



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERIAS**  
**CARRERA: ING. ELECTRÓNICA.**  
**MENCIÓN: SISTEMAS INDUSTRIALES**

**Tesis final previa a la obtención del Título de:**  
**Ingeniero en Electrónica**

**TEMA:**

**Diseño y construcción de un banco de prueba para inyectores  
electrónicos a diesel para un sistema common rail.**

**AUTORES:**

**BARCO VARGAS WILSON XAVIER**  
**PACAY GUINGLA JHON ALVARO**

**DIRECTOR:**

**ING. LUIS NEIRA**

**Guayaquil 25 de febrero del 2010**

## DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Los conceptos desarrollados, análisis de estudios realizados y conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad de los autores: Wilson Barco Vargas con C.I. 0914163613 y Jhon Pacay Guingla con C.I. 0917297772.

Wilson Barco V.

Jhon Pacay G.

(f) .....

(f) .....

Guayaquil, febrero 25 del 2010

## **DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO**

Esta tesis la dedico con todo mi cariño, a ti DIOS que me diste oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa.

También con mucho cariño principalmente a mis padres que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento. Gracias por todo papá y mamá por darme consejos para seguir una carrera para mi futuro, y por creer en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor, por todo esto les agradezco de todo corazón y este trabajo es para ustedes, ya que solamente les estoy devolviendo lo que ustedes me dieron en un principio.

A todos mis hermanos, Tanya, Soraya y Henry, a mis sobrinos Sebastian y Andrés gracias por estar conmigo dándome apoyo siempre.

Agradezco a mi director de tesis, Ing. Luis Neira por su valiosa asesoría. Quiero agradecer a todos mis profesores por todos los conocimientos que compartieron conmigo y mis compañeros.

Finalmente quiero agradecer a todas aquellas personas que de alguna manera hicieron posible la terminación de este trabajo de tesis y que no las mencione, gracias a todos.

Wilson Barco Vargas.

## ÍNDICE GENERAL

Portada	
Declaratoria de responsabilidad.....	I
Dedicatorias y agradecimientos.....	II
Índice General.....	III
Índice de figuras .....	XI
Índice de tablas.....	XVI
Índice de anexos.....	XVII
Introducción.....	18
1. Problema de investigación.....	18
1.1. Planteamiento del problema.....	18
1.2. Formulación del problema.....	18
1.3. Sistematización del problema.....	18
1.4. Objetivos.....	19
1.4.1. Objetivo general.....	19
1.4. 2. Objetivos específicos.....	19
1.5. Justificación.....	20
<b>CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO</b>	
1.1. Tipos de mediciones.....	21
1.1.1. Medición puntual.....	21
1.1.2. Medición continua.....	21
1.2. Medición de nivel.....	22
1.2.1. Medición directa.....	22
1.2.1.1. Medidor de varilla o sonda.....	22
1.2.1.2. Medición de cinta plomada.....	23
1.2.1.3. Medición de nivel de cristal.....	23
1.2.1.4. Medición flotante.....	24
1.2.2. Medición de presión hidrostática.....	24
1.2.2.1. Medición manométrico.....	25
1.2.2.2. Medición de membrana.....	25

1.2.2.3. Medición por desplazamiento.....	26
1.2.3. Medición según las características eléctricas del fluido.....	26
1.2.3.1. Medición conductiva.....	27
1.2.3.2. Medición capacitiva.....	27
1.2.3.3. Medición ultrasónica.....	28
1.3. Inyector electrónico a diesel.....	29
1.3.1. Estructura del Inyector .....	29
1.3.2. Funcionamiento del Inyector.....	30
1.3.2.1. Inyector cerrado.....	31
1.3.2.2. Inyector abierto.....	32
1.3.2.3. Inyector totalmente abierto.....	33
1.3.2.4. Inyector cerrado fin de la inyección.....	33
1.4. Inyector piezoeléctrico.....	34
1.4.1. Actuador piezoeléctrico.....	35
1.4.2. Inyector en reposo.....	36
1.4.3. Comienzo de la inyección.....	37
1.4.4. Fin de la inyección.....	38
1.5. Sistema common rail.....	39
1.5.1. Funciones del sistema common rail.....	40
1.5.2. Estructura y función de los componentes del sistema common rail.	42
1.5.3. Parte de baja presión.....	43
1.5.4. Parte de lata presión.....	44
1.5.4.1. Bomba previa.....	44
1.5.4.2. Electrobomba de combustible.....	45
1.5.4.3. Filtro de combustible.....	47
1.6. Efecto Venturi.....	48
1.6.1. Aplicaciones del efecto Venturi.....	48
1.6.1.1. Efecto Venturi en aeronáutica.....	49
1.6.1.2. Efecto Venturi en motores.....	49
1.6.1.3. Efecto Venturi en el hogar.....	49
1.6.1.4. Tubos de Venturi .....	49
1.6.1.5. Efecto Venturi en la industria.....	49
1.6.2. Generadores de vacío por principio Venturi.....	50
1.7. Bomba de alta presión.....	51

1.7.1. Air Drive Section.....	52
1.7.2. Sección Hidráulica.....	53
1.7.3. Válvula de corredera.....	54
1.7.4. Funcionamiento.....	55
1.7.5. Líquidos usados .....	58
1.7.6. Temperatura de trabajo.....	58

## **CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS, COMPONENTES Y SUBSISTEMAS DEL BANCO SCR.**

2.1. Introducción .....	59
2.2. Descripción mecánica .....	59
2.3. Datos técnicos principales .....	60
2.4. Partes principales .....	61
2.4.1. Unidad de interfase.....	61
2.4.2. Unidad de alimentación .....	61
2.4.3. Conectores principales.....	61
2.5. Dimensiones del banco del banco de prueba.....	61
2.5.1. Dimensiones en la vista frontal .....	62
2.5.2. Dimensiones en la vista lateral .....	62
2.5.3. Vista Isométrica del banco.....	63
2.6.. Componentes y subsistemas .....	64
2.6.1. Introducción .....	64
2.6.2. Componentes mecánicos y estructurales.....	64
2.7. Materiales .....	65
2.7.1. Estructura principal.....	66
2.7.2. Visores de nivel.....	66
2.7.3. Cámara para atomización.....	67
2.7.4. Base para sujetar inyector.....	67
2.7.5. Estructura del módulo de control.....	68
2.7.6. Cañón common rail.....	68
2.7.7. Tanque de combustible.....	69
2.7.8. Bomba de alta presión.....	69
2.7.9. Filtro de combustible.....	70
2.7.10. Válvula para drenaje.....	70

2.7.11. Relé de estado sólido.....	71
2.8. Subsistemas sensoriales.....	71
2.8.1. Sensor de temperatura.....	71
2.8.2. Sensor de nivel.....	72
2.8.3. Sensor de presión.....	72
2.8.4. Válvula de sobrepresión.....	73
2.9. Subsistemas de control .....	73
2.9.1. Control de temperatura.....	73
2.9.2. Controlador principal.....	74
2.9.3. Módulo de control PWM.....	75
2.9.4. Módulo de potencia.....	75

### **CAPITULO 3: DISEÑO MECÁNICO**

3.1. Introducción.....	76
3.2. Estructura del banco de prueba.....	76
3.2.1.. Vistas laterales del banco de prueba.....	77
3.2.2. Vista isométrica del banco de prueba.....	77
3.3. Gabinete de control.....	78
3.3.1. Vistas laterales del gabinete de control.....	78
3.3.2. Vista isométrica del gabinete de control.....	78
3.4. Cañón común.....	79
3.4.1. Vistas laterales del cañón común.....	79
3.4.2. Vista isométrica del cañón común.....	79
3.5. Bases para los visores de nivel.....	80
3.5.1. Vistas laterales de la base superior.....	80
3.5.2. Vista isométrica de la base superior.....	80
3.5.3. Vistas laterales de la base inferior.....	81
3.5.4. Vista isométrica de la base inferior.....	81
3.5.5. Vistas laterales del eje que sujeta las bases.....	82
3.5.6. Vista isométrica del eje que sujeta las bases.....	82
3.5.7. Vista isométrica completa de los visores de nivel .....	83
3.6. Base para cámara de vidrio.....	84
3.6.1. Vistas laterales de la base para cámara de vidrio.....	84
3.6.2. Vista isométrica de la base para cámara de vidrio.....	84

3.6.3. Vista lateral de la cámara de vidrio.....	85
3.6.4. Vista isométrica de la cámara de vidrio.....	85
3.6.5. Vista isométrica total de la cámara de vidrio.....	86
3.7. Base para sujeción del inyector.....	86
3.7.1. Vistas laterales de la base para sujetar inyector.....	87
3.7.2. Vista isométrica de la base para sujetar inyector.....	87
3.8. Tanque reservorio para combustible.....	88
3.8.1. Vistas laterales del tanque de combustible.....	88
3.8.2. Vista isométrica del tanque de combustible.....	88

## **CAPÍTULO 4: DISEÑO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO**

4.1. Unidad de Control.....	89
4.1.1. Encendido y apagado.....	89
4.2. Componentes de la unidad de control.....	90
4.2.1. Fuentes de alimentación conmutadas.....	90
4.2.1.1. Fuente de alimentación principal .....	90
4.2.1.2. Características de la fuente principal.....	91
4.2.1.3. Diagrama esquemático de la fuente principal.....	91
4.2.1.4. Circuito PCB de la fuente principal.....	92
4.2.1.5. Diagrama en bloques alimentación fuente principal.....	93
4.2.2. Fuente de potencia.....	94
4.2.2.1. Diagrama esquemático de la fuente de potencia y módulos de conmutación.....	94
4.2.2.2. Funcionamiento fuente de potencia.....	95
4.2.2.3. Características de la fuente de potencia.....	96
4.2.2.4. Circuito PCB de la fuente de potencia.....	96
4.2.2.5. Diagrama en bloques alimentación fuente de potencia.....	97
4.3. Circuito de control PWM	
4.3.1. Esquemático del circuito de control PWM.....	98
4.3.2. Funcionamiento del circuito de control PWM. ....	99
4.3.3. Características del control PWM .....	99
4.3.4. Circuito PCB del control PWM.....	100
4.3.5. Diagrama en bloques alimentación controlador de pulsos.....	101
4.4. Tarjeta Master.....	102

4.4.1. Diagrama esquemático de la tarjeta master.....	102
4.4.2. Funcionamiento de la tarjeta master.....	103
4.4.3. Características de la tarjeta master.....	103
4.4.4. Circuito PCB de la tarjeta master.....	104
4.4.5. Diagrama en bloques control tarjeta master.....	105
4.5. Módulo de comunicación.....	106
4.5.1. Diagrama esquemático del módulo de comunicación.....	106
4.5.2. Funcionamiento del módulo de comunicación.....	107
4.5.3. Descripción del conector DB9.....	107
4.5.3. Descripción del MAX 232.....	108
4.5.4. Características del módulo de comunicación.....	109
4.5.5. Circuito PCB del módulo de comunicación.....	109
4.5.6. Diagrama en bloques enlace del módulo de comunicación.....	110
4.6. Módulo display grafico.....	111
4.6.1. Características del módulo display grafico.....	111
4.7. Controlador de temperatura para inyectores.....	112
4.7.1. Diagrama esquemático del controlador de temperatura.....	112
4.7.2. Funcionamiento del controlador de temperatura.....	113
4.7.3. Características del controlador de temperatura.....	113
4.7.4. Circuito PCB del controlador de temperatura.....	114
4.7.5. Diagrama en bloques control de temperatura.....	115
4.8. Bloques de borneras.....	116
4.8.1. Conexión física de borneras.....	118
4.8.2. Diagrama eléctrico del banco SCR.....	119
4.9. Diagrama neumático del banco SCR.....	120
4.10. Diagrama de inyección del combustible.....	121
4.11. Análisis del diseño.....	122

## **CAPÍTULO 5: DISEÑO DEL SOFTWARE.**

5.1. Introducción .....	123
5.2. Diagrama de flujo.....	124
5.2.1. Flujo de operación del banco.....	124
5.2.2. Flujo para la cuantificación de diesel en visores de nivel.....	125
5.2.3. Flujo para selección de fabricante.....	126

5.2.4. Flujo para estado del inyector y carga de valores de los inyectores.	127
5.3. Desarrollo del programa en lenguaje Protón.	
5.3.1. Programa principal.....	128
5.3.2. Programa secundario.....	139
5.4. Desarrollo en LabView.....	142
5.4.1. Código de programación en labview 7.1.....	148
5.4.1.1. Comunicación serial.....	148
5.4.1.2. Control de nivel para probetas.....	148
5.4.1.3. Control de canales de prueba y fabricante del inyector.....	149
5.4.1.4. Ruta de salida de datos para hoja de diagnostico.....	149
5.4.1.5. Control para valores y estado de los inyectores.....	150
5.5. Comunicación RS232 del banco SCR.....	151

## **CAPÍTULO 6: INTEGRACIÓN.**

6.1. Introducción.....	153
6.2. Diagrama de bloques hardware de control.....	155
6.3. Flujo de conexiones de la unidad de control.....	156
6.4. Verificación del sistema y puesta a punto.....	157
6.5. Prueba y verificación de los inyectores.....	161
6.5.1. Pantallas de bienvenida.....	161
6.5.2. Pantallas de prueba.....	161
6.5.3. Pantalla de prueba manual.....	162
6.5.4. Selección canal de prueba en manual.....	162
6.5.5. Pantalla de datos prueba manual.....	164
6.5.6. Pantalla de prueba automática.....	164
6.5.7 Datos de prueba automática.....	165

## **CAPÍTULO 7: ANÁLISIS DE COSTOS.**

7.1. Preliminares.....	168
7.2. Determinación del costo del proyecto.....	168
7.2.1. Cálculo del costo de mano de obra.....	168
7.2.2. Cálculo del costo de fabricación de tarjetas.....	169
7.2.3. Cálculo del costo de fabricación partes mecánicas.....	170
7.2.4. Cálculo del costo de accesorios.....	171

7.2.6. Cálculo de costos de gastos varios.....	171
7.3. Costo neto del banco SCR.....	172
7.4. Costo final del proyecto.....	172
7.5. Análisis de costo vs. beneficio.....	173
BIBLIOGRAFÍA.....	174
ANEXO.....	175

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Medición de varilla o sonda.....	22
Figura 1.2. Medición de cinta plomada.....	23
Figura 1.3. Medidor de nivel de cristal.....	23
Figura 1.4. Medición flotante.....	24
Figura 1.5. Medición manométrica.....	25
Figura 1.6. Medición de membrana.....	25
Figura 1.7. Medición por desplazamiento.....	26
Figura 1.8. Medición conductiva.....	27
Figura 1.9. Medición capacitiva.....	28
Figura 1.10. Medición ultrasónica.....	28
Figura 1.11. Inyector electrónico a diesel.....	29
Figura 1.12. Inyector estado de reposo.....	31
Figura 1.13. Inyector en comienzo de inyección.....	32
Figura 1.14. Inyector totalmente abierto.....	33
Figura 1.15. Inyector cerrado fin de la inyección.....	34
Figura 1.16. Partes del inyector piezoeléctrico.....	35
Figura 1.17. Actuador piezoeléctrico.....	35
Figura 1.18. Inyector a diesel.....	36
Figura 1.19. Inyector en funcionamiento.....	37
Figura 1.20. Inyector en reposo.....	38
Figura 1.21. Sistema common rail.....	39
Figura 1.22. Sistema de inyección.....	41
Figura 1.23. Instalación de inyección con sistema common rail.....	43
Figura 1.24. Parte de baja presión.....	44
Figura 1.25. Electrobomba de combustible.....	46
Figura 1.26. Filtro de combustible.....	47
Figura 1.27. Esquema del efecto Venturi.....	48
Figura 1.28. Vista isométrica generador de vacío.....	50
Figura 1.29. Bomba de alta presión.....	51
Figura 1.30. Bomba hidroneumática.....	52
Figura 1.31. Sección hidráulica.....	53

Figura 1.32. Válvula de corredera.....	54
Figura 1.33. Pistón hidráulico.....	55
Figura 1.34. Cabezas de las bombas hidroneumáticas.....	57
Figura 2.1. Vista frontal del banco SCR.....	62
Figura 2.2. Vista lateral del banco SCR.....	62
Figura 2.3. Vista isométrica del banco SCR.....	63
Figura 2.4. Componentes mecánicos y electrónicos.....	65
Figura 2.5. Materiales del banco.....	65
Figura 2.6. Estructura principal.....	66
Figura 2.7. Visores de nivel.....	66
Figura 2.8. Cámara para la atomización.....	67
Figura 2.9. Base para sujetar inyector.....	67
Figura 2.10. Estructura del módulo de control.....	68
Figura 2.11. Cañón common rail.....	68
Figura 2.12. Tanque de combustible.....	69
Figura 2.13. Bomba de alta presión.....	69
Figura 2.14. Filtro de combustible.....	70
Figura 2.15. Válvulas para drenaje.....	70
Figura 2.16. Relé de estado sólido.....	71
Figura 2.17. Sensor de temperatura.....	71
Figura 2.18. Sensor de nivel.....	72
Figura 2.19. Sensor de presión.....	72
Figura 2.20. Válvula de sobrepresión.....	73
Figura 2.21. Controlador de temperatura.....	74
Figura 2.22. Controlador principal.....	74
Figura 2.23. Módulo de control PWM.....	75
Figura 2.24. Controlador de temperatura.....	75
Figura 3.1. Vistas laterales del banco de prueba.....	77
Figura 3.2. Vista isométrica del banco de prueba.....	77
Figura 3.3. Vistas laterales del gabinete de control.....	78
Figura 3.4. Vista isométrica del gabinete de control.....	78
Figura 3.5. Vistas laterales del cañón común.....	79
Figura 3.6. Vista isométrica del cañón común.....	79
Figura 3.7. Vistas laterales del la base superior.....	80

Figura 3.8. Vista isométrica de la base superior.....	80
Figura 3.9. Vistas laterales de la base inferior.....	81
Figura 3.10. Vista isométrica de la base inferior.....	81
Figura 3.11. Vistas laterales del eje que sujeta las bases.....	82
Figura 3.12. Vista isométrica del eje que sujeta las bases.....	82
Figura 3.13. Vistas isométrica completa de los visores de nivel.....	83
Figura 3.14. Vistas laterales de la base para la cámara de vidrio.....	84
Figura 3.15. Vista isométrica de la base para la cámara de vidrio .....	84
Figura 3.16. Vistas laterales de la cámara de vidrio.....	85
Figura 3.17. Vista isométrica de la cámara de vidrio .....	85
Figura 3.18. Vistas isométrica completa de la cámara de vidrio.....	86
Figura 3.19. Vistas laterales de la base para sujetar inyectores.....	87
Figura 3.20. Vista isométrica de la base para sujetar inyectores .....	87
Figura 3.21. Vistas laterales del tanque de combustible.....	88
Figura 3.22. Vista isométrica del tanque de combustible .....	88
Figura 4.1. Unidad de control.....	89
Figura 4.2. Unidad de alimentación.....	90
Figura 4.3. Diagrama esquemático fuente de alimentación.....	91
Figura 4.4. Circuito impreso de la fuente de alimentación.....	92
Figura 4.5. Diagrama de bloques de la alimentación de la fuente.....	93
Figura 4.6. Unidad de potencia.....	94
Figura 4.7. Diagrama esquemático de la unidad de potencia.....	94
Figura 4.8. Diagrama esquemático módulos de conmutación.....	95
Figura 4.9. Circuito impreso de la fuente de potencia.....	96
Figura 4.10. Diagrama de bloques de la fuente de potencia.....	97
Figura 4.11. Circuito de control PWM.....	98
Figura 4.12. Diagrama esquemático del circuito de control PWM.....	98
Figura 4.13. Circuito impreso del control PWM.....	100
Figura 4.14. Diagrama de bloques alimentación control PWM.....	101
Figura 4.15. Tarjeta master.....	102
Figura 4.16. Diagrama esquemático de la tarjeta master.....	102
Figura 4.17. Circuito impreso de la tarjeta master.....	104
Figura 4.18. Diagrama de bloques control tarjeta master.....	105
Figura 4.19. Módulo de comunicación.....	106

Figura 4.20. Diagrama esquemático del módulo de comunicación.....	106
Figura 4.21. Conector DB9.....	108
Figura 4.22. Conexión del max 232.....	108
Figura 4.23. Circuito impreso módulo de comunicación.....	109
Figura 4.24. Circuito impreso módulo de enlace del módulo de comunicación..	110
Figura 4.25. Módulo display grafico.....	111
Figura 4.26. Controlador de temperatura.....	112
Figura 4.27. Diagrama esquemático controlador de temperatura.....	112
Figura 4.28. Circuito impreso del control de temperatura.....	114
Figura 4.29. Diagrama en bloques del control de temperatura.....	115
Figura 4.30. Borneras de conexión para inyectores y termistores.....	116
Figura 4.31. Borneras de conexión para relays y sensores.....	116
Figura 4.32. Borneras de conexión para válvulas.....	117
Figura 4.33. Borneras de alimentación de la red.....	117
Figura 4.34. Módulo de relays.....	117
Figura 4.35. Conexión de borneras.....	118
Figura 4.36. Diagrama eléctrico del banco.....	119
Figura 4.37. Diagrama neumático.....	120
Figura 4.38. Diagrama de inyección del combustible.....	121
Figura 5.1. Flujo de operación del banco.....	124
Figura 5.2. Flujo para llenado de probetas de cuantificación.....	125
Figura 5.3. Flujo para la elección del fabricante.....	126
Figura 5.4. Flujo de estado y carga de valores de inyectores.....	127
Figura 5.5. Pantalla de monitoreo del banco SCR.....	143
Figura 5.6. Pantalla de monitoreo encendido del banco.....	144
Figura 5.7. Pantalla de monitoreo prueba de inyector 1 y 2.....	145
Figura 5.8. Pantalla de monitoreo prueba de inyector 3 y 4.....	145
Figura 5.9. Pantalla de monitoreo todos los canales de prueba.....	146
Figura 5.10. Pantalla de monitoreo prueba volumétrica.....	146
Figura 5.11. Hoja de diagnostico prueba volumétrica.....	147
Figura 5.12. Comunicación serial.....	148
Figura 5.13. Control de nivel para probetas.....	148
Figura 5.14. Control canal de prueba y fabricante del inyector.....	149
Figura 5.15. Ruta de salida de datos para hoja de diagnostico.....	149

Figura 5.16.	Control de valores y estado de los inyectores.....	150
Figura 6.1.	Vista final de prueba del banco SCR.....	153
Figura 6.2.	Estructura mecánica integrada.....	154
Figura 6.3.	Diagrama en bloques hardware de control.....	155
Figura 6.4.	Flujo de conexiones unidad de control.....	156
Figura 6.5.	Acceso directo a la pantalla de monitoreo.....	157
Figura 6.6.	Conexión del banco al PC vía DB9.....	158
Figura 6.7.	Colocación de inyectores al banco de prueba.....	158
Figura 6.8.	Unidad de alimentación y control de encendido.....	159
Figura 6.9.	Creando hoja de diagnostico.....	160
Figura 6.10.	Banco de prueba listo para su uso.....	160
Figura 6.11.	Pantallas de bienvenida.....	161
Figura 6.12.	Pantallas de prueba.....	162
Figura 6.13.	Selección del fabricante del inyector.....	162
Figura 6.14.	Selección de canales de prueba.....	163
Figura 6.15.	Canal seleccionado para prueba.....	163
Figura 6.16.	Datos de prueba del inyector.....	164
Figura 6.17.	Pantalla comienzo de prueba volumétrica automática.....	165
Figura 6.18.	Pantallas de datos rampa automática.....	166
Figura 6.19.	Pantalla drenaje de combustible automática.....	166
Figura 6.20.	Pantalla de datos cargados a hoja de diagnóstico.....	167

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Características generales del banco SCR.....	60
Tabla 2.2. Alimentación eléctrica y control.....	60
Tabla 4.1. Características principales de la fuente de alimentación.....	91
Tabla 4.2. Características principales de la fuente de potencia.....	96
Tabla 4.3. Características circuito de control PWM.....	99
Tabla 4.4. Características de la tarjeta master.....	103
Tabla 4.5. Características principales del módulo de comunicación.....	109
Tabla 4.6. Características del módulo display grafico.....	111
Tabla 4.7. Características del controlador de temperatura.....	113
Tabla 5.1. Paquete de datos enviados.....	151
Tabla 7.1. Costo de mano de obra.....	169
Tabla 7.2. Costo de elaboración de tarjetas.....	170
Tabla 7.3. Costo de estructura mecánica.....	170
Tabla 7.4. Costos de accesorios.....	171
Tabla 7.5. Gastos varios.....	172
Tabla 7.6. Costo neto.....	172

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Metodología de la investigación y análisis de los resultados.	
• Aspectos metodológicos.....	175
• Tratamiento de la información.....	175
• Proyección de resultados esperados .....	175
• Análisis de Resultados .....	176
• Recopilación de los resultados .....	181
• Formulación de la hipótesis y variables.....	182
Anexo 2. Encuesta.....	183
Anexo 3. Hoja técnica pic 16f877A.....	184
Anexo 4. Hoja técnica módulo grafico.....	187
Anexo 5. Fotos.....	189

# INTRODUCCIÓN

## **1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Planteamiento del problema.**

Con la evolución del sistema de inyección a diesel existen innovadores sistemas de inyección comandados electrónicamente, los cuales resultan muy complejos. Se hace necesario el uso de equipos simuladores como el limpiador de inyectores electrónicos a diesel, sin embargo debido al exagerado costo de estos bancos, es necesaria la construcción de un banco con características similares, el cual nos permita realizar la simulación y ver el estado de los inyectores, pero a un costo más económico en relación a la mayoría de equipos existentes en el mercado.

### **1.2 Formulación del problema.**

Es común que la mayoría de laboratorios y talleres de mecánica automotriz no puedan brindar un servicio óptimo en lo que se refiere a sistemas de inyección ya sean estos a gasolina o a diesel, esto se debe a que no cuentan con equipos de prueba electrónicos que ayuden a realizar este tipo de pruebas.

### **1.3 Sistematización del problema.**

¿Por qué algunos laboratorios de mecánica automotriz no pueden brindar a sus clientes un servicio adecuado en lo que se refiere en sistemas de inyección?

¿Por qué razón se les hace difícil a los laboratorios o talleres, dar un diagnóstico confiable del estado de cada uno de los diferentes tipos de inyectores que componen todo un sistema de combustión?

¿Cómo se podría aportar para que los medianos o pequeños laboratorios brinden un servicio recomendado ya sea este, entregando una hoja de datos al cliente, el cual

indique el estado de cada uno de los inyectores y/o la reparación o mantenimiento del mismo?

## **1.4 Objetivos.**

### **1.4.1 Objetivo general.**

Diseñar y construir un banco de prueba de inyectores electrónicos a diesel, el cual nos pueda brindar una prueba adecuada para cada tipo de inyector electrónico con un sistema common rail.

### **1.4.2 Objetivos específicos.**

- Realizar una investigación y documentación de datos técnicos de los diferentes tipos de inyectores para un sistema electrónico a diesel common rail.
- Diseñar y construir un banco de prueba para inyectores electrónicos a diesel, el cual sea capaz de realizar la prueba de 4 inyectores a la vez y nos pueda entregar una hoja de datos con los resultados obtenidos en dicha prueba.
- Tratar de aportar a los diferentes laboratorios y talleres con un banco de prueba para inyectores electrónicos, pero con un costo menor al 50% de lo que cuesta un banco para inyectores en el mercado.
- Realizar las pruebas en los inyectores, simulando el funcionamiento y las condiciones de temperatura que tiene un motor de combustión interna.
- Crear un sistema totalmente seguro y confiable, para no poner en riesgo la salud del personal que se encargue de la manipulación del equipo.
- Elaboración de un manual de mantenimiento y prácticas de operación, para un óptimo manejo del equipo.

## **1.5 Justificación.**

Con la construcción de este banco limpiador de inyectores eléctricos a diesel, se cubrirá la necesidad que tiene el mercado, de un adecuado mantenimiento de los inyectores electrónicos a diesel con sistema common rail. Con esto se lograra que todos los inyectores que componen un sistema trabajen en óptimas condiciones.

Durante el desarrollo de esta tesis se aplicaran todos los conocimientos que hemos adquiridos en las materias como sensores1 y 2, neumática, microcontroladores, y electrónica de potencia, donde se podrá comprobar todos los principios que se estudiaron en las mismas.

Al implementar el banco de prueba de inyectores electrónicos a diesel, esto será de gran ayuda para que todos los estudiantes que conforman la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, tengan otro enfoque de lo que es la ingeniería electrónica en este caso particular, aplicada a la industria automotriz.

# CAPÍTULO 1

## 1. MARCO TEÓRICO.

Dentro del ámbito automotriz, son de mucha relevancia la medición de temperatura, presión y nivel, ya que están presentes en todos los vehículos a diesel, con sistema electrónico o cualquier clasificación que este dentro de la industria automotriz.

La selección eficaz de un medidor de presión, temperatura o de nivel, exige un conocimiento práctico de la tecnología del medidor, además de un profundo conocimiento del proceso y del fluido que se quiere medir.

En este banco, vamos probar los inyectores electrónicos a diesel. Estos inyectores son accionados por medio de una bobina eléctrica y esta a su vez es controlada por una computadora principal del vehículo la cual controla la cantidad de combustible entregado en las diferentes etapas de aceleración “relantin, carga media y carga máxima”.

### **1.1. Tipos de Mediciones**

Tenemos dos tipos de mediciones, puntual y continua.

#### **1.1.1. Medición puntual.**

Este tipo de medición, por lo general son realizadas con dispositivos de salida binaria, que actúan únicamente a un valor o punto específico de medida.

#### **1.1.2. Medición continua.**

Esta medición nos da una constante de la variable a través del tiempo, permite saber en todo momento como cambia el valor de una variable (Ej.: nivel, caudal ) dentro de un campo de medida determinado.

## 1.2. Medición de nivel.

Para nuestra aplicación se mencionarán los siguientes principios de medición de nivel:

- Medición directa.
- Medición de presión hidrostática
- Medición de características eléctricas del fluido.

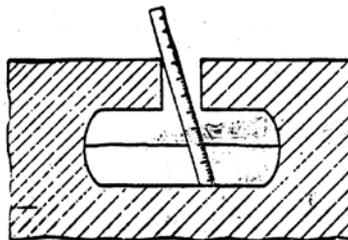
### 1.2.1. Medición directa.

Hay un gran número de procedimientos mediante los cuales podemos realizar una medición directa. Uno de ellos es el que se realiza a través de un instrumento de medición indirecta que actúa por desplazadores.

- Medidor de sonda
- Medidor de cinta y plomada
- Medidor de nivel de cristal
- Medidor de flotante

#### 1.2.1.1. Medidor de varilla o sonda.

Consiste en una varilla o regla graduada, de la longitud conveniente para introducirla dentro del depósito. La determinación del nivel se efectúa por la lectura directa de la longitud mojada por el líquido. En el momento de la lectura el tanque debe estar abierto a presión atmosférica. Se emplea en tanques de agua a presión atmosférica.



**Figura 1.1.** Medición de varilla o sonda

**Fuente:** Enrique José Caroli, Monografias.com, 2007,

<http://www.monografias.com/trabajos11/valvus/valvus.shtml#MEDIC>

### 1.2.1.2. Medidor de cinta plomada.

Este sistema consta de una cinta graduada y un plomo en la punta. Se emplea cuando es difícil que la varilla tenga acceso al fondo del tanque. También se usa midiendo la distancia desde la superficie del líquido hasta la parte superior del tanque, obteniendo el nivel por diferencia.



**Figura 1.2.** Medición de cinta plomada

**Fuente:** Scribd, 12 septiembre 2008,

<http://www.scribd.com/doc/8762962/medidoresdenivelenliquidos1>

### 1.2.1.3. Medidor de nivel de cristal.

Consiste en un tubo de vidrio con su extremo inferior conectado al tanque generalmente mediante tres válvulas (dos de cierre de seguridad en los extremos del tubo, para impedir el escape del líquido en caso de rotura del cristal y una de purga). Funciona por principio de vasos comunicantes. El nivel de vidrio va acompañado de una regla graduada.



