las señales de los sensores. Luego, envían señales a los actuadores para realizar un óptimo manejo del motor y control del aire y del combustible.	ECU Cuerpo del acelerador Regulador de presión Amortiguador de pulsaciones	Control del sistema de la inyección y del tiempo de encendido Control del flujo de aire Control de la presión Estabilizar la presión del combustible
Grupo de actuadores Suministros y control de aire y combustible por las señales recibidas desde la ECU.	Inyector Bomba de combustible Válvula de control del ralentí	Inyectar combustible Presurizar combustible Control de ralentí
Grupo de sensores Envían señales a la ECU, las cuales se necesitan para el control del sistema de inyección de combustible.	Sensor de presión del aire Sensor de temperatura del motor Sensor CKP Sensor de O2	Detección de la presión del aire Detección de la temperatura del motor Detección de las rpm del motor Densidad de los gases de escape

Fuente: FUJISAWA, H, (1988)



Fuente: FUJISAWA, H, (1988)

Figura 2. 9 Mecanismo de inyección electrónica.

2.4. COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN EN MOTOCICLETAS.

2.4.1. Depósito de alimentación

MORGAN, P. (2013) “En las motocicletas de inyección electrónica la principal particularidad del tanque de combustibles se basa en el hecho en el que estos pueden manejar alguna presión a diferencia de los sistemas de carburador que requiere la presión atmosférica para hacer bajar el combustible (usan la gravedad) adicionalmente se han diseñado de manera que la bomba no pueda succionar aire hasta en condiciones extremas, como en el caso de nivel muy bajo, otra particularidad que posee un depósito de las nuevas generaciones es que se ha usado con más frecuencia los materiales plásticos, evitando la corrosión.”



Fuente: Los Autores

Figura 2. 10 Depósito de gasolina de una moto de cross Honda

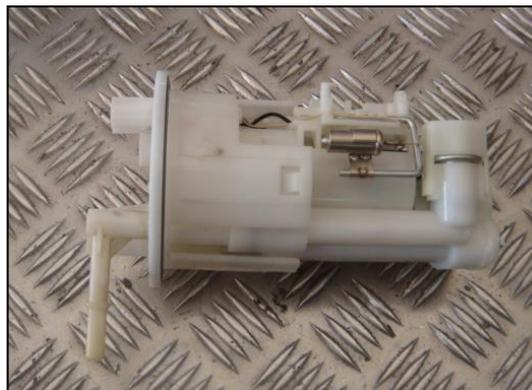
2.4.2. Bomba de combustible

ARIAS-PAZ, M. (2003) “Se trata de un bloque que suele ir situado dentro del depósito, fluyendo el carburante a través de ella, particularidad para la cual está diseñada. Debe ser capaz de alimentar todos los conductos del mismo a una presión muy superior a la de máximo consumo de la instalación.”

FUJISAWA, H.(1988) “En el sistema de inyección de combustible, se suministra combustible altamente presurizado a los cilindros cuando el inyector se abre. El volumen de la inyección es directamente proporcional a

la duración de la abertura del inyector y a la presión del combustible. La bomba de combustible genera alta presión, lo que es llamado, “presión del combustible”.

FUJISAWA, H.(1988) “El sistema de inyección de combustible de Yamaha, aplica una presión de combustible de 250 kpa a 350 kpa, para cada sistema de inyección (la presión exacta depende de cada modelo). La alta presión de combustible puede suministrar más combustible en un cierto periodo de tiempo que la baja presión de combustible. Esto da como resultado la aplicación de inyectores más pequeños. Recientemente se está utilizando una más alta presión de combustible, debido a que tiene ventajas con relación al cierre de vapor y a la estabilización del suministro de combustible.”



Fuente: Los Autores

Figura 2. 11 Bomba Yamaha R1

FUJISAWA, H.(1988) “Pero la bomba de combustible de alta presión consume más electricidad. Además, los tubos de suministro y otros componentes necesitan una construcción fuerte y de gran confiabilidad para resistir estas altas presiones. Si la presión de combustible cambia, el volumen de la inyección también cambiará de acuerdo a ello.”

2.4.3. Regulador de presión

MARTÍNEZ, H.(2000) “El regulador de presión mantiene fija la presión diferencial de alimentación de los inyectores. El regulador de presión esta

formado por una carcasa metálica subdividida en dos cámaras por una membrana siendo accionada por un muelle. Cuando la presión sobrepasa un valor predeterminado la válvula se abre para permitir al exceso de carburante retornar al depósito.”



Fuente: MORGAN, P. (2013)
Figura 2. 12 Regulador de presión

MORGAN, P. (2013) “En la mayoría de sistemas se ha optado por utilizar un valor referencial que es de aproximadamente 2.5 bar (35.5 Psi) para algunos sistemas hasta 3.5 bar (49.7 Psi) aunque existe variaciones en este valor. Dependiendo del diseño del constructor, normalmente siempre se van a mover por estos rangos pero para pruebas de diagnóstico es necesario contar con el dato del manual de servicio como referencia.”

2.4.4. Inyectores para motocicletas

Los inyectores son dispositivos electromagnéticos los mismos que dosifican el combustible en el múltiple de admisión y en otros casos dosifican combustible en la cámara de combustión.

En el caso de las motocicletas se usa el sistema donde el inyector dosifica combustible en el múltiple de admisión.

FUJISAWA, H.(1988) “Los inyectores para las motocicletas requieren una demanda más severa en sus características comparados con los inyectores para automotores.”



Fuente: Los Autores

Figura 2. 13 Inyector Yamaha 250

A continuación se resume las diferencias que presentan un inyector de automóvil con un inyector de motocicleta ya que se han dado variaciones en algunos componentes que conforman un sistema de inyección electrónica de combustible.

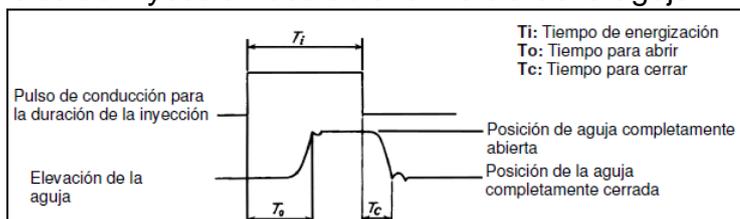
2.5. INFLUENCIA DE LOS INYECTORES EN RELACIÓN A LA CILINDRADA

FUJISAWA, H. (1988) “El desplazamiento de los motores de los automóviles está entre 1 y 2 litros y el desplazamiento de los motores de las motocicletas está entre 0.05 y 1 litro. Si el volumen del aire de la admisión es proporcional al desplazamiento, entonces el volumen del aire de la admisión de las motocicletas es 1/20 comparado con el de los automóviles, ya que el desplazamiento mínimo de una motocicleta es de 50 cc y el de un automóvil es de 1000 cc. Si el inyector de una motocicleta no puede controlar el volumen del flujo del combustible de 1/20 comparado con el de un automóvil, entonces el motor no puede alcanzar la relación A/C requerida para realizar una combustión eficiente.”

GRANA, X.(2014) “Además, las revoluciones del motor son diferentes. Las revoluciones del motor de un automóvil están entre 800 y 6.000 rpm y en el caso de una motocicleta las revoluciones están entre 1.200 y 13.000 rpm. Así, las revoluciones máximas del motor de una motocicleta pueden ser el doble que las revoluciones en un automóvil.”

Entonces si el volumen de aire medido en el múltiple de admisión es proporcional a la velocidad del aire el inyector de una motocicleta dosifica el doble de combustible en relación al inyector de un auto.

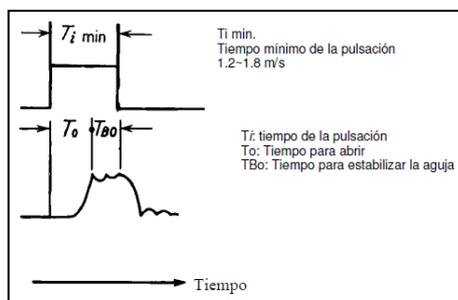
GRANA, X.(2014) “El inyector de una motocicleta debe inyectar una muy pequeña y precisa cantidad de combustible durante el ralentí y una gran cantidad de combustible durante las revoluciones altas del motor. Un solenoide es una bobina y su carácter eléctrico es el mismo que el de una bobina de encendido. Después de que el solenoide reciba un pulso de conducción, el campo magnético y la inducción no pueden generarse inmediatamente. Además de eso, el núcleo y la aguja no se mueven inmediatamente, debido a la inercia de la aguja. La aguja no cierra los orificios inmediatamente al final de la duración de la inyección cuando el pulso de conducción se ha parado. Se necesita algún tiempo para abrir y cerrar los orificios de inyección debido a la inercia de la aguja.”



Fuente: GRANA, X. (2014)

Figura 2. 14 Reacción de la aguja del inyector.

En la figura se indica los tiempos de conducción del campo magnético el mismo que permite que la aguja permanezca abierta o cerrada. Además el proceso tarda un tiempo para estabilizar a la aguja.

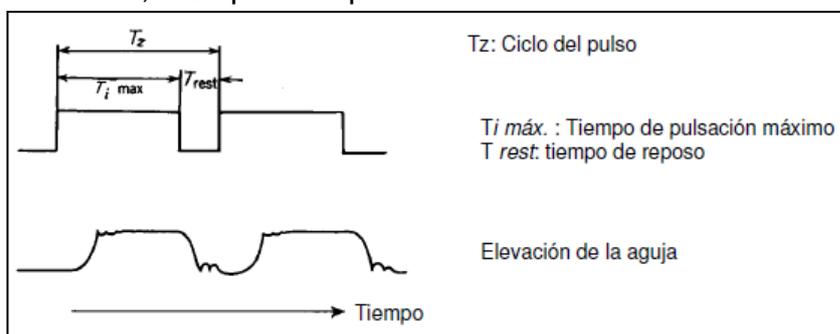


Fuente: GRANA, X. (2014)

Figura 2. 15 Tiempos de energización

GRANA, X.(2014) “Toma un cierto tiempo para que la aguja se mueva hacia arriba para abrir completamente después de empezar el pulso de conducción de la duración de la inyección y además de eso, la aguja necesita tiempo para estabilizarse después de alcanzar el separador y rebotar. El tiempo mencionado arriba es llamado, “tiempo mínimo de pulsación”. Ese es el tiempo en que el inyector puede inyectar una cantidad estable después de que el pulso comience a tener en cuenta los efectos mecánicos y eléctricos. El tiempo de pulsación mínimo es diferente para cada inyector, pero normalmente para los inyectores de las motocicletas está alrededor de 1.2 m/s ~ 1.8m/s.”

GRANA, X. (2014) “Cuando la aguja cierra los orificios del inyector, después de que la pulsación se detiene, tarda algún tiempo para que la aguja retorne a su posición inicial y se estabilice, tal como en la abertura. Así, se necesita tiempo después de parar la pulsación y la estabilización de la aguja, antes de que se pueda comenzar con una nueva pulsación. Este tiempo es llamado, “tiempo de reposo”.

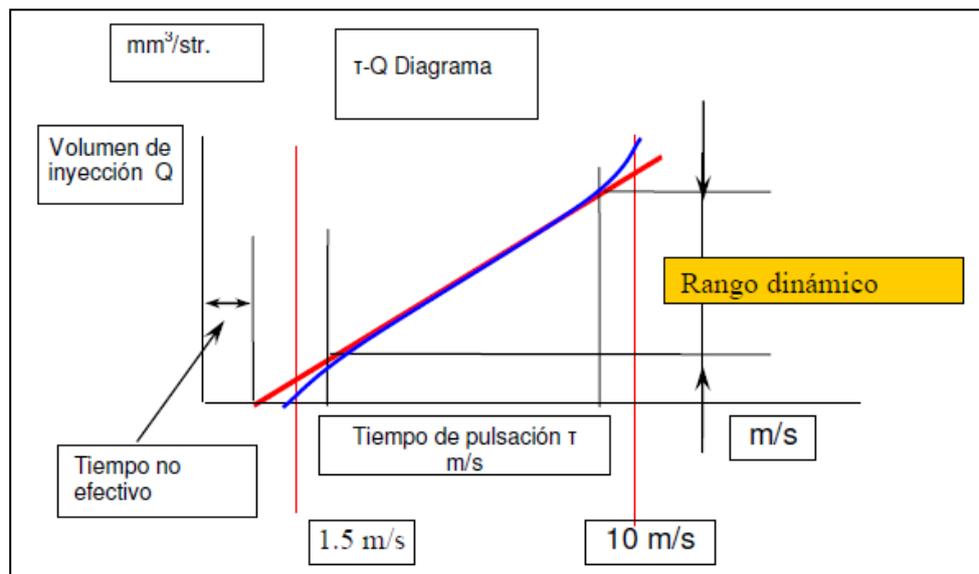


Fuente: GRANA, X. (2014)

Figura 2. 16 Tiempo de pulsación máxima

GRANA, X. (2014) “El ciclo del pulso de la inyección T_z está decidido por las revoluciones del motor y el tiempo de pulsación máximo. Esto quiere decir que $T_i \text{ máx.}$ es igual a $T_z - T_{\text{rest}}$. Por ejemplo, si un motor gira a 6000 rpm, entonces un pulso es igual a 10 m/s en 360 grados y 20 m/s en 720 grados. Esto significa, que el tiempo de pulsación máximo debe estar siempre por debajo de 20m/s.”

GRANA, X. (2014) “Los sistemas de inyección de grupo, inyectan el combustible cada 360 grados y los sistemas de inyección independientes, inyectan cada 720 grados. El ciclo del pulso de los sistemas de inyección de grupo, es la mitad del ciclo del pulso de un sistema de inyección independiente.”



Fuente: GRANA, X. (2014)

Figura 2. 17 Diagrama tiempo – volumen de inyección.

2.6. CLASIFICACIÓN DE LOS INYECTORES

Los inyectores se clasifican de acuerdo a las siguientes características.

2.6.1. Impedancia: Es el valor resistivo que presenta un inyector en su bobinado. Por esto se tiene dos tipos de inyectores:

Baja impedancia: 1.7 a 3 ohmios

Alta impedancia: 10 a 16 ohmios

Los inyectores de baja impedancia presentan una ventaja ya que su tiempo de accionamiento es corto, y son controlados mediante corriente.

Los inyectores de alta impedancia no usan un resistor que limite la corriente que circula por ellos, generan menos calor y son controlados mediante voltaje.

2.6.2. Válvula obturadora

El principio de funcionamiento es el mismo en todos los inyectores electromagnéticos, pero existen tres tipos diferentes de válvulas obturadoras que permiten el paso de combustible y su atomización.

- ✓ **Inyector con válvula de aguja:** Este tipo de inyector es el más usado porque ha demostrado tener mayor eficiencia que los otros tipos de inyectores con válvulas de obturación diferente.



Fuente: Los Autores

Figura 2. 18 Inyector con válvula de aguja.

- ✓ **Inyector con válvula de disco:** En este tipo de inyector, la aguja es sustituida por un disco plano y una placa con pequeñas perforaciones.



Fuente: Los Autores

Figura 2. 19 Inyector con válvula de disco.

- ✓ **Inyector con válvula de bola:** Esto utilizan una bola y un alojamiento hembra como válvula de pulverizador, tiene atomización excelente y un cono de pulverización ancho pero son

propensos a taparse con depósitos de barniz producidos por el combustible.



Fuente: Los Autores

Figura 2. 20 Inyector con válvula de bola.

2.6.3. Conector eléctrico de los inyectores

Las conexiones eléctricas hay de diferentes tipos según el fabricante, pero lo que se desea en las conexiones mantener un enlace directo entre el mazo de cables y los inyectores.



Fuente: Los Autores

Figura 2. 21 Conector eléctrico de los inyectores.

2.7. CLASIFICACIÓN POR LA POSICIÓN DEL INYECTOR

2.7.1. La inyección directa

GRANA, X.(2014) “Con un sistema de inyección directa, el combustible es inyectado directamente dentro del cilindro. Este sistema puede lograr mezclas pobres y mejorar las emisiones y el consumo de combustible. Pero el inyector está ubicado en la cámara de combustión y

siempre está expuesto a altas temperaturas y altas presiones. Por lo tanto, el inyector debe resistir estas severas circunstancias. Además de eso, la culata necesita espacio para el inyector y en vez de una bomba normal, se requiere una bomba de alta presión.”



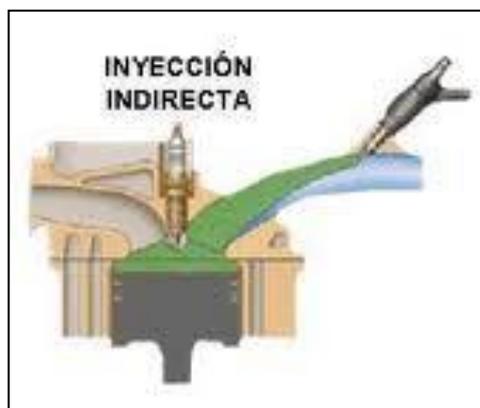
Fuente: GRANA, X.(2014)

Figura 2. 22 Inyección directa.

El costo de este sistema es alto y no es muy común para las motocicletas. Yamaha aplicó este sistema de inyección directa HPDI (Inyección Directa de Alta Presión) para la serie V-MAX de motores fuera de borda para conseguir un buen consumo de combustible y mejores emisiones.

2.7.2. Inyección indirecta

Con los sistemas de inyección al múltiple, el combustible se inyecta en el múltiple, similar a los sistemas del carburador.



Fuente: GRANA, X.(2014)

Figura 2. 23 Inyección indirecta.

El inyector se localiza en una posición más fresca y no expuesto a las altas temperaturas y altas presiones. Como resultado de eso, hay más libertad para diseñar la culata del cilindro.

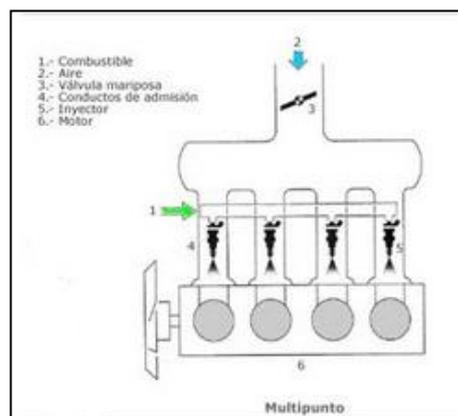
Hay dos sistemas en el caso de los motores multi-cilíndricos. Uno, es equipar cada cilindro con un inyector. Este sistema se llama inyección multipunto.

El otro sistema equipa un inyector para todos los cilindros, ubicado antes de la válvula de aceleración. Este sistema se llama inyección monopunto.