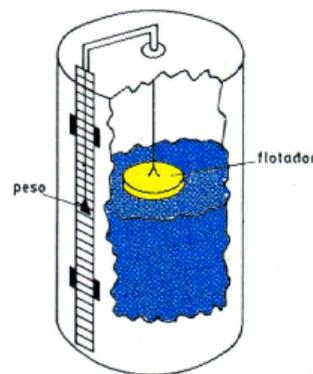
**Figura 1.3.** Medición de nivel de cristal

**Fuente:** Scribd, 12 septiembre 2008,

<http://www.scribd.com/doc/8762962/medidoresdenivelenliquidos1>

#### 1.2.1.4. Medidor flotante.

Consiste en un flotador ubicado en el seno del líquido y conectado al exterior del tanque, indicando directamente el nivel sobre una escala graduada. Es el modelo más antiguo y el más usado en tanques de capacidad grande. Tiene el inconveniente de que las partes móviles están expuestas al fluido y pueden romperse. El flotador debe mantenerse limpio, el flotador que es de un material más liviano que el fluido, sigue el movimiento del nivel de líquido.



**Figura 1.4.** Medición flotante

**Fuente:** Scribd, 12 septiembre 2008,

<http://www.scribd.com/doc/8762962/medidoresdenivelenliquidos1>

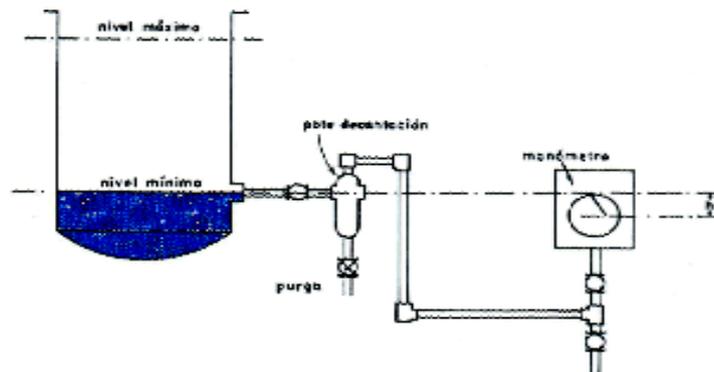
#### 1.2.2. Medición de presión hidrostática.

En un fluido en reposo, la única presión existente es la presión hidrostática, en un fluido en movimiento además puede aparecer una presión hidrodinámica adicional relacionada con la velocidad del fluido. Vemos algunos medidores de esta presión.

- Medidor manométrico
- Medidor de membrana
- Medidor por desplazamiento

### 1.2.2.1. Medidor manométrico.

Consiste en un manómetro conectado directamente a la parte inferior del tanque. El manómetro mide la presión debida a la altura de líquido que existe entre el nivel del tanque y el eje del instrumento. Sólo sirve para fluidos limpios, ya que los líquidos sucios pueden hacer perder la elasticidad del fuelle. La medición está limitada a tanques abiertos y el nivel viene influido por las variaciones de densidad del líquido.



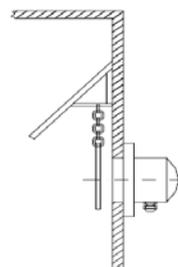
**Figura 1.5.** Medición manométrica

**Fuente:** Scribd, 12 septiembre 2008,

<http://www.scribd.com/doc/8762962/medidoresdenivelenliquidos1>

### 1.2.2.2. Medidor de membrana.

Usa una membrana conectada al instrumento receptor por un tubo estanco. El peso de la columna de líquido sobre el área de la membrana comprime el aire interno a una presión igual a la ejercida por la columna de líquido. El instrumento es delicado ya que una fuga del aire contenido en el diafragma destruiría la calibración del instrumento.



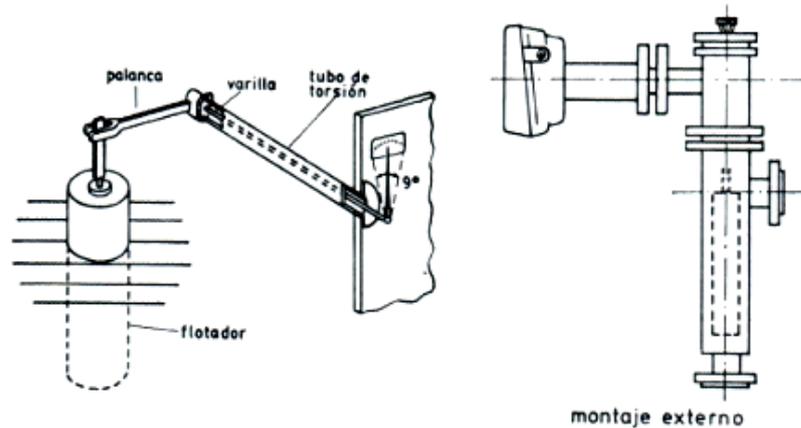
**Figura 1.6.** Medición de membrana

**Fuente:** Jnt, 2008

[http://www.interempresas.net/FeriaVirtual/monitor\\_de\\_nivel\\_tipo\\_membrana.pdf](http://www.interempresas.net/FeriaVirtual/monitor_de_nivel_tipo_membrana.pdf)

### 1.2.2.3. Medidor por desplazamiento.

El medidor de nivel por desplazamiento está basado en el principio de Arquímedes. Consiste en un flotador parcialmente sumergido en el líquido y conectado mediante un brazo a un tubo de torsión, unido al tanque. Dentro del tubo, y unido a su extremo libre hay una varilla que transmite el movimiento de giro a un transmisor exterior al tanque. El ángulo de rotación del extremo libre del tubo de torsión es función directa de la fuerza aplicada. Al subir el nivel, el líquido ejerce un empuje sobre el flotador igual al volumen de la parte sumergida multiplicada por la densidad del líquido, tendiendo a neutralizar su peso propio, así que el esfuerzo medido por el tubo de torsión será muy pequeño.



**Figura 1.7.** Medición por desplazamiento

**Fuente:** Scribd, 12 septiembre 2008,

<http://www.scribd.com/doc/8762962/medidoresdenivelenliquidos1>

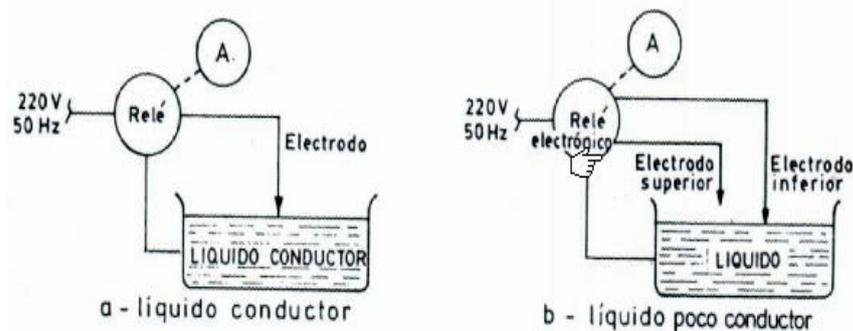
### 1.2.3. Medición según las características eléctricas del fluido.

Este tipo de medición aprovecha las características eléctricas que tienen la mayoría de los fluidos, las cuales se las pueden medir mediante:

- Medidor conductivo
- Medidor capacitivo
- Medidor ultrasónico

### 1.2.3.1. Medidor conductivo.

El medidor de nivel conductivo consiste en uno o varios electrodos y un relé eléctrico o electrónico que es excitado cuando el líquido moja a dichos electrodos. El líquido debe ser lo suficientemente conductor como para excitar el circuito electrónico. Cuando el líquido moja los electrodos se cierra el circuito electrónico y circula una corriente segura. El relé electrónico dispone de un temporizador de retardo que impide su enclavamiento ante una ola del nivel del líquido o ante cualquier perturbación momentánea o bien en su lugar se disponen dos electrodos poco separados enclavados eléctricamente en el circuito.



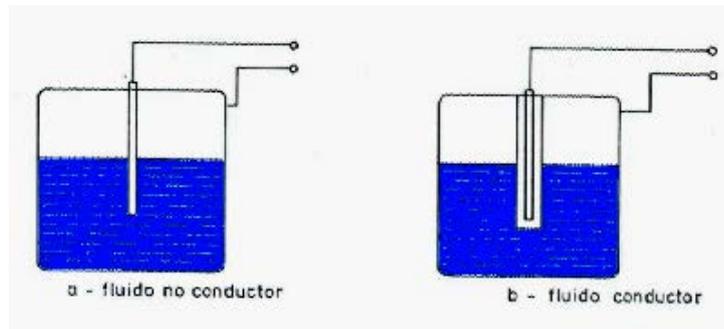
**Figura 1.8.** Medición conductivo

**Fuente:** Scribd, 12 septiembre 2008,

<http://www.scribd.com/doc/8762962/medidoresdenivelenliquidos1>

### 1.2.3.2. Medidor capacitivo.

El medidor de nivel capacitivo mide la capacidad del condensador formado por el electrodo sumergido en el líquido y las paredes del tanque. La capacidad del conjunto depende linealmente del nivel del líquido. En fluidos no conductores se emplea un electrodo normal y la capacidad total del sistema se compone de la del líquido, la del gas superior y la de las conexiones superiores. En fluidos conductores el electrodo está aislado usualmente con teflón interviniendo las capacidades adicionales entre el material aislante y el electrodo en la zona del líquido y del gas.



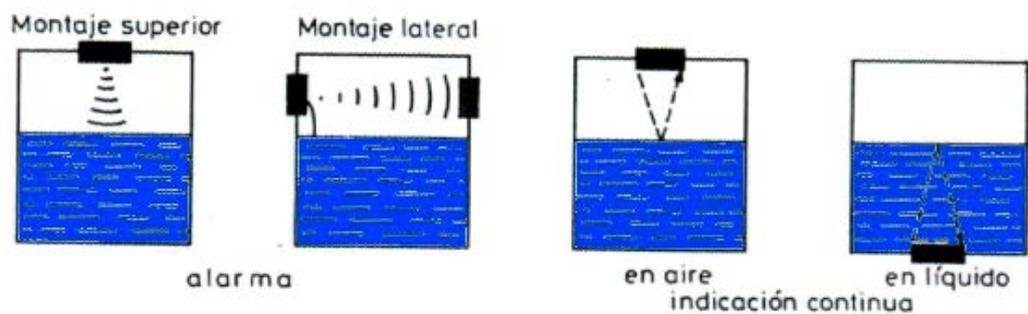
**Figura 1.9.** Medición capacitiva

**Fuente:** Scribd, 12 septiembre 2008,

<http://www.scribd.com/doc/8762962/medidoresdenivelenliquidos1>

### 1.2.3.3. Medidor ultrasónico.

Se basa en la emisión de un impulso ultrasónico a una superficie reflectante y la recepción del eco del mismo en un receptor. El retardo en la captación del eco depende del nivel del tanque. La medición se hace desde el exterior del tanque, y estos sensores trabajan a frecuencias cercanas a 20 KHz.



**Figura 1.10.** Medición ultrasónica

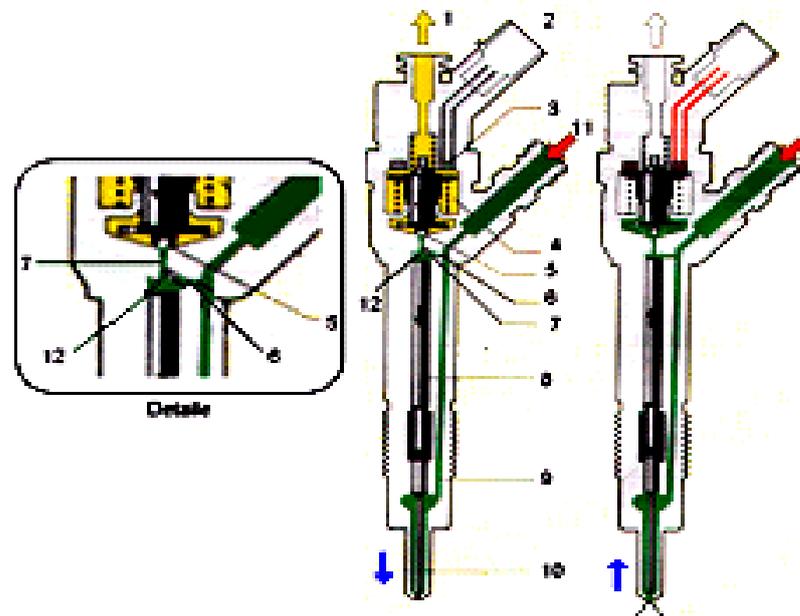
**Fuente:** Scribd, 12 septiembre 2008,

<http://www.scribd.com/doc/8762962/medidoresdenivelenliquidos1>

### 1.3. Inyector electrónico a diesel.

El inyector utilizado en los Sistemas Common Rail se activa de forma eléctrica, a diferencia de los sistemas que usan una bomba rotativa que inyecta el combustible en forma mecánica. Con esto se consigue más precisión a la hora de inyectar el combustible y simplificación del sistema.

- |                                       |                                       |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1.- retorno de combustible a depósito | 7.- estrangulador de salida           |
| 2.- conexión eléctrica                | 8.- embolo de control de válvula      |
| 3.- electroválvula                    | 9.- canal de aliviana                 |
| 4.- muelle                            | 10.- aguja del inyector               |
| 5.- bola de válvula                   | 11.- entrada de combustible a presión |
| 6.- estrangulador de entrada          | 12.- cámara de control.               |



**Figura 1.11** Inyector electrónico a diesel

**Fuente:** Dani Meganeboy, Mecánica virtual, 24 feb. 2001,  
[http://www.mecanicavirtual.org/common\\_rail5.htm](http://www.mecanicavirtual.org/common_rail5.htm)

#### 1.3.1 Estructura del inyector

La estructura del inyector se divide en tres bloques funcionales:

- El inyector de orificios.
- El servo sistema hidráulico.
- La electroválvula.

Para nuestra explicación tomemos como referencia la figura 1.11. El combustible a alta presión procedente del rail entra por "11" al interior del inyector para seguir por el canal de afluencia "9" hacia la aguja del inyector "10", así como a través del estrangulador de entrada "6" hacia la cámara de control "12". La cámara de control "12" esta unida con el retorno de combustible "1" a través del estrangulador de salida "7" y la electroválvula "3".

Cuando la electroválvula "3" no esta activada el combustible que hay en la cámara de control "12" al no poder salir por el estrangulador de salida "7" presiona sobre el embolo de control "8" que a su vez aprieta la aguja del inyector "10" contra su asiento por lo que no deja salir combustible y como consecuencia no se produce la inyección.

Cuando la electroválvula esta activada entonces se abre y deja paso libre al combustible que hay en la cámara de control. El combustible deja de presionar sobre el embolo para irse por el estrangulador de salida hacia el retorno de combustible "1" a través de la electroválvula. La aguja del inyector al disminuir la fuerza del embolo que la apretaba contra el asiento del inyector, es empujada hacia arriba por el combustible que la rodea por lo que se produce la inyección. Como se ve la electroválvula no actúa directamente en la inyección sino que se sirve de un servomecanismo hidráulico encargado de generar la suficiente fuerza para mantener cerrada la válvula del inyector mediante la presión que se ejerce sobre la aguja que la mantiene pegada a su asiento. El caudal de combustible utilizado para las labores de control dentro del inyector retorna al depósito de combustible a través del estrangulador de salida, la electroválvula y el retorno de combustible "1". Además del caudal de control existen caudales de fuga en el alojamiento de la aguja del inyector y del embolo. Estos caudales de control y de fugas se conducen otra vez al depósito de combustible, a través del retorno de combustible "1" con una tubería colectiva a la que están acoplados todos los inyectores y también la válvula reguladora de presión.

### **1.3.2 Funcionamiento del inyector**

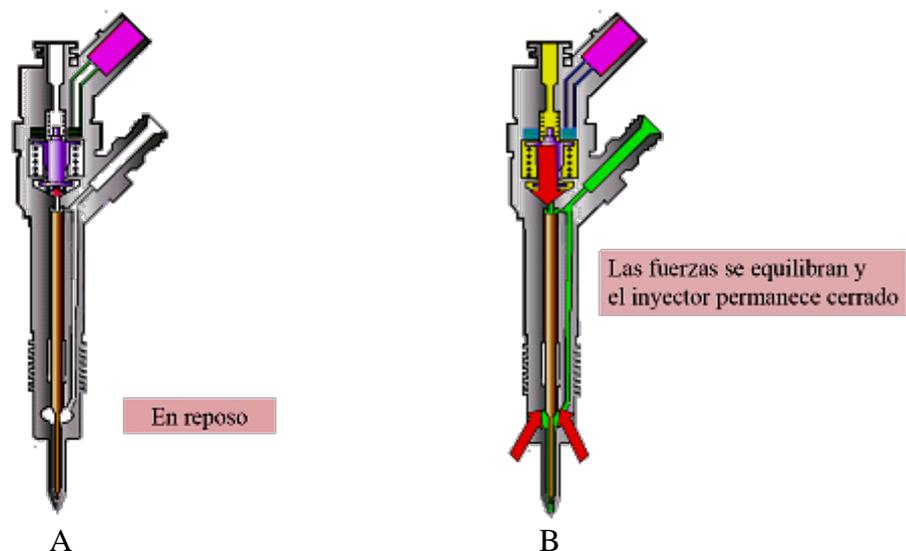
La función del inyector puede dividirse en cuatro estados de servicio, con el motor en marcha y la bomba de alta presión funcionando.

- Inyector cerrado (con alta presión presente).
- El inyector abre (comienzo de inyección)
- Inyector totalmente abierto.
- El inyector cierra (final de inyección).

Si el motor no esta en marcha la presión de un muelle mantiene el inyector cerrado.

### 1.3.2.1 Inyector cerrado (estado en reposo).

La electroválvula no esta activada (estado de reposo), por lo tanto se encuentra cerrado el estrangulamiento de salida que hace que la presión del combustible sea igual en la cámara de control que en el volumen de cámara de la tobera, por lo que la aguja del inyector permanece apretado sobre su asiento por el muelle del inyector, pero sobre todo la aguja se mantiene cerrada porque la presión en la cámara de control y en el volumen de cámara de la tobera (que son iguales) actúan sobre áreas distintas (dibujo B de la figura 1.12). La primera actúa sobre el émbolo de control y la segunda sobre la diferencia de diámetros de la aguja, que es un área menor y por tanto la fuerza que empuja a la aguja contra el asiento es mayor que la fuerza en sentido contrario, que tendería a abrirla.



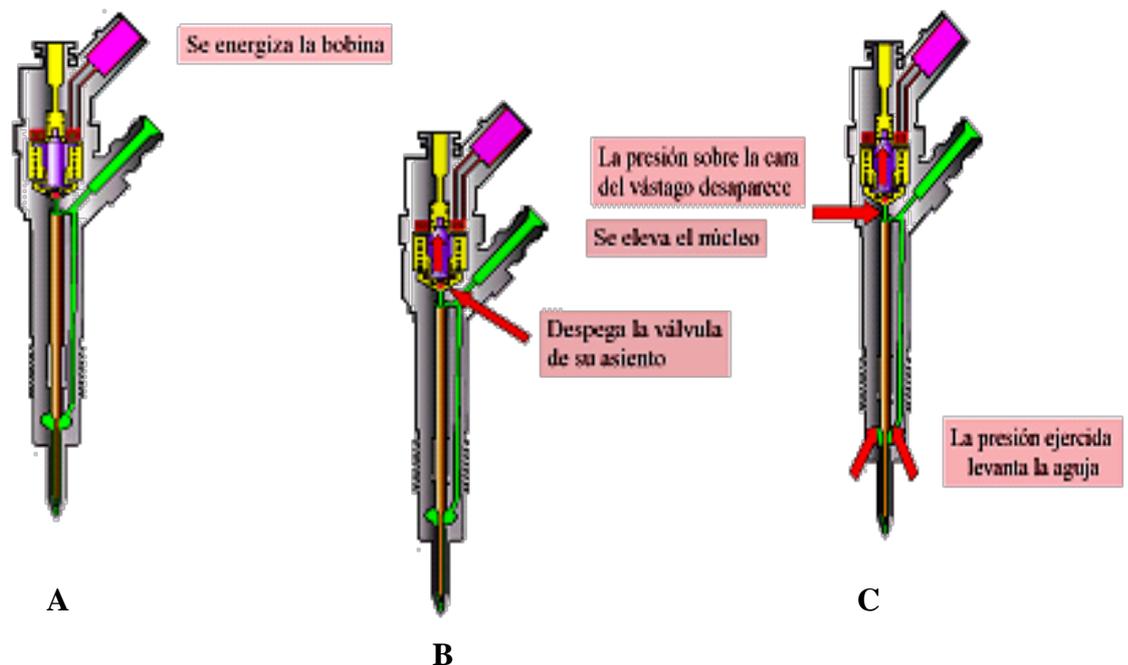
**Figura 1.12** Inyector en reposo

**Fuente:** Dani Meganeboy, Mecánica virtual, 24 feb. 2001,

[http://www.mecanicavirtual.org/common\\_rail5.htm](http://www.mecanicavirtual.org/common_rail5.htm)

### 1.3.2.2 Inyector abierto (comienzo de la inyección).

El inyector se encuentra en posición de reposo. La electroválvula es activada con la llamada corriente de excitación que sirve para la apertura rápida de la electroválvula (dibujo A de la figura 1.13). La fuerza del electroimán activado ahora es superior a la fuerza del muelle de válvula, y el inducido abre el estrangulador de salida (dibujo B de la figura 1.13). Con la apertura del estrangulador de salida puede fluir ahora combustible, saliendo del recinto de control de válvula hacia el recinto hueco situado por encima, y volver al depósito de combustible a través de las tuberías de retorno. El estrangulador de entrada impide una compensación completa de la presión, y disminuye la presión en la cámara de control de válvula. Esto conduce a que la presión en la cámara de control sea menor que la presión existente en la cámara de la tobera. La presión disminuida en la cámara de control de la válvula conduce a una disminución de la fuerza sobre el émbolo de mando y da lugar a la apertura de la aguja del inyector (dibujo C de la figura 1.13). Comienza ahora la inyección.



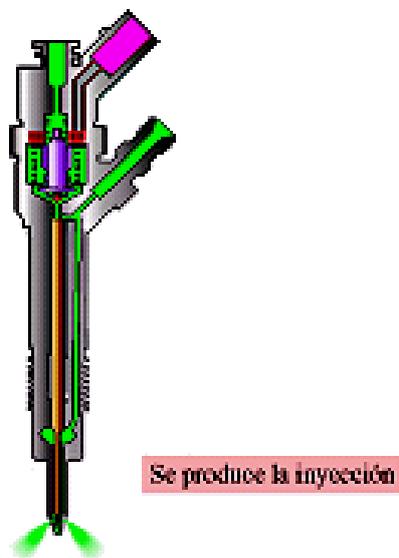
**Figura 1.13** Inyector en el comienzo de la inyección

**Fuente:** Dani Meganeboy, Mecánica virtual, 24 feb. 2001,

[http://www.mecanicavirtual.org/common\\_rail5.htm](http://www.mecanicavirtual.org/common_rail5.htm)

### 1.3.2.3 Inyector totalmente abierto.

El émbolo de mando alcanza su tope superior y permanece allí sobre un volumen de combustible de efecto amortiguador. Este volumen se produce por el flujo de combustible que se establece entre el estrangulador de entrada y de salida. Como se muestra en la fig. 1.14. La tobera del inyector esta ahora totalmente abierta y el combustible es inyectado en la cámara de combustión con una presión que corresponde aproximadamente a la presión en el Rail. La distribución de fuerzas en el inyector es similar a la existente durante la fase de apertura.



**Figura 1.14** Inyector totalmente abierto

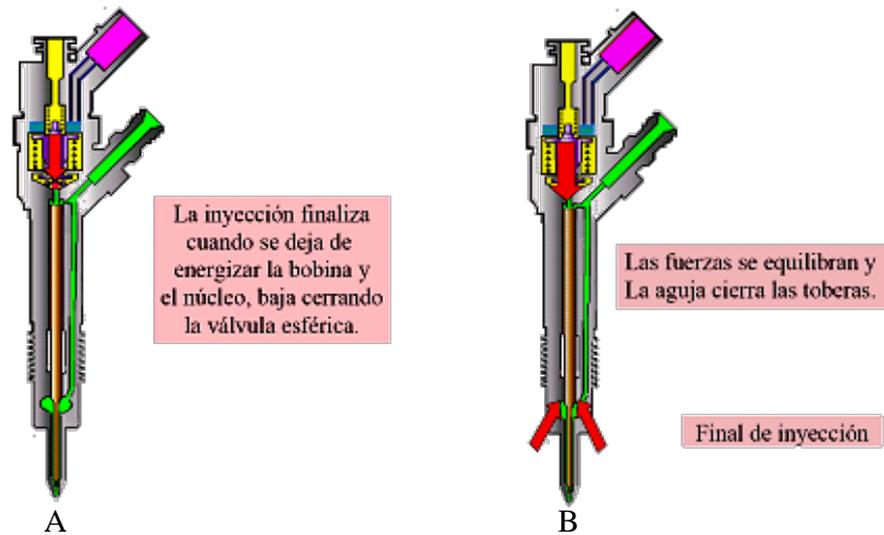
**Fuente:** Dani Meganeboy, Mecánica virtual, 24 feb. 2001,  
[http://www.mecanicavirtual.org/common\\_rail5.htm](http://www.mecanicavirtual.org/common_rail5.htm)

### 1.3.2.4 Inyector cerrado (fin de la inyección).

Cuando deja de activarse la electroválvula, el inducido es presionado hacia abajo por la fuerza del muelle de válvula y la bola cierra el estrangulador de salida (dibujo A de la figura 1.15).

Al cerrarse el estrangulador de salida se forma de nuevo en el recinto de control una presión como en el Rail, a través del estrangulador de entrada. Este aumento de presión supone un incremento de fuerza ejercido sobre el émbolo de mando. Esta fuerza del recinto de control de válvula y la fuerza del muelle, superan ahora la

fuerza del volumen de la cámara de tobera y se cierra sobre su asiento la aguja del inyector (dibujo B de la figura 1.15).



**Figura 1.15** Inyector cerrado “fin de la inyección”

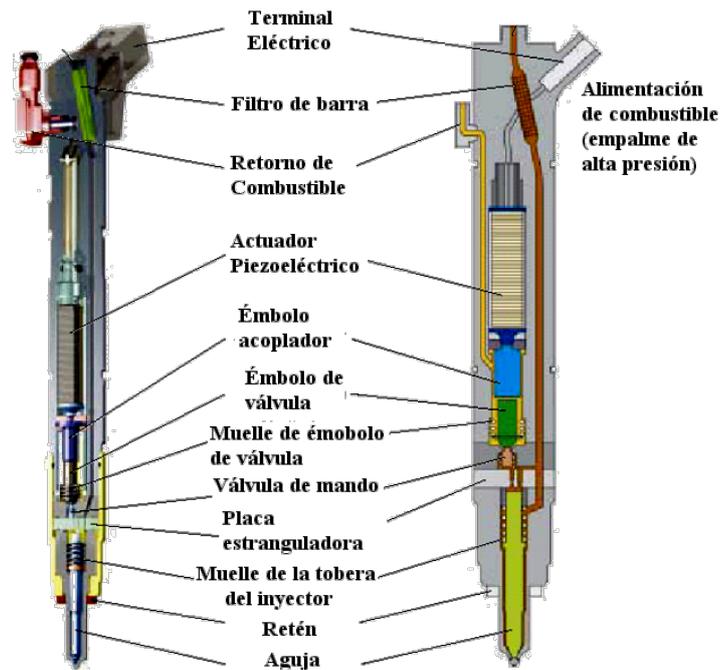
**Fuente:** Dani Meganeboy, Mecánica virtual, 24 feb. 2001,  
[http://www.mecanicavirtual.org/common\\_rail5.htm](http://www.mecanicavirtual.org/common_rail5.htm)

#### 1.4 Inyector piezoeléctrico.

Un elemento piezoeléctrico es aquel al cual si se le aplica una deformación genera una tensión eléctrica. Inversamente, cuando se le aplica tensión puede manifestar una deformación mecánica.

Los inyectores de tipo piezoeléctrico tienen grandes ventajas respecto a los convencionales:

- Tiempos de conmutación muy pequeños
- Posibilidad de inyecciones múltiples en lapsos muy cortos
- Gran exactitud de dosificación



**Figura 1.16** Partes del inyector piezoeléctrico

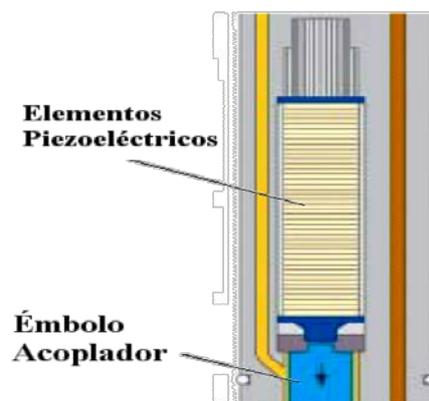
**Fuente:** Dani Meganeboy, Mecánica virtual, 24 feb. 2001,

[http://www.mecanicavirtual.org/common\\_rail5.htm](http://www.mecanicavirtual.org/common_rail5.htm)

#### 1.4.1 Actuador piezoeléctrico.

Está constituido por una gran cantidad de elementos piezoeléctricos, para poder conseguir un recorrido de suficiente magnitud para la gestión del inyector.

Al aplicarse la tensión el actuador piezoeléctrico se dilata hasta 0.03mm con una tensión de excitación de 110 – 148 voltios.



**Figura 1.17** Actuador piezoeléctrico

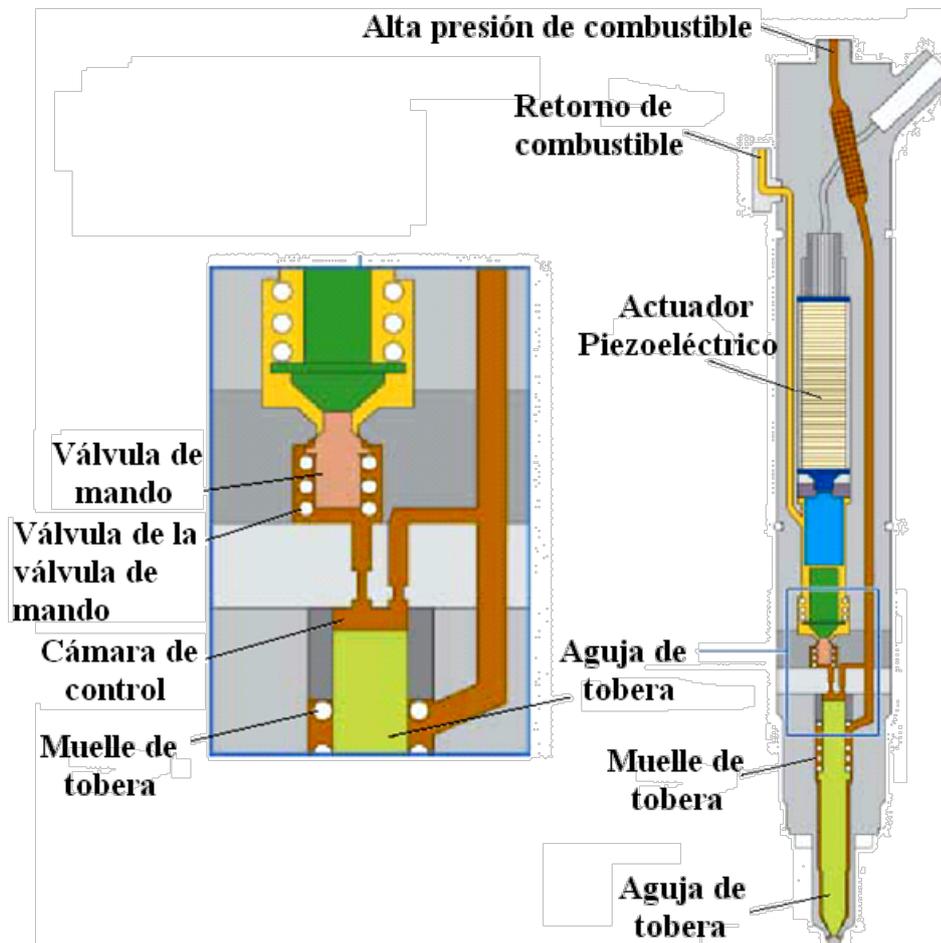
**Fuente:** Dani Meganeboy, Mecánica virtual, 24 feb. 2001,

[http://www.mecanicavirtual.org/common\\_rail5.htm](http://www.mecanicavirtual.org/common_rail5.htm)

### 1.4.2 Inyector en reposo.

El actuador no está excitado por lo que el inyector se encuentra cerrado. La válvula de mando es oprimida contra su asiento por la alta presión del combustible y por la fuerza del muelle; de esa forma queda separada la parte de alta presión con respecto a la parte de retorno de combustible.

La aguja de la tobera es cerrada por la alta presión del combustible en la cámara de control que se encuentra por encima de la aguja.



**Figura 1.18** Inyector a diesel

Fuente: Dani Meganeboy, Mecánica virtual, 24 feb. 2001,

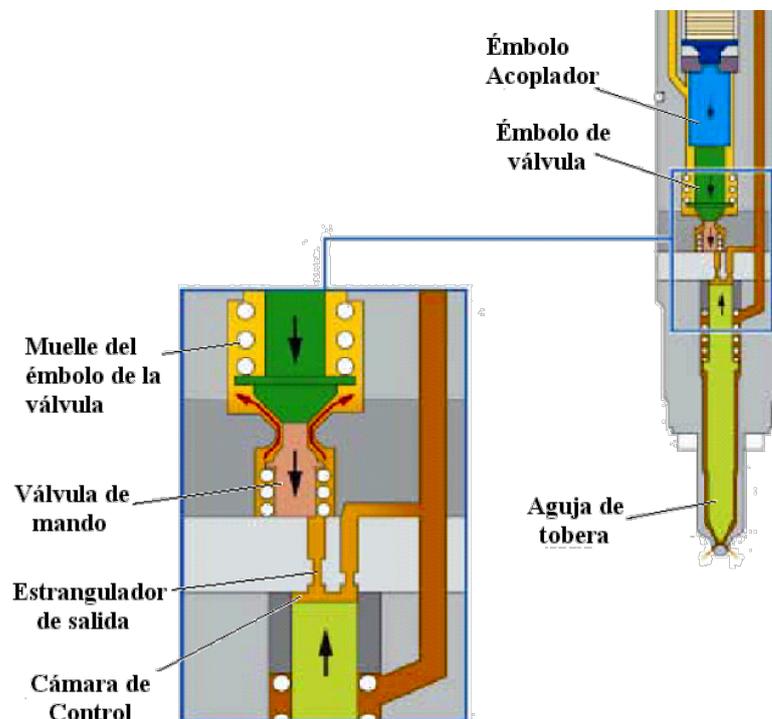
[http://www.mecanicavirtual.org/common\\_rail5.htm](http://www.mecanicavirtual.org/common_rail5.htm)

### 1.4.3 Comienzo de la inyección.

La unidad de control es la encargada de iniciar el comienzo de la inyección, para ello se excita el actuador piezoeléctrico.

El actuador piezoeléctrico se dilata y transmite el movimiento de dilatación sobre el émbolo acoplador. El descenso del émbolo genera una presión hidráulica en el módulo acoplador, la cual actúa a través del émbolo de válvula sobre la válvula de mando (figura 1.19).

La válvula de mando abre obedeciendo a la fuerza hidráulica del módulo acoplador y abre así el paso del combustible a alta presión hacia la zona de retorno de combustible, el combustible en la cámara de control fluye a través del estrangulador de salida hacia el retorno. Esto hace que la presión del combustible caiga instantáneamente en la zona superior de la aguja, la aguja despegue de su asiento y la inyección comienza.



**Figura 1.19** Inyector en funcionamiento

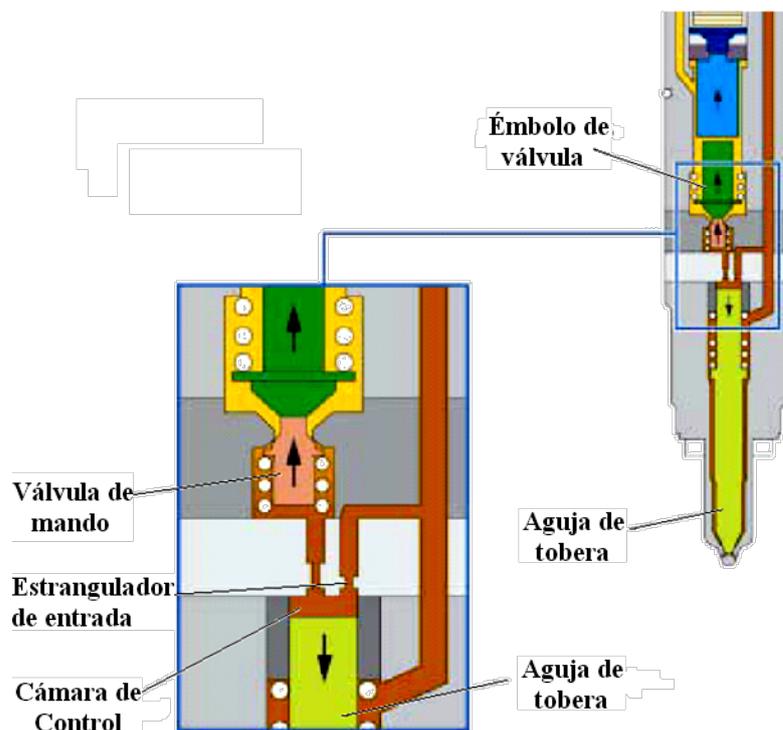
**Fuente:** Dani Meganeboy, Mecánica virtual, 24 feb. 2001,

[http://www.mecanicavirtual.org/common\\_rail5.htm](http://www.mecanicavirtual.org/common_rail5.htm)

#### 1.4.4 Fin de la inyección.

La operación de inyección finaliza en cuanto la unidad de control deja de excitar el actuador piezoeléctrico. Ambos émbolos del módulo acoplador se desplazan hacia arriba y la válvula de mando es oprimida contra su asiento (figura 1.20). Con esto se cierra el paso de la alta presión de combustible hacia el retorno.

A través del estrangulador de alimentación fluye combustible hacia la cámara de control por encima de la aguja de la tobera; la presión de combustible en la cámara de control, aumenta de nuevo a la magnitud que tiene en el acumulador de alta presión, y cierra la aguja de la tobera. La operación de la inyección queda terminada y el inyector se encuentra nuevamente en posición de reposo.



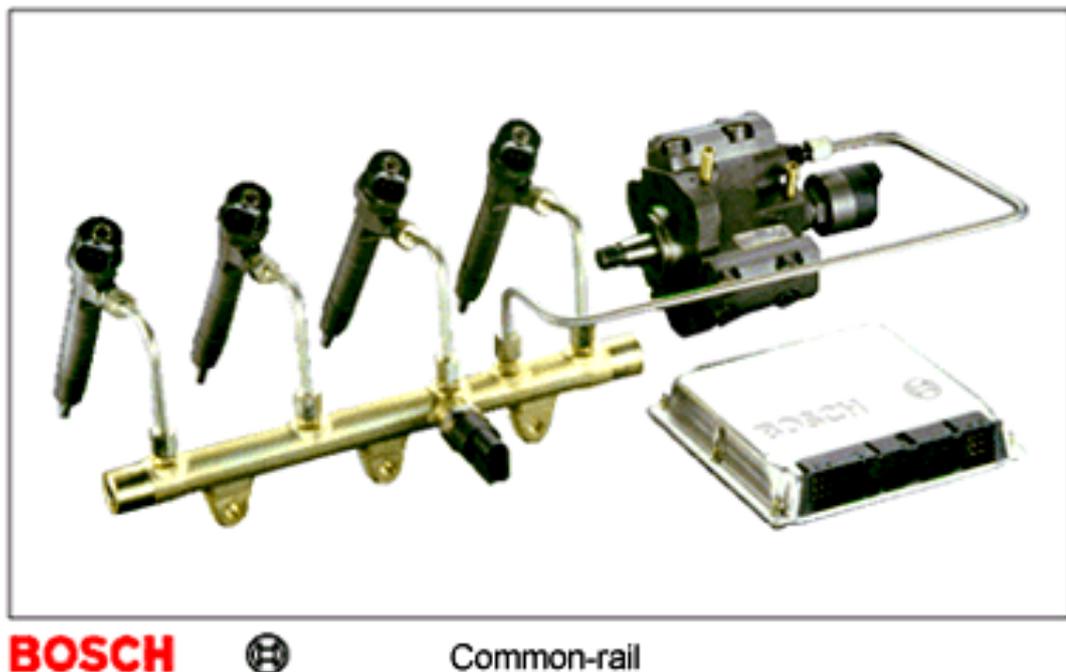
**Figura 1.20** Inyector en reposo

**Fuente:** Dani Meganeboy, Mecánica virtual, 24 feb. 2001,  
[http://www.mecanicavirtual.org/common\\_rail5.htm](http://www.mecanicavirtual.org/common_rail5.htm)

## 1.5 Sistema Common Rail.

Sistema de conducto común (common-rail) en el que una bomba muy distinta a la utilizada en el sistema anterior, suministra diesel a muy alta presión a un conducto común o acumulador donde están unidos todos los inyectores. En el momento preciso una central electrónica dará la orden para que los inyectores se abran suministrando combustible a los cilindros. Esta tecnología es muy parecida a la utilizada en los motores de inyección de gasolina con la diferencia de que la presión en el conducto común o acumulador es mucho mayor en los motores diesel (1300 Bares) que en los motores a gasolina (6 Bares máximo).

Este sistema es utilizado por los motores, DCI de Renault de nueva generación, los HDI del Grupo PSA y los JTD del Grupo Fiat,



**Figura 1.21** Sistema common rail

**Fuente:** Dani Meganeboy, Mecánica virtual, 24 feb. 2001,

[http://mecanicavirtual.iespana.es/common\\_rail.htm](http://mecanicavirtual.iespana.es/common_rail.htm)

### **1.5.1 Funciones del sistema common rail**

El sistema de inyección de acumulador "Common Rail" ofrece una flexibilidad destacadamente mayor para la adaptación del sistema de inyección al funcionamiento motor, en comparación con los sistemas propulsados por levas (bombas rotativas). Esto es debido a que están separadas la generación de presión y la inyección.

La presión de inyección se genera independientemente del régimen del motor y del caudal de inyección. El combustible para la inyección está a disposición en el acumulador de combustible de alta presión "Rail". El conductor preestablece el caudal de inyección, la unidad de control electrónica (UCE) calcula a partir de campos característicos programados, el momento de inyección y la presión de inyección, y el inyector (unidad de inyección) realiza las funciones en cada cilindro del motor, a través de una electroválvula controlada.

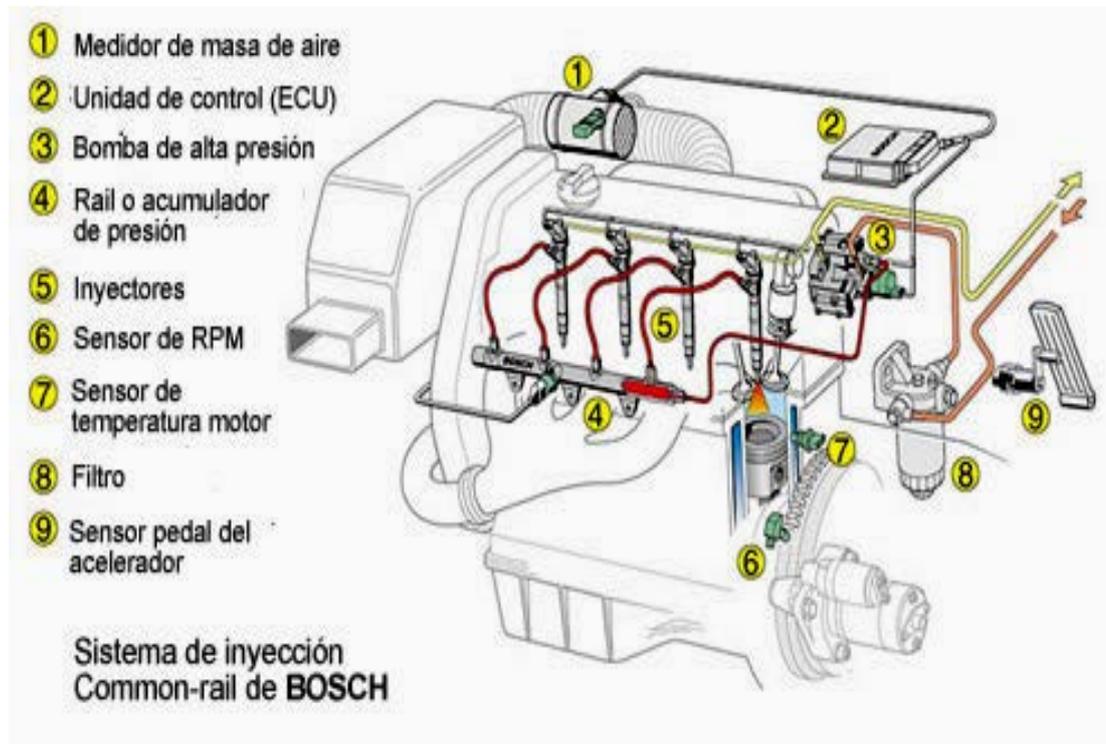
La instalación de un sistema "Common Rail" consta de:

- unidad de control (UCE)
- sensor de revoluciones del cigüeñal
- sensor de revoluciones del árbol de levas
- sensor del pedal del acelerador
- sensor de presión de sobrealimentación
- sensor de presión de "Rail"
- sensor de temperatura del líquido refrigerante
- medidor de masa de aire.

La ECU registra con la ayuda de sensores el deseo del conductor (posición del pedal del acelerador) y el comportamiento de servicio actual del motor y del vehículo. La ECU procesa las señales generadas por los sensores y transmitidas a través de líneas de datos. Con las informaciones obtenidas, es capaz de influir sobre el vehículo y especialmente sobre el motor, controlando y regulando.

El sensor de revoluciones del cigüeñal mide el número de revoluciones del motor, y el sensor de revoluciones del árbol de levas determina el orden de encendido (posición de fase). Un potenciómetro como sensor del pedal acelerador comunica

con la UCE, a través de una señal eléctrica, la solicitud de par motor realizado por el conductor.



**Figura 1.22** Sistema de inyección

**Fuente:** Dani Meganeboy, Mecánica virtual, 24 feb. 2001,

[http://mecanicavirtual.iespana.es/common\\_rail.htm](http://mecanicavirtual.iespana.es/common_rail.htm)

El medidor de masa de aire entrega información a la UCE sobre la masa de aire actual, con el fin de adaptar la combustión conforme a las prescripciones sobre emisiones de humos. En motores equipados con turbocompresor el sensor de presión de turbo mide la presión en el colector de admisión. En base a los valores del sensor de temperatura del líquido refrigerante y de temperatura de aire, a temperaturas bajas y motor frío, la UCE puede adaptar a las condiciones de servicio los valores teóricos sobre el comienzo de inyección, inyección previa y otros parámetros.

### Funciones básicas

Las funciones básicas de un sistema "Common Rail" controlan la inyección del combustible en el momento preciso y con el caudal y presión adecuados al funcionamiento del motor.

### Funciones adicionales

Estas funciones sirven para la reducción de de las emisiones de los gases de escape y del consumo de combustible, o bien sirven para aumentar la seguridad y el confort. Algunos ejemplos de estas funciones son: la retroalimentación de gases de escape (sistema EGR), la regulación de la presión turbo, la regulación de la velocidad de marcha, el inmovilizador electrónico de arranque, etc. El sistema CANbus hace posible el intercambio de datos con otros sistemas electrónicos del vehículo (p. ejemplo: ABS, control electrónico de cambio). Una interfaz de diagnóstico permite al realizar la inspección del vehículo, la evaluación de los datos del sistema almacenado en memoria.

### **1.5.2 Estructura y función de los componentes del sistema common rail**

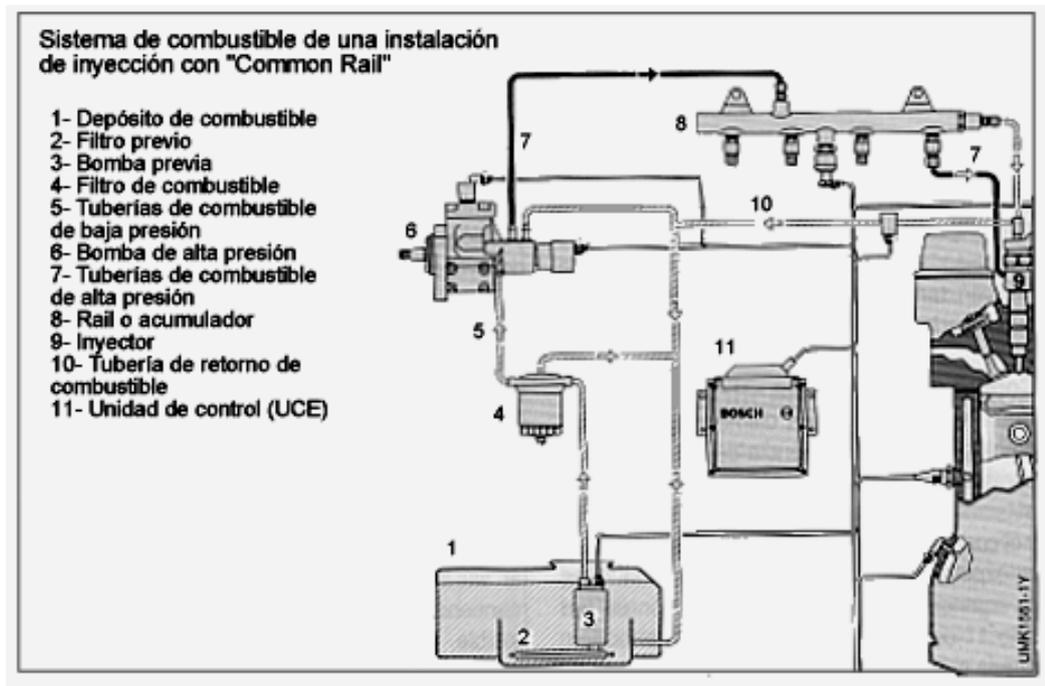
La instalación de un sistema Common Rail se estructura en dos partes fundamentales la parte que suministra el combustible a baja presión y la que suministra el combustible a alta presión.

La parte de baja presión consta de:

- Depósito de combustible con filtro previo.
- Bomba previa.
- Filtro de combustible.
- Tuberías de combustible de baja presión.

La parte de alta presión consta de:

- Bomba de alta presión con válvula reguladora de presión.
- Tuberías de combustible de alta presión.
- Rail como acumulador de alta presión con sensor de presión del Rail, válvula limitadora de la presión y limitador de flujo.
- Inyectores.
- Tuberías de retorno de combustible.



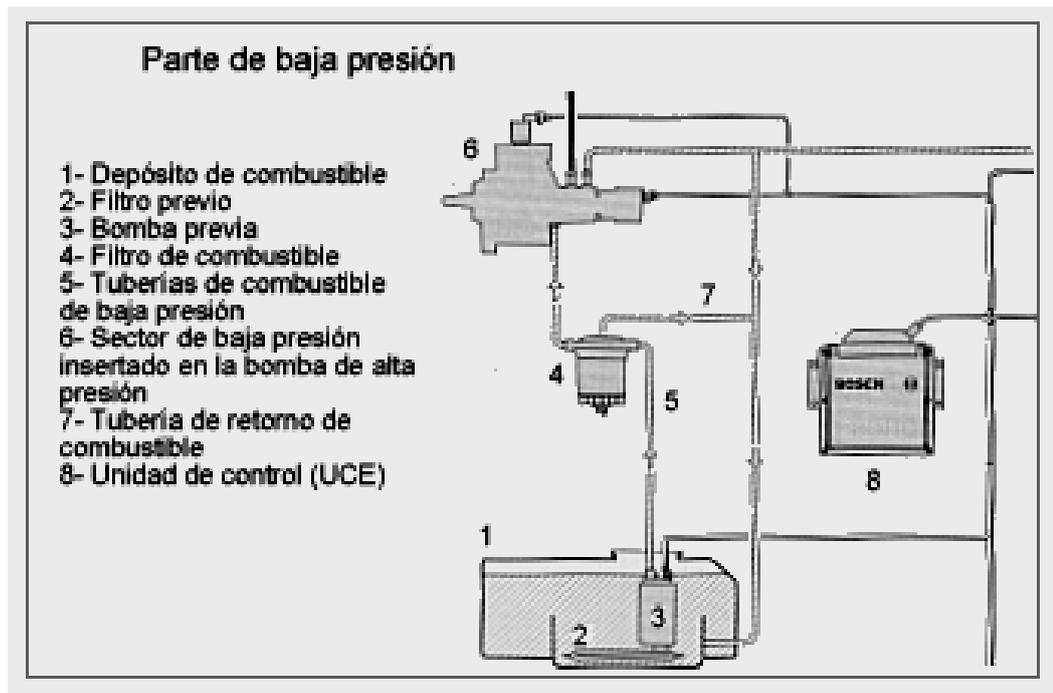
**Figura 1.23** Sistema de combustible de una instalación de inyección con “common rail”

**Fuente:** Dani Meganeboy, Mecánica virtual, 24 feb. 2001,

[http://mecanicavirtual.iespana.es/common\\_rail2.htm](http://mecanicavirtual.iespana.es/common_rail2.htm)

### 1.5.3 Parte de baja presión

La parte de baja presión pone a disposición el combustible suficiente para la parte de alta presión.



**Figura 1.24** Parte de baja presión

**Fuente:** Dani Meganeboy, Mecánica virtual, 24 feb. 2001,  
[http://mecanicavirtual.iespana.es/common\\_rail2.htm](http://mecanicavirtual.iespana.es/common_rail2.htm)

## 1.5.4 Parte de alta presión.

### 1.5.4.1 Bomba previa

La misión de la bomba previa es abastecer suficiente combustible a la bomba de alta presión.

- En cualquier estado de servicio.
- Con la presión necesaria.
- A lo largo de toda su vida útil.

Actualmente existen dos ejecuciones posibles:

Puede aplicarse una electrobomba de combustible (bomba celular de rodillos) o, alternativamente, una bomba de combustible de engranajes accionada mecánicamente.

#### **1.5.4.2 Electrobomba de combustible**

Se aplica únicamente en turismos y vehículos industriales ligeros. Junto a la función de suministrar combustible para la bomba de alta presión, tiene además la función de interrumpir el suministro de combustible en caso necesario, dentro del marco de una supervisión del sistema.

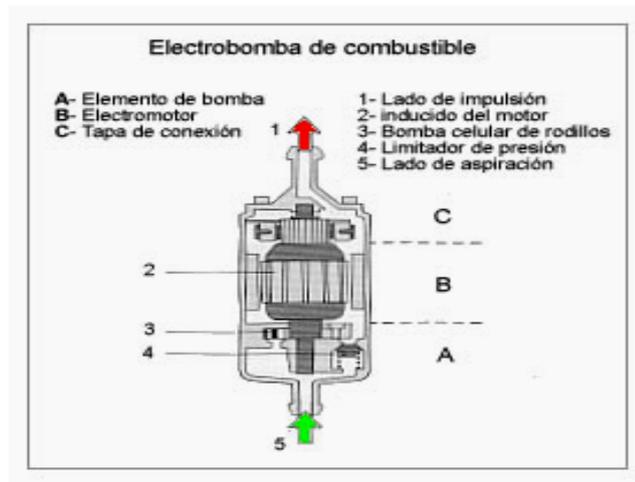
Comenzando con el proceso de arranque del motor, la electrobomba de combustible funciona continuamente y de forma independiente del régimen del motor. La bomba transporta así el combustible continuamente desde el depósito de combustible, a través de un filtro de combustible, hacia la bomba de alta presión. El combustible excedente retorna al depósito a través de una válvula de descarga. Mediante un circuito de seguridad se impide el suministro de combustible estando conectado la llave de encendido y parado el motor.

Existen electrobombas de combustible para el montaje en tubería o montaje en el depósito. Las bombas de montaje en tubería se encuentran fuera del depósito, en la tubería de combustible, entre el depósito y el filtro.

Las bombas de montaje en el depósito se encuentran, por el contrario, dentro del depósito de combustible en un soporte especial, que normalmente contiene también un tamiz de combustible por el lado de aspiración.

Una electrobomba de combustible consta de los tres elementos fundamentales.

- Elemento de bomba (A).
- Electromotor (B)
- Tapa de conexión (C).



**Figura 1.25** Electroboomba de combustible

**Fuente:** Dani Meganeboy, Mecánica virtual, 24 feb. 2001

[http://mecanicavirtual.iespana.es/common\\_rail2.htm](http://mecanicavirtual.iespana.es/common_rail2.htm)

El elemento de bomba.- Existe en diversas ejecuciones, ya que el principio funcional aplicado en cada caso depende del campo de aplicación de la electrobomba de combustible. Para el sistema Common Rail esta ejecutado como bomba celular de rodillos y consta de una cámara dispuesta excéntricamente, en la que gira un disco ranurado. En cada ranura se encuentra un rodillo conducido suelto. Por la rotación del disco ranurado y por la presión del combustible del combustible se empujan los rodillos contra la pista de deslizamiento de rodillos situada exteriormente y contra los flancos propulsores de las ranuras. Los rodillos actúan aquí como juntas de rotación, formándose una cámara entre cada dos rodillos del disco ranurado y la pista de deslizamiento de los rodillos.

El efecto de bombeo se produce por el hecho de que el volumen de la cámara se reduce continuamente tras cerrarse la abertura de entrada de forma de riñón. Después de abrir la abertura de salida, el combustible atraviesa el electromotor y abandona la bomba celular de rodillos por la tapa de conexión del lado de presión.

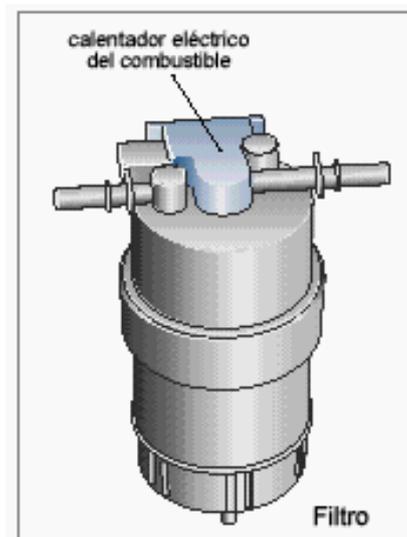
El electromotor .- Consta de un sistema de imán permanente de un inducido, cuyo dimensionado depende del caudal de suministro deseado con una presión del sistema determinada. El electromotor y el elemento de bomba se encuentran en un cuerpo común. Están rodeados continuamente de combustible refrigerándose así

continuamente. De esta forma puede conseguirse una elevada potencia del motor sin complejos elementos estanqueizantes entre el elemento de bomba y el electromotor.

La tapa de conexión.- Contiene las conexiones eléctricas y el empalme hidráulica por el lado de impulsión. Adicionalmente pueden estar integrados elementos antiparasitarios en la tapa de conexión.

### 1.5.4.3 Filtro de combustible

Las impurezas del combustible pueden provocar daños en los componentes de la bomba e inyectores. La aplicación de un filtro de combustible adaptado especialmente a las exigencias de la instalación de inyección es, por lo tanto, condición previa para un servicio sin anomalías y una prolongada vida útil. El combustible puede contener agua en forma ligada (emulsión) o no ligada (por ejemplo: formación de agua de condensación debido a cambio de temperaturas). Si el agua entra dentro del sistema de inyección, pueden producirse daños de corrosión.



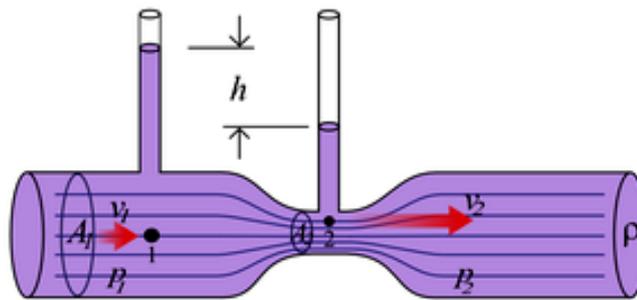
**Figura 1.26** Filtro de combustible

**Fuente:** Dani Meganeboy, Mecánica virtual, 24 feb. 2001,  
[http://mecanicavirtual.iespana.es/common\\_rail2.htm](http://mecanicavirtual.iespana.es/common_rail2.htm)

## 1.6 Efecto Venturi.

El efecto Venturi (también conocido tubo de Venturi) consiste en que la corriente de un fluido dentro de un conducto cerrado disminuye la presión del fluido al aumentar la velocidad cuando pasa por una zona de sección menor. Si en este punto del conducto se introduce el extremo de otro conducto, se produce una aspiración del fluido contenido en este segundo conducto. Este efecto, demostrado en 1797, recibe su nombre del físico italiano Giovanni Battista Venturi (1746- 1822).

El efecto Venturi se explica por el Principio de Bernoulli y el principio de continuidad de masa. Si el caudal de un fluido es constante pero la sección disminuye, necesariamente la velocidad aumenta. Por el teorema de conservación de la energía si la energía cinética aumenta, la energía determinada por el valor de la presión disminuye forzosamente.



**Figura 1.27** Esquema del efecto Venturi

**Fuente:** Wikipedia, Efecto Venturi, 23 Nov. 2008,  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Efecto\\_Venturi](http://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_Venturi)

### 1.6.1 Aplicaciones del efecto Venturi.

Estas son algunas de las aplicaciones donde se aplica el efecto Venturi.

- Aeronáutica.
- Motores.
- Hogar.
- Tubos de Venturi.
- Industria.

### **1.6.1.1 Efecto Venturi en aeronáutica.**

Aunque el efecto Venturi se utiliza frecuentemente para explicar la sustentación producida en alas de aviones el efecto Venturi por sí solo no es suficiente para explicar la sustentación aérea. Durante la Primera Guerra Mundial, Albert Einstein diseñó para el ejército alemán un modelo de ala a partir de un análisis del principio de Bernoulli y el efecto Venturi. El prototipo que llegó a ser construido no pudo apenas despegar.

### **1.6.1.2 Efecto Venturi en motores.**

El carburador aspira el carburante por efecto Venturi, mezclándolo con el aire (fluido del conducto principal), al pasar por un estrangulamiento.

### **1.6.1.3 Efecto Venturi en el hogar.**

En los equipos ozonificadores de agua, se utiliza un pequeño tubo Venturi para efectuar una succión del ozono que se produce en un depósito de vidrio, y así mezclarlo con el flujo de agua que va saliendo del equipo con la idea de destruir las posibles bacterias patógenas y de desactivar los virus y otros microorganismos que no son sensibles a la desinfección con cloro.

### **1.6.1.4 Tubos de Venturi.**

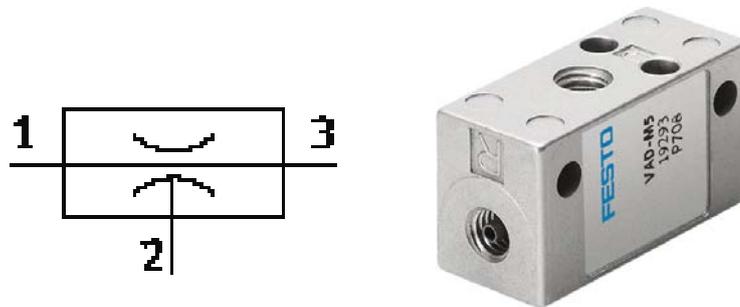
Tubos de Venturi: Medida de velocidad de fluidos en conducciones y aceleración de fluidos.