2.7.3. Inyección multi-punto

Cada cilindro tiene su propio inyector. Por lo tanto, el inyector puede inyectar la cantidad adecuada de combustible que es requerida por cada cilindro. Por consiguiente, este sistema puede controlar y realizar un mejor rendimiento y mejores emisiones.

Este sistema necesita sistemas de control, inyector y circuitos de manejo para cada cilindro. Por lo tanto, su costo es alto comparado con la inyección monopunto.



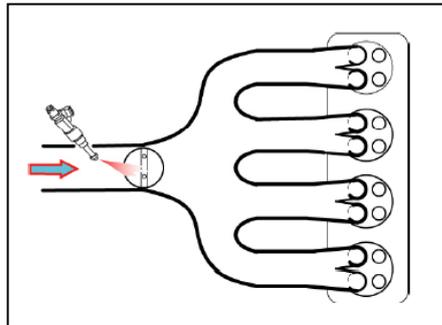
Fuente: GRANA, X.(2014)

Figura 2. 24 Inyección Multipunto.

2.7.4. Inyección monopunto

Este sistema tiene un inyector para todos los cilindros. Este sistema es simple y hay sólo un número pequeño de partes. Como resultado, el

costo es bajo comparado con la inyección multipunto. Sin embargo, la distribución del aire de la admisión para cada cilindro no es igual y necesita un diseño complicado para reducir las diferencias del flujo de aire para cada cilindro.



Fuente: FUJISAWA, H. (1988)

Figura 2. 25 Inyección Monopunto.

2.8. CLASIFICACIÓN POR EL TIEMPO DE INYECCIÓN

2.8.1. Inyección continúa

Los inyectores introducen el combustible de forma continua en los colectores de admisión, previamente dosificada y a presión, la cual puede ser constante o variable.

2.8.2. Inyección intermitente

Los inyectores introducen el combustible de forma intermitente, es decir; el inyector abre y cierra según recibe órdenes de la computadora, existiendo tres tipos de esta inyección.

a) Inyección Independiente (Inyección Secuencial)

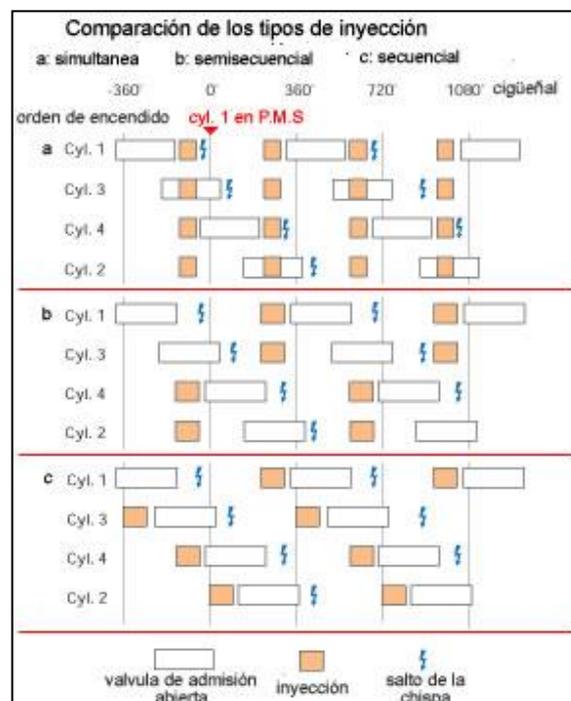
En este tipo de inyección de combustible se inyecta en el tiempo y volumen exacto para cada cilindro es decir de los inyectores funcionan de uno en uno. A 720° de giro de cigüeñal dividido para el número de cilindros.

b) Inyección Simultánea

Dicho sistema funciona con todos los inyectores dosificando combustible a la vez, y la apertura y cierre del inyector se da en cada vuelta del cigüeñal. A altas velocidades del motor es difícil, con este sistema, tener suficiente tiempo de cierre de la inyección.

c) Inyección semisecuencial

La dosificación de combustible en este sistema se lo lleva de dos en dos inyectores, es decir 720° de giro del cigüeñal para la mitad el número de cilindros.



Fuente: FUJISAWA, H. (1988)

Figura 2. 26 Tipos de Inyección Intermitente

2.9. SUBSISTEMA DE CONTROL DE DETECCIÓN DEL VOLUMEN DE AIRE DE LA ADMISIÓN

MORGAN, P.(2013) “La inyección de combustible se clasifica por el método de detección del volumen de aire de la admisión, el método de inyección, la posición del inyector y el tiempo de la inyección. Hay dos sistemas para detectar el volumen de aire de la admisión. Uno, se mide

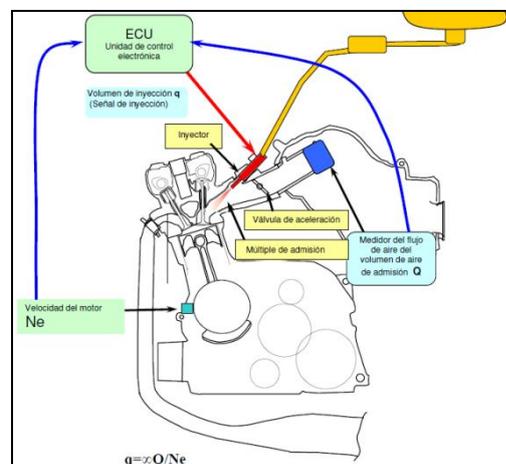
directamente y el otro, indirectamente. El sistema de flujo de masa, mide el volumen del aire de la admisión directamente. La medición indirecta del volumen del aire de la admisión, se hace utilizando la relación con la presión de admisión del múltiple, el ángulo del acelerador y la velocidad del motor.

Con estos valores la ECU calcula el volumen de aire.

- El sistema de medición indirecta, que usa la presión de admisión en el múltiple, es llamado “Sistema de densidad de la velocidad”.
- El sistema de medición indirecta, el cual usa el ángulo de aceleración, es llamado “Sistema de velocidad de la aceleración”.

2.9.1. Sistema de medición directa

GRANA, X.(2014) “Con este sistema, la medición del aire de la admisión es hecha directamente con un medidor de flujo de aire. La relación del flujo de la masa de aire (lt/s.) es dividida por la velocidad del motor y el flujo de masa de aire se determina para un ciclo. Luego, la ECU calcula la duración de la inyección basada en la masa de aire detectada.”



Fuente: GRANA, X.(2014)

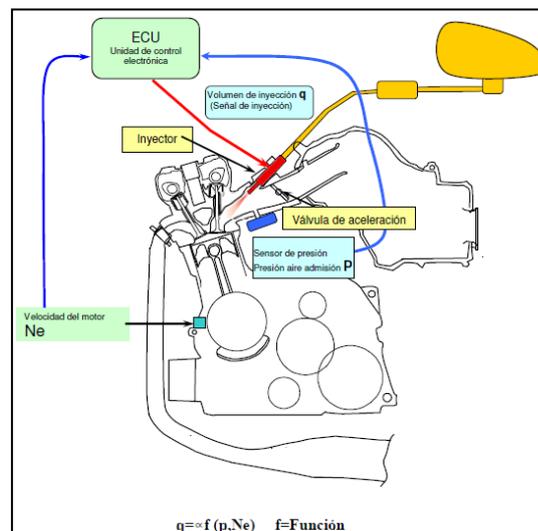
Figura 2. 27 Sistema del flujo de masa de aire.

MORGAN, P.(2013) “El flujo de la masa de aire es medido directamente y se puede controlar con precisión la relación A/C.

Por el mecanismo que usa este sistema se lo denomino como L-jetronic que significa sistema mecánico con admisión de aire.

2.9.2. El sistema de medición indirecto

MORGAN, P.(2013) “El método de la densidad de la velocidad determina el volumen de aire de la admisión desde la presión del aire de la admisión (SENSOR MAP) y la velocidad del motor (SENSOR CKP) y calcula el volumen de la inyección del combustible de acuerdo a ello (duración de la inyección). Pero el volumen de aire de la admisión simplemente no es proporcional con la presión del aire de la admisión.”



Fuente: MORGAN, P. (2013)

Figura 2. 28 Método de densidad de velocidad

MORGAN, P.(2013) “Por esto, este sistema necesita compensaciones de varios sensores para decidir el volumen exacto de aire.”

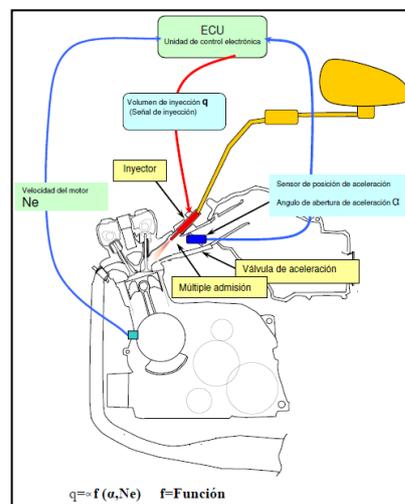
En resumen a este sistema de inyección se lo conoce como D-Jetronic debido a que el sistema detecta la presión del aire y es muy factible instalarlo en una motocicleta por la reducción de su tamaño.

2.9.3. El sistema de medición indirecto

MORGAN, P.(2013) “El método de velocidad de aceleración determina el volumen de aire de la admisión desde el ángulo de abertura del acelerador y la velocidad del motor y calcula el volumen de la inyección de combustible (duración de la inyección). Este sistema detecta directamente el

ángulo de aceleración y da una buena respuesta. Por lo tanto, este sistema es utilizado en motores de alto rendimiento.”

MORGAN, P.(2013) “Pero el volumen del aire de la admisión simplemente no es proporcional con el ángulo de aceleración, especialmente a baja velocidad. La relación entre el ángulo de aceleración y el volumen del aire de la admisión es más complicada que en el método de densidad de la velocidad. Por lo tanto, el método de velocidad de la aceleración es usado en combinación con otros métodos, como el método de la densidad de la velocidad.”



Fuente: MORGAN, P.(2013)

Figura 2. 29 Sistema de Velocidad de aceleración

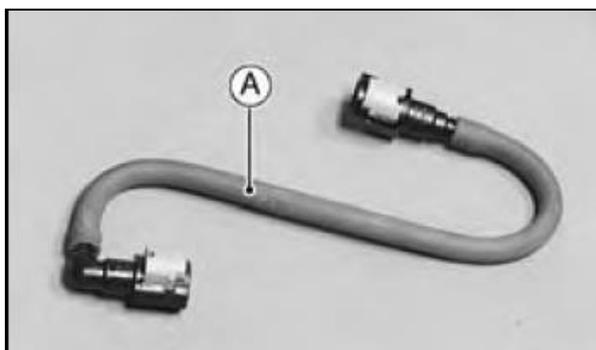
2.10. DIAGNÓSTICO DE LA INYECCIÓN DE GASOLINA APLICADO EN MOTOCICLETAS

Es muy importante realizar una revisión visual completa antes de ejecutar cualquier acción. Cualquiera tipo de avería en el sistema de alimentación causa problemas de conducción, deterioro de sus componentes y emisiones excesivas de gases.

2.10.1. Fugas de gasolina

Se debe revisar cuidadosamente que no haya fugas de gasolina en ningún tubo de combustible, ni en ninguna conexión o en la bomba eléctrica

de gasolina. Las capas de suciedad o de polvo pueden provocar fugas de combustible y es difícil localizarlas. Se debe instalar un manguito nuevo con su guarnición o adaptador para reemplazar el que tenga fuga. Limpiar completamente todas las conexiones del tubo de gasolina antes de abrir la llave.



Fuente: Los Autores

Figura 2. 30 Manguera de combustible.

2.10.2. Fugas de aire

No debe ocurrir ninguna fuga de aire en el sistema de admisión de aire. Las fugas de aire pueden causar un empobrecimiento excesivo de la mezcla que entra en los cilindros.

Esto debido a que el aire expelido por la fuga no es medido por el sensor de flujo de aire. Reemplazar los manguitos, juntas u otras partes defectuosas.



Fuente: Los Autores

Figura 2. 31 Múltiple de admisión con salidas de aire.

Después de realizar cualquier operación de servicio o reparación en el sistema electrónico de inyección de combustible deben ser comprobados el reglaje o temporización del encendido, la velocidad del ralentí y la mezcla de ralentí. Todo esto debe ser reajustado, si es necesario, antes de devolver la moto al cliente.

2.11. MANTENIMIENTO.

Se define como mantenimiento a un conjunto de actividades que deben realizarse a equipos o máquinas, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que los mismos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados.

2.11.1. Mantenimiento Preventivo.

Este tipo de mantenimiento tiene su importancia en que se realiza inspecciones periódicas sobre los equipos, teniendo en cuenta que todas las partes de un mecanismo se desgastan en forma desigual y es necesario atenderlos para garantizar su buen funcionamiento.

2.11.2. Mantenimiento Correctivo.

Este tipo de mantenimiento va encaminado a corregir una falla que se presente en determinado momento. Se puede asegurar que el equipo es el que determina cuando se debe detener. Su función principal es poner en marcha el equipo lo más rápido posible y al mínimo costo posible.

2.12. LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO A INYECTORES

La correcta limpieza de los inyectores es de suma importancia para el buen desempeño del motor, determinando un ahorro significativo de gasolina y una mejoría en la potencia.

La combustión interna del motor se deriva de la perfecta atomización del combustible dando como resultado un buen rendimiento y una

disminución de gases contaminantes, lo que le permitirá conducir la motocicleta con mayor seguridad.



Fuente: Los Autores

Figura 2. 32 Rampa de inyectores para limpieza.

Un ingreso deficiente de gasolina causará inconvenientes en el sensor de oxígeno y obstruirá progresivamente el convertidor catalítico, perjudicando su economía.

Hoy en día existen diversos métodos para realizar la limpieza de los inyectores de combustible del vehículo de los cuales destacan:

- ✓ Aditivos limpiadores de inyectores
- ✓ Líquido presurizado para la limpieza de inyectores
- ✓ Limpieza mediante laboratorio.

2.12.1. Aditivos limpiadores de inyectores.

SOSA, F.(2013) “Consiste en la aplicación de líquidos denominado aditivos de limpieza de inyectores dentro del depósito de combustible, cabe mencionar que estos presentan desventajas ya que recorren por todo el sistema de combustible, por lo que remueven toda la contaminación que exista dentro de las líneas de combustible, lo cual es probable que lleguen a obstruir filtros e inyectores, sin olvidar que al ser un líquido muy agresivo dañará los empaques de goma (oring) que sellan el inyector, la ventaja que presenta este método es que no hay necesidad de desmontar accesorios

para la limpieza, por consecuencia no se asegura que en efecto se allá llevado acabado un limpieza adecuada de los inyectores.”



Fuente: SOSA, F. (2013)

Figura 2. 33 Aditivo para limpiar inyectores.

2.12.2. Líquido presurizado para la limpieza de inyectores.

SOSA, F. (2013) “Consiste en la limpieza de inyectores montados sobre el motor con líquidos presurizados o líquido para bolla, el cual se conectan directamente sobre el riel de inyectores sin necesidad de pasar por toda la línea de combustible, resulta benéfico ya que solo hay que cancelar la bomba de combustible lo cual se consigue retirando el fusible de la bomba o colocando ahorcadores en la líneas de combustible, es un método rápido sin embargo el no controlar la presión de la bolla o de la lata presurizada existe la posibilidad de dañar los inyectores debido a una alta presión.”



Fuente: SOSA, F. (2013)

Figura 2. 34 Montaje de mangueras para limpieza de inyectores.

Este tipo de limpieza utiliza demasiadas sustancias químicas las mismas que son quemadas dentro del motor y expulsadas por los gases de escape y por su alto contenido de químicos dañan los sistemas catalíticos y las sondas EGO disminuyendo la vida útil de cada componente del sistema de escape.

2.13. PROCESO DE LIMPIEZA Y PRUEBAS EN LABORATORIOS



Fuente: SOSA, F. (2013)

Figura 2. 35 Banco de pruebas para dos inyectores de motocicletas.

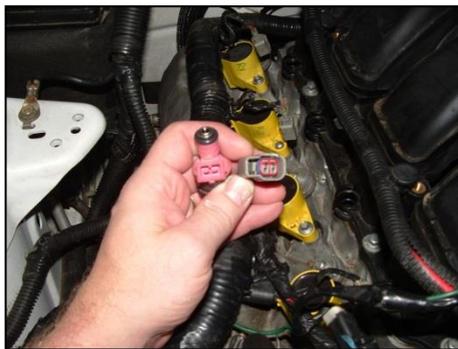
SOSA, F. (2013) “El lavado de inyectores mediante la utilización de un laboratorio consiste en desmontar los inyectores para posteriormente someterlos bajo un proceso de limpieza en cual se puede observar de manera física el trabajo que realiza cada uno de ellos, dentro de las pruebas que se le realizan son resistencia en la bobina, funcionamiento mecánico del inyector, fugas o goteos, patrón de pulverización, caudal y calibración, este proceso se realiza en repetidas ocasiones para una comprobación precisa para obtener tolerancias que van de 5 y 10 % de diferencia entre cada inyector.”

En primer lugar los inyectores una vez desmontados son sometidos a un procedimiento de limpieza por medio de ultrasonido, esta limpieza se realiza por energía de ondas ultrasónicas las cuales forman una explosión al

interior del inyector desprendiendo con ello todas las partículas de carbón y barniz almacenadas en el interior. Una vez que el inyector es limpiado por ultrasonido es sometido a un banco de diversas pruebas los cuales consisten.

2.13.1. Comprobación eléctrica del inyector

Se somete a pulsaciones a fin de comprobar su funcionamiento y forma de activación eléctrica.



Fuente: Los Autores

Figura 2. 36 Comprobación eléctrica de los inyectores.

2.13.2. Lavado

Consiste en inyectar una solución especial de limpieza para inyectores a alta presión por el conducto de salida de combustible del inyector y pulsarlo eléctricamente esto con la finalidad de que expulse todos los sedimentos y particular de carbón y barniz que se pudieran encontrar en el micro/filtro alojado en la entrada de gasolina del inyector.



Fuente: Los Autores

Figura 2. 37 Limpieza de inyectores mediante líquidos.

2.13.3. Comprobación de fugas

Se somete el inyector a una presión de líquido sin ser activa o pulsado en inyector a fin de comprobar si el inyector presenta alguna fuga de combustible de sus sellos y de la aguja inyectora.

2.13.4. Verificación de abanico

Al someterlo a la limpieza por medio del laboratorio se comprueba que la inyección en su forma de abanico sea uniforme en todos los inyectores.



Fuente: Los Autores

Figura 2. 38 Verificación de abanico

2.13.5. Comprobación de caudal

Se realiza mediante la simulación controlada de pulsos de inyección aparentando su trabajo normal en el interior del vehículo y mediante probetas marcadas se verifica que todos los inyectores en el mismo tiempo, velocidad y lapso inyecten la misma cantidad de combustible.



Fuente: Los Autores

Figura 2. 39 Verificación de caudal.