### **1.6.1.5 Efecto Venturi en la industria.**

En la industria también se usa este principio en la parte de automatización, ya que se lo emplea en máquinas autónomas y estas pueden agarrar cosas o mover objetos mediante este principio.

## 1.6.2 Generadores de vacío por principio de Venturi.

El aire comprimido que fluye de 1 hacia 3 genera por principio de eyección un vacío en la conexión 2.



**Figura 1.28** Vista Isométrica generador de vacío

**Fuente:** Festo, VAD, 2009

<http://www.festo.com>

El nivel de ruido ocasionado por el aire de escape, de por sí relativamente bajo, puede aminorarse aún más montando un silenciador en la conexión 3. Estas unidades permiten la aspiración de piezas en cualquier posición. Al desconectar el aire comprimido se interrumpe el proceso de aspiración y se mantiene el nivel de vacío.

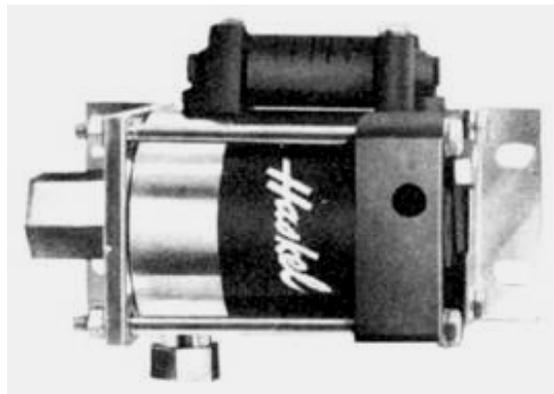
Durante el proceso de aspiración con la tobera VAK se obtiene un volumen de aire comprimido de aprox. La tobera VAK 32 cm<sup>3</sup>; al desconectar la presión de entrada, se genera un impulso de presión para expulsar la pieza separándola de la ventosa. La frecuencia máx. de conmutación de aprox. 10 Hz con 6 bar y aprox. 1 m de línea de aspiración.

## 1.7. Bombas de alta presión.

Con una variedad de 25 modelos diferentes y una elección de diferentes presiones, hasta 1.030 bar (15.000 psi).

Disponible en una variedad de distintos materiales en las partes de contacto con el líquido, la gama de la serie M ofrece una caudal de salida de hasta 3 gpm (12 L/min).

Todos los modelos trabajan con una presión de aire de pilotaje entre 1,8 y 9 bar (25 y 125 psi) y también está disponible una opción de palanca manual para aplicaciones que requieran un control preciso de presión o cuando no se disponga de aire a presión.



**Figura 1.29** Bomba de alta presión

**Fuente:** Haskel, Bombas, 2009

<http://www.haskel-es.com/LiquidPumps.htm#1>

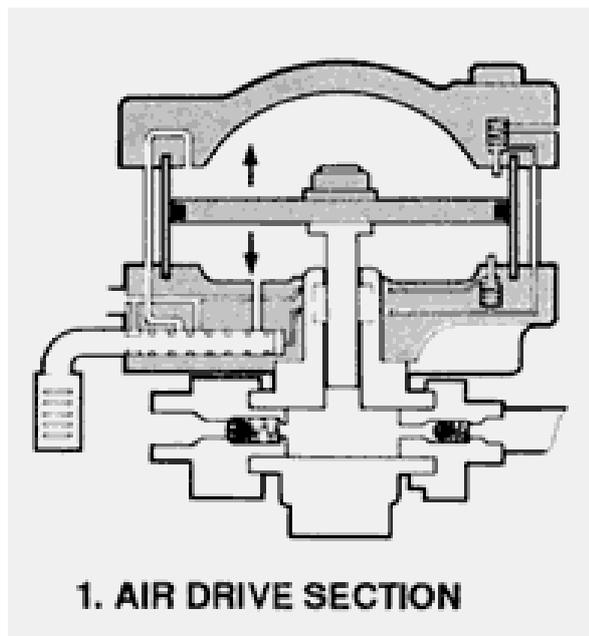
La bomba de este tipo se compone de 3 etapas:

- Air drive section
- Sección Hidráulica
- Válvula de Corredera

### 1.7.1 Air drive section (Sección Motor por pilotaje neumático)

Consiste en un pistón liviano de baja inercia con junta tórica dentro de una camisa de fibra de vidrio con epoxy o de aluminio con revestimiento duro. El diámetro del pistón no varía para la gama de una misma serie de bombas.

Cuando el aire a presión entra dentro de la sección de aire, éste empuja al pistón hacia abajo en la carrera de compresión. Después el aire empuja hacia arriba al pistón en la carrera de aspiración (excepto en el caso de las bombas de la serie M que llevan un muelle de retorno). A diferencia de muchas bombas de la competencia, no es necesario ni conveniente un lubricador de aire debido a la característica de baja fricción inherente al diseño de Haskel y a su lubricación en el montaje.



**Figura 1.30** Bomba hidroneumática Haskel

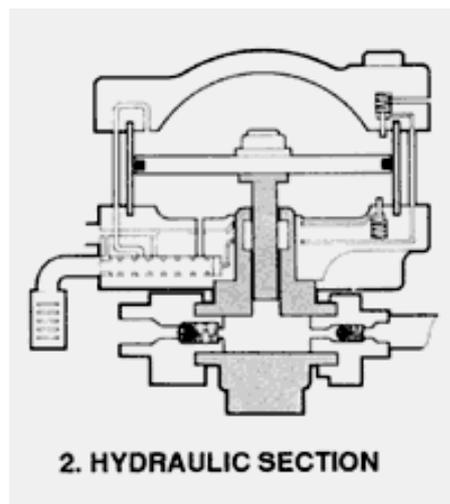
**Fuente:** Haskel, Bombas, 2009

<http://www.haskel-es.com/LiquidPumps.htm#1>

## 1.7.2 Sección Hidráulica

El pistón/émbolo hidráulico va unido directamente al pistón de aire y su parte inferior va metida dentro del cuerpo hidráulico. Su diámetro determina la relación ("ratio") de la bomba (para una serie concreta), lo que a su vez determina el caudal de salida y la máxima capacidad de presión. Su función es aspirar el líquido hacia el cuerpo hidráulico a través de la válvula antiretorno de entrada y expulsarlo a través de la válvula antiretorno de salida a una mayor presión.

Estas son válvulas antiretorno accionadas por muelle que controlan el paso del líquido hacia dentro y hacia fuera de la bomba. Cuando el pistón/émbolo está en la carrera ascendente la válvula antiretorno de entrada se abre totalmente, el líquido es aspirado dentro de la bomba a la vez que la válvula antiretorno de salida se mantiene cerrada por su resorte. Durante la carrera descendente la válvula de entrada se cierra a la vez que el pistón/émbolo expulsa el líquido a través de la válvula antiretorno de salida, la junta dinámica va montada alrededor del pistón/émbolo hidráulico, y es una de las pocas piezas de desgaste. Su función es contener el líquido bajo presión durante la ciclación y evitar fugas externas o fugas hacia la sección de pilotaje. Se emplean diferentes tipos de juntas y configuraciones, en función de la compatibilidad del líquido a bombear, de la temperatura de funcionamiento y de la presión.



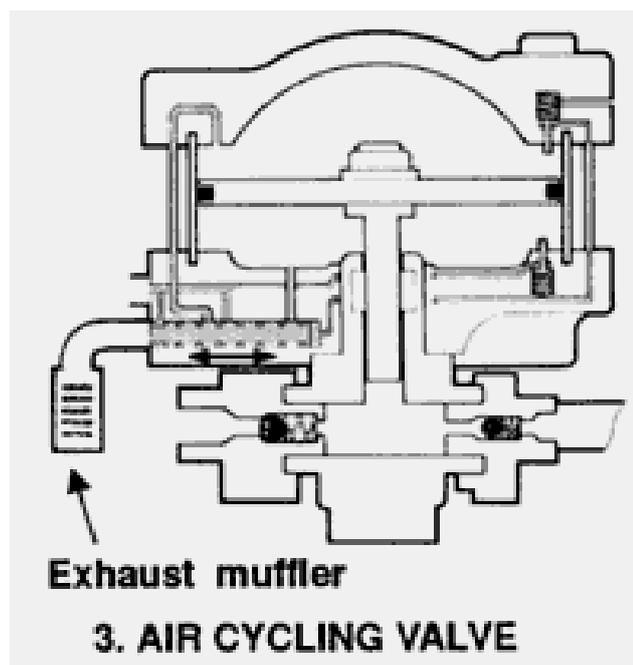
**Figura 1.31** Sección hidráulica Haskel

**Fuente:** Haskel, Bombas, 2009

<http://www.haskel-es.com/LiquidPumps.htm#1>

### 1.7.3. Válvula de Corredera (Air Cycling Valve)

Consiste en un carrete pilotado de bajo peso, no equilibrado, que canaliza el aire comprimido a ambos lados del pistón neumático, dependiendo de su posición. El pistón neumático actúa sobre dos válvulas de pilotaje de fin de carrera en la parte superior e inferior de la misma, presurizando y venteando alternativamente la zona grande del carrete, lo que le hace bascular y controlar el flujo de aire hacia el pistón neumático para mantener una ciclación automática. El aire es expulsado de la bomba a través de un silencioso de escape. A diferencia de muchas bombas de la competencia, Haskel no emplea ajustes metal con metal en su diseño. Esto evita las costosas fugas de aire que se producirían en caso de atasco del carrete de la corredera.



**Figura 1.32** Válvula de corredera Haskel

**Fuente:** Haskel, Bombas, 2009

<http://www.haskel-es.com/LiquidPumps.htm#1>

#### 1.7.4. Funcionamiento.

Las bombas hidroneumáticas Haskel trabajan según un principio automático de vaivén por diferencia de áreas que utiliza un pistón neumático de diámetro grande conectado a un pistón/émbolo hidráulico de menor tamaño para convertir la energía de aire comprimido en energía hidráulica.

La relación ("ratio") nominal entre las áreas del pistón neumático y del pistón hidráulico va indicada por el dígito detrás del guión en la descripción del modelo, e indica aproximadamente la máxima presión que la bomba es capaz de generar. A diferencia de otras bombas, la relación real es aproximadamente un 15% mayor que la nominal, por lo que la bomba seguirá aún ciclando incluso cuando la relación entre la presión hidráulica de salida con respecto a la presión de pilotaje alcance su relación nominal. Por ejemplo, una bomba AW-35 tiene una relación real de 40:1.

Ejemplo:

Si el área del pistón neumático es = 25.9 sq. in. (167 cm<sup>2</sup>)

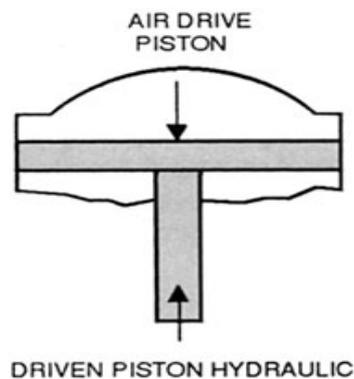
y el área del pistón hidráulico es = 0.65 sq. in. (4.2 cm<sup>2</sup>)

entonces la relación real de la bomba es = 40:1

y la relación nominal de la bomba es = 35:1

Si la presión de aire es = 75 psi (5.2 bar)

entonces la máxima presión de salida de parada en equilibrio ("stall"), estará cerca de  $40 \times 75 = 3000$  psi (204 bar) (dependiendo de la fricción)



**Figura 1.33** Pistón hidráulico Haskel

**Fuente:** Haskel, Bombas, 2009

<http://www.haskel-es.com/LiquidPumps.htm#1>

Si la presión de pilotaje de aire se incrementa a 100 psi (7 bar) entonces la presión mínima de salida se puede acercar a 4000 psi (272 bar) en la parada en equilibrio.

Cuando se aplica aire comprimido a la bomba en el arranque, ésta funcionará a su máxima velocidad produciendo su máximo caudal y comportándose como una bomba de trasvase, llenando el calderín de presión o botella con líquido. La bomba comenzará gradualmente a ir más despacio a medida que la presión en la salida aumente ofreciendo mayor resistencia al conjunto de pistones alternantes diferenciales, hasta que se para cuando se alcance el equilibrio de fuerzas, por ejemplo, cuando la presión de aire X área de pistón neumático = presión de equilibrio ("stall") X área de pistón hidráulico.

La caída de presión hidráulica (histéresis) necesaria para hacer que la bomba Haskel arranque de nuevo es extremadamente pequeña debido a la muy baja resistencia de fricción que presenta la junta del pistón neumático de gran diámetro y la junta hidráulica. En condiciones ideales (buena lubricación, etc.) ésta histéresis puede ser tan pequeña como el equivalente a 2 PSI (0,1378 bar) X el "ratio" de la bomba.

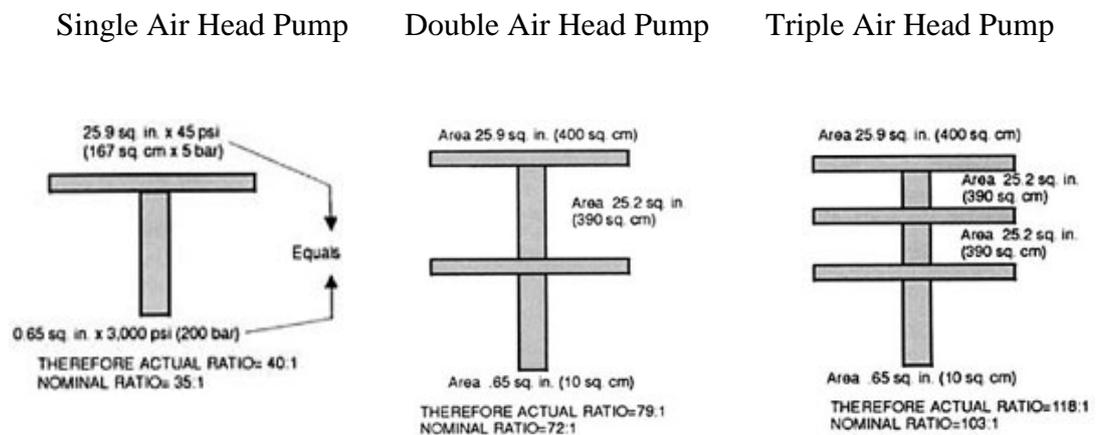
### Características de Potencia de Salida

Las características nominales de potencia están indicadas para una presión de aire de pilotaje de 85 psi (5.5 bar) y son valores aproximados. Se considera que se dispone de un amplio suministro de aire a la presión adecuada para la bomba. Un tamaño inadecuado en los tubos de suministro de aire de pilotaje, filtros de aire sucios, etc., puede afectar al rendimiento de cualquier bomba. La máxima potencia se obtiene aproximadamente al 75% de la relación ("ratio") nominal de la bomba X presión de aire de pilotaje.

ej.: Una bomba de relación 100:1 pilotada a 100 psi (7 bar) rendirá su máxima potencia a una presión hidráulica de salida de aproximadamente  $100 \times 100 \times 0.75 = 7500$  psi (517 bar).

## Bombas de Doble y Triple Cabezal Neumático

La capacidad de presión de las bombas en la gama de 1.5(HP) (1.12 kw) puede ser ampliada escalonando pistones neumáticos uno encima de otro para doblar o triplicar la relación multiplicadora sin cambiar el pistón hidráulico. Las bombas de doble o triple cabezal neumático consumen menos aire que las de la competencia de un solo pistón de área equivalente ya que sólo una de las dos o tres cabezales es presurizado en la carrera de retorno.



**Figura 1.34** Cabezal de las bombas Haskel

**Fuente:** Haskel, Bombas, 2009

<http://www.haskel-es.com/LiquidPumps.htm#1>

La adición de un segundo o tercer cabezal aumenta la potencia de la bomba desde aproximadamente 1.5 a 2 HP (1.12 kw).

Las bombas de doble cabezal neumático se identifican por el último dígito (2) del número de modelo de bomba. Así, una bomba de relación nominal 50:1 con dos cabezales se referencia como 52 de manera similar, una bomba de triple cabezal se identifica por el último dígito(3). Así, una bomba de relación nominal 900 con tres cabezales se referencia como 903.

### **1.7.5. Líquidos usados.**

Líquidos más frecuentes usados en las bombas:

- Aceites minerales, Keroseno, Gasóleo, Agua con un 5% de aceite soluble.
- Agua corriente.
- La mayoría de fluidos hidráulicos
- Disolventes procedentes del petróleo
- Skydrol y fluidos hidráulicos Aerosafe. Acetona y algunos alcoholes (Etil, Metil e Isopropil).
- Agua desionizada, agua desmineralizada.

### **1.7.6. Temperatura de trabajo.**

#### Parte Neumática

- 4°C a 65°C (+25° a +150° F) (Disponible también juntas para bajas temperaturas).

#### Parte líquida

Para una duración razonable de las juntas, la temperatura debería limitarse a 51°C a 54°C para los modelos con juntas "F" o "W" y 135°C para los modelos con juntas "T" o "TV" (con pieza separadora).

## CAPÍTULO 2

### 2. CARACTERÍSTICAS, COMPONENTES Y SUBSISTEMAS DEL BANCO SCR.

#### **2.1. Introducción**

El banco de este proyecto tiene como nombre **SCR**, sus siglas significa “Sistema Common Rail”.

El SCR esta diseñado para ser montado en cualquier mesa de trabajo sea esta móvil o fija, es ideal para ser usado en laboratorios o talleres de mecánica automotriz.

El SCR de prueba es un sistema controlado por microcontroladores, tarjetas de control tipo análogas y pantallas led.

El SCR es capaz de entregarnos una hoja de datos, donde se observara el estado de cada inyector, esta se realiza desde un ordenador con el software de control LABVIEW.

#### **2.2. Descripción mecánica**

El SCR esta construido mediante una estructura de tubos cuadrados de 1” y una cubierta hecha de plancha galvanizada de 3mm de espesor.

Para la medición de nivel, se hicieron todas sus bases en aluminio y probetas de vidrio, con sus respectivos racores rápidos para su conexión.

Los atomizadores son de vidrio y su bases de aluminio, igual cada uno con sus racores de conexión.

El cañón común esta hecha con un eje de acero de 30cm de largo y con un diámetro de 4cm, donde van las conexiones de entrada y salida para las 4 estaciones de prueba.

Las cañerías internas del SCR son de poliuretano de 10mm y de 6mm, esta se usa en lo que es drenaje del pulverizado, drenaje de los visores de nivel, y alimentación neumática a las válvulas generadores de vacío.

### 2.3. Datos técnicos principales

<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES</b>	
Aplicación:	Laboratorios de sistemas a diesel
Construcción:	Estructura de hierro, aluminio, PVC, fibra de vidrio, nylon, entre otras.
Presión de entrada mín.	100 psi
Presión de entrada máx.	140 psi.
Capacidad de prueba	4 inyectores UI. a la vez
Peso total del banco	90 kgr.

**Tabla 2.1.** Características generales

**Fuente:** Autores

<b>ALIMENTACIÓN ELECTRICA Y CONTROL</b>	
Control de rpm:	Control por onda cuadrada y PWM.
Interfaces:	Tarjetas diseñadas para comunicación.
Lenguaje:	ASSEMBLER, LABVIEW, BASIC.
Programación:	Comandos especiales
Alimentación:	AC 110V/60 Hz
Potencia:	400W

**Tabla 2.2.** Alimentación eléctrica y control

**Fuente:** Autores

## **2.4. Partes principales**

El Banco de prueba SCR, para su funcionamiento consta de las siguientes partes principales:

### **2.4.1. Unidad de interfase**

Es la encargada de establecer comunicación entre el banco y la PC, dentro de ésta se realiza la comparación de información para que esta entregue el diagnostico del inyector.

### **2.4.2. Unidad de alimentación**

Tiene la función de suministrar energía a la Unidad de interfase y a todos los componentes eléctricos y electrónicos del banco, incluyendo los inyectores a probar. Hay varias fuentes de alimentación electrónicas que regulan los voltajes necesarios para alimentar los diferentes tipos de sensores, las válvulas e inyectores de prueba, es decir todo el sistema.

### **2.4.3. Conectores principales**

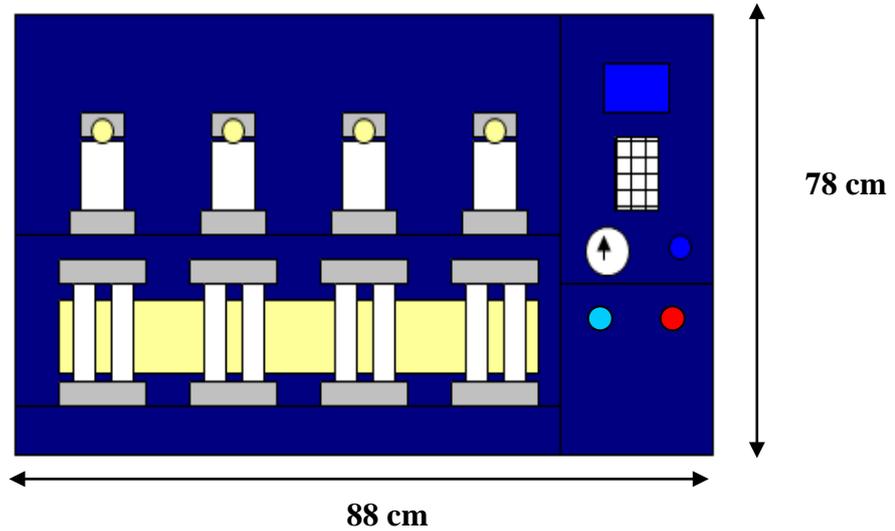
Conector DB9, este se usa para comunicación serial con la PC.

## **2.5. Dimensiones del banco del banco de prueba**

El banco esta diseñado para realizar la prueba de cuatro inyectores electrónicos al mismo tiempo o individualmente, las dimensiones totales del banco de prueba son las siguientes:

### 2.5.1. Dimensiones en la vista frontal

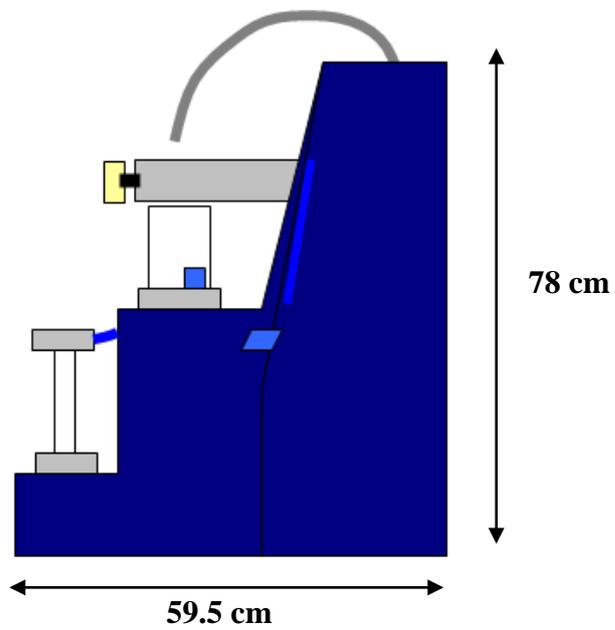
En la figura 3.1 tenemos una vista frontal en 2D del Banco SCR, con sus medidas estructurales, y como unidad referencial de medida el cm.



**Figura 2.1.** Vista frontal del SCR

Fuente: Autores

### 2.5.2. Dimensión estructural vista lateral

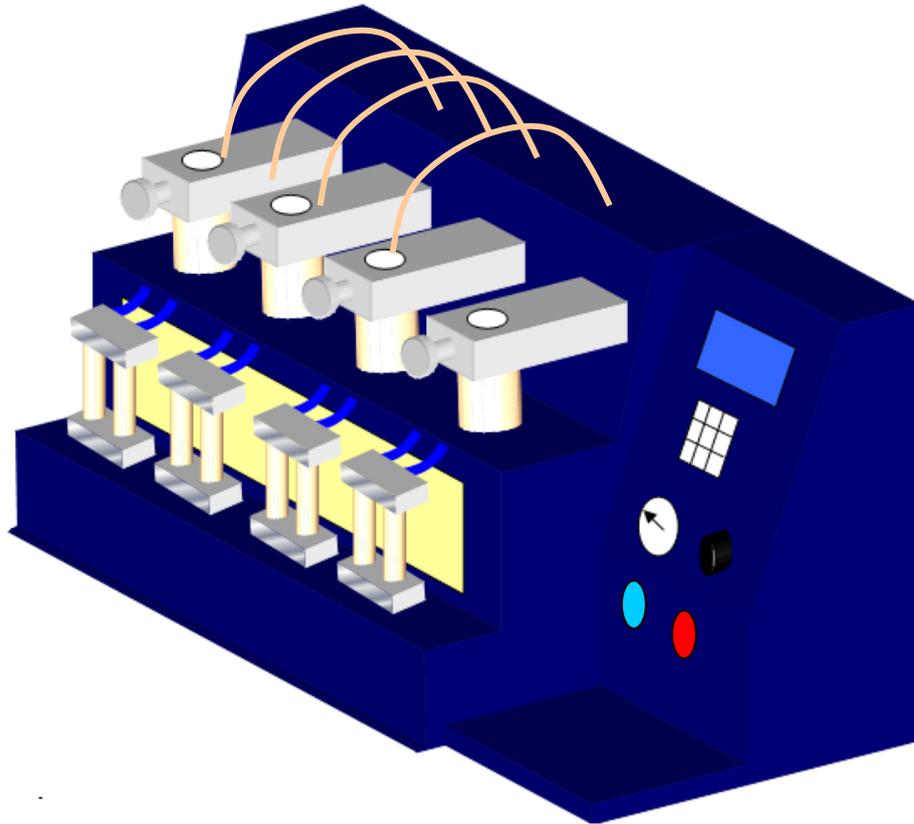


**Figura 2.2.** Vista Lateral del SCR

Fuente: Autores

### 2.5.3. Vista Isométrica del banco

Para mejor visualización de la forma del banco SCR, presentamos una vista tridimensional.



**Figura 2.3.** Vista Isométrica del SCR

**Fuente:** Autores

## **2.6 Componentes y subsistemas.**

### **2.6.1. Introducción**

Desde el punto de vista mecánico y electrónico, un banco de prueba de inyectores electrónicos a diesel está compuesto por una estructura hecha por planchas de metal, partes plásticas, fibra de vidrio, aluminio, tarjetas electrónicas de control, visores de vidrio, válvulas, bomba de alta presión etc.

La capacidad que tiene un banco de prueba en el mercado es de un inyector a la vez, es decir dependiendo la prueba que se le haga este va a demorar hasta más de media hora por inyector. Pero el banco SCR consta de 4 estaciones de prueba es decir se podrá colocar 4 inyectores de tipo UI y realizar la prueba de todos al mismo tiempo.

El banco SCR tiene un subsistema compuesto por sensores de nivel puntual, sensores de presión válvulas de sobrepresión etc, todas estas señales son procesadas y analizadas por otro subsistema de control que es el que genera las órdenes adecuadas para la prueba de los inyectores electrónicos.

### **2.6.2. Componentes mecánicos y estructurales**

El banco de prueba SCR posee 4 estaciones de prueba ahorrando el tiempo de espera, ya que un equipo mecánico de inyección a diesel por lo general traen más de 4 inyectores electrónicos.

Para que el banco entre en funcionamiento es necesario colocar la cantidad de inyectores que se va a probar, taponar las salidas que no se usaran, conectar las tuberías de diesel a la entrada de cada inyector y conectar los cables de alimentación a los mismos.

A continuación véase la figura 3.4 para ver los componentes mecánicos y electrónicos del banco SCR.



**Figura 2.4.** Componentes mecánicos y electrónicos

**Fuente:** Autores

## 2.7 Materiales

Los bancos actuales de prueba para inyectores electrónicos se encuentran hechos de varios tipos de materiales, los cuales son el plástico, aluminio, planchas de acero, fibra de vidrio, caucho, metales, vidrio, etc.

A continuación en la figura 3.5 detallamos el tipo de material que fue construido cada componente y los subsistemas con el que cuenta el banco de prueba SCR.



**Figura 2.5.** Materiales del banco

**Fuente:** Autores

### 2.7.1 Estructura principal

La estructura esta hecha de tubos cuadrados de 1" y cubiertas con planchas de hierro de 4mm de espesor, estas planchas van sujetas con pernos para facilitar la reparación y el mantenimiento del equipo.



**Figura 2.6.** Estructura principal

**Fuente:** Autores

### 2.7.2. Visores de nivel

Para la construcción de estos visores de nivel, se usaron probetas de vidrio y sus bases fueron hechas en aluminio. Cada visor cuenta con una base con 2 tubos de vidrio para ver el nivel de dosificación y retorno del inyector.



**Figura 2.7.** Visores de nivel

**Fuente:** Autores

### 2.7.3. Cámara para la atomización

Estas cámaras son frascos de vidrio perforados en su parte inferior, y van colocados en una base de aluminio con una hendidija donde entra el frasco completamente sellado con silicón.

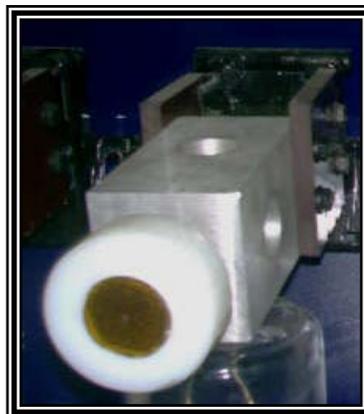


**Figura 2.8.** Cámara para la atomización

**Fuente:** Autores

### 2.7.4. Base para sujetar inyector.

Estos bloques son hechos de aluminio con perforaciones centrales y laterales, donde entra el inyector y es sujetado por un perno de tipo prisionero que lo agarra. También tiene perforaciones donde se coloca una resistencia calentadora tipo cartucho y un sensor para la temperatura del bloque, esto se hace para simular las condiciones de temperatura del motor.



**Figura 2.9.** Base para sujetar inyector

**Fuente:** Autores

### 2.7.5. Estructura del módulo de control.

Esta estructura del modulo esta realizado de la misma manera que la estructura principal, es decir esta hecho de tubos cuadrados de 1" con una cubierta constituida por planchas de hierro de 4mm de espesor. Aquí están ubicadas las tarjetas de control del banco SCR.



**Figura 2.10.** Estructura del modulo de control

**Fuente:** Autores

### 2.7.6. Cañón common rail.

El cañón común esta hecha con un eje de acero de 30cm de largo y con un diámetro de 4cm, donde van las conexiones de entrada y salida para las 4 estaciones de prueba.

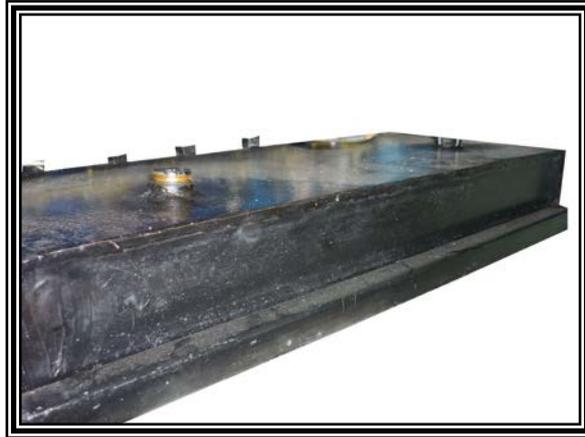


**Figura 2.11.** Cañón common rail

**Fuente:** Autores

### 2.7.7. Tanque de combustible.

Este tanque esta fabricado de acero y tiene una capacidad de 4 lts de diesel o combustible, tienen racores para la conexiones de las tuberías de drenaje y dosificación.

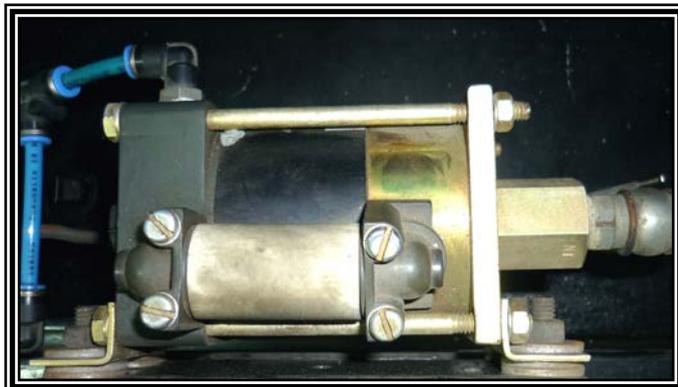


**Figura 2.12.** Tanque de combustible

**Fuente:** Autores

### 2.7.8. Bomba de alta presión.

Esta bomba es de marca Haskel, y es la encargada de enviar combustible a muy alta presión 1000 bar al cañón común, y de este se distribuye a los inyectores de prueba.



**Figura 2.13.** Bomba de alta presión

**Fuente:** Autores

### 2.7.9. Filtro de combustible

Este filtro de marca Delphi, va colocado a la entrada de la bomba de alta presión, y sirve para eliminar impurezas y los residuos de agua que contiene el combustible. Esto nos ayuda para la vida útil de la bomba de alta presión.



**Figura 2.14.** Filtro de combustible

**Fuente:** Autores

### 2.7.10. Válvulas para drenaje

El equipo contiene 8 válvulas de marca Thunder modelo: 2W025-08 a 120 VAC y van colocados en la parte superior de tanque de combustible, las válvulas son normalmente cerradas de conexión a 1/4 npt y sirven para drenar el combustible que esta en los visores de nivel.



**Figura 2.15.** Válvulas para drenaje

**Fuente:** Autores

### 2.7.11. Relés de estado sólido

El equipo contiene 6 relés de estado sólido de 24 voltios DC marca Allen Bradley y se usan para activar la entrada de aire al sistema, la alimentación para los sensores de nivel y las válvulas para el drenaje hacia el tanque de combustible.



**Figura 2.16.** Relés de estado sólido

**Fuente:** Autores

## 2.8 Subsistemas Sensoriales

Como se había comentado anteriormente el banco de prueba SCR tiene un subsistema compuesto por sensores de nivel, de presión válvulas de sobrepresión etc, a continuación se hablaran de cada una de ellas.

### 2.8.1. Sensor de temperatura

Para poder sensor la temperatura de cada bloque se usaron termistores NTC de 10Kohm, y se los colocaron dentro de una carcasa de metal con borneras para su conexión.



**Figura 2.17** Sensor de temperatura

**Fuente:** Autores

### 2.8.2. Sensor de nivel

Para sensar el nivel de combustible se usaron fotodiodos tanto emisor como receptor, se los colocó dentro de una carcasa hecha de plástico y recubierta con masilla, la cual va colocada alrededor del visor de vidrio, es de tipo puntual.



**Figura 2.18.** Sensor de nivel

**Fuente:** Autores

### 2.8.3. Sensor de presión

Se colocó un sensor de marca ISO Technology este se usa para poder sensar el nivel de presión que hay en el cañón, este se coloca a la entrada de aire de la bomba de presión y se hace una relación de presión según los datos técnicos de la bomba.



**Figura 2.19.** Sensor de presión

**Fuente:** Autores

#### **2.8.4. Válvula de sobrepresión**

Esta se encarga de mantener la presión constante en el cañón, cuando esta presión sobrepasa la presión de la válvula esta descarga automáticamente la presión excesiva al tanque de combustible.



**Figura 2.20.** Válvula de sobrepresión

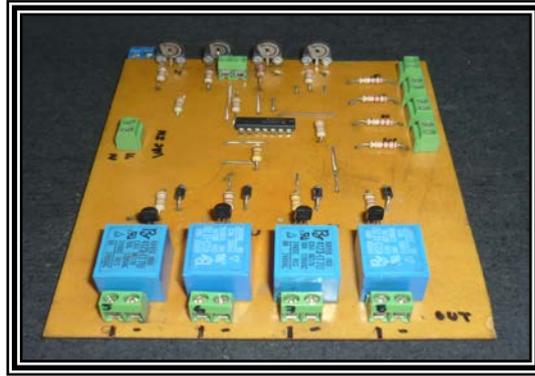
**Fuente:** Autores

### **2.9. Subsistemas de control**

Otro subsistema que forma parte del banco de prueba de inyectores electrónicos SCR es el equipo controlador. La función principal que tiene es procesar la información procedente de los diferentes sensores y ejecutar lo programado.

#### **2.9.1. Controlador de temperatura**

Para sensar la temperatura de los bloques de aluminio donde se colocan los inyectores electrónicos a diesel, se usaron amplificadores OPAM y se los puso a trabajar como comparadores, teniendo un voltaje de referencia y comparándola con el voltaje variable que nos otorga los NTC “coeficiente temperature negative”.

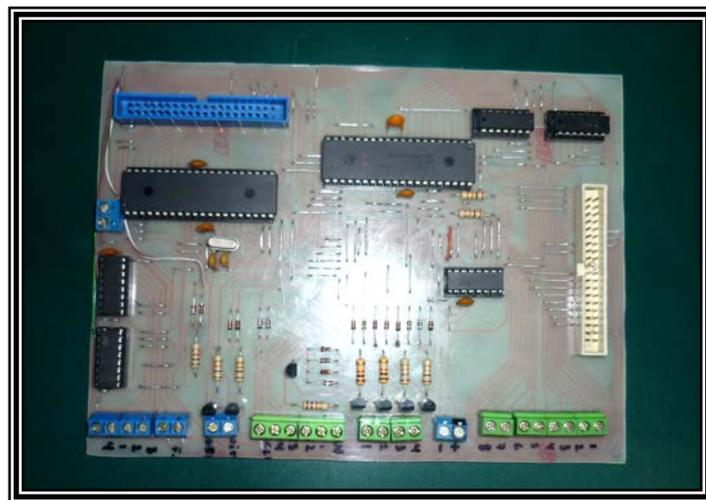


**Figura 2.21.** Controlador de temperatura

**Fuente:** Autores

### 2.9.2. Controlador principal

La función que tiene es procesar y ejecutar la información que se halla seleccionado en su programa principal. Consta de una pantalla gráfica donde se muestran las funciones que este tiene, y los datos de prueba que se están realizando al inyector. Para acceder a selección de las funciones se tiene un teclado en la parte frontal del banco.

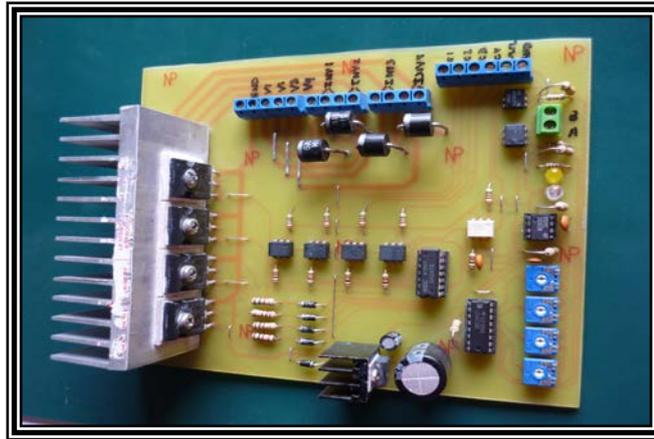


**Figura 2.22.** Controlador Principal

**Fuente:** Autores

### 2.9.3. Módulo de control PWM

Este módulo recibe 6 señales que envía el controlador principal, hay 4 señales para selección de canal de prueba, 1 señal decodificada para selección del fabricante, donde por cada selección de fabricante se encuentra ajustada a un PWM y por ende el voltaje varia para cada fabricante, y la ultima señal es la señal de RPM que se incrementa o decrementa según la selección del operador.

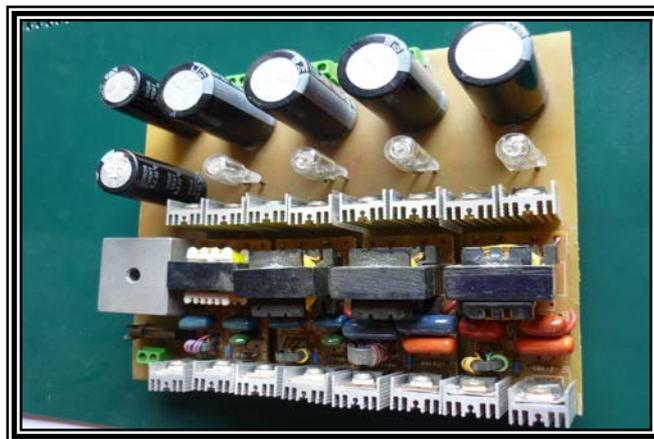


**Figura 2.23.** Modulo de control PWM

**Fuente:** Autores

### 2.9.4. Módulo de potencia

Junto con el módulo de control secundario se encarga de manejar los inyectores de todos los 4 canales de prueba, está compuesto de 4 módulos de conmutación o fuentes conmutadas y Mosfet que manejan los disparos para cada inyector.



**Figura 2.24.** Controlador de temperatura

**Fuente:** Autores

## **CAPÍTULO 3**

### **3. DISEÑO MECÁNICO**

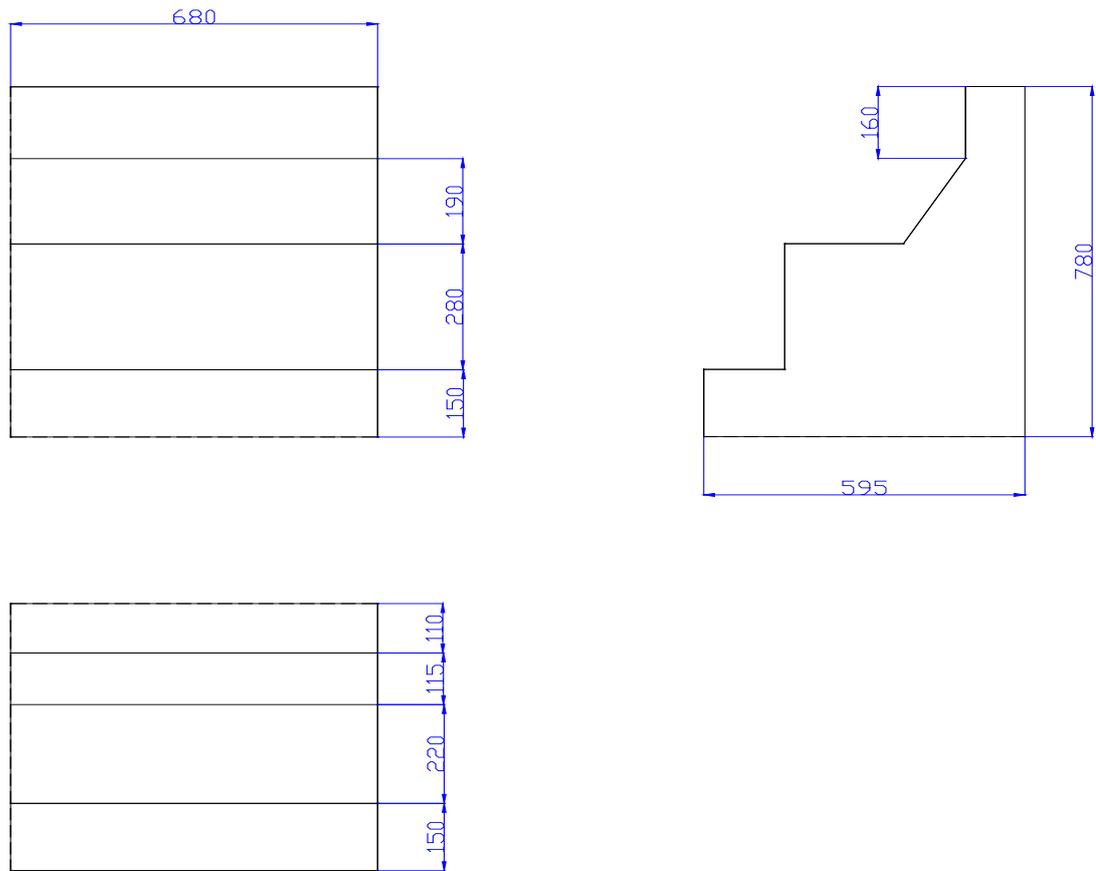
#### **3.1 Introducción**

Para el diseño estructural del banco, fue tomado como ejemplo el banco de prueba ITU101, este banco que existe en el mercado fue diseñado para realizar la prueba de un solo inyector a la vez. Se revisaron fundamentos teóricos y sus principales características y aplicaciones para la creación del banco SCR. A continuación detallamos cada pieza mecánica del banco SCR, el cual comprende todos los componentes de la estructura física, los planos mecánicos de este proyecto se realizaron en Autocad y su unidad de medida esta en mm.

#### **3.2 Estructura del banco de prueba**

Estructura diseñada para la prueba de 4 inyectores, este banco contiene todo el sistema de tuberías, sistema de válvulas, sistema de vacío, tanque de combustible, cañón común y mangueras hidráulicas.

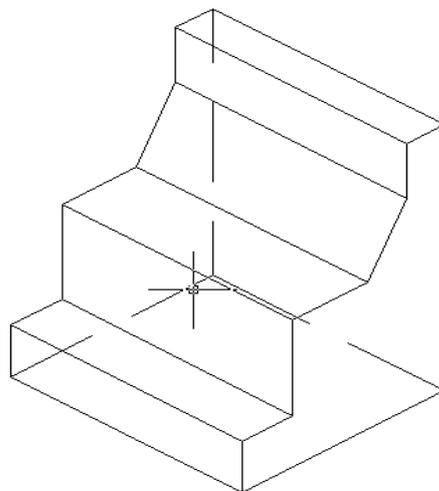
### 3.2.1 Vistas laterales del banco de prueba.



**Figura 3.1.** Vistas Laterales del banco de prueba

**Fuente:** Autores

### 3.2.2 Vista isométrica del banco de prueba.



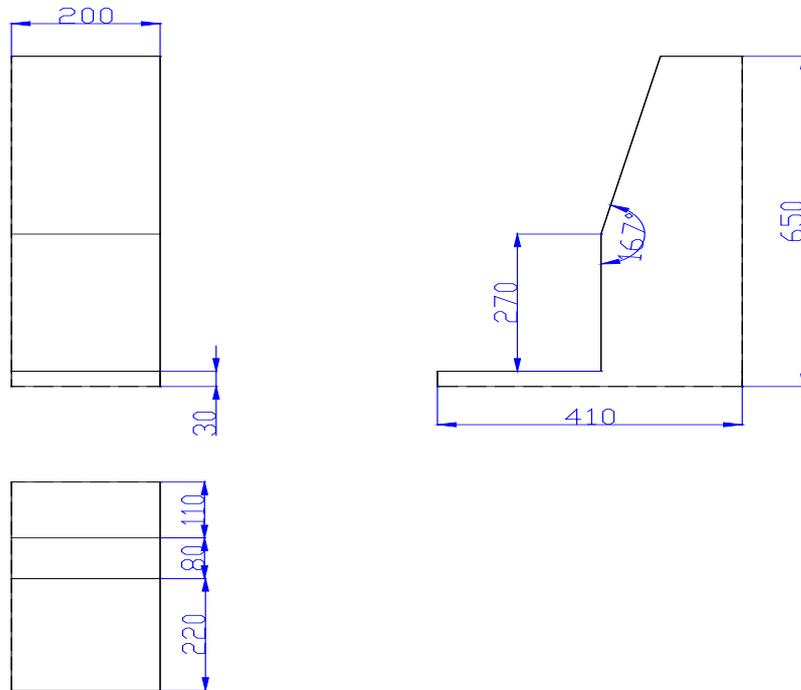
**Figura 3.2.** Vista isométrica del banco de prueba

**Fuente:** Autores

### 3.3 Gabinete de control.

Este gabinete esta diseñado para contener las tarjetas electrónicas, fuente de alimentación, teclado y lcd para la parametrizar el control del equipo.

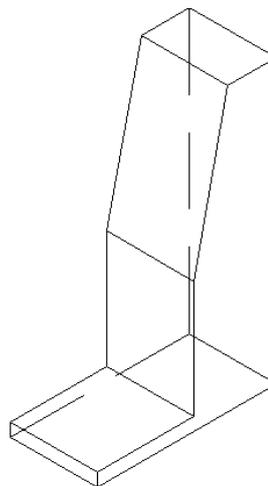
#### 3.3.1 Vistas laterales del gabinete de control.



**Figura 3.3.** Vistas laterales del gabinete de control

**Fuente:** Autores

#### 3.3.2 Vista isométrica del gabinete de control.



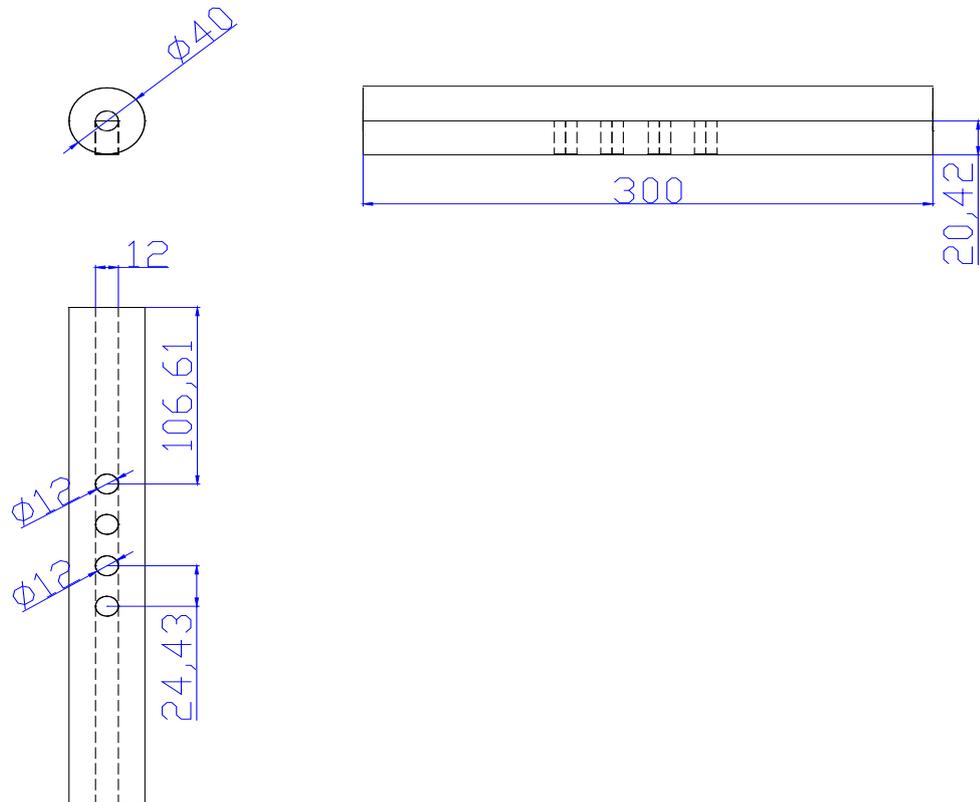
**Figura 3.4.** Vista isométrica del gabinete de control

**Fuente:** Autores

### 3.4 Cañón común.

Diseñado para servir como riel común, este tendrá una entrada para el combustible y cuatro salidas para los inyectores que se pondrán en prueba.

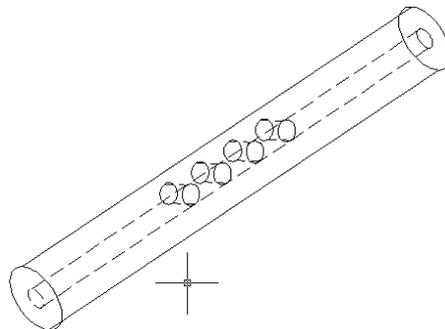
#### 3.4.1 Vistas laterales del cañón común.



**Figura 3.5.** Vistas laterales del cañón común

**Fuente:** Autores

#### 3.4.2 Vista isométrica del cañón común.



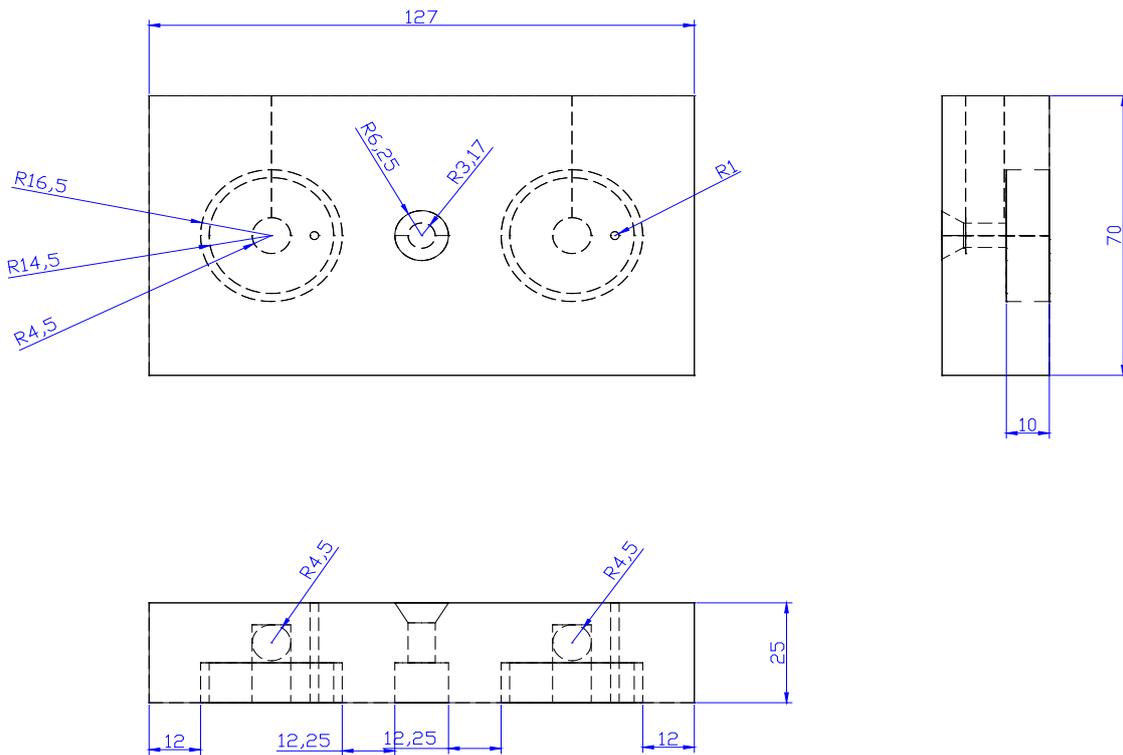
**Figura 3.6.** Vista isométrica del cañón común

**Fuente:** Autores

### 3.5 Bases para visores de nivel.

Se diseñaron dos bases en aluminio, inferior y superior para colocar tubos de vidrio, la cual nos servirá como visualizadores para ver y medir la cantidad de combustible que el inyector provee en la parte del atomizado como la del retorno.

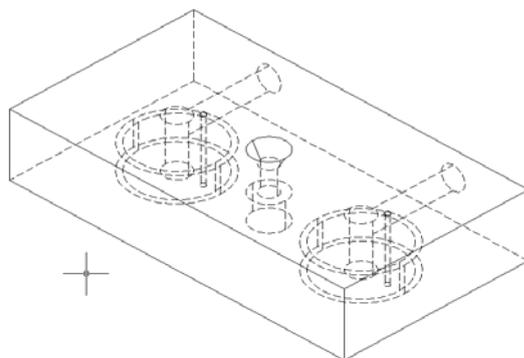
#### 3.5.1 Vistas Laterales de la base superior.



**Figura 3.7.** Vistas laterales de la base superior

**Fuente:** Autores

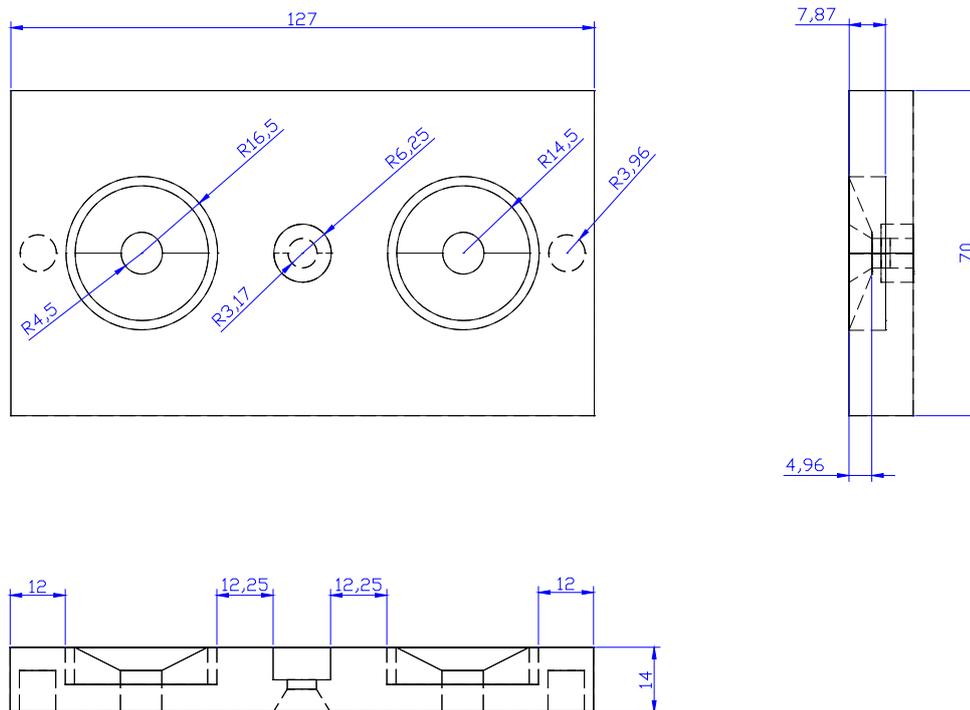
#### 3.5.2 Vista isométrica de la base superior.



**Figura 3.8.** Vista isométrica de la base superior

**Fuente:** Autores

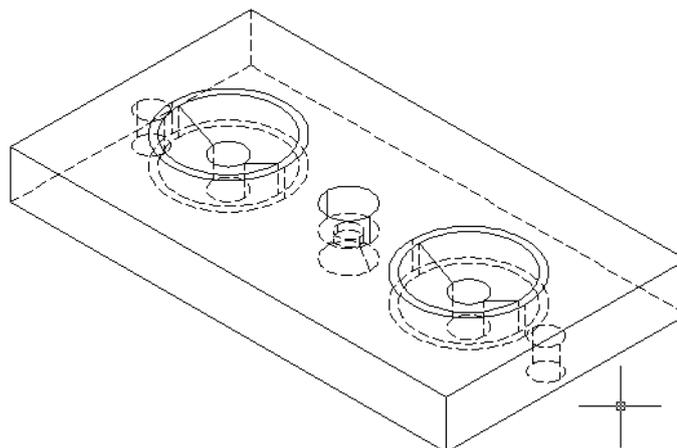
### 3.5.3 Vistas laterales de base inferior.



**Figura 3.9.** Vistas laterales de la base inferior

**Fuente:** Autores

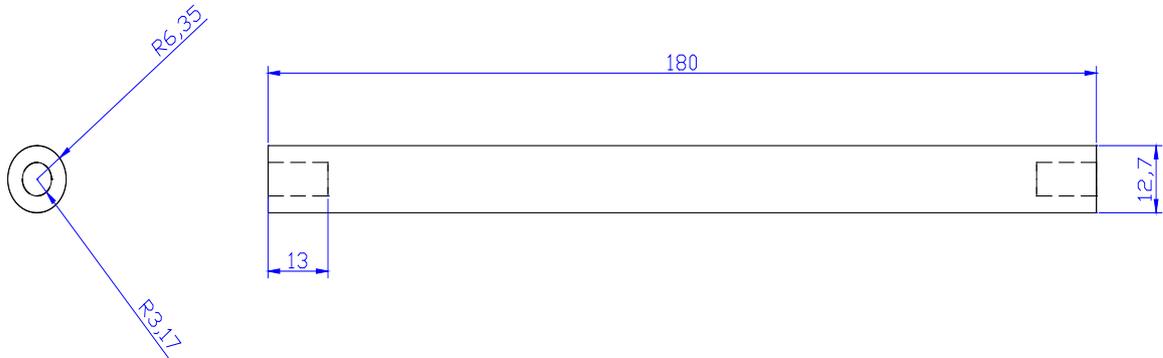
### 3.5.4 Vista isométrica de la base inferior.



**Figura 3.10.** Vista isométrica de la base inferior

**Fuente:** Autores

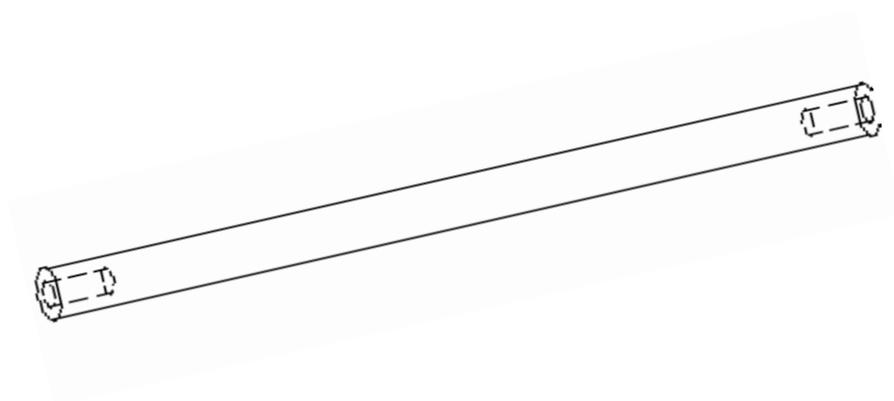
### 3.5.5 Vista lateral del eje que sujeta las bases.



**Figura 3.11.** Vistas laterales del eje que sujeta las bases

**Fuente:** Autores

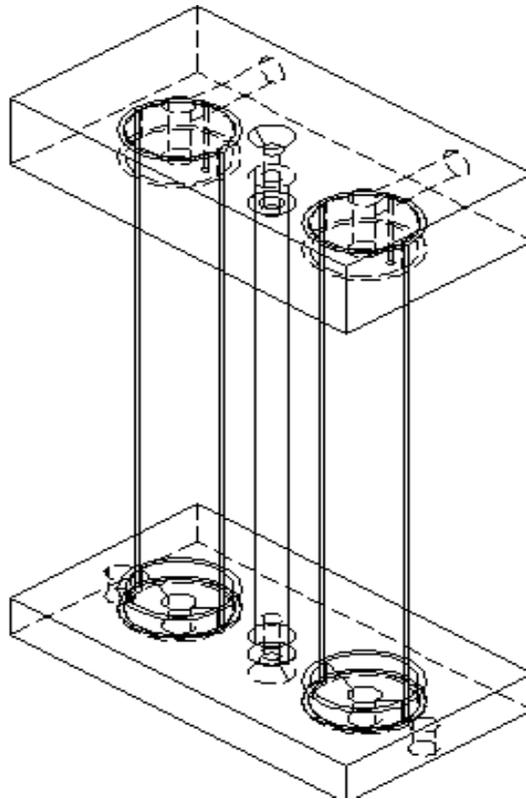
### 3.5.6 Vista isométrica del eje.