Cabe mencionar que la limpieza de inyectores mediante un banco de pruebas es lo más recomendado ya que se realiza fuera del motor sin necesidad de afectar los componentes del sistema de escape, sin embargo en cada desmontaje de inyectores se recomienda la sustitución de las gomas de empaque de cada inyector (oring) a fin de evitar pérdida de presión y fugas, así mismo el costo de mantenimiento se eleva considerablemente ya que hay necesidad de pagar mano de obra para el desmontaje y montaje sin olvidar el costo de limpieza de cada uno de los inyectores.

2.14 LIMPIEZA DE INYECTORES MEDIANTE TINA ULTRASÓNICA

En el caso de la limpieza de inyectores por ultrasonido se pretende detallar los parámetros que actúan en este proceso, ya que es preciso definir cada componente que interviene y como se produce las ondas que permiten limpiar a los inyectores.

2.14.1. Velocidad de propagación del sonido

VILLAVICENCIO, P.(2012) “La velocidad de propagación de la onda sonora depende de las características del medio ambiente en el que se transmite dicha propagación tales como: presión, temperatura, densidad, humedad, entre otros.”

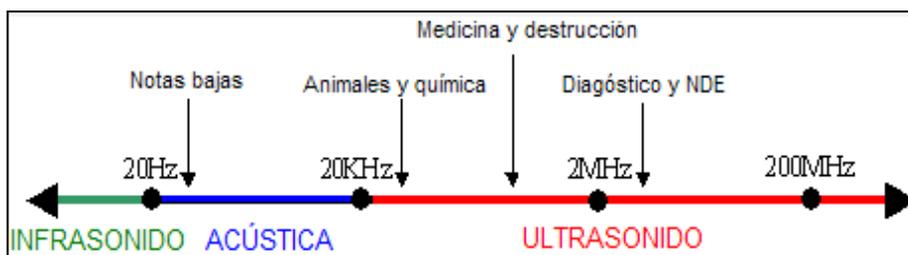
Tabla 2. 3 Velocidad del sonido en algunos medios.

Estado	Medio	Velocidad (m/s)
GASEOSO	Aire (20°C)	340
	Hidrogeno (0°C)	1286
	Oxigeno (0°C)	317
	Helio (0°C)	972
LÍQUIDO	Agua (25°C)	1493
	Agua de mar (25 °C)	1533
SÓLIDO	Aluminio	5100
	Cobre	3560

Fuente: Los Autores

2.14.2. Ultrasonido

VILLAVICENCIO, P. (2012) “El ultrasonido es una onda sonora cuya frecuencia supera el límite perceptible por el oído humano, es decir las ondas no pueden ser escuchadas porque la frecuencia se ubica sobre los 20000 Hz.”



Fuente: VILLAVICENCIO, P. (2012)

Figura 2. 40 Esquema gráfico de las frecuencias de sonido.

2.15. LIMPIEZA ULTRASÓNICA

VILLAVICENCIO, P. (2012) “La limpieza ultrasónica consiste en la utilización de los ultrasonidos para eliminar de manera efectiva la suciedad u otros elementos extraños que se adhieren a la superficie de un cuerpo tales como delgadas capas de grasa, depósitos de carbono, moho, oxido, sulfataciones, entre otros.”

VILLAVICENCIO, P.(2012) “Las frecuencias utilizadas para la gama de limpieza por ultrasonidos de 20.000 ciclos por segundo o Kiloherztio (KHz) a más de 100.000 KHz. Las frecuencias más comúnmente usados para la limpieza industrial son aquellos entre 20 KHz y 50 KHz. Las frecuencias superiores a 50 KHz se usan en limpiadores ultrasónicos pequeños de mesa tales como las que se encuentran en las tiendas de joyería y oficinas dentales. En un limpiador ultrasónico, el objeto a limpiar se coloca en una cámara que contiene u liquido conductor de ultrasonidos. Un generador de ultrasonidos incorporado en la cámara, o en algunos casos sumergido en la solución limpiadora, produce ondas ultrasónicas en el fluido con una señal eléctrica oscilante a la frecuencia de ultrasonidos, el mismo

que produce en el líquido millones de microscópicos “huecos” o “vacío” parcial de burbujas. Este fenómeno se denomina cavitación.”

2.15.1. Transductor de ultrasonidos

En forma general, un transductor es un dispositivo que convierte una forma de energía en otra. Un conductor ultrasónico convierte la energía eléctrica en energía mecánica en forma de sonido y viceversa.



Fuente: Los Autores

Figura 2. 41 Transductor piezoeléctrico.

Son **transductores piezoeléctricos** aquellos que basan su funcionamiento en el fenómeno de la piezoelectricidad. Para su fabricación se utilizan materiales cerámicos como el Titano de Bario, aunque en un principio se usaban el Cuarzo o la Sal de Rochelle.

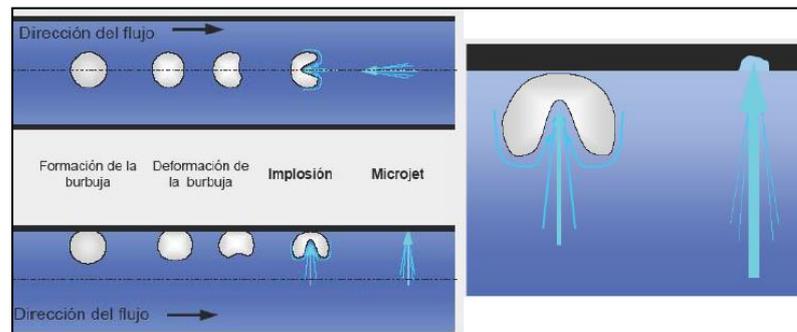
Mediante el efecto piezoeléctrico directo a través de una fuerza externa se logra un desplazamiento de cargas lo que induce una corriente de desplazamiento y ésta un campo eléctrico.

2.15.2. Cavitación ultrasónica

MARCHEGANI, A. (2006) “Por cavitacion se entiende la formación de bolsas de vapor localizadas dentro del liquido, pero casi siempre en las proximidades de las superficies sólidas que limitan el liquido.”

MARCHEGANI, A. (2006) “En un medio líquido, las señales de alta frecuencia producidas por un oscilador electrónico y enviadas a un

transductor especialmente colocado en la base de una batea de acero inoxidable que contiene dicho líquido, generan ondas de compresión y depresión a una altísima velocidad. Esta velocidad depende de la frecuencia de trabajo del generador de ultrasonido. Las ondas de compresión y depresión en el líquido originan la cavitación ultrasónica.”

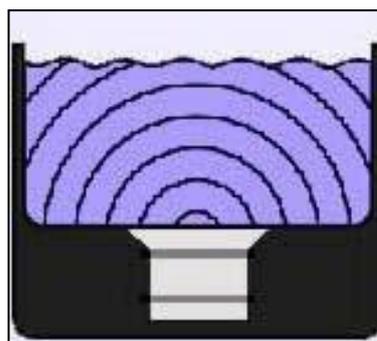


Fuente: MARCHEGANI, A. (2006)

Figura 2. 42 Colapso de una burbuja con la subsiguiente formación del Jet.

2.15.3. Frecuencias de trabajo

La frecuencia del generador ultrasónico es importante porque determina el tamaño del punto de cavitación en el interior del líquido. A mayor frecuencia del generador, menor es el tamaño del punto de cavitación generado, mientras que a menor frecuencia, mayor es el tamaño de los puntos de cavitación.



Fuente: VILLAVICENCIO, P.(2012)

Figura 2. 43 Influencia de la frecuencia ultrasónica en soluciones líquidas.

2.15.4. Solución limpiadora

La solución limpiadora debe ser apta para retirar la suciedad sin ultrasonidos, ya que la verdadera actividad de ultrasonidos es ayudar a la solución a hacer su trabajo, el agua normalmente no es eficaz. La solución de limpieza contiene ingredientes diseñados para hacer la limpieza por ultrasonidos más eficaz, estas contienen detergentes, agentes humectantes y otros componentes, y tienen gran influencia en el proceso de limpieza.

2.16. DIFERENCIAS EN EL PROCESO DE MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE INYECTORES

La utilización de ambos mantenimientos es ampliamente aceptado no solamente en nuestro medio sino dentro del mundo automotriz en general, sin embargo es necesario resaltar las diferencias entre estos métodos para conocer cuál de ellos es el mejor y cuáles se acreditan como el mantenimiento adecuado.

El método de mantenimiento por cánister.

- ✓ No se retiran los inyectores de su lugar.
- ✓ Se usa un líquido limpiador inflamable.
- ✓ Se combustiona el líquido limpiador enviando gases tóxicos a la atmósfera.
- ✓ No se puede observar la inyección del inyector.
- ✓ No se prueba el funcionamiento de los inyectores.
- ✓ Menor limpieza en los inyectores.
- ✓ Permite limpiar internamente el sistema.
- ✓ Riesgo de daño a los sensores de oxígeno y los convertidores catalíticos debido a la mayor concentración de químicos perjudiciales en el líquido limpiador.
- ✓ Puede desalojar a menudo partículas que son parte del riel de inyectores y con esto tapara el inyector.

- ✓ Mantenimiento más económico.

El método de mantenimiento en un banco de pruebas y limpieza por ultrasonido.

- ✓ Se retiran los inyectores del sistema de alimentación
- ✓ Se usa un líquido limpiador no inflamable.
- ✓ A la atmosfera no se envían gases productos de una combustión, ya que no se combustiona el líquido limpiador.
- ✓ Se puede observar la inyección del inyector al momento de las pruebas.
- ✓ Se introduce a los inyectores en una tina ultrasónica que limpia efectivamente los depósitos o taponamientos en el inyector.
- ✓ Se somete a los inyectores a un generador de pulsos que se asemejen a los que envía la unidad de control del motor tanto en las pruebas como en la limpieza ultrasónica.
- ✓ Las pruebas se realizan para una comprobación precisa de tolerancias de inyección de combustible que proporciona el fabricante de inyectores como un máximo de un 10% de diferencia entre cada inyector.
- ✓ Mantenimiento relativamente más costoso.
- ✓ En el análisis de los métodos de mantenimiento se notan características considerables entre ambos, pero para prolongar la vida útil de los inyectores se debe hacer un mantenimiento en un banco de pruebas y la limpieza por ultrasonido.

CAPÍTULO 3

PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS

3.1 HIPÓTESIS

El banco de pruebas para mantenimiento preventivo y correctivo de los inyectores de motocicletas permitirá realizar operaciones para la puesta a punto y diagnóstico de este componente.

3.2 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Diseñar y construir un banco de pruebas para el mantenimiento preventivo y correctivo de inyectores de motocicletas monocilíndricas, que permita realizar un correcto diagnóstico del sistema.

3.2.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Banco de pruebas para inyectores de motocicletas.

3.2.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Mantenimiento y diagnóstico en los inyectores de motocicletas.

3.2.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

a. Variable independiente

Tabla 3. 1 Operacionalización de la variable independiente.

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	PREGUNTAS
Banco de pruebas para inyectores de motocicletas.	Académica	Número de tarjetas electrónicas que conforman el banco de pruebas ≤ 2 .	¿Cuántas tarjetas controlan el banco de pruebas? ¿Cuáles el valor de rpm ideal para realizar una prueba?
	Tecnológica	Variación de rpm comprendidas entre 500 a 7500. Presión de operación de 28 PSI - 2 Bar. Tiempo de activación del inyector = 2ms.	¿Cómo influye la presión en las pruebas del banco? ¿Cómo se determina el tiempo de activación del inyector?

Fuente: Los Autores

b. Variable dependiente

Tabla 3. 2 Operacionalización de la variable dependiente.

CONCEPTO	CATEGORIA	INDICADOR	PREGUNTAS
MANTENIMIENTO Y DIAGNÓSTICO EN LOS INYECTORES DE MOTOCICLETAS.	Académica	Pruebas que se desarrollan en el banco ≤ 3	¿Cómo se desarrollan las pruebas en el banco?
	Tecnológica	Operación de mantenimiento a realizar a los inyectores =3. Prueba de selección de operación.	¿Cuáles son las pruebas que se realizan en el banco?

Fuente: Los Autores

CAPÍTULO 4

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE INYECTORES DE MOTOCICLETAS MONOCILÍNDRICAS”

4.1. LEVANTAMIENTO DE REQUERIMIENTOS.

Con los requerimientos planteados se procede a desarrollar el banco de pruebas para inyectores de motocicletas para el laboratorio de AUTOTRÓNICA el cual consta de componentes mecánicos y electrónicos ensamblados entre sí para permitir realizar comprobaciones de mantenimiento a inyectores de motocicletas de categorías como ENDURO, SUPER CROOS y de BAJA GAMA.

El banco de pruebas para inyectores dispone de las siguientes características:

- ✓ Prueba de inyectores de 1 a 2.
- ✓ Variación de rpm de 500 a 7500.
- ✓ Presión de operación de 0-28 PSI.
- ✓ Accesorios de fácil montaje.
- ✓ Depósito de combustible.
- ✓ Sistema de drenaje mediante electroválvula.
- ✓ Probetas de llenado de 200ml.
- ✓ Voltaje de operación de 110V-4A.
- ✓ Transformador de corriente alterna a corriente continua 12V.
- ✓ Medición del sistema de presión mediante un manómetro.

4.1.2. Requisitos en base al ambiente de trabajo

Capacidad de trabajo en condiciones severas sean estas variaciones de temperatura, vibraciones y ambientes sucios y húmedos.

4.1.3. Requisitos en base a especificaciones de potencia

Control electrónico de amperaje, el mismo que permite probar sin riesgos cualquier tipo de inyector de cualquier resistencia sin necesidad de seleccionar el voltaje.

Protección en las líneas principales de alimentación cuando se generen variaciones de voltaje.

Distribución de la línea de alimentación de forma adecuada y precisa mediante regulador de voltaje.

4.1.4. Requisitos en base al desempeño solicitado

Alta velocidad de procesamiento y ejecución de pruebas.

Control de tiempos en pruebas determinadas por el usuario para no causar daños al elemento de prueba.

Visualización legible y precisa de la prueba que se realiza.

Aplazar la vida útil con un mantenimiento continuo.

4.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

El equipo consta de un sistema de control electrónico el cual permite llevar al inyector a diferentes fases de trabajo, mediante la variación de RPM y PWM, los mismos que son controlados por variaciones porcentuales. El cambio de fases se las realiza netamente de forma manual y dichos cambios se los puede verificar por medio de un visualizador LCD.

Los componentes que conforman el sistema permiten:

El control del cierre y apertura del inyector variando el ancho de pulso y las revoluciones llevándolo al ciclo real de trabajo.

Controlar electrónicamente la variación de presión de la bomba de combustible mediante la modulación del ancho de pulso.

Realizar las distintas fases de trabajo del inyector como lo son pulverización, estanqueidad y caudal.

Realizar un drenaje netamente controlado por una electroválvula mediante un tiempo determinado.

Limpieza de agentes contaminantes mediante tina ultrasónica.

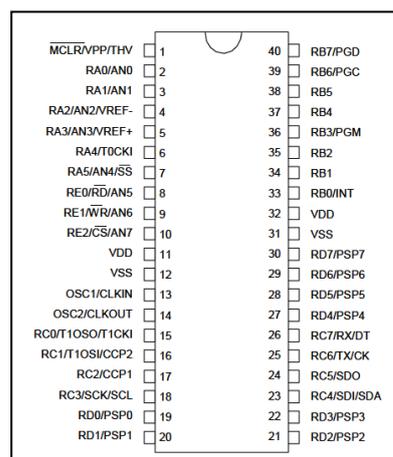
4.3. SISTEMA DE CONTROL

Es aquella que controla todo el sistema electrónico del banco de pruebas por medio de dispositivos electrónicos y con actuadores mecánicos.

4.3.1 Microcontrolador principal

HERRERA, D.(2014) “Se denomina microcontrolador a un dispositivo programable capaz de realizar diferentes actividades que requieran del procesamiento de datos digitales y del control y comunicación digital de diferentes dispositivos.”

HERRERA, D.(2014) “Los microcontroladores poseen una memoria interna que almacena dos tipos de datos; las instrucciones, que corresponden al programa que se ejecuta, y los registros, es decir, los datos que el usuario maneja, así como registros especiales para el control de las diferentes funciones del microcontrolador.”



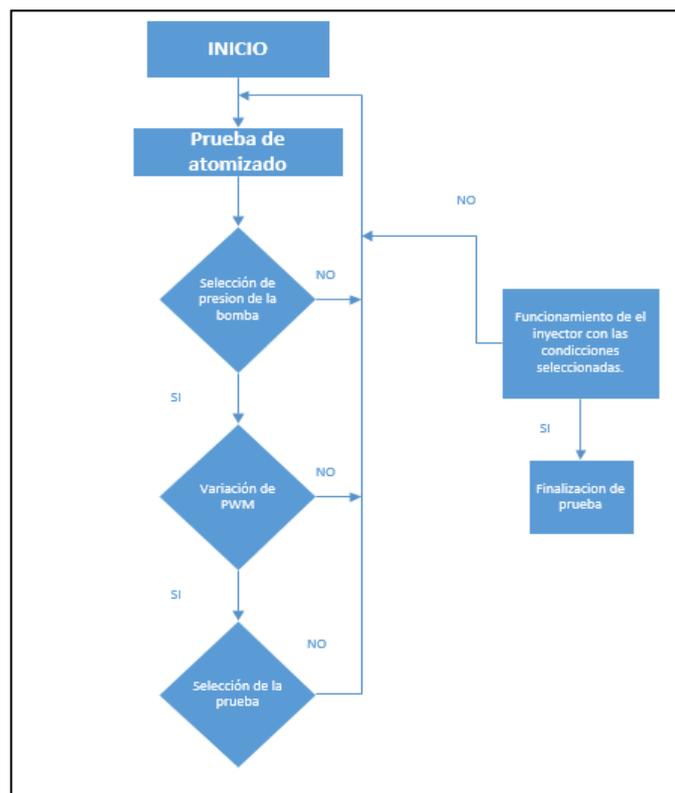
Fuente: MICROCHIP, (2007)

Figura 4. 1 Distribución de pines del PIC16F877

El banco de pruebas tiene cuatro opciones específicas: atomizado, caudal, estanqueidad y limpieza ultrasónica.

4.3.2. Sistema de prueba de atomizado

La prueba de atomizado consiste en someter al inyector al régimen de funcionamiento similar a su actividad dentro del motor.