**Figura 3.12.** Vista isométrica del eje

**Fuente:** Autores

### 3.5.7 Vista isométrica completa de los visores de nivel.



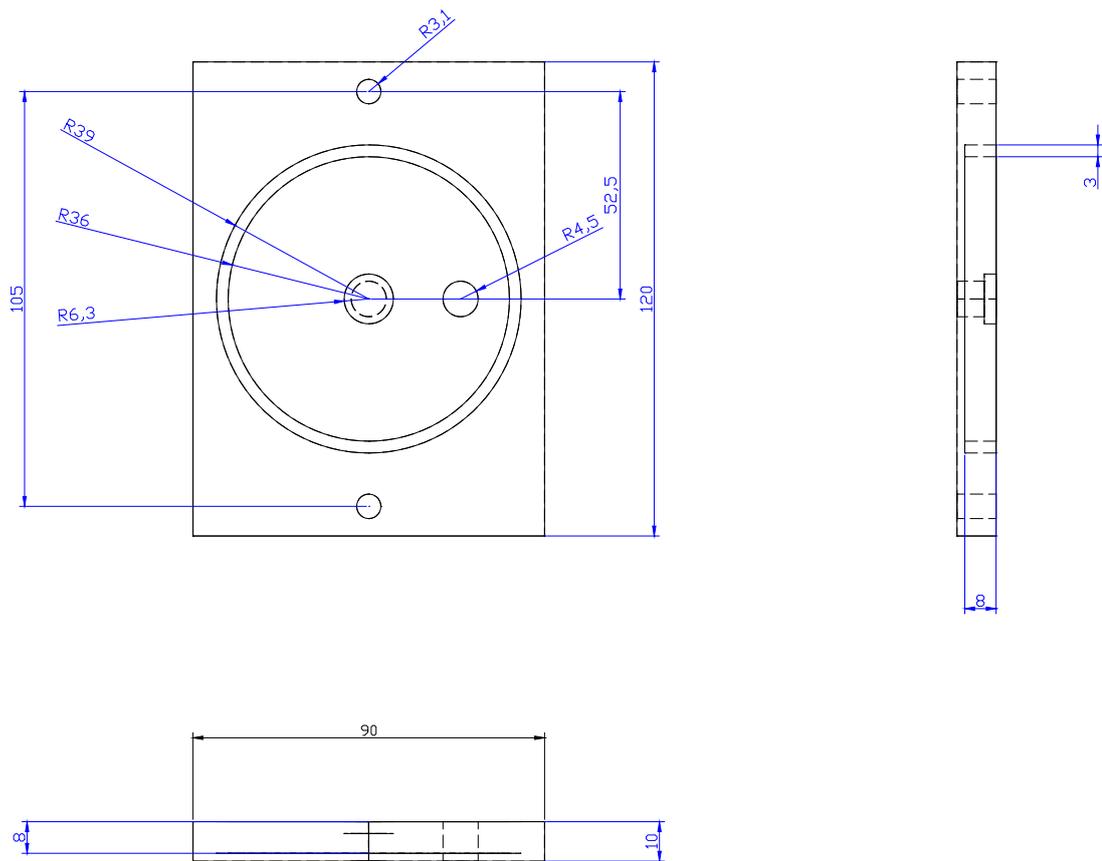
**Figura 3.13.** Vista isométrica completa de los visores de nivel

**Fuente:** Autores

### 3.6 Base para la cámara de vidrio.

Base diseñada en aluminio para sujetar cámara de vidrio donde se realizará el atomizado de inyector, este contendrá también 1 silenciador donde se generara vacío para la absorción de los gases que se genera en el atomizado.

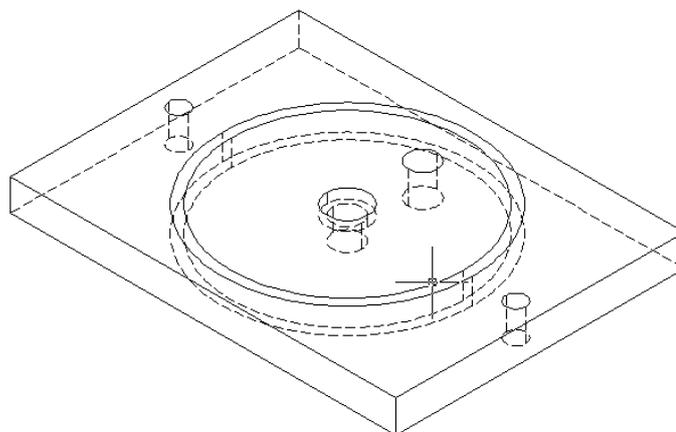
### 3.6.1 Vistas laterales de la base para la cámara de vidrio.



**Figura 3.14.** Vistas laterales de la base para la cámara de vidrio

**Fuente:** Autores

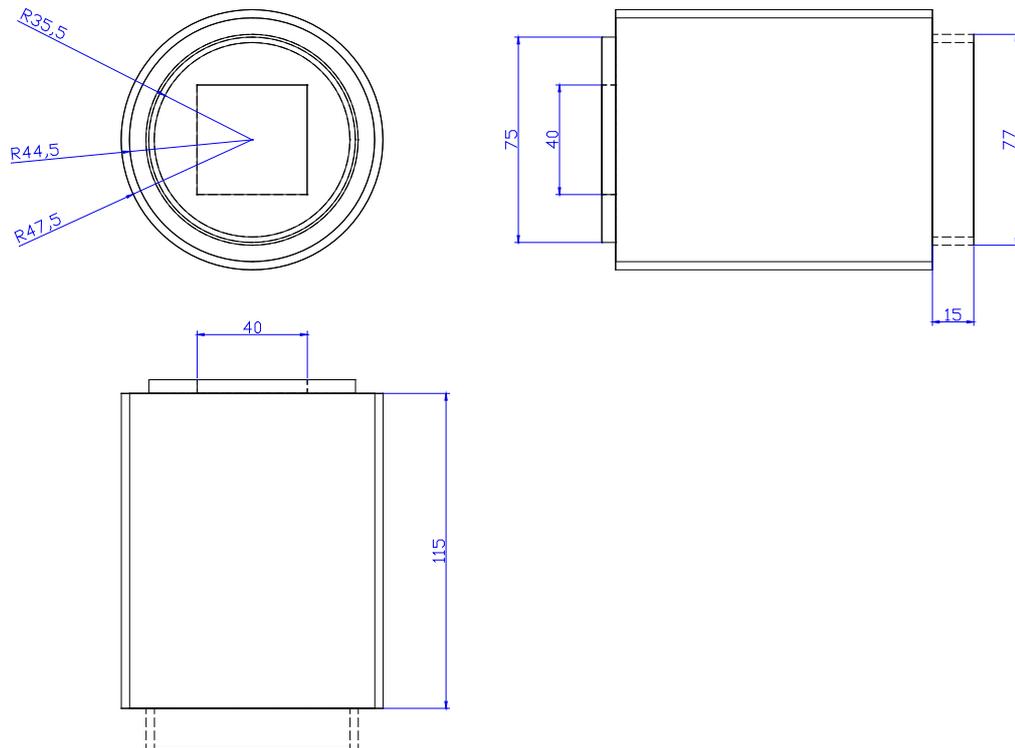
### 3.6.2 Vista isométrica de la base para cámara de vidrio.



**Figura 3.15.** Vista isométrica de la base para cámara de vidrio

**Fuente:** Autores

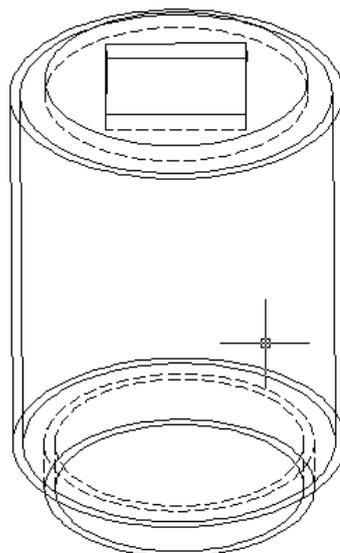
### 3.6.3 Vistas laterales de la cámara de vidrio.



**Figura 3.16.** Vistas laterales de la cámara de vidrio

**Fuente:** Autores

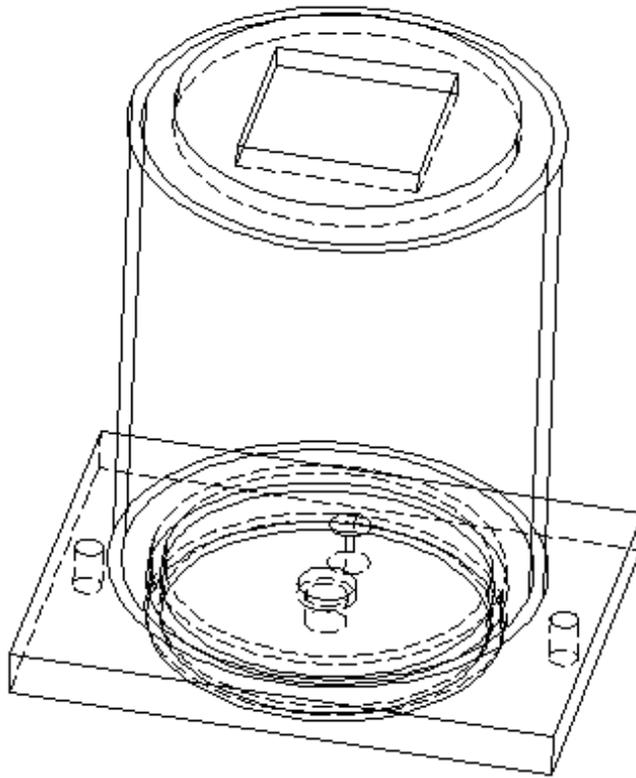
### 3.6.4 Vista isométrica de la cámara de vidrio.



**Figura 3.17.** Vista isométrica de la cámara de vidrio

**Fuente:** Autores

### 3.6.5 Vista isométrica total de la cámara completa.



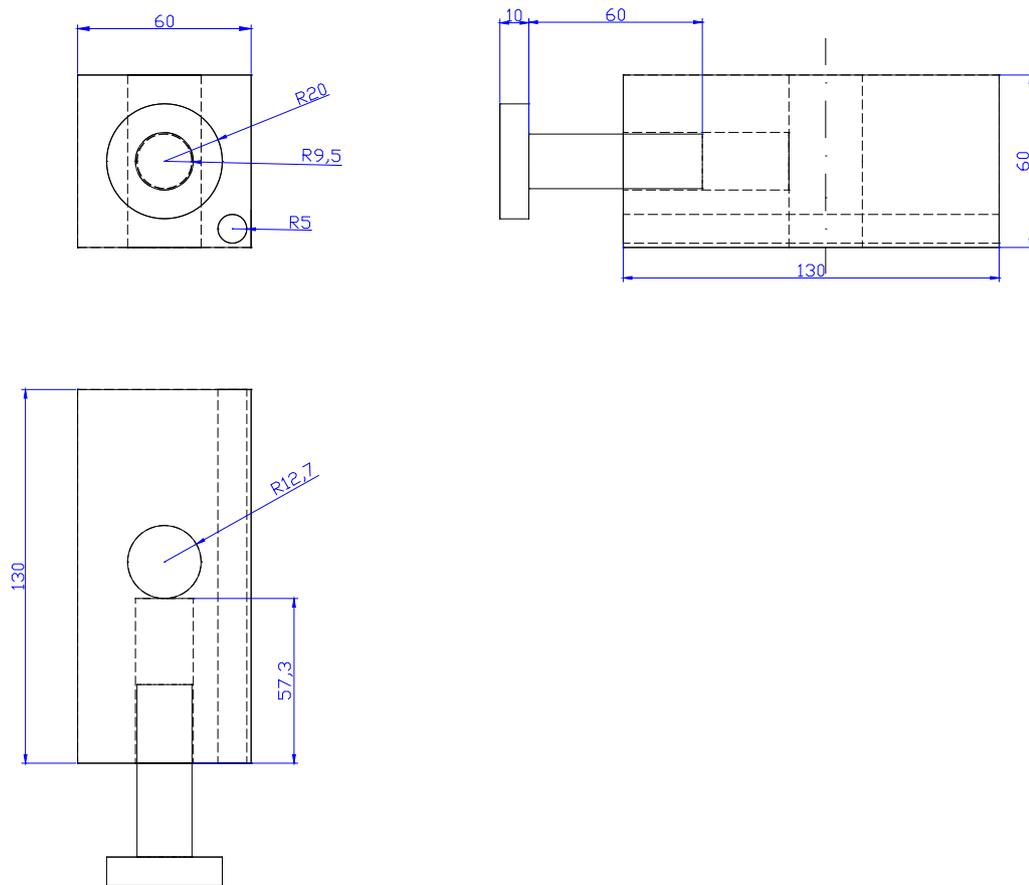
**Figura 3.18.** Vista isométrica total de la cámara completa

**Fuente:** Autores

### 3.7 Base para sujeción del inyector.

Esta base de aluminio esta diseñada para sujetar inyectores de varios diámetros, este también contendrá una resistencia la cual calienta el bloque de aluminio a  $80^{\circ}$  para simular las condiciones del motor donde trabaja el inyector.

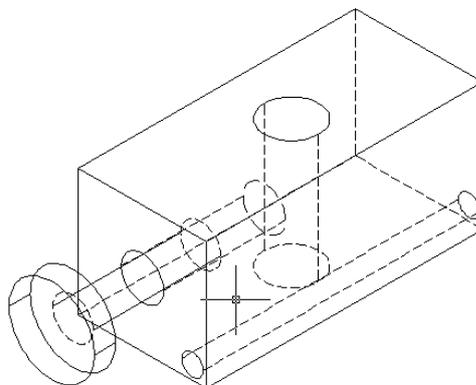
### 3.7.1 Vistas laterales de la base para sujetar inyectores.



**Figura 3.19.** Vistas laterales de la base para sujetar inyectores

**Fuente:** Autores

### 3.7.2 Vista isométrica de base para sujetar el inyector.



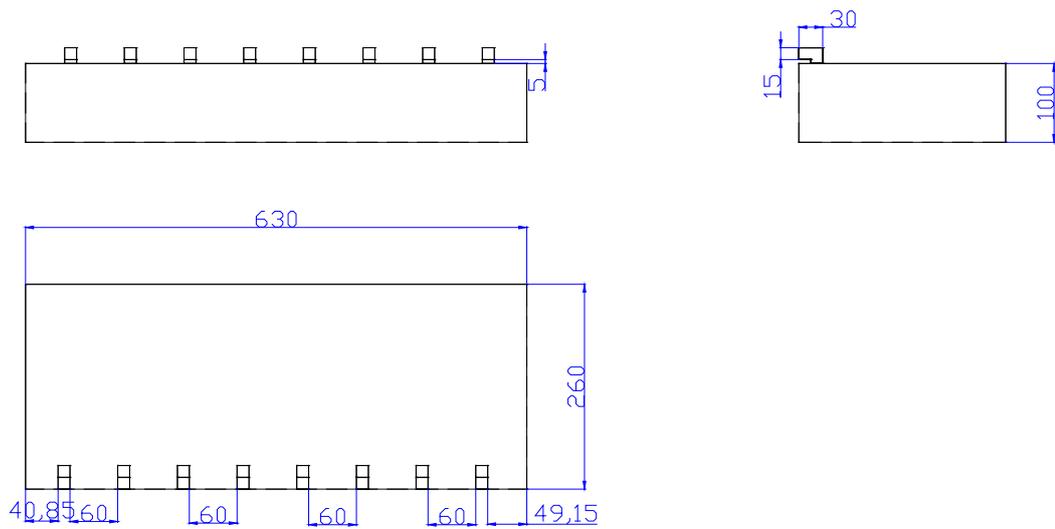
**Figura 3.20.** Vista isométrica de base para sujetar el inyector

**Fuente:** Autores

### 3.8 Tanque reservorio para combustible.

Este tanque esta diseñado para contener 1 1/2 galón de combustible, este tiene acoples con mangueras hidráulicas para la salida del combustible y racores rápidos donde se realiza el retorno del combustible que el inyector ocupa para la prueba.

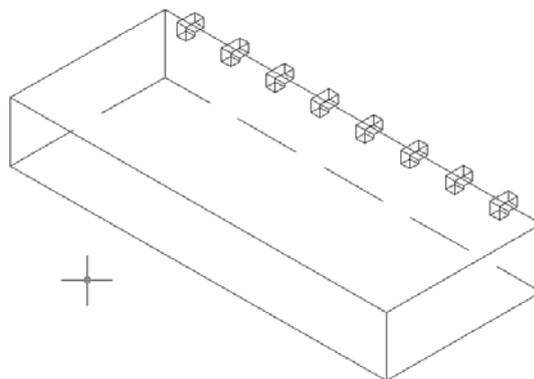
#### 3.8.1 Vistas laterales del tanque de combustible.



**Figura 3.21.** Vistas laterales del tanque de combustible

**Fuente:** Autores

#### 3.8.2 Vista isométrica del tanque de combustible.



**Figura 3.22.** Vista isométrica del tanque de combustible

**Fuente:** Autores

## CAPÍTULO 4

### 4. DISEÑO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO

#### **4.1. Unidad de Control**

Esta unidad contiene toda la circuitería necesaria para el funcionamiento total del banco. Esta consta de 2 fuentes, una de alimentación principal, y otra de potencia, además de una tarjeta de comunicación, una tarjeta master de control para todas las funciones, una tarjeta generadora de PWM y un circuito controlador de temperatura.

##### **4.1.1. Encendido y Apagado**

La unidad se encenderá al momento de activar el pulsador de “Start” encendido del banco, ubicado en la parte frontal de esta unidad, esto se encargará de dar alimentación a todos los circuitos del banco SCR, de igual manera podemos apagar de manera total el banco desde el pulsador de “Stop” ubicado al lado del pulsador de encendido.



**Figura 4.1.** Unidad de Control

**Fuente:** Autores

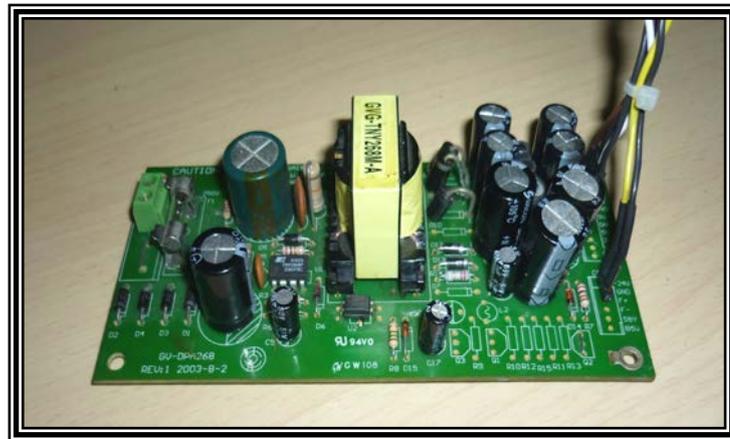
## 4.2. Componentes de la unidad de Control

### 4.2.1 Fuentes de alimentación conmutadas.

Son las tarjetas electrónicas que están diseñadas para rectificar el voltaje que hay en la red eléctrica que es de voltaje alterno, en esta fase se pasa de voltaje alterno VCA a voltaje continuo VDC, a través de un componente que se llama puente rectificador y disponemos del voltaje continuo, pero aun esto no nos sirve de nada, porque no es constante, por lo es necesario la fase de filtrado que consiste en aplanar al máximo la señal, para que no hayan oscilaciones, se consigue con varios condensadores que retienen la corriente y la dejan pasar lentamente para suavizar la señal, luego esta señal dc entra en un circuito oscilador, compuesta por un transformador con núcleo de ferrita con varios devanados, para poder suministrar los diferentes voltajes que requerimos en el banco SCR, este circuito eleva la frecuencia en el orden de los kilo ciclos, luego esto pasa a otra etapa de rectificado y filtrado final, proporcionando una señal dc muy estable. Existen 2 tarjetas de este tipo la unidad de control.

#### 4.2.1.1 Fuente de alimentación principal.

Esta fuente se encargará de suministrar la alimentación a toda la circuitería del banco de prueba SCR. Esta fuente de alimentación es una fuente conmutada que entrega varios niveles de voltajes, para la operación correcta del banco.



**Figura 4.2.** Unidad de alimentación

**Fuente:** Autores

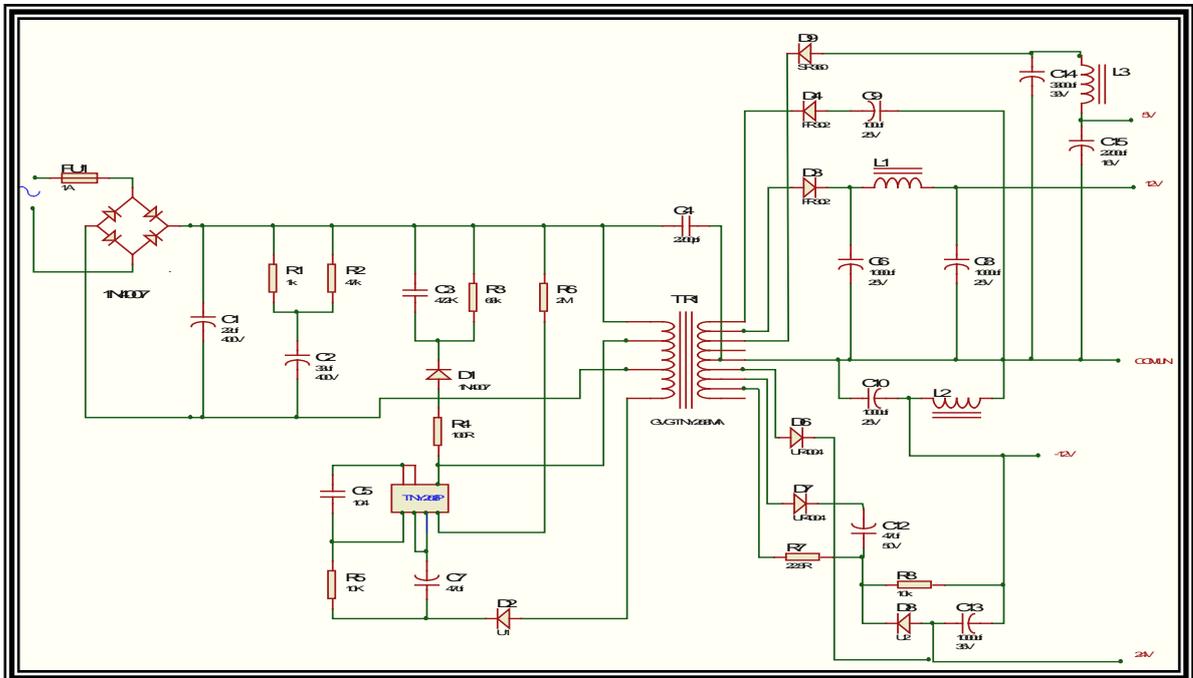
#### 4.2.1.2 Características de la fuente principal.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FUENTE DE ALIMENTACION	
Utilización:	Diseñada para suministrar energía al S.C.R.
Alimentación y consumo:	120 VAC – 60Hz – 60W.
Voltajes de salida DC:	+5V, +12V, -12V, +24V.
Protección:	Contra sobrecargas y cortocircuitos (corriente de limitación ajustada al 120% del valor de la corriente).
Contra calentamiento:	Ventilador extractor interno para todas las circuiterías
Conectores:	Conector de entrada trifilar de 110 VAC.
Medidas de la tarjeta	140 x 70 mm.

**Tabla 4.1.** Características principales de la fuente de alimentación

**Fuente:** Autores

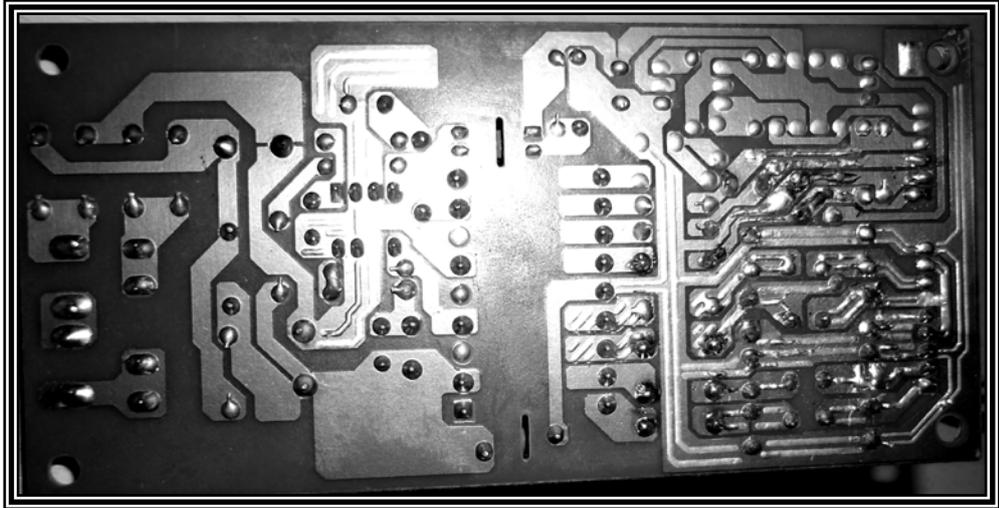
#### 4.2.1.3. Diagrama esquemático de la fuente de alimentación principal



**Figura 4.3.** Diagrama esquemático fuente de alimentación 1

**Fuente:** Autores

#### 4.2.1.4. Circuito PCB de la fuente de alimentación principal.



**Figura 4.4.** Circuito impreso de la fuente de alimentación principal

**Fuente:** Autores

4.2.1.5. DIAGRAMA EN BLOQUES  
ALIMENTACIÓN DE LA FUENTE PRINCIPAL

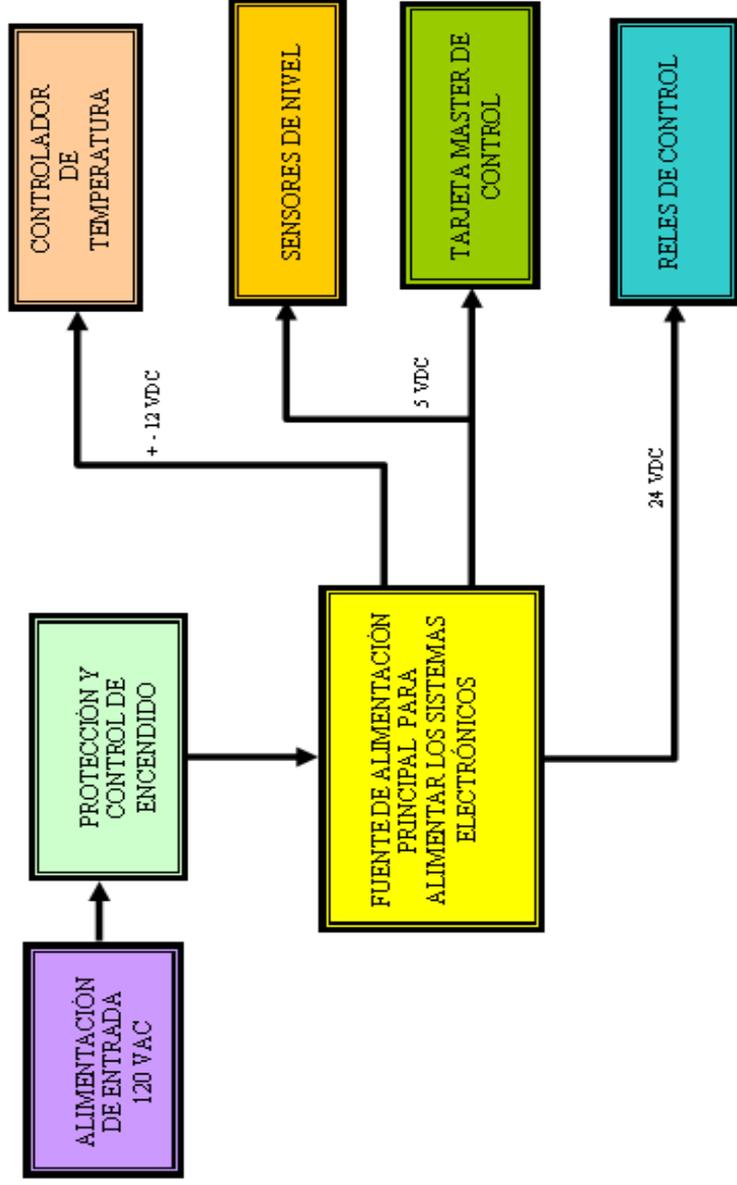


Figura 4/5. Diagrama en bloques de la alimentación de la fuente

Fuente: Autores

## 4.2.2. Fuente de potencia

El uso de la fuente de potencia es para dar alimentación a los inyectores que se vayan a probar, este circuito está compuesto por 4 fuentes conmutadas individuales, para cada inyector.



Figura 4.6. Fuente de potencia

Fuente: Autores

### 4.2.2.1. Diagrama esquemático fuente de potencia y módulos de conmutación.

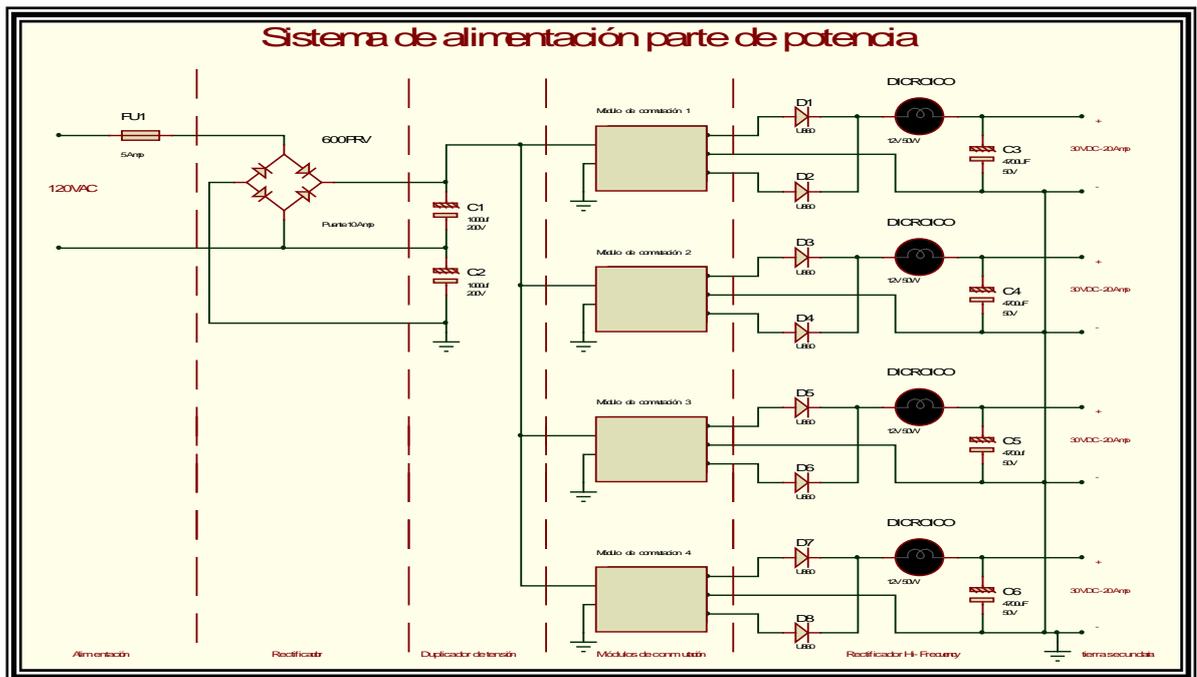
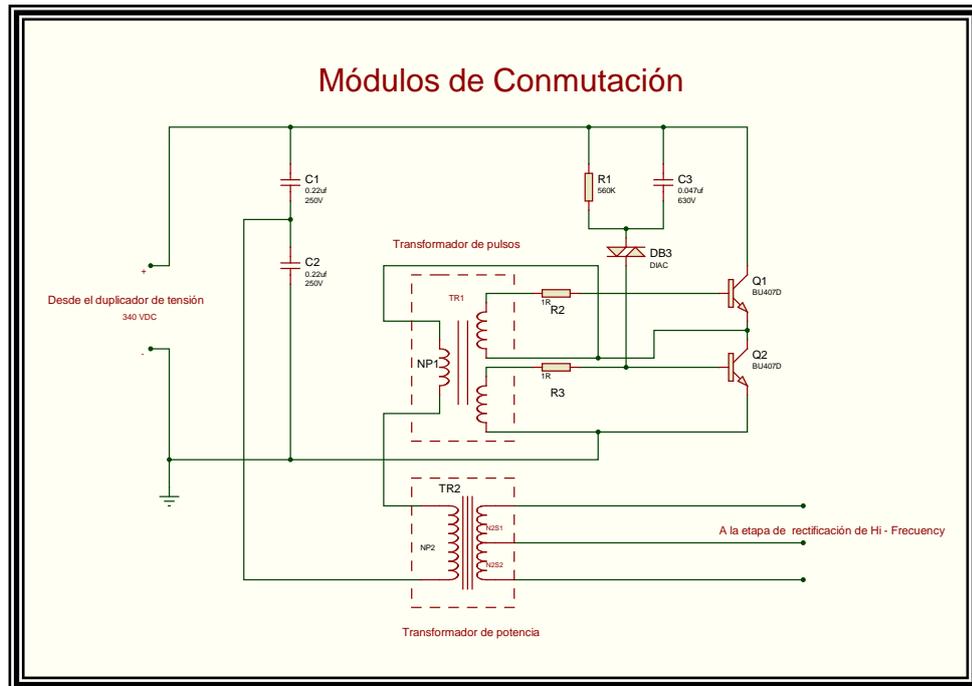


Figura 4.7. Diagrama esquemático fuente de potencia

Fuente: Autores



**Figura 4.8.** Diagrama esquemático módulos de conmutación

**Fuente:** Autores

#### 4.2.2.2. Funcionamiento fuente de potencia.

Como se aprecia en la figura 4.7, el circuito se alimenta de la red eléctrica, pasa por el fusible de protección y esto va a la etapa de rectificación, luego pasa a un duplicador de tensión el cual eleva el voltaje a 340 vdc por medio de los capacitores C1 y C2, este voltaje elevado es entregado a 4 módulos de conmutación individuales los cuales elevan la frecuencia a 32 Khz. Con una potencia de 500W, esto pasa luego a una nueva etapa de rectificado y filtrado entregando un voltaje de salida total de 30Vdc a 20 Amp. Para proteger la salida de este circuito se coloco una lámpara diroica en serie a la alimentación del inyector.

#### 4.2.2.3 Características de la fuente de potencia.

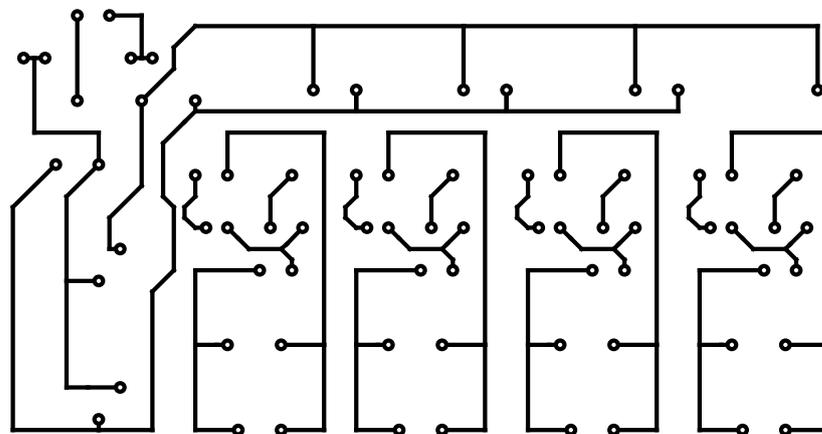
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES FUENTE DE POTENCIA	
Utilización:	Suministra energía a los inyectores de prueba.
Alimentación y consumo:	120 VAC – 60Hz – 500W.
Voltaje de salida DC:	30 Vdc.
Amperaje	20 Amp.
Protección entrada	Contra sobrecargas y cortocircuitos (corriente de limitación ajustada al 120% del valor de la corriente).
Protección salida	1 diodo en serie para protección de cada canal, en caso del que inyector a prueba este en corto.
Medidas de la tarjeta	170 x 140 mm.

**Tabla 4.2.** Características principales fuente de potencia

**Fuente:** Autores

#### 4.2.2.4. Circuito PCB de la fuente de potencia.

La fabricación de esta tarjeta se la realizó de manera casera, en baquelita con un solo lado de recubrimiento de cobre, marcador permanente y percloruro férrico para su revelado.



**Figura 4.9.** Circuito impreso fuente de potencia

**Fuente:** Autores

4.2.2.5. DIAGRAMA EN BLOQUES  
ALIMENTACIÓN DE LA FUENTE DE POTENCIA

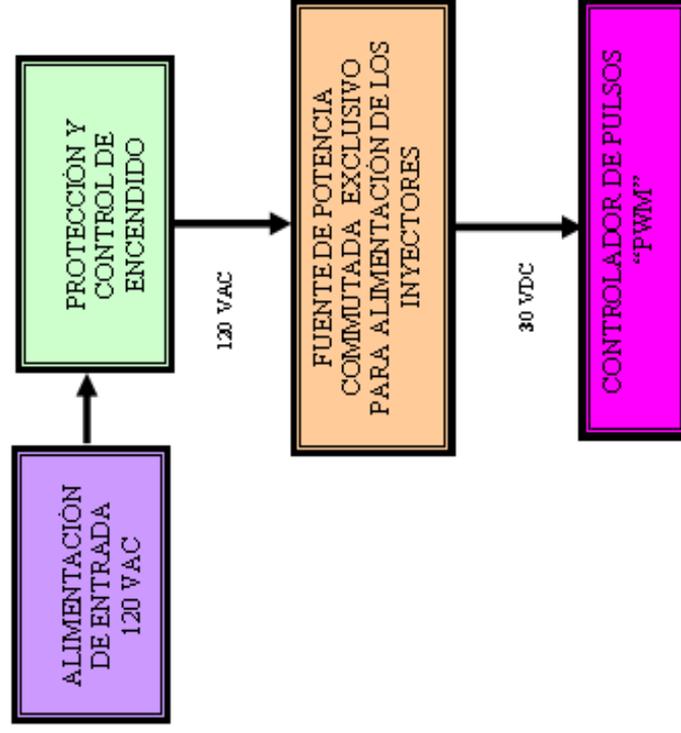


Figura 4.10. Diagrama en bloques de la fuente de potencia.

Fuente: Autores

### 4.3. Circuito de control PWM

Este circuito es el encargado de recibir y modular la frecuencia entregada por la tarjeta master, y en conjunto con la fuente de potencia alimentar a los inyectores de prueba, estos inyectores pueden ser alimentados individualmente o en conjunto.

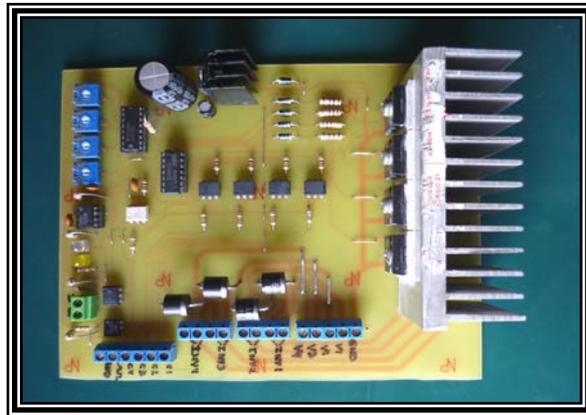


Figura 4.11. Circuito de control PWM

Fuente: Autores

#### 4.3.1. Diagrama esquemático del circuito de control PWM

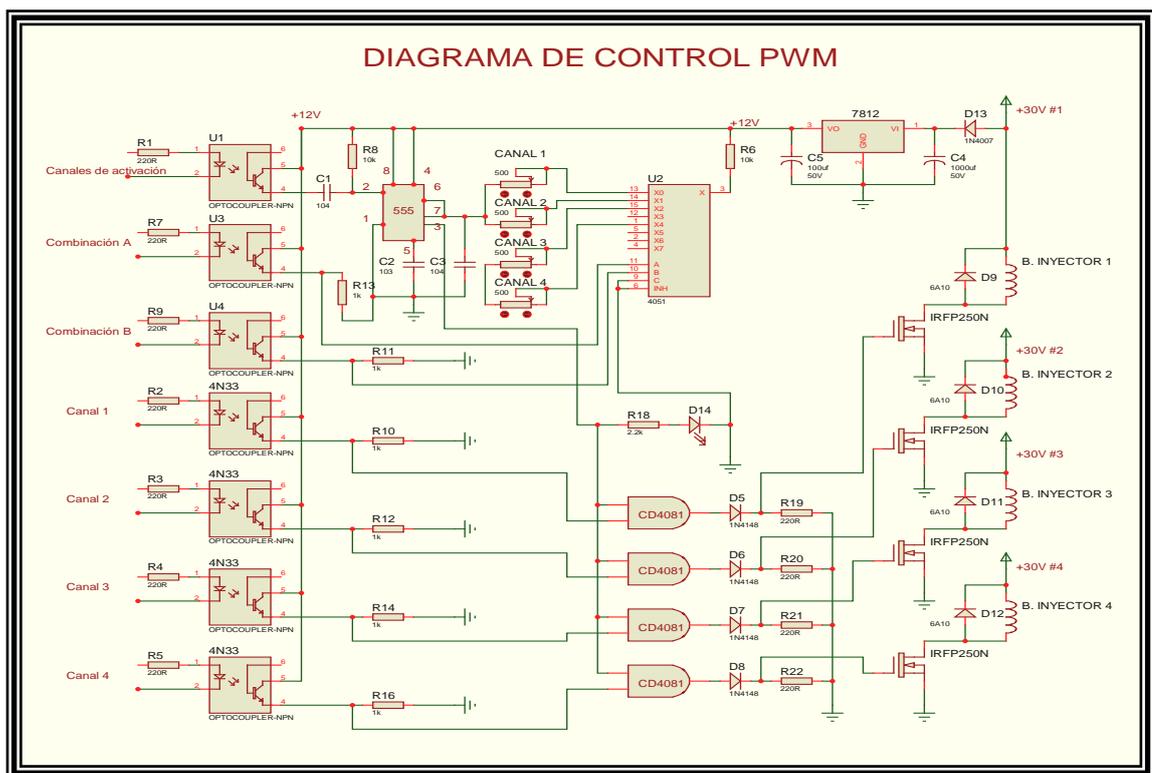


Figura 4.12. Diagrama esquemático control PWM

Fuente: Autores

### 4.3.2. Funcionamiento circuito de control PWM.

Como se aprecia en la figura 4.12, la etapa de modulación se alimenta con uno de los voltajes de la fuente de potencia, es decir con 30vdc, este voltaje es bajado por medio de una etapa de regulación el cual estabiliza el voltaje a 12vdc por medio del regulador 7812 y este voltaje alimenta los circuitos de esta tarjeta.

Esta tarjeta recibe 7 señales de la tarjeta master por medio de opto acopladores, 4 señales son de selección de los canales de prueba, estas señales ingresan a un ic de compuertas and, estas compuertas reciben la señal de cada canal en un pin y están a la espera de la señal de reloj modulada en el otro pin de entrada, esto envía una señal de salida pulsante a las compuertas de cada mosfet de potencia, los cuales serán los encargados de alimentar a los inyectores en conjunto con la tarjeta de potencia.

Esta tarjeta también recibe 2 señales de la tarjeta master, esto es un código binario que genera 4 combinaciones el cual nos indicara que tipo de fabricante de inyector estamos usando, es decir Bosch, Delphi, Denso o Siemens, estas combinaciones llegan a un multiplexor CD4051BE el cual nos selecciona el potenciómetro ajustado según la selección del fabricante del inyector.

### 4.3.3. Características del circuito de control PWM.

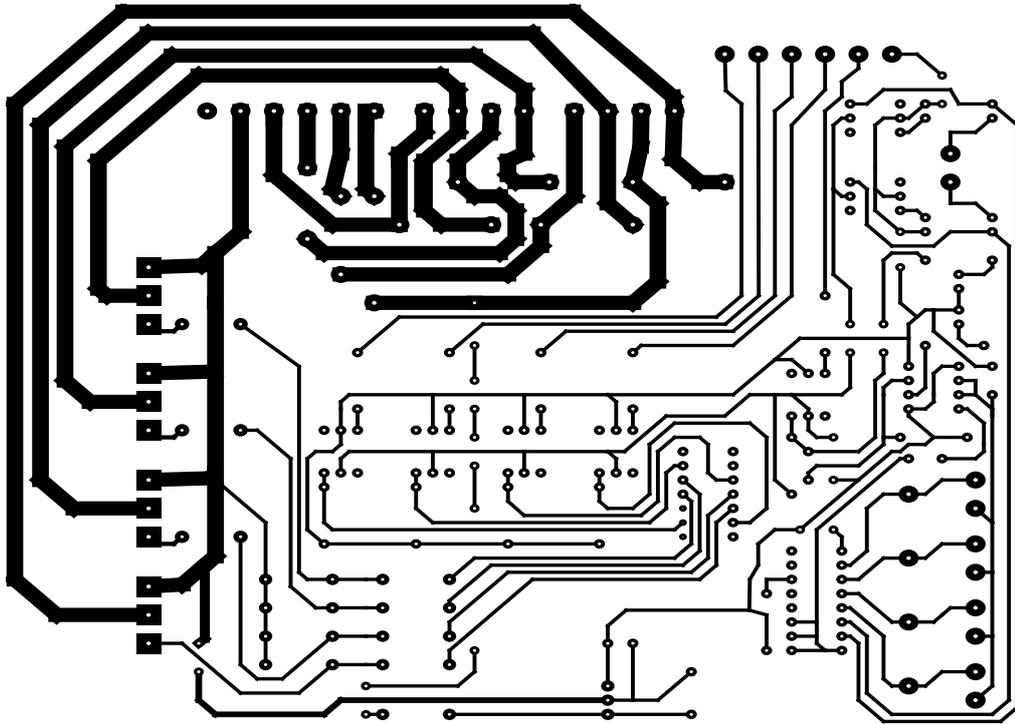
Características de la tarjeta controladora de temperatura	
Tensión de entrada	30Vdc
Canales de control	4 canales
Señales de entrada	7 señales
Modulación para Bosch	28 Vdc.
Modulación para Delphi	26 Vdc.
Modulación para Denso	27 Vdc.
Modulación para Siemens	30 Vdc.
Medidas de la tarjeta	140 x 70 mm.

**Tabla 4.3.** Características circuito de control PWM.

**Fuente:** Autores

#### 4.3.4. Circuito PCB del control PWM.

Por su complejidad y el tamaño de sus componentes, la fabricación de esta tarjeta se la mando a un lugar especializado en realizar estos tipos de revelados, usando baquelita con un solo lado de recubrimiento de cobre, impresión en láser y acido de revelado especial.



**Figura 4.13.** Circuito impreso del control PWM.

**Fuente:** Autores

#### 4.3.5. DIAGRAMA EN BLOQUES ALIMENTACIÓN CONTROLADOR DE PULSOS

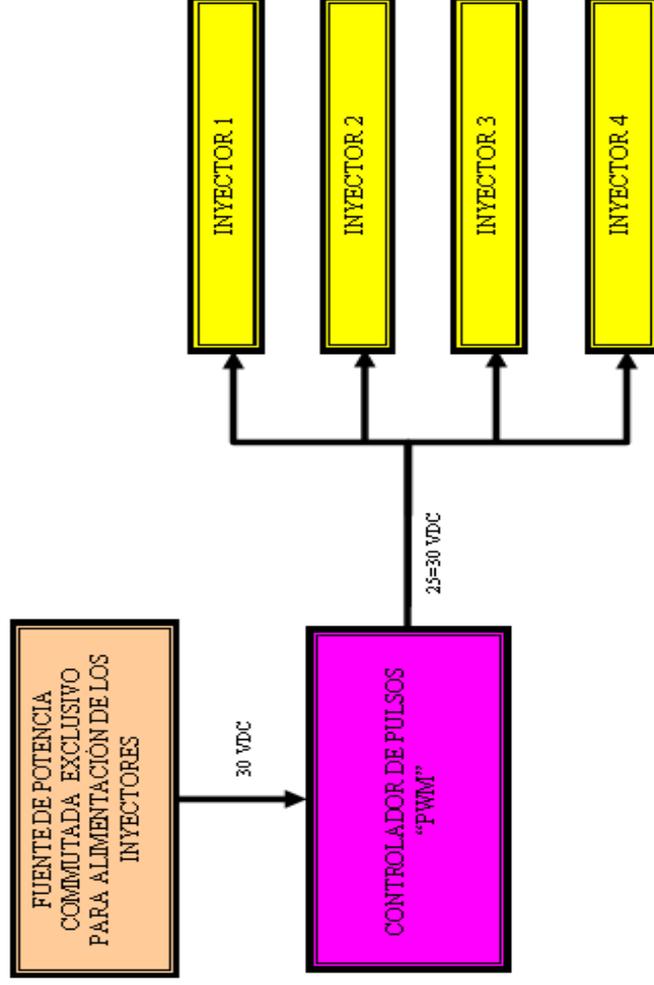


Figura 4.14. Diagrama en bloques alimentación control PWM.

Fuente: Autores

## 4.4 Tarjeta Master.

Es el encargado de ejecutar, enviar y recibir todas las señales del banco, el cerebro del diseño electrónico son 2 PIC16F877A que trabajan en conjunto con el módulo de comunicación y todos los otros módulos de control.

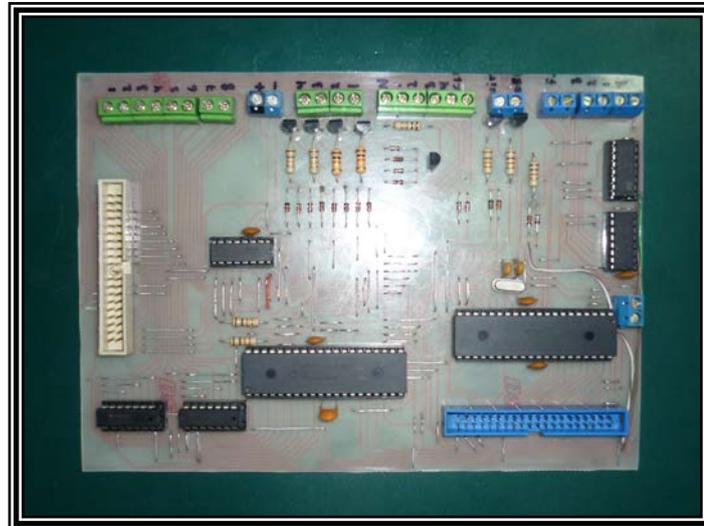


Figura 4.15. Tarjeta Master

Fuente: Autores

### 4.4.1. Diagrama esquemático del la tarjeta Master.

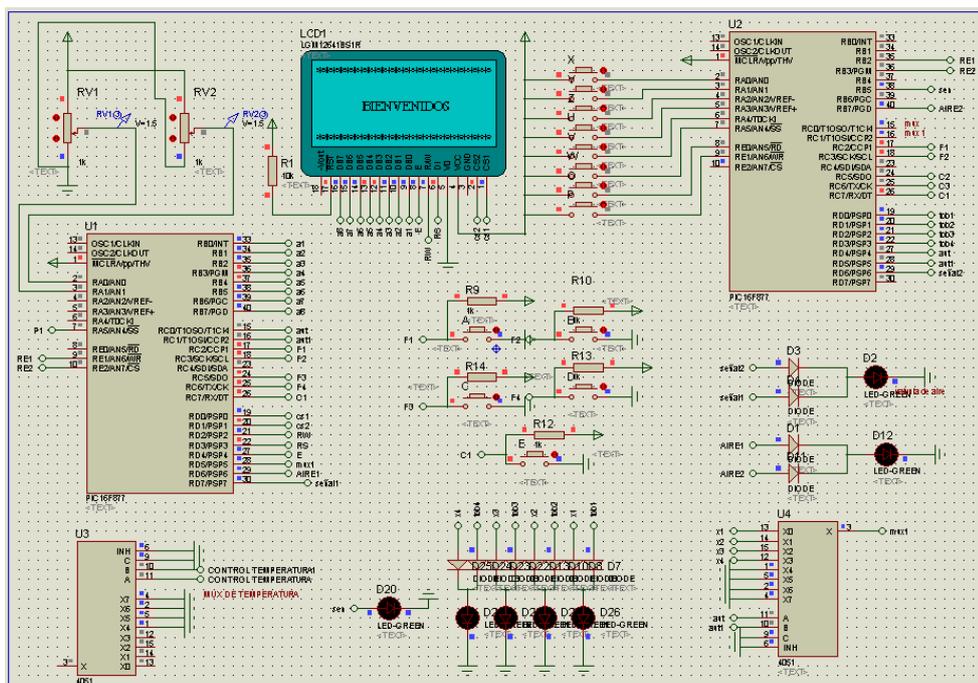


Figura 4.16. Diagrama esquemático tarjeta Master.

Fuente: Autores

#### 4.4.2. Funcionamiento de la tarjeta Master.

Como se aprecia en la figura 4.16, el circuito de esta tarjeta son alimentados con 5vdc que vienen de la fuente principal de alimentación, tiene 2 pic 16f877A, los cuales son los encargados de recibir, procesar y ejecutar todas las funciones del banco.

#### 4.4.3. Características de la tarjeta Master.

##### Señales recibidas:

Entradas análogas:

- 4 señales de temperatura, provenientes de los canales de prueba.
- 1 señal para la presión de entrada.

Entradas digitales:

- 8 señales de las probetas.
- 5 señales del teclado de acceso a las funciones.

##### Señales entregadas:

Salidas digitales:

- 13 señales al display grafico de 128\*64.
- 5 señales a los relays de control.
- 7 señales al circuito modulador de PWM
- 3 señales a la tarjeta de comunicación.

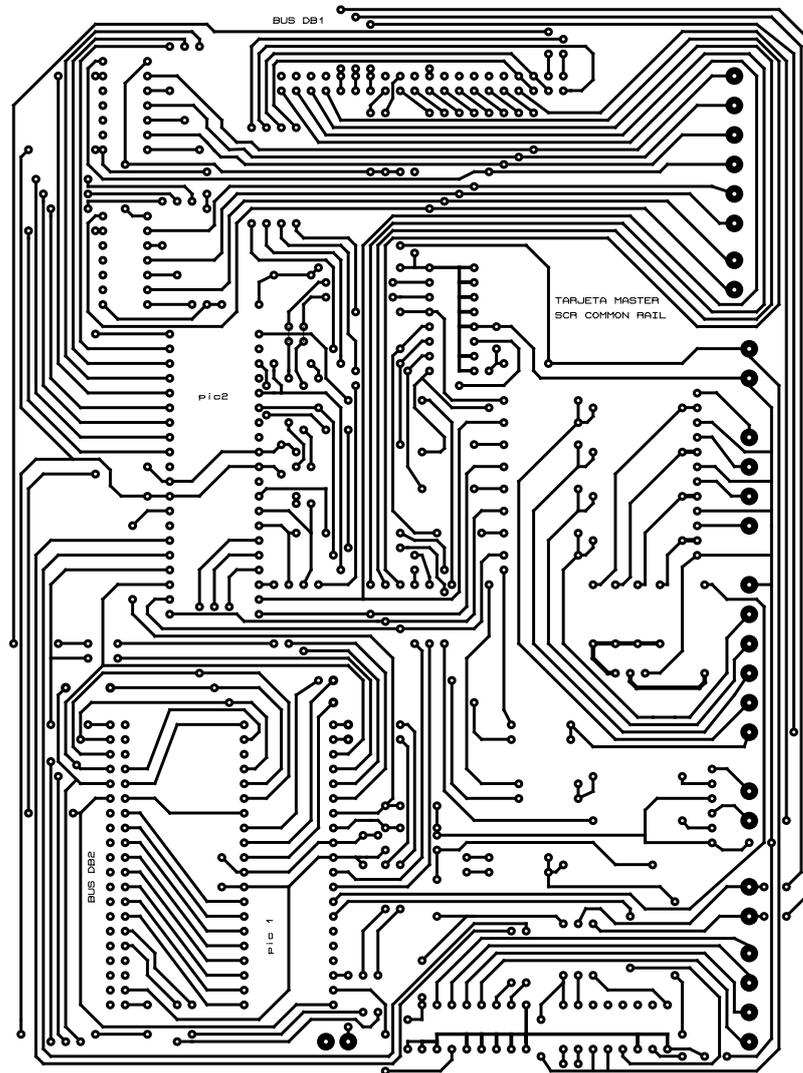
Características de la tarjeta Master	
Tensión de entrada	5Vdc
Medidas de la tarjeta	140 x 170 mm.

**Tabla 4.4.** Características tarjeta Master.

**Fuente:** Autores

#### 4.4.4. Circuito PCB de la tarjeta Master.

Por su complejidad y el tamaño de sus componentes, la fabricación de esta tarjeta se la mando a un lugar especializado en realizar estos tipos de revelados, usando baquelita con un solo lado de recubrimiento de cobre, impresión en láser y acido de revelado especial.



**Figura 4.17.** Circuito impreso de la tarjeta Master.

**Fuente:** Autores

#### 4.4.5. DIAGRAMA EN BLOQUES CONTROL TARJETA MASTER

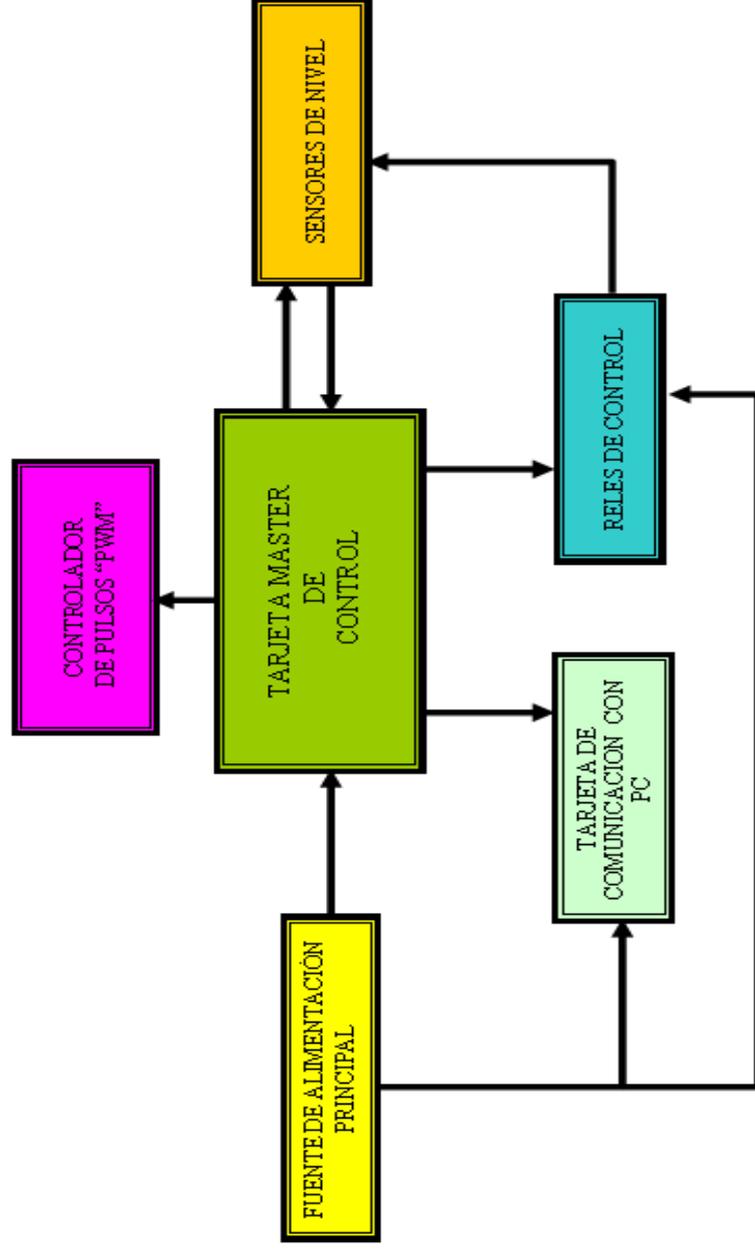


Figura 4.18. Diagrama en bloques control tarjeta master

Fuente: Autores

## 4.5. Módulo de comunicación.

Es la encargada de establecer comunicación entre la tarjeta master y la pc, este usa el software LabView para ver el funcionamiento del banco de prueba y entrega una hoja de datos con el diagnóstico de cada inyector.

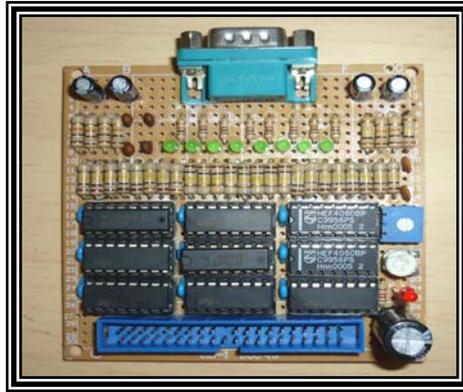


Figura 4.19. Módulo de Comunicación.

Fuente: Autores

### 4.5.1. Diagrama esquemático del módulo de comunicación.

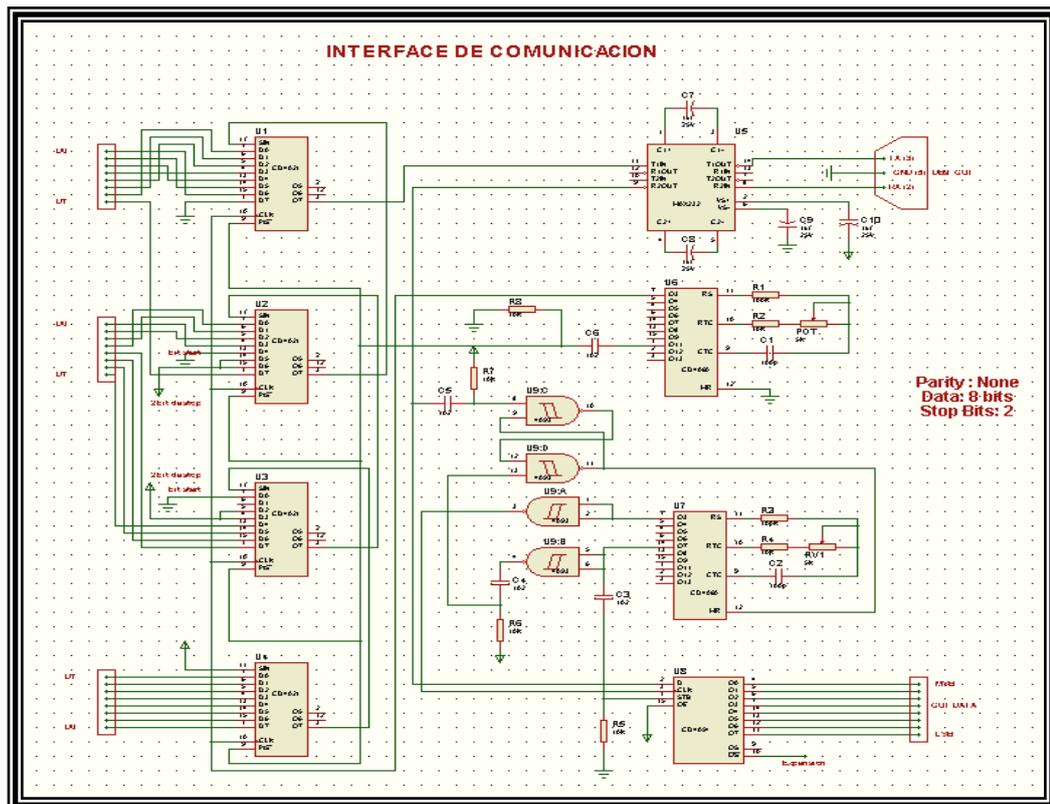


Figura 4.20. Diagrama esquemático módulo de comunicación

Fuente: Autores

### **4.5.2. Funcionamiento del módulo de comunicación**

El Banco SCR tiene 1 modo de comunicación serial, se comunica con la PC usando el protocolo RS-232 comunicación asíncrona a una velocidad de 9600 baudios. Usando el puerto COM1 de la PC más el software LabView 7.1, y un cable serial de hasta 30 metros, podemos establecer comunicación entre el banco y la PC.