Fuente: Los Autores

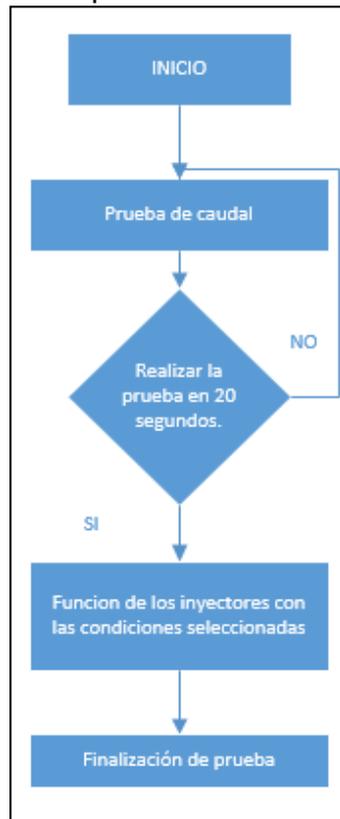
Figura 4. 2 Diagrama de flujo de la prueba de atomizado.

Por este motivo los microcontroladores son elementos que envían señales digitales a los inyectores simulando el trabajo de la unidad de control del sistema de inyección, tomando en cuenta las revoluciones que van de (500-7500), el ancho de pulso o ciclo útil se lo representa mediante porcentajes 10% al 100%, la presión del banco oscila entre 0 y 30 PSI la finalización de cada prueba es de forma manual.

4.3.3. Sistema de prueba de caudal

Este sistema funciona enviando una señal digital en estado lógico igual a uno durante un determinado tiempo.

Para dicha prueba el microcontrolador envía una señal para que el inyector permanezca abierto y la bomba se accione de tal forma que se pueda aumentar o disminuir la presión en el sistema.



Fuente: Los Autores

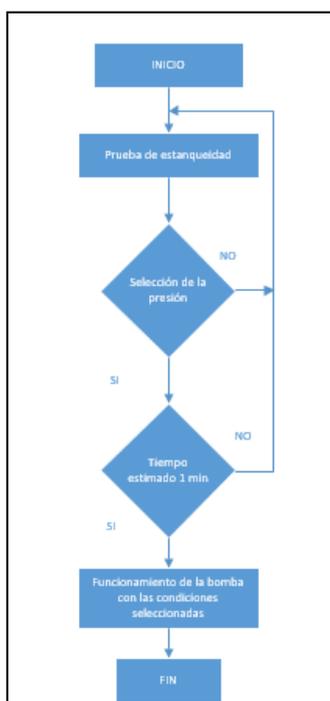
Figura 4. 3 Diagrama de flujo de la prueba de atomizado.

4.3.4. Sistema para la prueba de estanqueidad

Consiste en someter al inyector a una presión de 0 a 100%, para esta prueba el inyector permanece cerrado es decir el microcontrolador no envía señal y solo se acciona la bomba. Verificando que el elemento no tenga fugas, además por la variación de presión que se realiza en el sistema se tiene estimulado como un minuto de prueba ya que es tiempo suficiente para detectar fugas.

4.3.5. Sistema de activación de la limpieza ultrasónica

En nuestro caso usamos la selección de prueba de atomizado para que el inyector este abriendo y cerrando y de esta forma el líquido de limpieza de la tina retire las impurezas del elemento.



Fuente: Los Autores

Figura 4. 4 Diagrama de flujo de la prueba de estanqueidad.

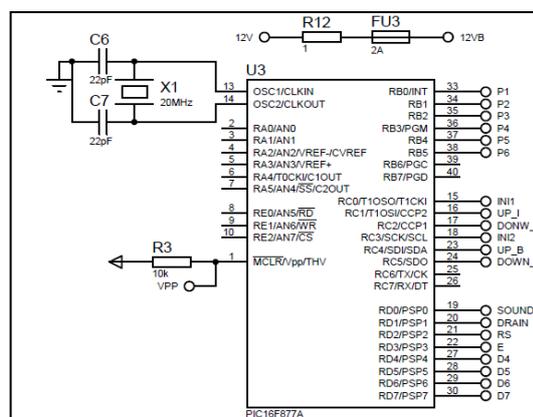
Tabla 4. 1 Características principales del PIC

CARACTERÍSTICAS	16F877
Frecuencia máxima	DX-20MHz
Memoria de programa flash palabra de 14 bits	8KB
Puertos E/S	A,B,C,D,E
Número de pines	40
Interrupciones	14
Timers	3
Líneas de entrada de CAD de 10 bits	8
Juego de instrucciones	35 Instrucciones
Longitud de la instrucción	14 bits
Arquitectura	Harvard
Canales Pwm	2

Fuente: HERRERA, D. (2014)

4.3.6. Frecuencia y ancho de pulso

Por medio de este método se puede controlar la velocidad de la bomba para aumentar y disminuir la presión en el sistema de alimentación del banco. El microcontrolador seleccionado dispone de un módulo denominado CCP (capturador, comparador y PWM) el cual nos permite hacer las tres cosas que indican su nombre es decir recibir valores y compararlos, además genera una señal digital modulando su ciclo útil.



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 5 Conexión del microcontrolador principal

Después de haber detallado lo más principal de este dispositivo se procede a su conexión mediante el simulador PROTEUS.

$$PWM \text{ Periodo} = [(MR2) + 1] * 4 * T_{osc} * TMR2 \text{ prescaler Value}$$

Fuente: Los Autores

Ecuación 4. 1 Variaciones del PWM.

Donde:

- ✓ **PWM Periodo:** es el periodo de la señal digital que obtendremos por el pin del microcontrolador para este fin.
- ✓ **PR2:** Es el valor con el que se le carga al registro PR2 de ocho bits. Al ser un registro de ocho bits, el valor máximo que admite en el

sistema de numeración binario es de 11111111 (ocho unos) y en el sistema de numeración decimal es 255.

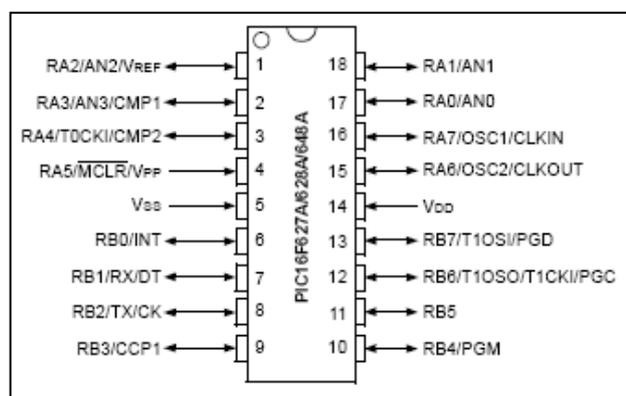
- ✓ **Tosc:** es el periodo de oscilación, el cual está definido por el cristal oscilador que necesita el mismo controlador para su funcionamiento. el cristal seleccionado es de 4MHz.
- ✓ **TMR2 Prescaler Valué:** es el valor que permite aumentar o disminuir la frecuencia de oscilación y admite tres valores: uno, cuatro o dieciséis y se ha utilizado este último. Este valor se los configura en los últimos bits del registro T2CON que es el registro que gobierna el módulo TMR2.

4.4. DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO

Por la investigación realizada, se comprende que cada componente que conforme la estructura eléctrica, electrónica y mecánica del banco de pruebas desempeñara una función concreta y directa según las necesidades que hemos encontrado al momento de realizar un diagnóstico de inyectores para motocicletas.

4.4.1. Microcontroladores secundarios

El PIC16F628A es un microcontrolador de 8 bit, posee una arquitectura RISC avanzada así como un juego reducido de 35 instrucciones.

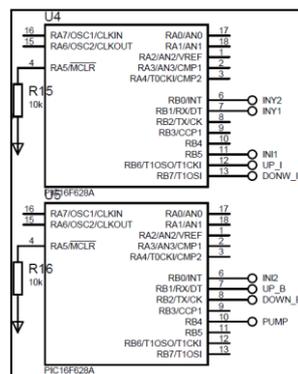


Fuente: Los Autores

Figura 4. 6 Distribución de pines del PIC16F628A

Características principales:

- ✓ Conjunto reducido de instrucciones (RISC). Solamente 35 instrucciones que aprender a utilizar
- ✓ Oscilador interno de 4MHz
- ✓ Opera con una frecuencia de reloj externa de hasta 20 MHz (ciclo de máquina de 200 ns)
- ✓ Memoria de programa: 2048 locaciones de 14 bits
- ✓ Memoria de datos: Memoria RAM de 224 bytes (8 bits por registro)
- ✓ Memoria EEPROM: 128 bytes (8 bits por registro)
- ✓ Stock de 8 niveles
- ✓ 16 Terminales de I/O que soportan corrientes de hasta 25 mA
- ✓ 3 Temporizadores
- ✓ Módulo de comunicación serie (Usart)
- ✓ Módulo CCP (captura/comparación/PWM)
- ✓ 2 Comparadores analógicos, una referencia de voltaje programable salida lógica CMOS. Los pines RA0-RA3 sirven de entrada para el comparador analógico.



Fuente: Los Autores

Figura 4. 7 Conexión de los microcontroladores secundarios.

En la figura anterior se establece la conexión de nuestra tarjeta de control ya que en los pines 12 y 13 se tiene los botones de selección de pruebas.

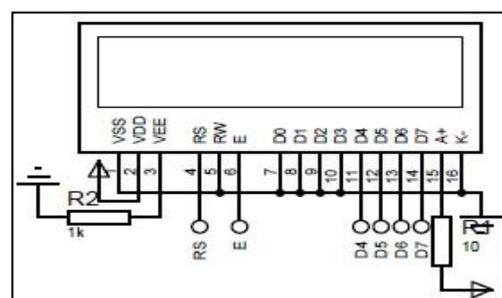
4.4.2. Aplicaciones de los microcontroladores

Cada vez más productos incorporan un microcontrolador con el fin de aumentar sustancialmente sus prestaciones, reducir su tamaño y coste, mejorar su fiabilidad y disminuir el consumo.

Algunos fabricantes de microcontroladores superan el millón de unidades de un modelo determinado producidas en una semana. Este dato puede dar una idea de la masiva utilización de estos componentes.

Los microcontroladores están siendo empleados en multitud de sistemas presentes, como pueden ser juguetes, horno microondas, frigoríficos, televisores, computadoras, impresoras, módems, sistema de arranque de nuestro automóvil, control de sistemas en una nave espacial, etc. Una aplicación típica podría emplear varios microcontroladores para controlar pequeñas partes del sistema. Estos pequeños controladores podrían comunicarse entre ellos y con un procesador central, probablemente más potente, para compartir la información y coordinar sus acciones, como, de hecho, ocurre ya habitualmente en cualquier PC.

4.4.3. Módulo de Visualización LCD



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 8 Visualizador LCD

Los módulos LCD están compuestos básicamente por una pantalla de cristal líquido y un circuito microcontrolador especializado el cual posee los circuitos y memorias de control necesarias para desplegar el conjunto de caracteres ASCII. La lógica de control se encarga de mantener la

información en la pantalla hasta que ella sea sobre escrita o borrada en la memoria RAM de datos.

Tabla 4. 2 Resumen de pines del LCD.

Pin número	Símbolo	Función
1	Vss	Tierra o Masa
2	Vdd	Alimentación
3	Vo	Voltaje de ajuste de contraste
4	R/S	Selección de Dato/comando
5	R/W	Lectura/Escritura
6	E	Habilitador
7	D0	1ª línea de datos (LSB)
8	D1	2ª línea de datos
9	D2	3ª línea de datos
10	D3	4ª línea de datos
11	D4	5ª línea de datos
12	D5	6ª línea de datos
13	D6	7ª línea de datos
14	D7	8ª línea de datos
15	A	Alimentación Backligh +3.5V a +5V
16	K	GND del Backlight

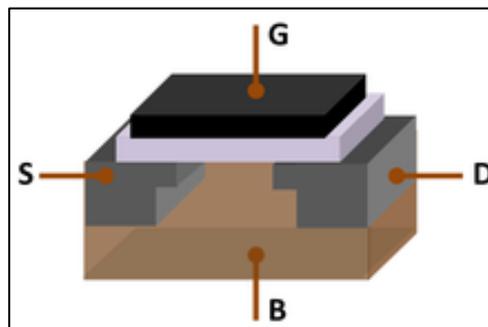
Fuente: Los Autores

Para la conexión del LCD 1602A se explica cada uno de los pines: VSS pin negativo o masa, VDD alimentación, VEE es el contraste de la pantalla, RS es donde el microcontrolador le comunica si quiere mostrar caracteres, RW pin que comanda la lectura/ escritura, D0-D3 su conexión va a masa porque no se los utiliza ya que solo usaremos cuatro bits usaremos D4-D7 con ello se establece las líneas de comunicación por donde ese transfiere los datos, A y K son pines que transfieren la luz de fondo de la pantalla y su alimentación es de 5 voltios.

4.5. SISTEMA DE CONTROL DE POTENCIA

4.5.1. 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: MICROCHIP (2007)

Figura 4. 9 Transistor

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”.

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.

4.5.1.1 Estados del mosfet

Estado de corte: cuando la tensión de la puerta es idéntica a la del sustrato.

Estado de no conducción: ninguna corriente fluye entre fuente y drenado aunque se aplique una diferencia potencial entre ambos.

Conducción lineal: la diferencia de potencial entre fuente y drenado da lugar a la corriente. El transistor es como una resistencia controlada por la tensión de la puerta.

Saturación: cuando la tensión entre drenador y fuente supera cierto límite.

Para la tarjeta de control se usa los transistores IRFIZ44N que tienen las siguientes características:

N: es el canal

31: corriente I_d (A)

55: tensión V_{ds} . (V)

45: potencia P_d (W)

0,024: resistencia R_{ds} (on)

TO-220: encapsulado

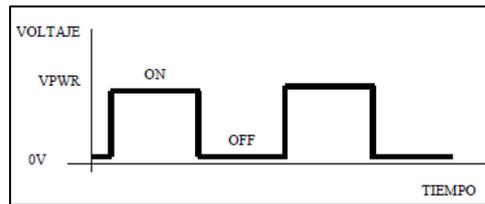
4.5.1.2 Modulación de ancho de pulso

Es la señal de voltaje digital PWM (pulse width module) medida en porcentaje que se origina en los transistores NPN de la ECU para encender o apagar un solenoide. Los tiempos de encendido o de apagado pueden ser variables, lo que hace al tiempo total de un ciclo también variable.

4.5.1.3 Modulación del ciclo de trabajo

Es la señal de voltaje digital (duty pulse) medida en porcentaje que se origina en los transistores NPN de la ECU para encender o apagar un solenoide.

Los tiempos de encendido puede aumentar o disminuir, pero el tiempo total del ciclo es constante.



Fuente: Bernal, L.

Figura 4. 10 Patrón de onda digital

Un osciloscopio mide los pulsos con la unidad medida porcentaje y el valor del ciclo se define con el selector, sea pulso modulado o duty en encendido o en apagado.

$$\%ON = \frac{TIEMPO\ ON}{(TIEMPO\ ON + TIEMPO\ OFF) * 100}$$

Fuente: Bernal, L.

Ecuación 4. 2 Ciclo de trabajo

4.5.2. Inyectores

Nuestro sistema de control electrónico de amperaje maneja dos inyectores por medio de dos canales y por ello permiten llevar al inyector a su condición de trabajo real para luego proceder a realizar las distintas fases de pruebas mediante variaciones de frecuencias.



Fuente: Los Autores

Figura 4. 11 Inyector con su valor resistivo.

4.5.3. Bomba de alimentación de combustible

Para nuestro banco se ha seleccionado una bomba eléctrica no sumergible que presta las condiciones necesarias para suministrar el volumen y presión de combustible en diferentes condiciones.



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 12 Bomba de combustible.

A continuación se presenta una tabla con especificaciones notables de la bomba de combustible que utilizaremos para nuestro sistema.

Tabla 4. 3 Características de la bomba de combustible.

Presión de prueba	5 bar
Caudal	2.5 ltr/min
Corriente	5A
Voltaje nominal	12V

Fuente: Los Autores

4.5.4 Electroválvula de drenaje

Son dispositivos que actúan por inducción eléctrica de función ON/OFF ya que de este modo permiten evacuar el líquido de prueba que se acumula en las probetas cada que se realiza una prueba a los inyectores.

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.



Fuente: Los Autores

Figura 4. 13 Electroválvula de drenaje.

Nosotros como investigadores le hemos dado el uso adecuado a esta electroválvula por ello vimos necesario crear un elemento de tipo T que evacua el líquido a un solo camino y llega directamente al orificio de la válvula para así solventar el drenaje del líquido de pruebas.

La siguiente tabla resume sus características técnicas:

Tabla 4. 4 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: Los Autores

4.6. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA

4.6.1. Transformador eléctrico

El transformador es un dispositivo eléctrico que utilizando las propiedades físicas de la inducción electromagnética es capaz de elevar y disminuir la tensión eléctrica, transformar la frecuencia (Hz), equilibrar o desequilibrar circuitos eléctricos según la necesidad y el caso específico.

En el sistema de alimentación eléctrica es necesario utilizar este dispositivo ya que la alimentación principal del banco es de 120 voltios pero en la parte interna del banco de pruebas hay componentes como la tina ultrasónica, válvula de drenaje que funcionan a 120 voltios mientras que los dispositivos electrónicos usan voltajes de 3 a 12 voltios y un transformador de este tipo es ideal para la distribución de voltajes dentro del banco de pruebas.



Fuente: Los Autores

Figura 4. 14 Transformador GEEI76X33.

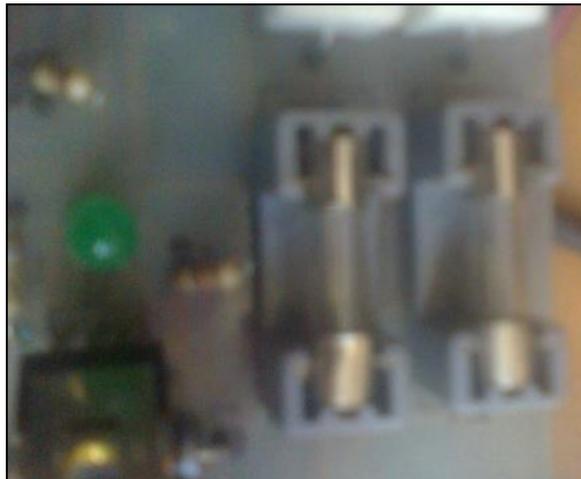
Tabla 4. 5 Especificaciones técnicas del transformador.

CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR GEEI76X33	
VOLTAJE DE TRABAJO	110/220V IN y 12V-0-12V OUT
FRECUENCIA	60/50 Hz
CORRIENTE	4 A

Fuente: Los Autores.

4.6.2. Protección contra cortocircuitos

Como sabemos que el fusible es un elemento conductor de protección el mismo que tiene la misión de fundirse cuando por el pasa una intensidad mayor a la nominal.



Fuente: Los Autores

Figura 4. 15 Dispositivos de protección

Y al fundirse el fusible se abre el circuito quedando de esta forma protegida la tarjeta de control. Para fundirse, el fusible es de menor sección que el resto de conductores y también de menor resistividad.

Si llamamos I_f a la intensidad a la cual ha de fundir un fusible, los tres tipos antes mencionados, se diferencian en la intensidad que ha de atravesarlos para que fundan en un segundo.

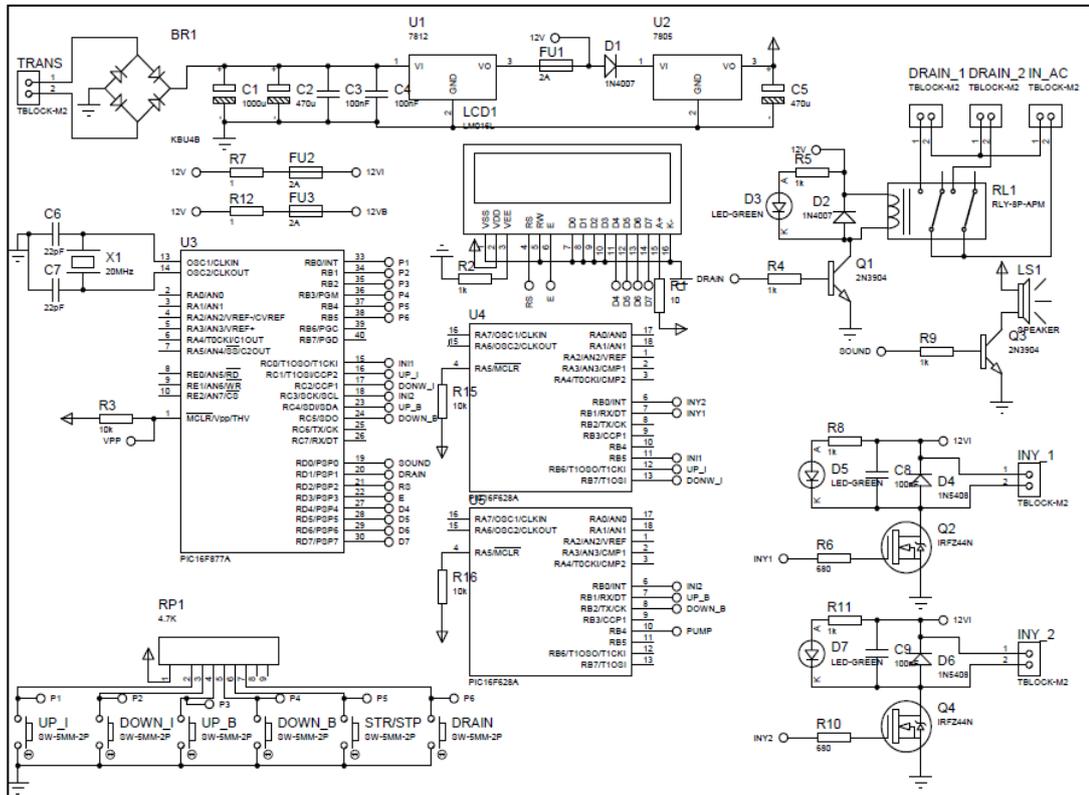
Los fusibles lentos funden en un segundo para $I = 5 I_f$

Los fusibles rápidos funden en un segundo para $I = 2,5 I_f$

Los de acompañamiento funden en un segundo para $I = 8 I_f$

4.7. DIAGRAMA GENERAL

A continuación se hace la compilación total de los diferentes componentes de la tarjeta central de nuestro banco de pruebas.



Fuente: Los Autores

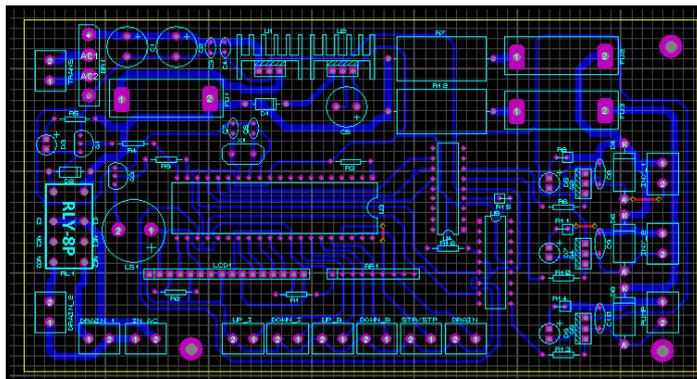
Figura 4. 16 Diagrama general de la tarjeta de control.

De esta forma se logra completar las funciones requeridas para nuestro sistema, dichas pruebas son sencillas y practicas si se las realiza de forma adecuada y según lo requiera el diagnóstico previo al mantenimiento.

4.8. DISEÑO E IMPRESIÓN DEL CIRCUITO

4.8.1. Simulación en la fase de impresión del circuito

En esta parte del proceso de construcción del banco de pruebas se debe tomar muy en cuenta que el circuito simulado tenga el suficiente espacio al momento de generarse la vista de impresión como se muestra en la figura.



Fuente: Los Autores

Figura 4. 17 Circuito de impresión en simulador PROTEUS.

4.8.2. Impresión del circuito

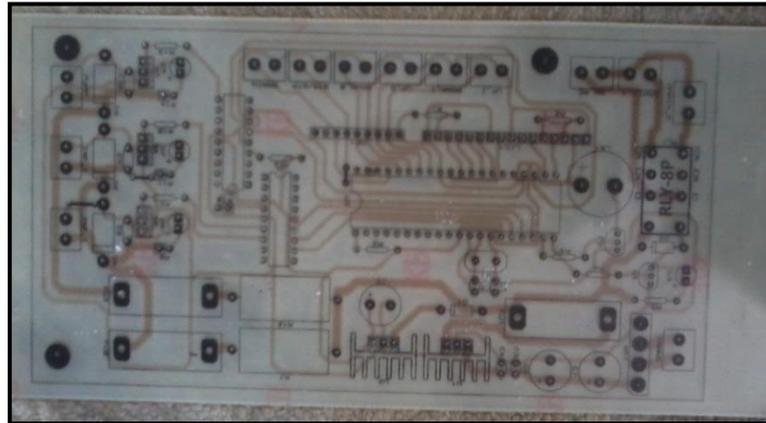
Después de haber observado el circuito mediante simuladores se procede a imprimir el circuito en papel termo transferible ya que dicho papel brinda los beneficios necesarios al momento de plasmar el circuito en la baquelita.



Fuente: Los Autores

Figura 4. 18 Proceso de transferencia del circuito mediante calor.

El proceso de impresión del circuito en la baquelita se lo hace por medio de transferencia de calor y en este caso mediante una plancha la misma que debe desplazarse por todos los sectores de la impresión para que se traslade la imagen completa a la baquelita quedando tal como se indica en la figura 4.14.

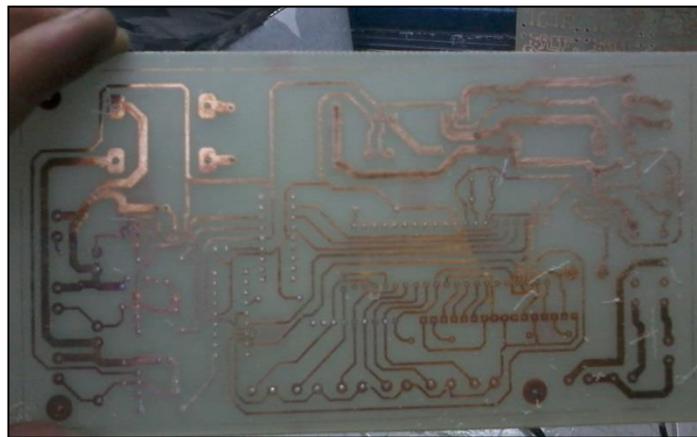


Fuente: Los Autores

Figura 4. 19 Fase de impresión del circuito en la baquelita.

4.8.3. Proceso de quemado de la baquelita

Se debe quitar los excesos del recubrimiento de cobre que tiene la baquelita dejando solo la imagen de las pistas. Esto se lo hace mediante la solución de ácido sulfúrico y agua. También si se tiene la facilidad y por agilizar el proceso de plasmado de pistas se recomienda usar agua caliente.



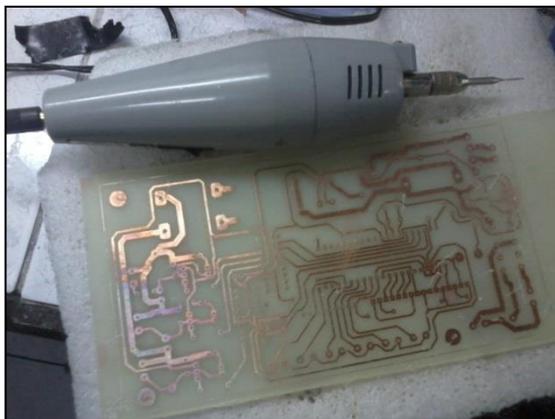
Fuente: Los Autores.

Figura 4. 20 Pistas de cobre finalizadas.

Nota: Si no se tiene bien marcadas las pistas después de la impresión mediante transferencia de calor se debe remarcar las pistas del circuito mediante un marcador indeleble.

4.8.4. Perforación de la baquelita

Después de revisar que las pistas están adecuadas y son continuas se procede a la perforación de los espacios donde van ubicados los componentes electrónicos.

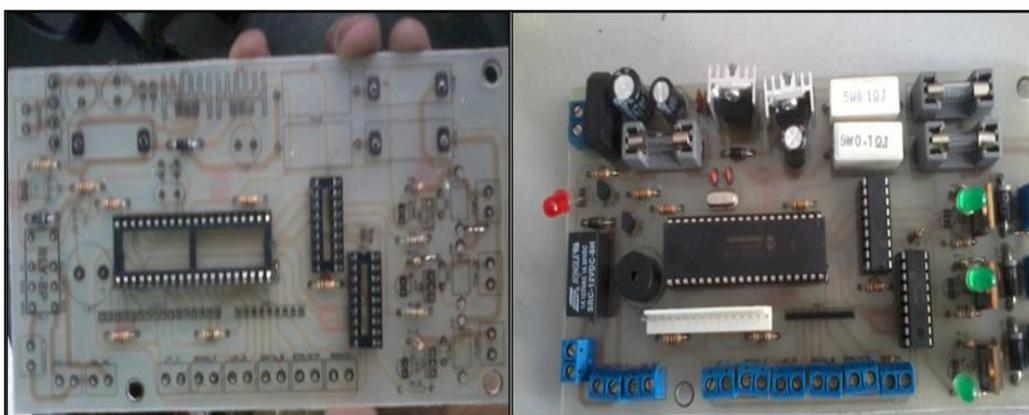


Fuente: Los Autores.

Figura 4. 21 Perforación de la baquelita.

4.8.5. Ubicación y soldadura de elementos electrónicos

Ya se tiene detallado los elementos que van a ser ubicados en el circuito como lo son resistencias, transistores, etc. Luego de ello se procede a la soldadura dando como producto final la tarjeta de control electrónico para nuestro banco de pruebas.



Fuente: Los Autores.

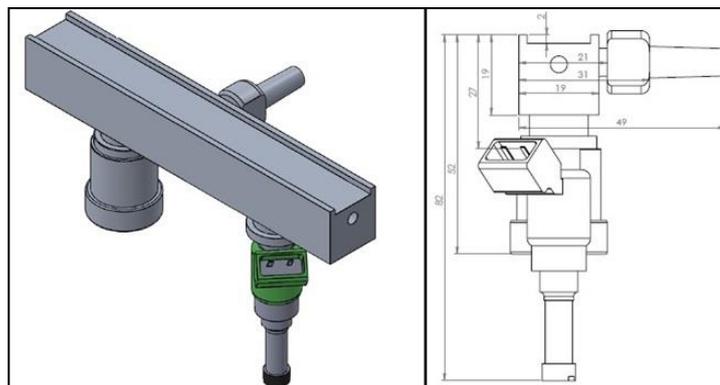
Figura 4. 22 Ubicación de componentes electrónicos y soldadura.

4.9. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA RAMPA DE INYECCIÓN

Como parte del proceso de diseño y construcción vamos a definir y analizar la función y el desempeño de nuestros componentes con el fin de determinar el tamaño, las formas y los materiales necesarios para cada uno de los componentes interrelacionados al banco de pruebas.

4.9.1. Diseño y selección de material

Para selección del material y el diseño se lo hizo mediante propuestas y necesidades técnicas que permitan crear un riel de inyección pequeño pero con capacidad de soportar las presiones que se ganarán en el sistema del banco de pruebas, por ello cada detalle fue diseñado mediante un simulador de estructuras y acorde a las medidas propuestas.



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 23 Diseño de la rampa de inyección.

En el caso de un riel de inyección de motocicleta se maneja presiones no mayores a 80 Psi, por ello nuestra rampa de inyección tendrá un aumento 10 PSI en la presión de trabajo quedando con una presión de trabajo de 90 PSI.

Por eso en diseño para determinar el espesor mínimo del riel de inyección se utiliza la siguiente ecuación:

4.9.2. Cálculo del riel.

Para determinar el espesor mínimo del riel de inyección se utilizó la ecuación de Barlow, la cual se describe a continuación.

$$e = \frac{P \times D}{2 \times \delta t}$$

Fuente: Norton, L. (2011)

Ecuación 4. 3 Cálculo del espesor del material.

Donde:

- ✓ **e** es el espesor requerido.
- ✓ **P** es la presión del sistema.
- ✓ **D** es el diámetro externo (mm).
- ✓ **δt** es el esfuerzo de trabajo del material a utilizar.

La variable δt está determinada por la siguiente ecuación.

$$\delta t = F_s * \delta f$$

Fuente: Norton, L. (2011)

Ecuación 4. 4 Ecuación del esfuerzo de trabajo.

Donde:

- ✓ **F_s** es una constante de reducción y es 0,6.
- ✓ **δf** es el esfuerzo de fluencia del material a utilizar.

Para el riel de inyectores se ha seleccionado el aluminio 1050A por su facilidad de maquinado y adquisición. Su límite de fluencia es de 1400PSI.

Cambiando las unidades de los valores buscados en tablas se tiene:

$$\delta t = 0,6 * 254,48 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\delta t = 152,688 \frac{kg}{cm^2}$$

Fuente: Los Autores

Ecuación 4. 5 Ecuación de resultados.

Para la construcción del riel de inyectores se ha seleccionado el aluminio 1050A por su facilidad de maquinado y adquisición.

Tabla 4. 6 Composición química del aluminio 1050 A.

	%Si	% Fe	% Cu	% Mn	% Mg	% Zn	% TI
1050 A	0,25	0.40	0.05	0.05	0.05	0.07	0.05

Fuente: Los Autores.

4.9.3. Construcción de la rampa

Este proceso se lo lleva a cabo mediante un torno CNC como sabemos este tipo de máquinas son de control numérico computarizado que permiten hacer piezas de manera más precisa y rápida, por ello ya se tiene diseñado el componente a construir así como también el material que en este caso es aluminio, para que el técnico especialista en estas máquinas proceda a cargar el programa.



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 24 Tablero del torno LEADWELL MCV-760 AP.

Luego de cargar a la máquina nuestro diseño el técnico procede a acoplar los accesorios necesarios para el torno como son las muecas de la torrenta, encender la bomba de refrigerante, configuración de la herramienta.

Después de haber optimizado la maquina procedemos a ejecutar el programa y esperaremos el resultado final.



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 25 Proceso de desbaste mediante torno CNC.

Ahora se tiene el producto final una rampa adecuada a las necesidades de nuestro banco de pruebas.



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 26 Rampa de inyección para 2 inyectores.

4.9.4. Construcción de los accesorios de la rampa de inyección.

En este caso por las modificaciones que se ha hecho a nuestra rampa de inyección es necesario crear bocines de acoplamiento, y acoples para la línea de entrada y salida del líquido de pruebas.

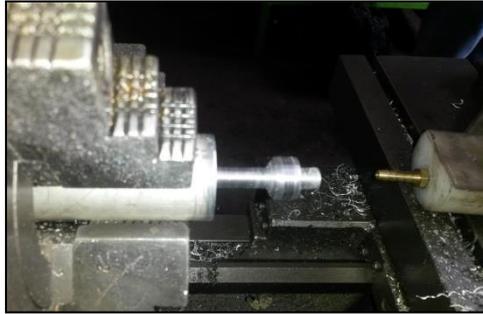
Los bocines de acoplamiento son elaborados de aluminio y se los obtiene mediante un torno desbastando el material innecesario.



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 27 Desbaste de material para creación de acoples.

Para los acoples de entrada y salida del líquido de pruebas se ha previsto adaptarlos ya que la rampa es pequeña y no se encuentran a la venta.



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 28 Creación y adaptación de acoples entrada

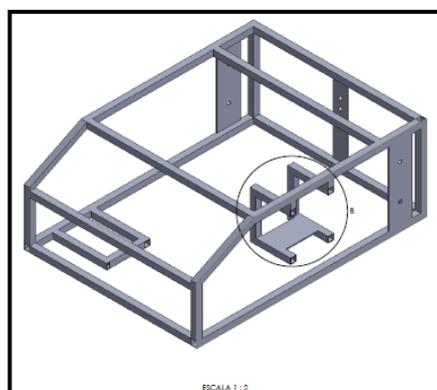
4.10. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA INTERNA Y EXTERNA DEL BANCO DE PRUEBAS.

Para la construcción de la estructura de nuestro banco se debió pasar por varios procesos que a continuación se detallaran.

Ya que para nuestros fines se desea presentar un banco de pruebas ergonómico y de confort para el técnico automotriz.

4.10.1. Proceso de diseño, selección del material y construcción

En este proceso de construcción se determina que componentes van a ir ubicados dentro de esta estructura como: mandos de control, tina ultrasónica, tarjetas de control, componentes de alta presión, etc. Por ello se dimensiona mediante el sistema CAD para tener una estructura adecuada para el banco.



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 29 Diseño de la estructura principal del banco.

Para nuestra simulación se utilizó el acero que a continuación muestra su composición química, ya que cumple con las necesidades requeridas para la construcción del banco y es de fácil adquisición.

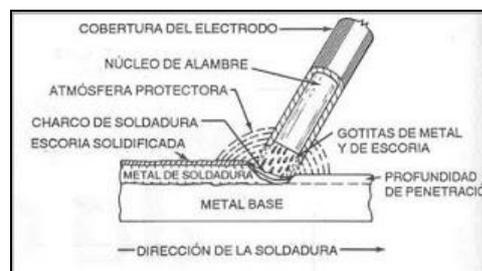
Tabla 4. 7 Composición química del ASTM A-36

Elementos	%
Carbono (C)	0,25-0,29
Cobre (Cu)	0,20
Hierro (Fe)	98,0
Manganeso	1,03
Fosforo (P)	≤= 0,04
Silicio (Si)	0,28
Azufre (S)	≤= 0,05

Fuente: NORTON, R.(2011)

Luego de haber terminado el diseño y la selección del material se procede a cortar el tubo tomando en cuenta sus respectivas medidas. Para consecuentemente iniciar con la fase de soldadura que en este caso será una soldadura por arco metálico protegido (SMAW).

Debido a que el proceso de soldadura por arco metálico protegido, es el más popular ya que tiene una flexibilidad máxima y puede soldar muchos metales en todas las posiciones, yendo de un espesor mínimo a un espesor máximo.



Fuente: HOWARD, C.(1992)

Figura 4. 30 Proceso de soldadura SMAW.

Dicho proceso se lo lleva a cabo mediante un electrodo que es utilizado principalmente para la fabricación de estructuras metálicas más livianas.

Tabla 4. 8 Características principales del electrodo E6011.

Tamaño del electrodo	1/8" (3,2mm)
Amperaje	80 – 120 amp
Penetración	Alta
Tipo de corriente	CA, CC (+)
Espesor a soldar	2,0 a 4,0 mm
Remoción de escoria	Normal
Apariencia del deposito	Rugosa

Fuente: HOWARD, C.(1992)

Después de aplicar el proceso de soldadura adecuado se tiene como resultado la estructura del banco donde irán ubicados los demás componentes que conforman al banco de pruebas.

Ya teniendo la estructura debemos adecuarla con una plancha de tol para poder ubicar los mandos de control, el visualizador LCD y el manómetro de presión y demás dispositivos.



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 31 Adecuación de la cubierta metálica.

4.11. SELECCIÓN DE ACCESORIOS ELECTROMECAÓNICOS Y MECÁNICOS DEL BANCO DE PRUEBAS.

4.11.1. Probetas

En nuestro caso se ha seleccionado probetas de cristal graduadas las mismas que permitirán visualizar la cantidad de líquido de pruebas que fluye por el inyector de prueba.

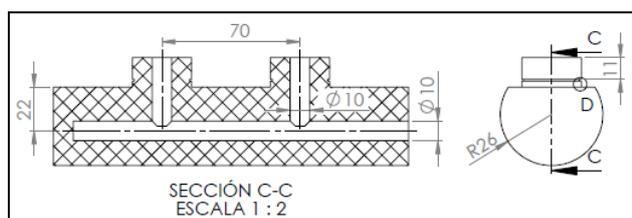


Fuente: Los Autores.

Figura 4. 32 Probeta graduada.

4.11.2. Sistema de drenaje

Para nuestro sistema de drenaje se ha utilizado una sola electroválvula la misma que está encargada de evacuar el líquido de prueba de las dos probetas. Por esto hemos creado nuestro propio componente de drenaje.



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 33 Diseño del ducto de drenaje.

Las características que presenta el banco de pruebas es que consta de 2 probetas y el fluido evacuado llega al elemento de drenaje que es de duralón o nylon con 2 orificios principales para las probetas y un acople para el retorno del líquido al depósito principal.



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 34 Maquinado del ducto de drenaje.

4.11.3. Bomba de combustible

La bomba de combustible es una bomba KOWA de 12 voltios y 4A que va ubicada en la parte externa del banco y genera la suficiente presión para poder realizar sin ningún problema las pruebas a los inyectores. Ya que se puede controlar la presión mediante la variación del ancho de pulso, para así poner a los inyectores en sus condiciones de trabajo.



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 35 Bomba de combustible KOWA.

Para la protección del ingreso de impurezas a la línea de alimentación en el banco de pruebas se tiene un elemento filtrante este evita que pase partículas sólidas a los inyectores.



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 36 Elemento filtrante.

4.11.4. Líneas del sistema de alimentación

- ✓ Requisitos de aplicación de las Mangueras
- ✓ Medida (tamaño)
- ✓ Máxima presión de trabajo
- ✓ Temperaturas de operación
- ✓ Compatibilidad con los fluidos
- ✓ Radio mínimo de doblamiento
- ✓ Condiciones ambientales

Se ha seleccionado las mangueras adecuadas para nuestro sistema tomando en cuenta los requisitos necesarios para adquirir una manguera adecuada para nuestro sistema de alimentación.

Tabla 4. 9 Designación de mangueras.

Tipo de Mangueras	Nivel de Presión
XT- MANGUERA-3 Cuatro espiras	Alta presión: 17500-28000 kPa (2500-4000 psi)
XT- MANGUERA-5(Cuatro/seis espirales)	Alta presión 41400 kPa Alto (5000 psi)
XT- MAGUERA-6 (Seis espirales)	Alta presión 41400 kPa (6000 psi)
716 (una capa de alambre trenzado)	Media – baja presión: 4300 de 19000 kPa (625-2750 psi)
844 (para succión hidráulica)	Baja presión: 690-2070 kPa (100-300 psi)
556 (una capa de alambre trenzado)	Media – baja presión: 1725-10350 kPa (500-3000 psi)
1130 (admisión de aire de motores/aire frenos)	Media-baja presión: 1725 – 10350 kPa (1250 – 3000 psi)
1028 (termoplásticos)	Mediana presión: 8620-207000 kPa (2250-5000 psi)

Fuente: Los Autores.

Como se puede ver en la tabla cuanto menor es el diámetro interior de una manguera, la presión interior es superior.

Por ello se ha seleccionado la manguera que anteriormente esta resaltada, ya que cumple con las necesidades requeridas para nuestro sistema. Ya que la presión del sistema no va a ser muy elevada.



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 37 Manguera de presión.

4.11.5. Manómetro de presión

Para determinar el instrumento de medición que se utiliza en el banco de pruebas es necesario determinar los parámetros de presión de trabajo del equipo, ya que a un manómetro se lo selecciona por su rango de precisión y las presiones de operación con las que trabaja.



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 38 Manómetro de presión sumergido en glicerina.

4.12. MONTAJE DE TODOS LOS COMPONENTES DEL BANCO DE PRUEBAS.

Después de detallar algunos componentes del banco de pruebas se procede a su ensamblaje total.

4.12.1. Montaje del sistema de alimentación de corriente.

En este sistema se procede a realizar la ubicación del transformador con sus respectivas conexiones y fijándolo en la base de la estructura del banco.

Cada conexión eléctrica debe ser bien fija y aislada para que no exista fugas de tensión o corto circuito, el transformador consta de 3 cables

1 de color negro que es neutro y 2 rojos que indican 2 fases y al otro extremo existen 2 cables de color negro y uno de color azul los mismos que van conectados a la tarjeta de control.



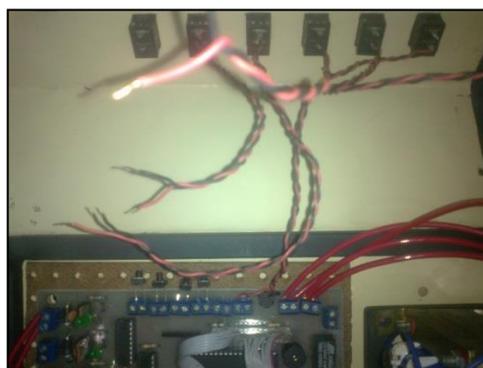
Fuente: Los Autores.

Figura 4. 39 Conexión del transformador GEEI76x33.

4.12.2. Montaje de la tarjeta de control y sus complementos.

Ubicamos la tarjeta de control sobre la estructura metálica del banco la sujetamos con pernos y procedemos a extender los mandos de pulsación, la tarjeta de control debe estar aislada para evitar cortos con la estructura del banco.

Los pulsadores de mando son normalmente abiertos, estos permiten cerrar el circuito para hacer que fluya la tensión a cada elemento.



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 40 Conexión de los pulsadores.

La tarjeta de control de la tina ultrasónica va ubicada a un costado de la estructura del banco para permitir una mejor distribución de componentes electrónicos.



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 41 Componentes de la tina ultrasónica.

En este caso la tina ultrasónica es de acero inoxidable y el transductor piezoeléctrico genera una frecuencia de 40 KHZ.

Dicha frecuencia es óptima para quitar del inyector las impurezas como hollín entre otras suciedades que se han producido durante su funcionamiento antes de realizar un mantenimiento preventivo al inyector.

4.12.3. Montaje del sistema de alimentación y ducto de drenaje.



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 42 Línea de alimentación de combustible.

En el montaje del sistema de alimentación de combustible se tienen elementos como depósito de combustible, filtro, cañerías de caucho, manómetro de presión y rampa de inyección.

Mientras que el ducto de drenaje está compuesto de 2 probetas de vidrio graduadas y un ducto de duralón por donde se evacua el líquido de pruebas provenientes de los inyectores.



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 43 Ducto de drenaje del banco de pruebas.

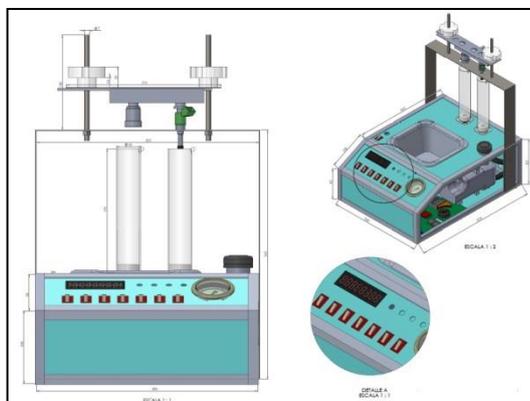
La rampa de inyección tiene la capacidad de mantener la presión proveniente de la bomba y abarcar a dos inyectores. Además tiene un tapón de aluminio, para cuando se realice la prueba a un solo inyector.



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 44 Rampa de inyección para 2 inyectores.

4.12.4. Montaje completo de todos los complementos del banco de pruebas.



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 45 Banco de pruebas completo

4.13. PRUEBAS DE OPERACIÓN

El banco de pruebas para mantenimiento preventivo y correctivo, está hecho de modo que la operación sea fácil, sencilla y precisa. Teniendo a los mandos de control en la parte frontal del banco. Los cuales desempeñan diferentes funciones, tales como:

- ✓ Interruptor de encendido del banco.
- ✓ Interruptor de encendido de la tina ultrasónica.
- ✓ Pulsadores de selección de pruebas
- ✓ Pulsadores de aumento de presión.
- ✓ Pulsador de start/stop.
- ✓ Pulsador de drenaje.

Por defecto al encender el banco de pruebas muestra en su LCD prueba de caudal porque es la primera prueba que realiza el banco, pero los controles detallados anteriormente van de izquierda a derecha.

Entonces se tiene en el banco prueba de caudal, prueba de atomizado y prueba de estanqueidad.



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 46 Pantalla inicial del banco de pruebas.

4.13.1. Prueba de caudal

Para realizar esta prueba se utiliza un inyector de Yamaha que previamente ya fue retirado del colector de admisión así también se retiró los cauchos que hacen el cierre en el riel de alimentación y está totalmente desconectado de su fuente de alimentación.

Luego se procede al montaje del inyector en el banco de pruebas para sujetarlo de manera correcta y luego proceder conectar el lagarto que alimentara de tensión al inyector.

Se debe realizar la prueba de caudal en el banco de pruebas sin realizar la limpieza del inyector para ver el efecto que causa en la dosificación de caudal. Para proceder con esta prueba se inicia prentiendo el banco seleccionamos la prueba con los dos primeros pulsadores y damos clic en el pulsador start para poder iniciar la prueba.



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 47 Selección de prueba de caudal.

En esta prueba la tarjeta de control hace que el inyector se quede abierto y la bomba puede tener su variación de presión para de esta forma poder observar la capacidad de llenado del inyector a prueba.



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 48 Inyector abierto en fase de caudal.

Después de realizar la prueba por un determinado tiempo se recolecta los datos de la prueba de caudal y se diagnostica su estado.

Tabla 4. 10 Resultados de la prueba de caudal.

PRUEBA	TIEMPO (s)	VOLUMEN (ml)	ESTADO DEL INYECTOR
CAUDAL	5	27	BUENO
CAUDAL	10	44	BUENO
CAUDAL	20	84	BUENO

Fuente: Los Autores.

4.13.2. Prueba de estanqueidad

En la prueba de estanqueidad el inyector permanece cerrado mientras que la bomba de combustible varía su presión de menor a mayor para de esta forma poder verificar si el inyector presenta fugas por su superficie.

La prueba de estanqueidad se la realiza con el inyector sin recibir señales de apertura, y con variaciones del ancho de pulso para la bomba para aumentar la velocidad del inducido y de esta forma aumentar la presión en el sistema de combustible.



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 49 Inyector no presenta fuga.

En la prueba de estanqueidad no es necesario mantener al inyector por tanto tiempo recibiendo presión ya que para visualizar fugas del elemento es factible el tiempo estipulado en el banco.

Tabla 4. 11 Resultados de la prueba de estanqueidad.

PRUEBA	TIEMPO (s)	VOLUMEN (ml)	ESTADO DEL INYECTOR
ESTANQUEIDAD	60	0	BUENO

Fuente: Los Autores.

4.13.3. Prueba de atomizado



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 50 LCD visualiza la prueba seleccionada.

En la prueba de atomizado el inyector recibe señales de cierre y apertura por parte de la tarjeta de control. En esta prueba se puede controlar las rpm que son variaciones del ancho de pulso del inyector y la presión de la bomba para ver el estado de trabajo de un inyector.

La prueba inicia seleccionando la prueba mediante los pulsadores de selección, visualizando lo que indica la figura.

Consecuentemente esta prueba nos permite variar los siguientes parámetros como son rpm, presión de la bomba.



Fuente: Los Autores.

Figura 4. 51 Parámetros que se modifican en la prueba de atomizado.

Entonces la recolección de datos se la efectúa tomando en cuenta el tiempo de la prueba, variación de la bomba y a 500 rpm, que es el estado de ralentí del motor.

Tabla 4. 12 Resultados de la prueba de atomizado.

PRUEBA	TIEMPO (s)	VOLUMEN (ml)	ESTADO DEL INYECTOR
ATOMIZADO	5	13	BUENO
ATOMIZADO	20	47	BUENO

Fuente: Los Autores.

4.13.4. Limpieza ultrasónica

La limpieza ultrasónica es el método más satisfactorio de recuperar la eficiencia de los inyectores eliminando las impurezas impregnadas en el elemento inyector. En este caso se conecta los inyectores en la prueba de atomizado esto se lo hace con los mandos de control, luego se llena la tina de ultrasonido con líquido limpiador y se activa la prueba de atomizado ya que el inyector en esta fase esta abre y cierra y permitirá limpiarlo de manera adecuada al inyector, el tiempo de limpieza del inyector es controlado por el técnico que realiza la fase de limpieza.

El inyector no debe permanecer por tiempos prolongados dentro de la tina de ultrasonido ya que el exceso de ondas puede causar cavitaciones dentro del elemento inyector.

CAPÍTULO 5

MARCO ADMINISTRATIVO

5.1 RECURSOS

En este capítulo se analiza los elementos que se han reunido para crear un equipo que solucione necesidades en el ámbito del mantenimiento de inyección electrónica en motocicletas específicamente inyectores eléctricos; y esto se lo ha logrado conseguir por la aplicación de los recursos humanos, tecnológicos y materiales, para formalizar el desarrollo de la propuesta.

El desarrollo del marco administrativo tiene como objetivo usar de manera adecuada, los recursos que se necesitan para poner en funcionamiento el proyecto.

5.1.1 RECURSOS HUMANOS

En el desarrollo del proyecto de tesis titulado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE INYECTORES DE MOTOCICLETAS MONOCILÍNDRICAS”, la más importante tarea de nosotros, Edgar Alangasi y Carlos Utreras, constituyo en desempeñar el papel investigativo en el campo teórico y práctico.

Tabla 5. 1Recursos Humanos.

No.	Nombre	Detalle
1	Edgar Alangasi	Investigador
2	Carlos Utreras	Investigador
3	Ing. Germán Erazo	Director
4	Ing. Leonidas Quiroz	Codirector

Fuente: Los Autores.

Tomando en cuenta el asesoramiento del Ing. German Erazo designado como Director el mismo que promovió la investigación científica y la puesta en marcha del proyecto y del Ing. Leónidas Quiroz que en calidad de Codirector facilitó el desarrollo del trabajo.

5.1.2 RECURSOS TECNOLÓGICOS

Para cumplir la meta propuesta fue necesario adquirir y utilizar el recurso tecnológico siendo estos: tina ultrasónica, dispositivos electrónicos y mecánicos, software de diseño electrónico, sistemas CAD, manuales, libros, experiencias técnicas, etc. Los mismos que permitieron complementar la fase investigativa.

Pero a pesar de obtener todos estos recursos es muy necesario discernir el exceso de información o elementos que contribuyen en el desarrollo del proyecto para de esta forma no ser repetitivos en la información adquirida.

Tabla 5. 2 Recursos Tecnológicos.

No.	Nombre
1	Software de diseño electrónico
2	Sistema CAD, solidworks
3	Computadora, internet
4	Manuales
5	Dispositivos electrónicos

Fuente: Los Autores.

5.1.3 RECURSOS MATERIALES

Los recursos materiales que representan la estructura física del proyecto son: tina ultrasónica, bomba de combustible, válvula de drenaje,

estructura metálica, probetas graduadas, transformador de corriente, tanque de líquido de pruebas, elementos electrónicos, inyector; entre los más representativos.

Tabla 5. 3 Tabla de recursos materiales.

No.	Elemento
1	Tina ultrasónica
2	Controlador PIC16F877A
3	Controlador PIC16F628A
4	Transistores Mosfet
5	Bomba de combustible
6	Electroválvula
7	Manómetro de presión
8	Inyectores
9	Materiales para la estructura del banco
10	Transformador de 12V.
12	Acoples para el sistema de alimentación
13	Relé de 12V-8P
14	LCD 16x2 AZ
15	Cable UTP para conexiones
16	Herramientas

Fuente: Los Autores.

5.2 PRESUPUESTO

Para el desarrollo de la meta propuesta se muestran valores económicos detallados, los mismos que permitieron mantener un control

financiero del proyecto, al mismo tiempo que genera una idea de la inversión que se realizó.

Tabla 5. 4 Presupuesto detallado.

	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Tina ultrasónica	1	240,00	240,00
Transformador 12 V.	1	13,30	13,30
Controlador PIC16F877A	1	5,62	5,62
Controlador PIC16F628A	2	2,90	5,80
Mosfet	3	1,02	3,08
LCD 16x2 AZ	1	5,58	5,58
Cable 16 hilos	2	1,11	2,23
Relé 12V- 8P	1	1,29	1,29
Placa de baquelita	1	10,00	10,00
Bomba de combustible	1	60,50	60,50
Electroválvula	1	27,00	27,00
Probetas graduadas	2	30,00	60,00
Manómetro de presión	1	30,00	30,00
Acoples sistema alimentación	3	3,00	9,00
Elementos de suelda	1	10,00	10,00
Materiales para la estructura del banco	1	50,00	50,00
Total (USD)			533,40

Fuente: Los Autores.

CONCLUSIONES

Concluida la presente investigación ponemos en consideración de quienes interese este trabajo como fuente de información.

- ✓ Se diseñó y construyó un banco de pruebas versátil para realizar el mantenimiento adecuado a inyectores de motocicletas.
- ✓ Se implementó de manera favorable el sistema de distribución de combustible que soporta todas las diferentes presiones del banco de inyectores.
- ✓ Se seleccionó todos los elementos electrónicos vigentes para realizar el módulo de control para las diferentes pruebas de operación que soporta el inyector.
- ✓ Se generó las diferentes estrategias para la generación del ancho de pulso (PWM) a diferentes revoluciones para el lavado de los inyectores en sus diferentes pruebas.
- ✓ Se realizó diferentes pruebas de funcionamiento de varios tipos de inyectores de motocicletas.
- ✓ La visualización en la pantalla LCD permite claramente observar las diferentes pruebas y todo lo que se puede controlar en el banco.
- ✓ El sistema de drenaje construido permite la evacuación del líquido de la limpieza de los inyectores con la eficiencia deseada.
- ✓ La estructura del banco de pruebas realizada cumple con todas las expectativas necesarias para la realización de las pruebas en perfectas condiciones.

RECOMENDACIONES

- ✓ Desarrollar más aplicaciones con microcontroladores ya que son utilizados en la industria automotriz en la actualidad.
- ✓ Se recomienda realizar una inspección de fugas en el sistema de alimentación del banco de pruebas.
- ✓ No se debe utilizar el líquido de limpieza ultrasónica para realizar pruebas en los inyectores.
- ✓ El banco debe estar en un lugar con ventilación adecuada.
- ✓ No se debe utilizar la tina ultrasónica sin el líquido de pruebas.
- ✓ El banco de pruebas debe estar conectado a una fuente de 110V.
- ✓ Generar información sobre este sistema de alimentación en las motocicletas de alta gama para mayor facilidad de su manipulación y mantenimiento.
- ✓ No se debe mezclar el líquido de limpieza de inyectores con el líquido de pruebas.
- ✓ No se debe utilizar líquidos que no especifique en el manual del usuario.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ ARIAS-PAZ, M. (2003). *Motocicletas*. Madrid: Dossat.
- ✓ CROUSE, W. (1992). *Mecánica de la Motocicleta*. Barcelona: Marcombo S.A.
- ✓ EVERITT, C. (2011). *Aprende a Reparar tu Moto*. Barcelona: Timun Mas.
- ✓ MARTÍ PARERA, A. (1990). *Inyección Electrónica en Motores de Gasolina*. Madrid: Marcombo S.A.
- ✓ MARTÍ PARERA, A. (1991). *Electrónica Básica en Automoción*. Madrid: Marcombo S.A.
- ✓ MARTÍNEZ, H. (2000). *Manual del Automovil*. Madrid: Cultural S.A.
- ✓ MUHAMMAD, R. (2004). *Electrónica de Potencia: Circuitos, Dispositivos y Aplicaciones*. México D. F.: Pearson Educación.
- ✓ NORTON, R. L. (2011). *Diseño de Maquinas*. México, D.F.: Pearson.
- ✓ VALENCIA, R. (2008). *Aplicaciones Electrónicas con Microcontroladores*. Ibarra: Microtel.

NETGRAFÍA

- ✓ GRANA, X. (10 de 05 de 2014). Curso de Inyección de Combustible en Motos12112013. *Scribd*. de <http://es.scribd.com/doc/223242286/Curso-de-Inyeccion-de-Combustible-en-Motos-12112013-docx>[citado 12-08-2013]
- ✓ GTX. (24 de Septiembre de 2009). Kawasaki Gamas Kx 2010. *MOTO ADICTOS*.<http://www.motosadictos.com/2009/09/24/>[citado 20-08-2013]

- ✓ MARROCCHI, M. (26 de 01 de 2012). Honda CX500 TURBO-1981. *MARROCCHI*.<http://www.marrocchimoto.com/es/storia-delle-moto/honda-cx500-turbo-1981.html>[citado 15-10-2013]
- ✓ MORENO, F. (2007). Comprobación de los inyectores gasolina. *Todo en Mecánica*, 4.<http://www.todomecanica.com/inyeccion-encendido/comprobacion-inyectores-gasolina.html>[citado 01-11-2013]
- ✓ MORGAN, P. (21 de Noviembre de 2013). Introduccion Inyección Electrónica 3.<http://es.scribd.com/doc/185937257/Introduccion-Inyeccion-Electronica-3>[citado 28-01-2014]
- ✓ MOTOS, M. (26 de 01 de 2012). Honda CX500 TURBO-1981. *MARROCCHI*.<http://www.marrocchimoto.com/es/storia-delle-moto/honda-cx500-turbo-1981.html>[citado 16-02-2014]
- ✓ TheKawasakiGpz750Gallery.(s.f.).*Classic-MotorBikes.Net*.<http://classic-motorbikes.net/gallery~kawasaki-gpz750-gallery> [citado 10-03-2014]
- ✓ YAMAHA. (2012). Tecnologia Yamaha : YCC-T: Acelerador Controlado por Chip de Yamaha. *YamahaPart*.<http://www.yamahapart.com/page/yamahaycct>[citado 08-04-2014]
- ✓ OROZCO, J. L. (2008). Sistema de Combustible con Carburador e Introduccion a la Inyeccion Electrónica. *Electronica y Servicio*.<http://www.electronicayservicio.com/Modules/melbastudioCommerce/Main/Src/Catalog/Items/4004.pdf> [citado 15-06-2014]
- ✓ SOSA, F. (2013). PROCESO DE LIMPIEZA DE INYECTORES DEL AUTOMOVIL. *AUTO BODY MAGAZINE*.http://www.autobodymagazine.com.mx/abm_previo/2013/07/limpieza-inyectores-3/[citado 12-07-2014]

ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO "A". DIAGRAMA ESQUEMÁTICO GENERAL

ANEXO "B". DISEÑO COMPLETO DEL BANCO DE PRUEBAS

ANEXO "C". DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE

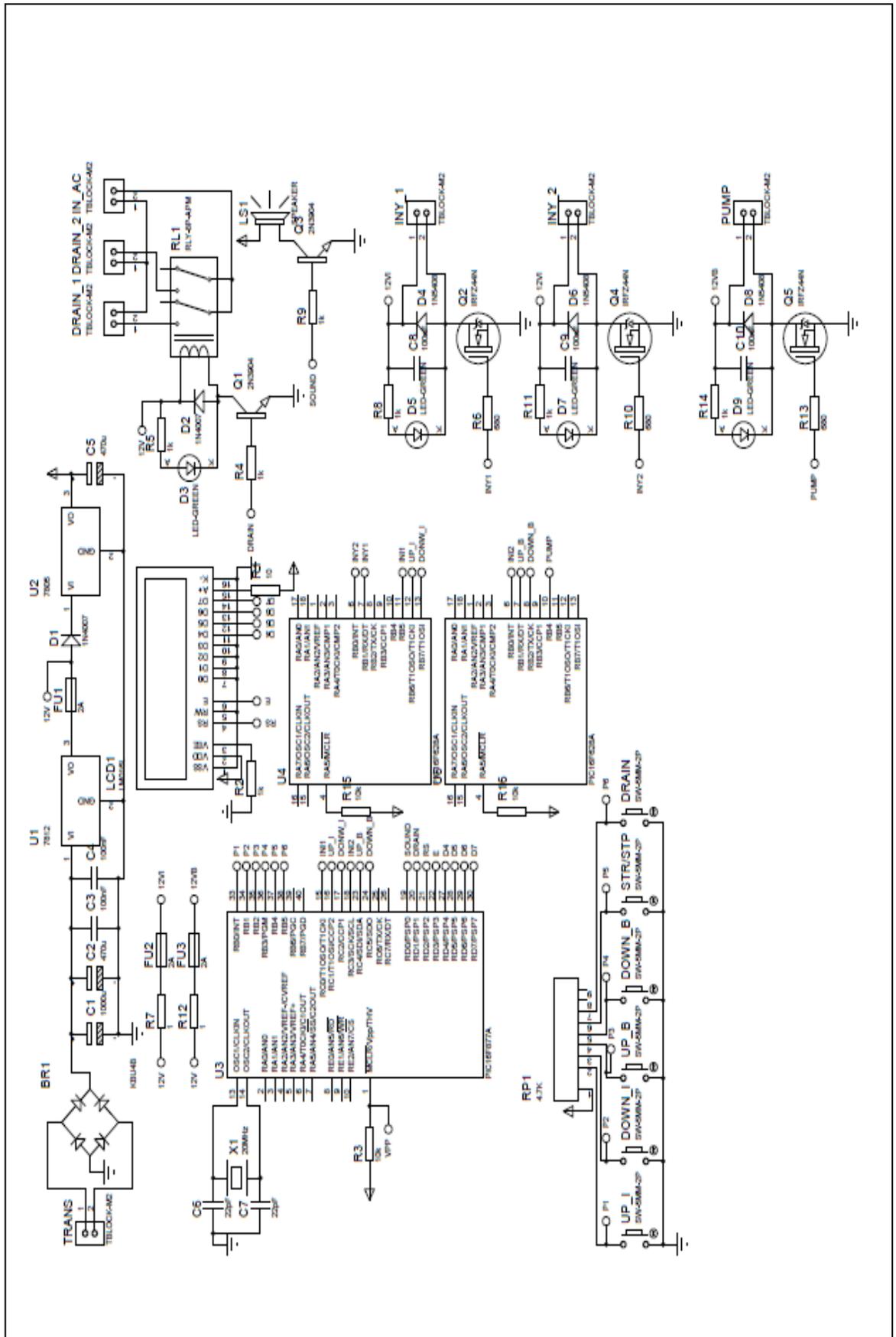
ANEXO "D". DISEÑO DE LOS ACCESORIOS DEL BANCO DE PRUEBAS

ANEXO "E". DISEÑO DE LA CUBIERTA

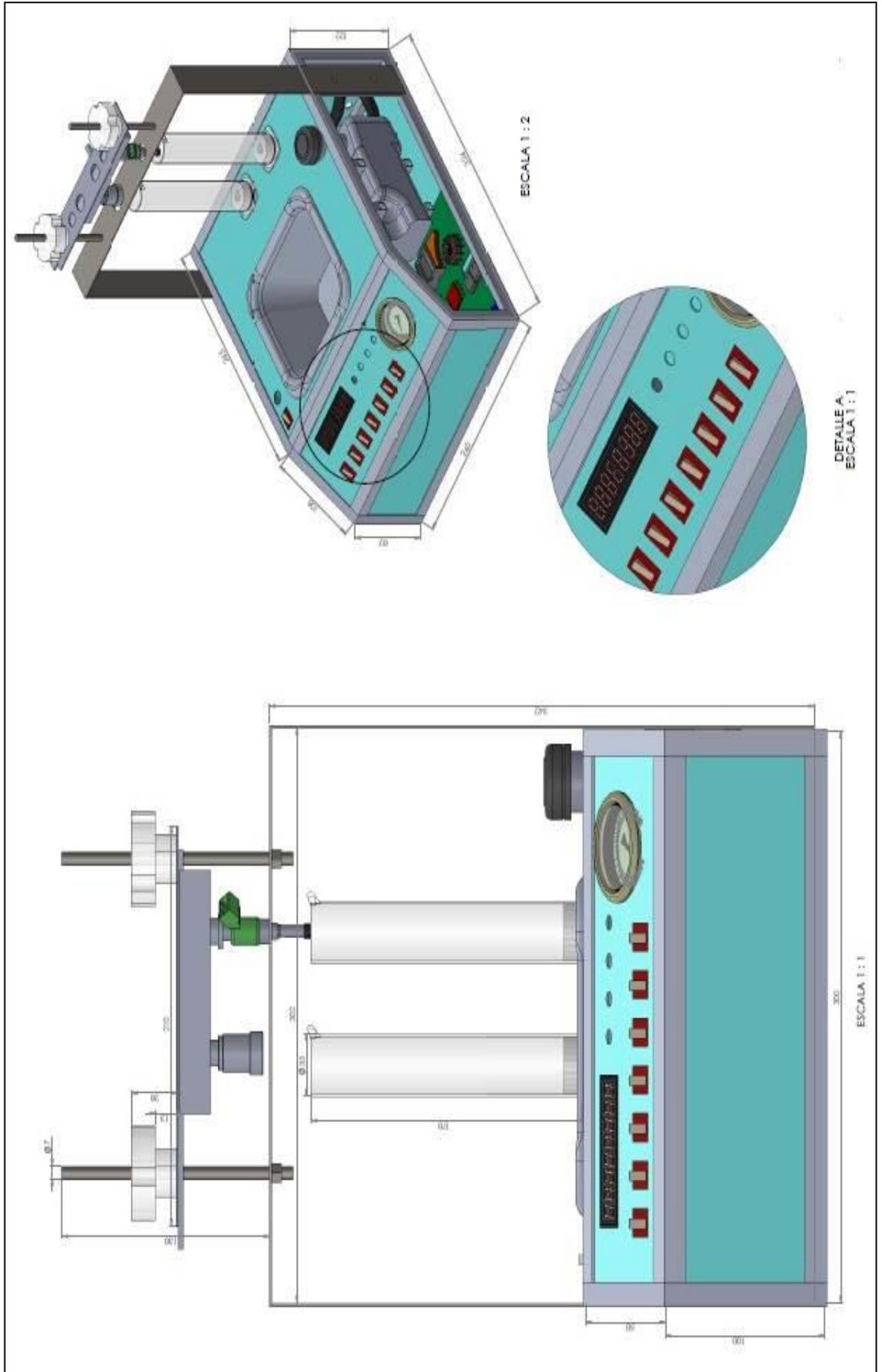
ANEXO "F". DISEÑO DE LA ESTRUCTURA INTERNA

ANEXO "G". MANUAL DEL USUARIO

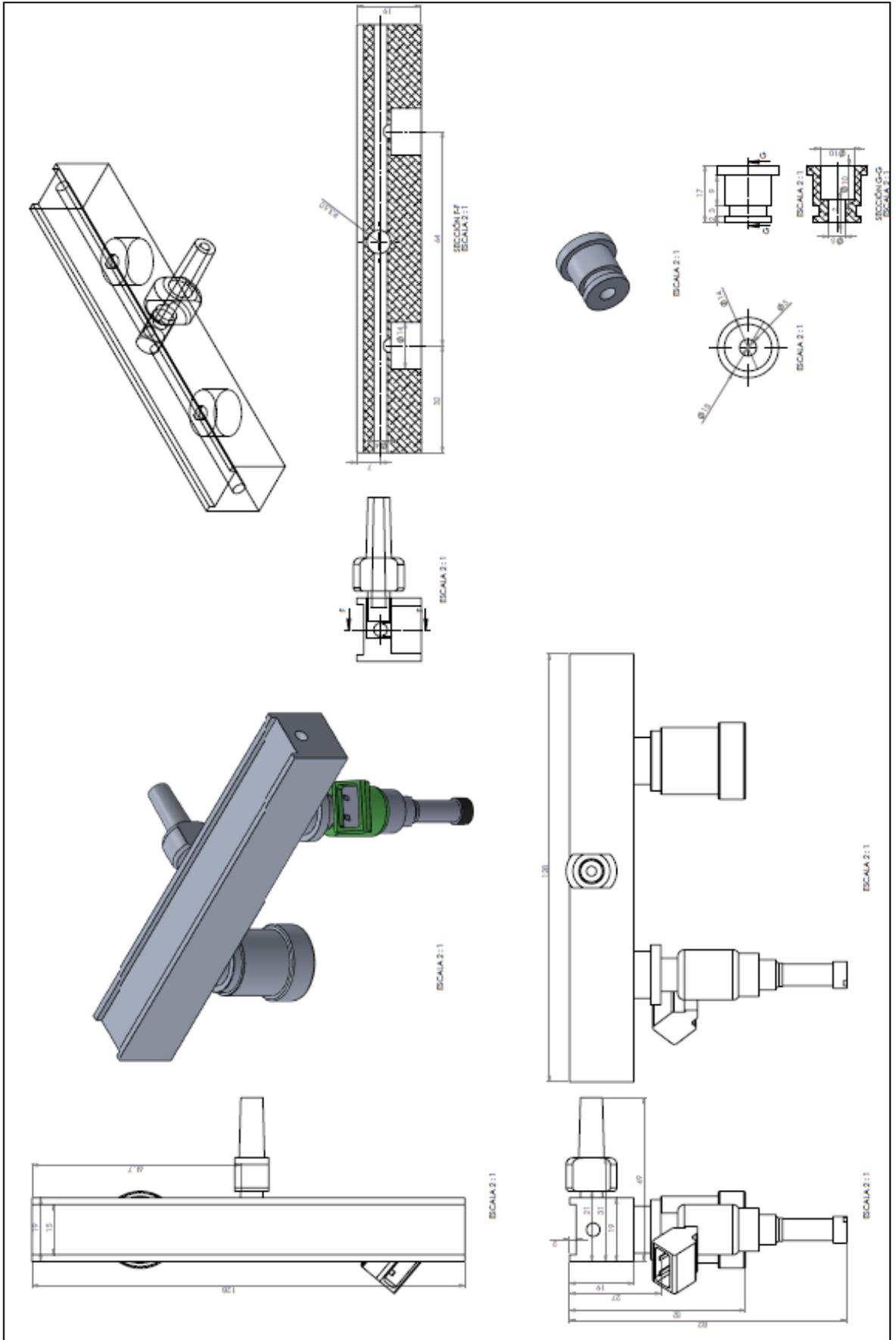
ANEXO "A". DIAGRAMA ESQUEMÁTICO GENERAL



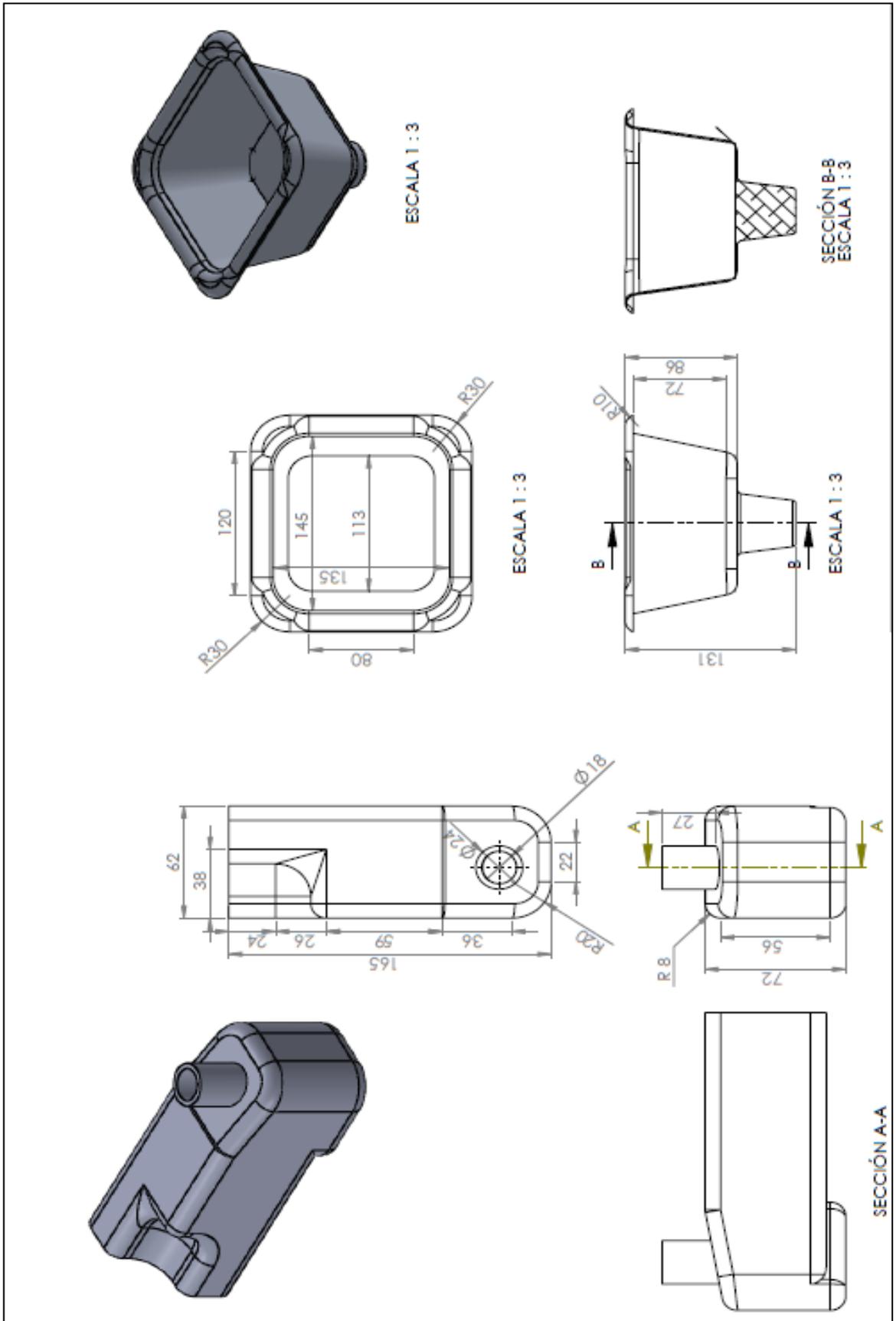
ANEXO "B". DISEÑO DEL BANCO DE PRUEBAS



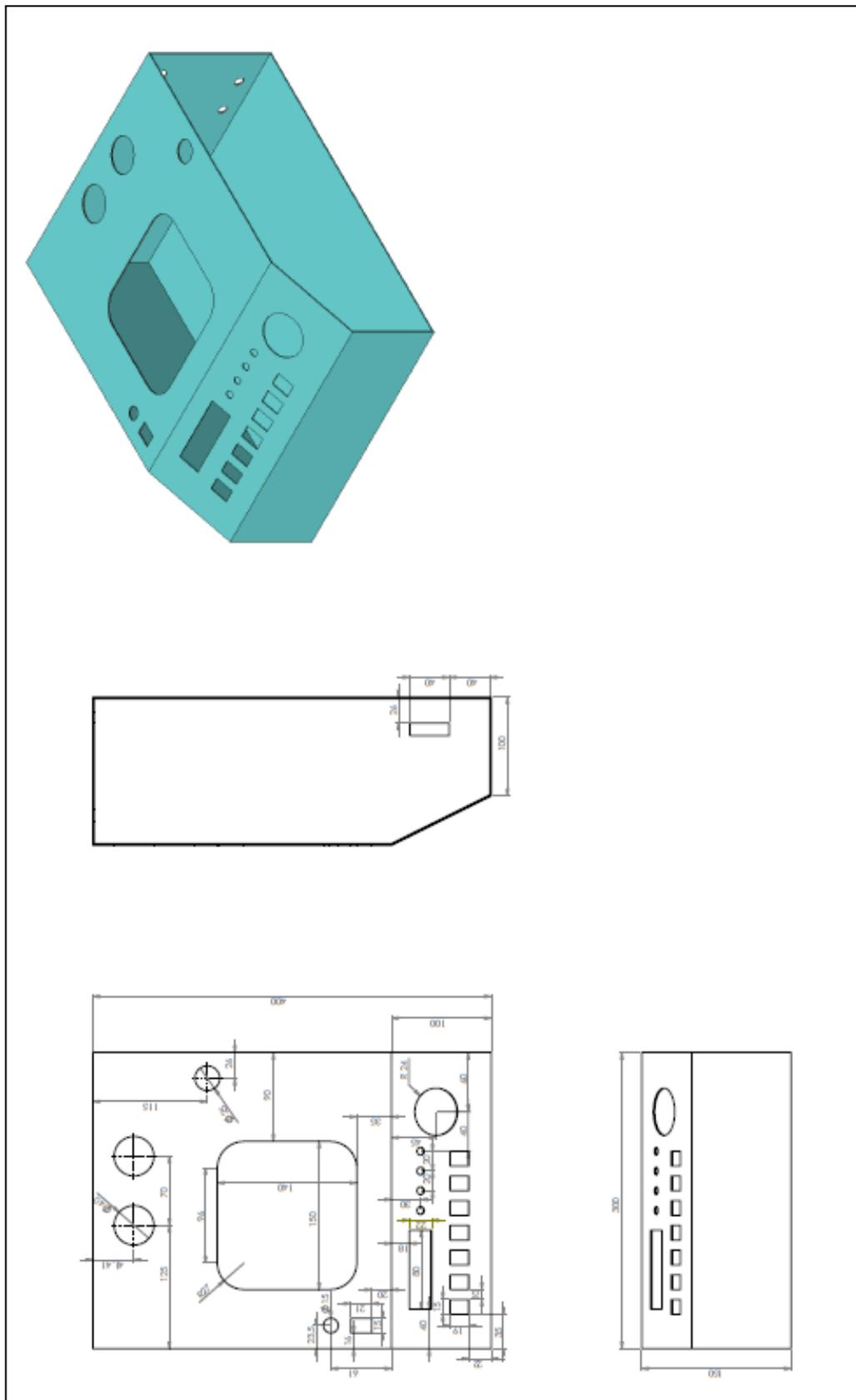
ANEXO "C". DISEÑO DE LA RAMPA PARA INYECTORES.



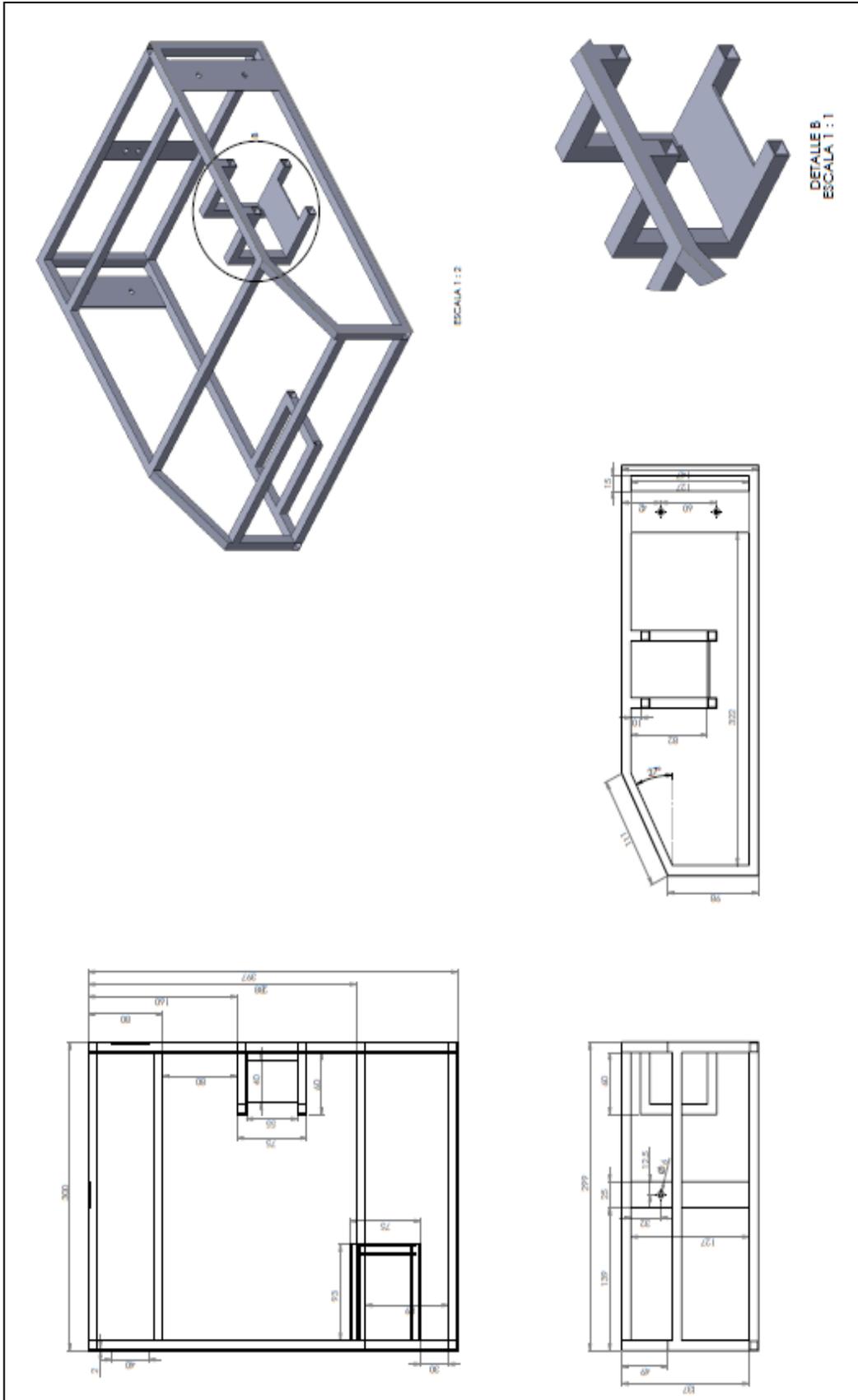
ANEXO "D". DISEÑO DE LOS ACCESORIOS DEL BANCO DE PRUEBAS



ANEXO "E". DISEÑO DE LA CUBIERTA



ANEXO "F". DISEÑO DE LA ESTRUCTURA INTERNA



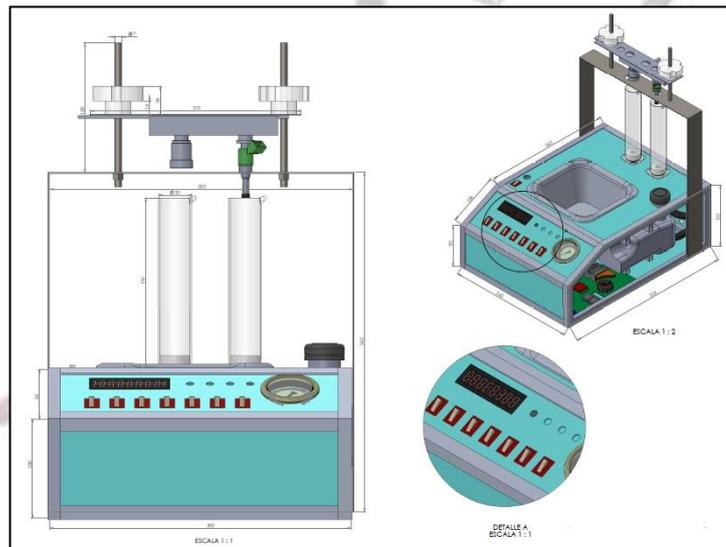


ANEXO "G"

MANUAL DEL USUARIO



Banco de pruebas para el mantenimiento preventivo y correctivo de inyectores de motocicletas monocilíndricas.



Precauciones

- ✓ Por favor leer cuidadosamente estas indicaciones:
- ✓ No se debe tener al equipo cerca de una fuente de ignición.
- ✓ Se debe usar el líquido de prueba y limpieza, de acuerdo a sus especificaciones limpiadoras.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

- ✓ No se debe usar el líquido de limpieza en las probetas de vidrio ya que su composición dañarían el sistema y más específicamente la bomba de alimentación.
- ✓ Tenga cuidado cuando vaya conectar a una fuente de alimentación esta debe ser de 110 voltios.
- ✓ Nunca accione la tina cuando no hay líquido en ella.
- ✓ No utilice líquidos de alto nivel corrosivo.
- ✓ No mezclar liquido de prueba con líquido de limpieza.

Condiciones de operación

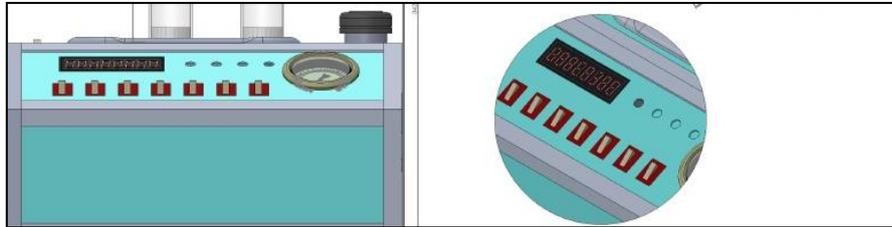
- ✓ Fuente de poder: 110 V corriente alterna
- ✓ Frecuencia: 60 Hz
- ✓ Corriente: 4 Amperios
- ✓ Temperatura Ambiental: +10°C
- ✓ Operación simultanea
- ✓ No emite gases

Parámetros técnicos

- ✓ Rango de RPM: 500~7500 r/min.
- ✓ Presión de Sistema: 0~25 PSI
- ✓ Capacidad de tanque de líquido: 500ml
- ✓ Frecuencia de tina ultrasónica: 40 KHz
- ✓ Capacidad de la probeta: 200ml
- ✓ Peso: 20 Kg.

INSTRUCCIONES DE FUNCIONAMIENTO

Panel de operación



- 1) Pantalla de LCD donde se visualiza los cambios que presenta el banco.
- 2) Luces que indican variaciones de ancho de pulso mediante destellos.
- 3) Manómetro de presión que permite ver los cambios que se realizan en la presión de combustible.
- 4) Pulsador 1 de reducción de rpm y selección de prueba.
- 5) Pulsador 2 de aumento de rpm y avance en la selección de pruebas.
- 6) Pulsador 3 de aumento de presión de la bomba.
- 7) Pulsador 4 de disminución de presión de la bomba.
- 8) Pulsador 5 de inicio y parada de las pruebas seleccionadas.
- 9) Pulsador 6 de drenaje.
- 10) Pulsador de encendido de la tina de ultrasonido.
- 11) Interruptor ON/OFF de encendido de la máquina.

PRUEBA Y EXPLICACION

Prueba de caudal

- ✓ La prueba comienza con la velocidad de marcha mínima que es 500 revoluciones, para simular la operación del motor.
- ✓ El inyector queda en modo abierto.



- ✓ El LCD visualiza aumento de presión de la bomba de alimentación.
- ✓ La presión varía en $\pm 10\%$ mediante pulsador 3 y 4.
- ✓ El inicio de la prueba se activa o desactiva mediante el pulsador 5.
- ✓ El fase de drenado se la activa con el pulsador 6 ya que permitirá que la electroválvula se abra por 5 segundos y pueda evacuar el líquido de las probetas hacia el deposito principal de combustible.

Prueba de atomizado

- ✓ El inicio de la prueba se da en 500 revoluciones.
- ✓ El aumento o disminución de revoluciones se da mediante el pulsador 1 y 2, las mismas que llegan de 500 a 7500 revoluciones.
- ✓ La variación de presión se lo realiza mediante los pulsadores 3 y 4.
- ✓ El inyector está variando su ancho de pulso es decir esta en modo de apertura y cierre constantemente, simulando la dosificación de combustible al múltiple de admisión.
- ✓ El inicio de la prueba se activa o desactiva mediante el pulsador 5.
- ✓ El control de tiempo está dado por el técnico que realiza la prueba.
- ✓ El drenado se activa con el pulsador 6.
- ✓ Al finalizar o detener cada prueba el banco realiza un sonido indicando que el sistema esta reseteado para iniciar otra fase de pruebas.

Prueba de estanqueidad

- ✓ La prueba de estanqueidad inicia con el inyector cerrado es decir no recibe ninguna señal de voltaje.

- ✓ La prueba está temporizada para evitar sobrecalentamiento en el dispositivo de control de la bomba de alimentación.
- ✓ Con los pulsadores 3 y 4 se puede aumentar la presión del sistema para poder apreciar si el inyector presenta fugas por su estructura.

Limpieza ultrasónica

- ✓ La limpieza inicia llenando del líquido a la tina y activando al transductor piezoeléctrico mediante su circuito de control.
- ✓ Se debe ensamblar los inyectores en los compartimientos de la tina y seleccionar la prueba de atomizado para que el fluido se traslade dentro del inyector y permita realizar una limpieza correcta.
- ✓ El tiempo de limpieza lo regulara el técnico encargado, lo que se recomienda no exceder los 10 min.

LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO

Limpieza

- ✓ Apague y desconecte el equipo.
- ✓ Vacíe todo el líquido del tanque y almacénelo si esta reutilizable.
- ✓ Limpie el equipo con tela o franela.

Mantenimiento

- ✓ Después de largos periodos de uso, se debe cambiar el líquido de limpieza para evitar impurezas que después podrían llegar al sistema de alimentación.
- ✓ Se debe retirar el líquido de la tina ultrasónica virando la maquina hacia un recipiente de recolección. Luego vuelva a llenar la tina con líquido de limpieza nuevo.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

- ✓ El líquido de pruebas se lo cambia retirando la manguera del depósito y haciendo caer el líquido hacia un recipiente recolector. Llene por la parte superior del tanque con nuevo líquido.
- ✓ Revise de forma continua las conexiones de la tarjeta.



INGENIERIA AUTOMOTRIZ

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
INGENIERÍA AUTOMOTRIZ
CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por los Señores
Edgar Alangasi y Carlos Utreras bajo mi supervisión.

.....
Ing. GERMÁN ERAZO
DIRECTOR DEL PROYECTO

.....
Ing. LEONIDAS QUIROZ
CODIRECTOR DEL PROYECTO

.....
Ing. JUAN CASTRO
DIRECTOR DE LA CARRERA

.....
Dr. FREDDY JARAMILLO CHECA
SECRETARIO ACADÉMICO