El dispositivo electrónico principal de éste módulo es el integrado MAX232, su configuración de capacitores permite convertir TTL a la norma RS-232, recibe las señales RX, TX del COM1, físicamente se encuentra integrado en el módulo de comunicación.

### **4.5.3. Descripción del conector DB9**

El conector **DB9** es un conector analógico de 9 clavijas. El conector DB9 se utiliza principalmente para conexiones en serie, ya que permite una transmisión asíncrona de datos según lo establecido en la norma RS-232.

#### **Comunicación RS232 Pines asignados:**

Pin 1 Received Line Signal Detector

Pin 2 Received Data

Pin 3 Transmit Data

Pin 4 Data Terminal Ready

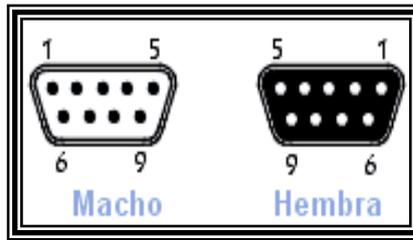
Pin 5 Signal Ground

Pin 6 Data Set Ready

Pin 7 Request To Send

Pin 8 Clear To Send

Pin 9 Ring Indicator



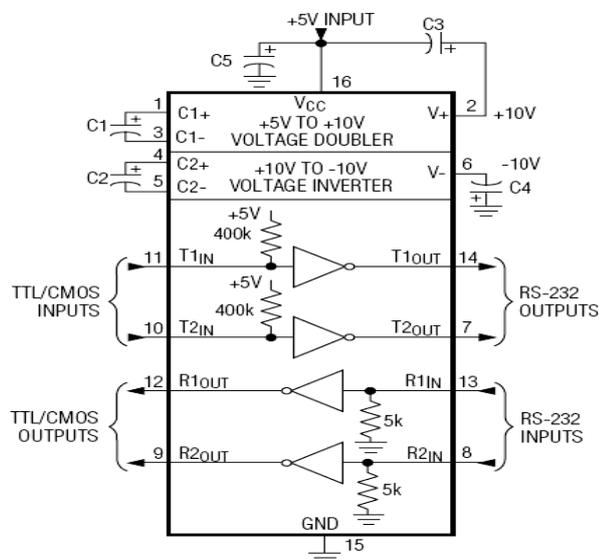
**Figura 4.21.** Conector DB9

Fuente: Autores

#### 4.5.4. Descripción del MAX232.

El **MAX232** es un circuito integrado que dispone internamente de 4 convertidores de niveles TTL al estándar RS-232 y viceversa, para la comunicación serie como los usados en los ordenadores en los puertos **COM1** y el **COM2**, con lo que podremos manejar 4 señales del puerto serie del PC.

Por lo general los pines mas usadas son; **TXD**, **RXD**, **RTS** y **CTS**. Las dos últimas son las usadas para el protocolo handshaking pero no es imprescindible su uso. Para que el **MAX232** funcione correctamente debemos poner unos condensadores externos, todo esto lo podemos ver en la siguiente figura en la que solo se han cableado las líneas **TXD** y **RXD** que son las que hemos usado en la comunicación de nuestro proyecto.



**Figura 4.22.** Conexión Max 232

Fuente: Autores

#### 4.5.5. Características del módulo de comunicación.

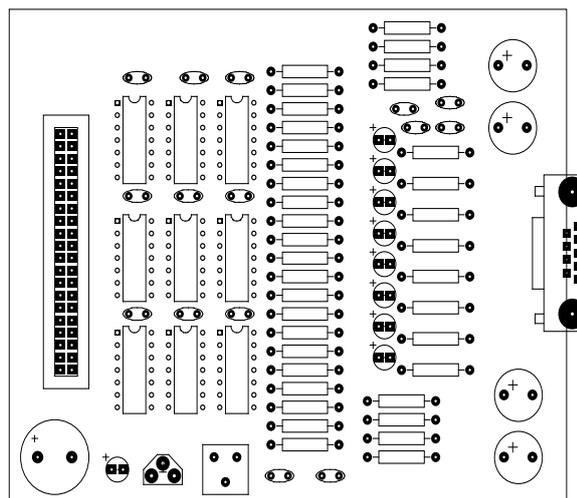
Características de la tarjeta controladora de temperatura	
Tensión de entrada	5 Vdc.
Velocidad de transmisión	9600 baudios
Protocolo	RS232
Conector de comunicación	DB9
Medidas de la tarjeta	140 x 50 mm.

**Tabla 4.5.** Características principales módulo de comunicación.

**Fuente:** Autores

#### 4.5.6. Circuito PCB del módulo de comunicación.

Por su complejidad y el tamaño de sus componentes, la fabricación de esta tarjeta se la mando a un lugar especializado en realizar estos tipos de revelados, usando baquelita con un solo lado de recubrimiento de cobre, impresión en láser y acido de revelado especial.



**Figura 4.23.** Circuito impreso módulo de comunicación

**Fuente:** Autores

4.5.7. DIAGRAMA EN BLOQUES  
ENLACE DEL MÓDULO DE COMUNICACIÓN

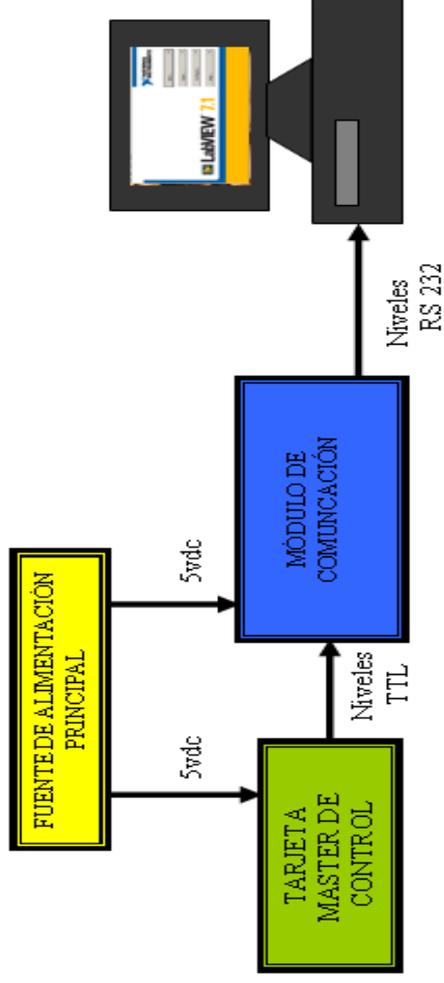


Figura 4.24. Diagrama de bloques enlace del módulo de comunicación.

Fuente: Autores

## 4.6 Módulo Display Grafico.

En la parte superior frontal de la Unidad de Control se encuentra un display grafico de 128X 64, en el cual se muestran las funciones y características del banco SCR. El Módulo de display es controlado por un PIC 16F877A para su control ubicado en la tarjeta Master, el acceso a las funciones se las realiza mediante un teclado colocado debajo del módulo display en la unidad de control.



**Figura 4.25** Módulo display grafico

**Fuente:** Autores

### 4.6.1 Características del Módulo Display Grafico.

Características del módulo display gráfico.	
Tensión de entrada	5Vdc
Resolución	128 x 64 pixeles
Temperatura de operación	0 a +50°C
Bus de datos	Pines 7 al 14
Screen	Azul
Pines de conexión	20 pines
Medidas de la tarjeta	90 x 60 mm.

**Tabla 4.6.** Características del módulo display gráfico.

**Fuente:** Autores

## 4.7 Controlador de temperatura para inyectores.

Este circuito controlador de temperatura esta diseñado para mantener la temperatura constante en los bloques de aluminio donde se colocan los inyectores de prueba, esto si es el caso de que se quiera trabajar el inyector simulando las condiciones de temperatura del motor.

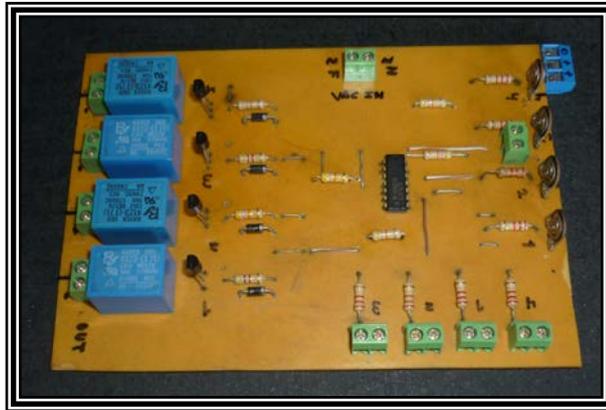


Figura 4.26. Controlador de temperatura.

Fuente: Autores

### 4.7.1 Diagrama esquemático del controlador de temperatura.

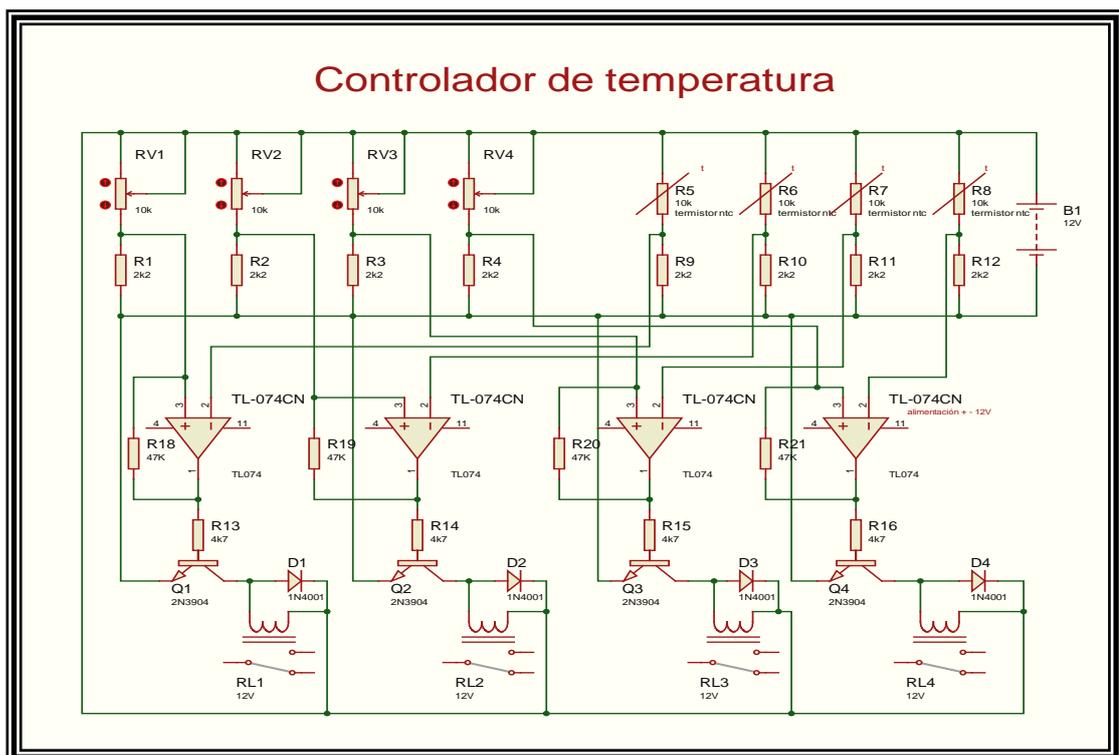


Figura 4.27. Diagrama esquemático controlador de temperatura

Fuente: Autores

#### 4.7.2 Funcionamiento del controlador de temperatura.

Como se aprecia en la figura 4.27, esta tarjeta utiliza un circuito Opam, el cual está trabajando como comparador con ciclo de histéresis con un voltaje de referencia en el pin positivo, este circuito se alimenta con un voltaje de + - 12vdc, el voltaje variable lo toma desde los termistores, el cual esta conectado a la entrada del pin negativo y varia según la temperatura sensada en el bloque. Una vez que el voltaje es menor al voltaje de referencia, este excita la base de un transistor el cual comanda un relé y este a su vez una resistencia calentadora de 120vac.

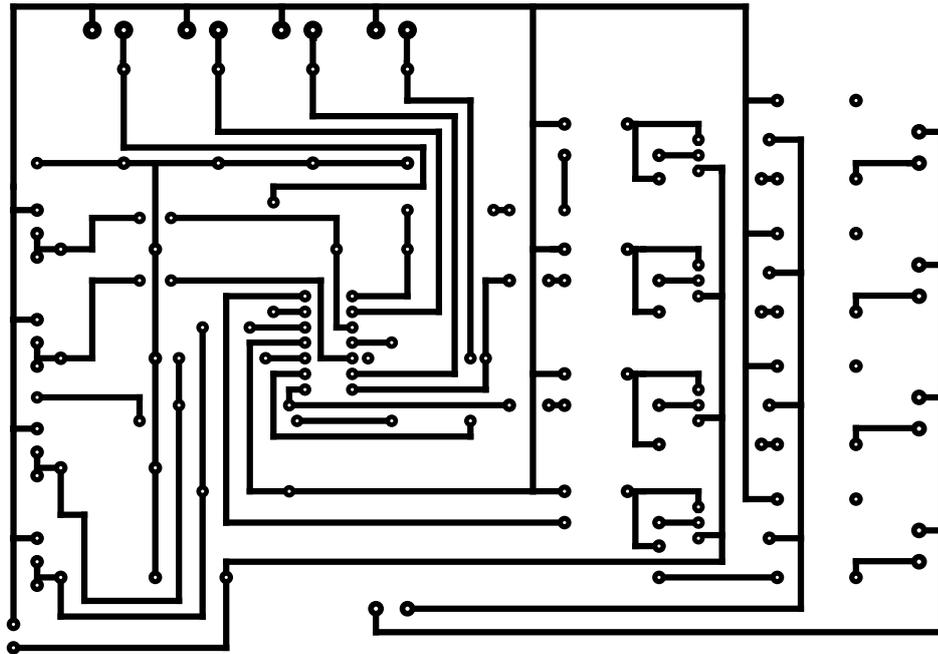
#### 4.7.3 Características del controlador de temperatura.

Características de la tarjeta controladora de temperatura	
Tipo de sensor	Termistor NTC 10Kohm
Tensión de entrada	+ - 12Vdc
Canales de control	4 canales
Temperatura máx. de control	70 grados
Temperatura min. de control	50 grados
Histéresis de control	0.3 V.
Medidas de la tarjeta	140 x 70 mm.

**Tabla 4.7.** Características controlador de temperatura.

**Fuente:** Autores

#### 4.7.4 Circuito PCB del controlador de temperatura.



**Figura 4.28.** Circuito impreso del control de temperatura.

**Fuente:** Autores

#### 4.7.5 DIAGRAMA EN BLOQUES CONTROL DE TEMPERATURA

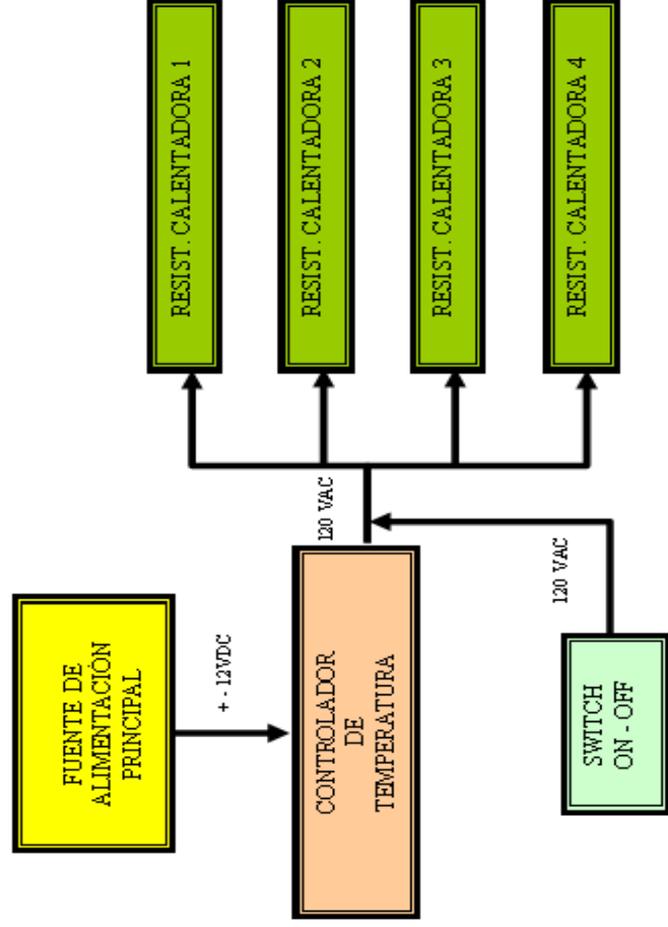


Figura 4.29. Diagrama en bloques control de temperatura

Fuente: Autores

## 4.8 Bloques de borneras

### Borneras

Las borneras de conexión son elementos fundamentales, utilizados como elementos para interconexión de circuitos, simplificando el diseño, instalación y mantenimiento de sistemas eléctricos y electrónicos. Las borneras que utilizamos son de conexiones mediante tornillos por apretado directo.

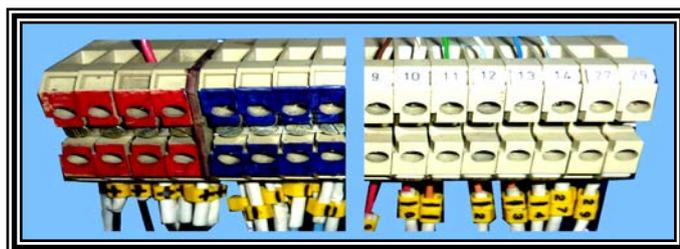
Estos bloques son 6 en total, no tienen circuitería electrónica interna, el primer conjunto de bloques ver fig. 4.30, ubicados en la parte superior posee 7 x 2 borneras para los 4 sensores de temperatura, 7 x 2 borneras para alimentación de las resistencias calentadoras y 8 x 2 borneras para alimentación de inyectores.



**Figura 4.30.** Borneras de conexión para inyectores y termistores

**Fuente:** Autores

El segundo conjunto de bloques ver fig. 4.31, ubicados en la parte central posee 8 x 2 borneras para la alimentación de los sensores de nivel, 8 x 2 borneras para la señal de salida de cada uno de los sensores de nivel.



**Figura 4.31.** Borneras de conexión para relays y sensores.

**Fuente:** Autores

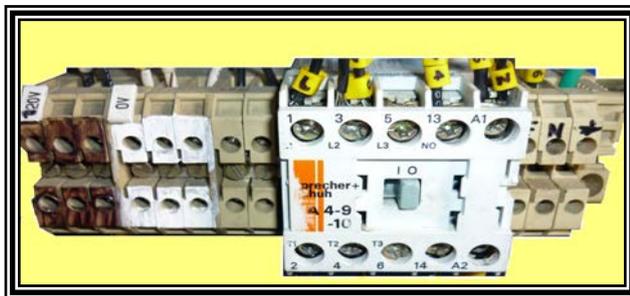
El tercer conjunto de bloques ver fig. 4.32, ubicado a la derecha en la parte central posee 13 x 2 borneras para la alimentación de las electroválvulas de drenaje.



**Figura 4.32.** Borneras de conexión para válvulas.

**Fuente:** Autores

El cuarto bloque ver fig. 4.33, ubicado a la izquierda de la parte central posee 9 x 2 borneras para la alimentación de entrada a todos los circuitos del banco SCR.



**Figura 4.33.** Borneras de alimentación de la red.

**Fuente:** Autores

Además como se ve en la fig. 4.34, tiene un conjunto de relays de estado sólido ubicado en la parte central, tenemos 6 para el control de todas las válvulas del banco.



**Figura 4.34.** Módulo de relays.

**Fuente:** Autores

### 4.8.1. CONEXIÓN FÍSICA DE BORNERAS

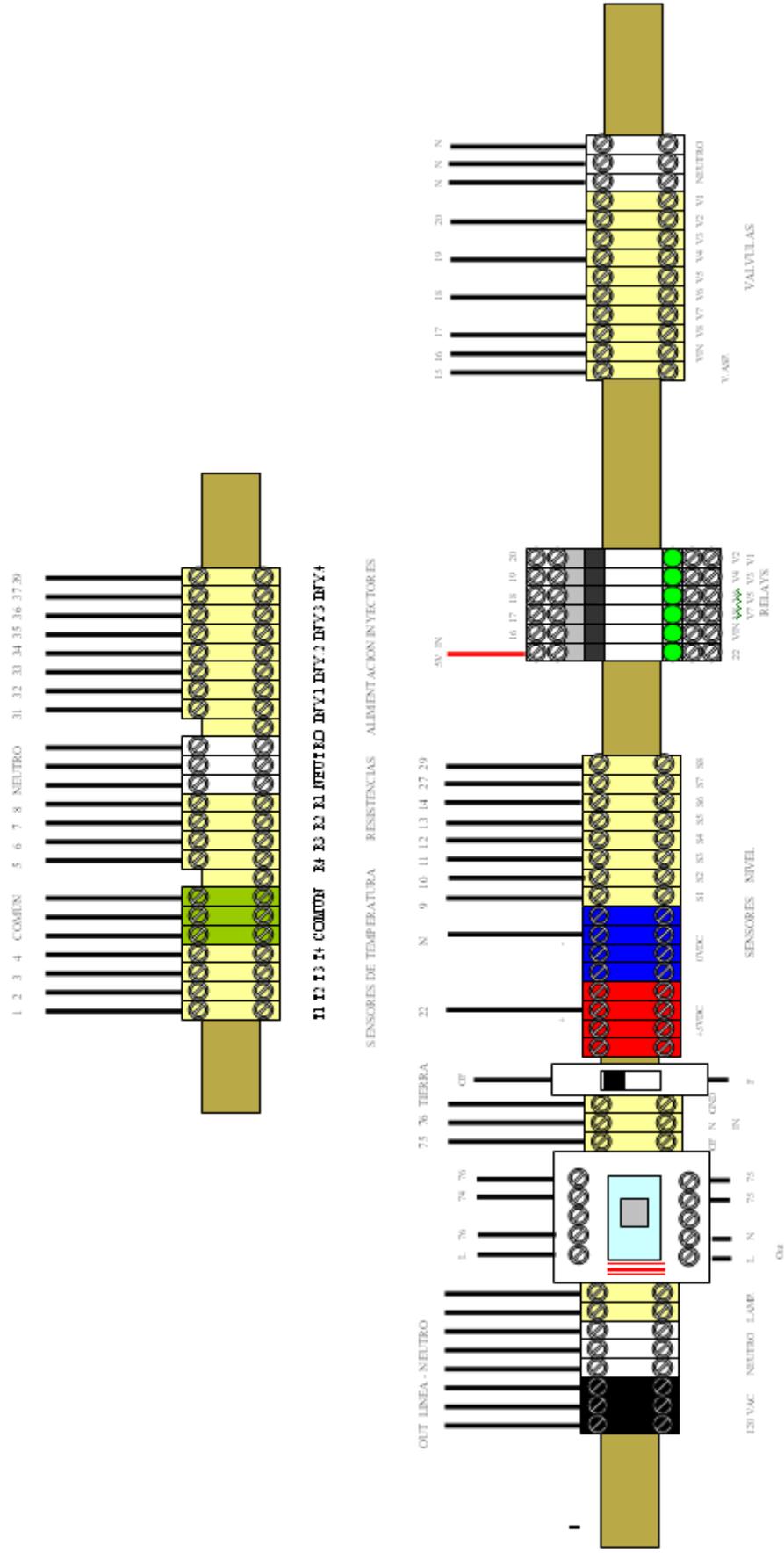


Figura 4.35. Conexión de borneras.

Fuente: Autores

#### 4.8.2. DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL BANCO SCR.

En el siguiente plano se muestran las conexiones eléctricas del panel como: fuerza, alimentación de válvulas, selectores, iluminación etc.

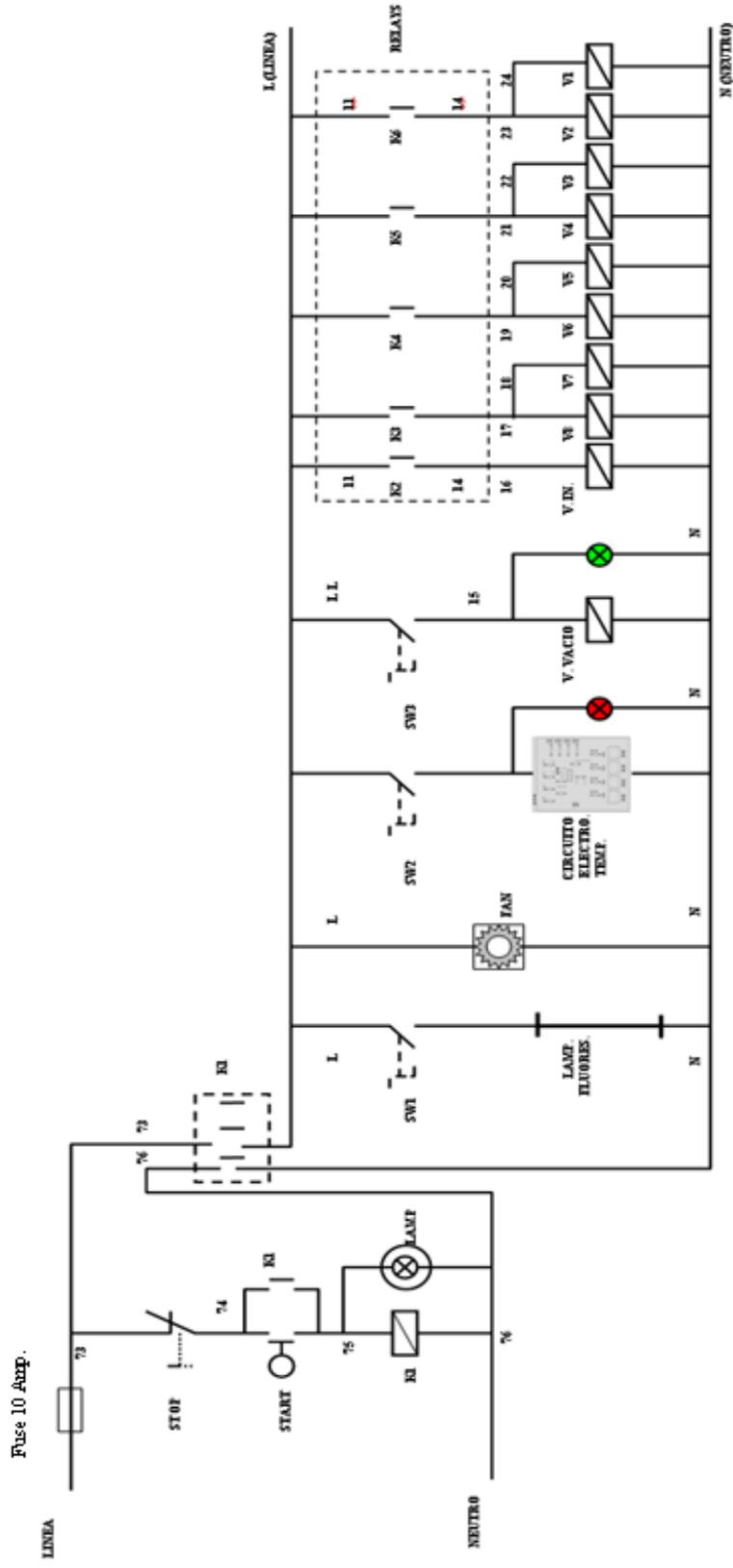


Figura 436. Diagrama eléctrico del banco

Fuente: Autores

#### 4.9. DIAGRAMA NEUMÁTICO DEL BANCO SCR.

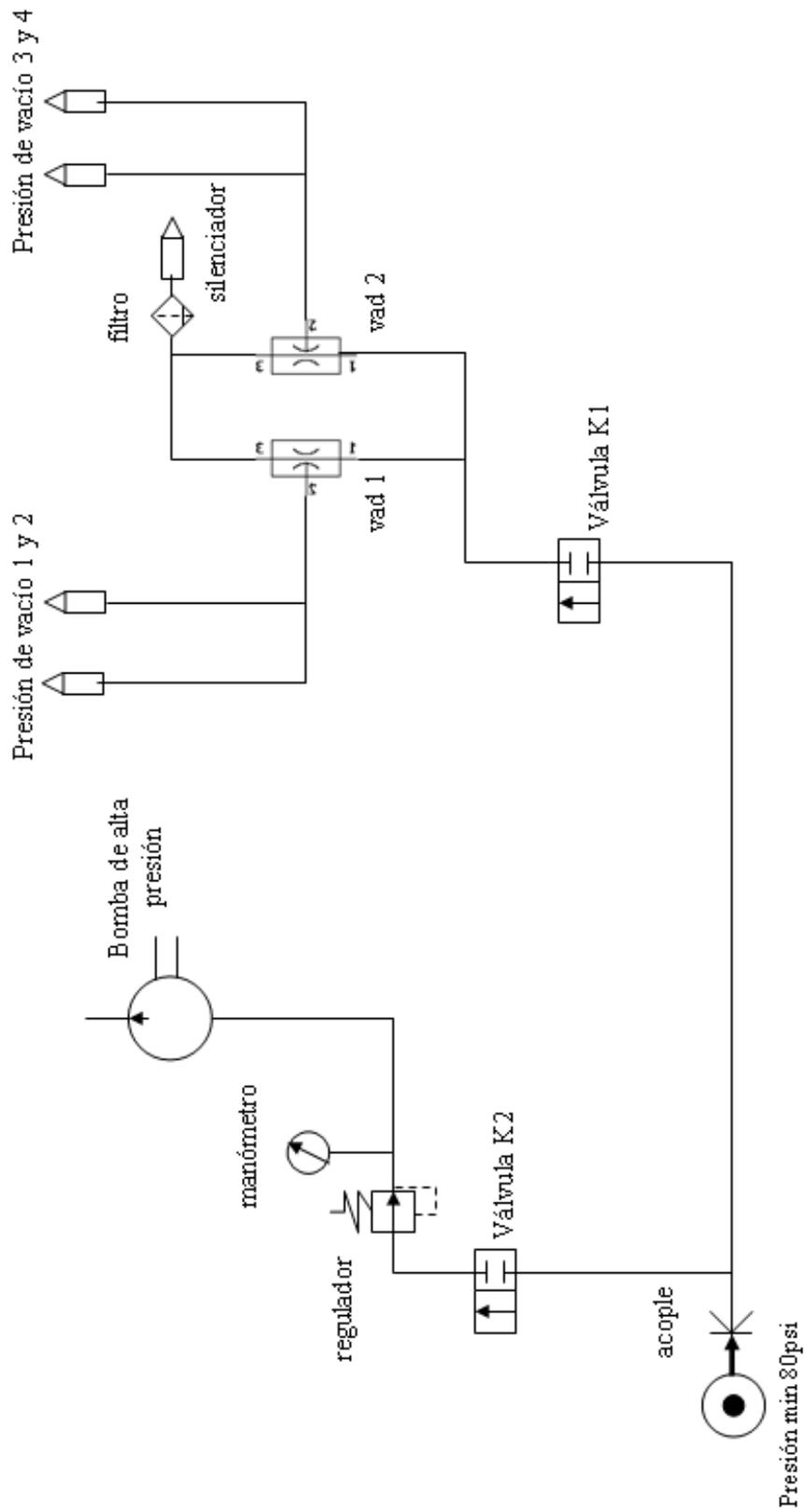
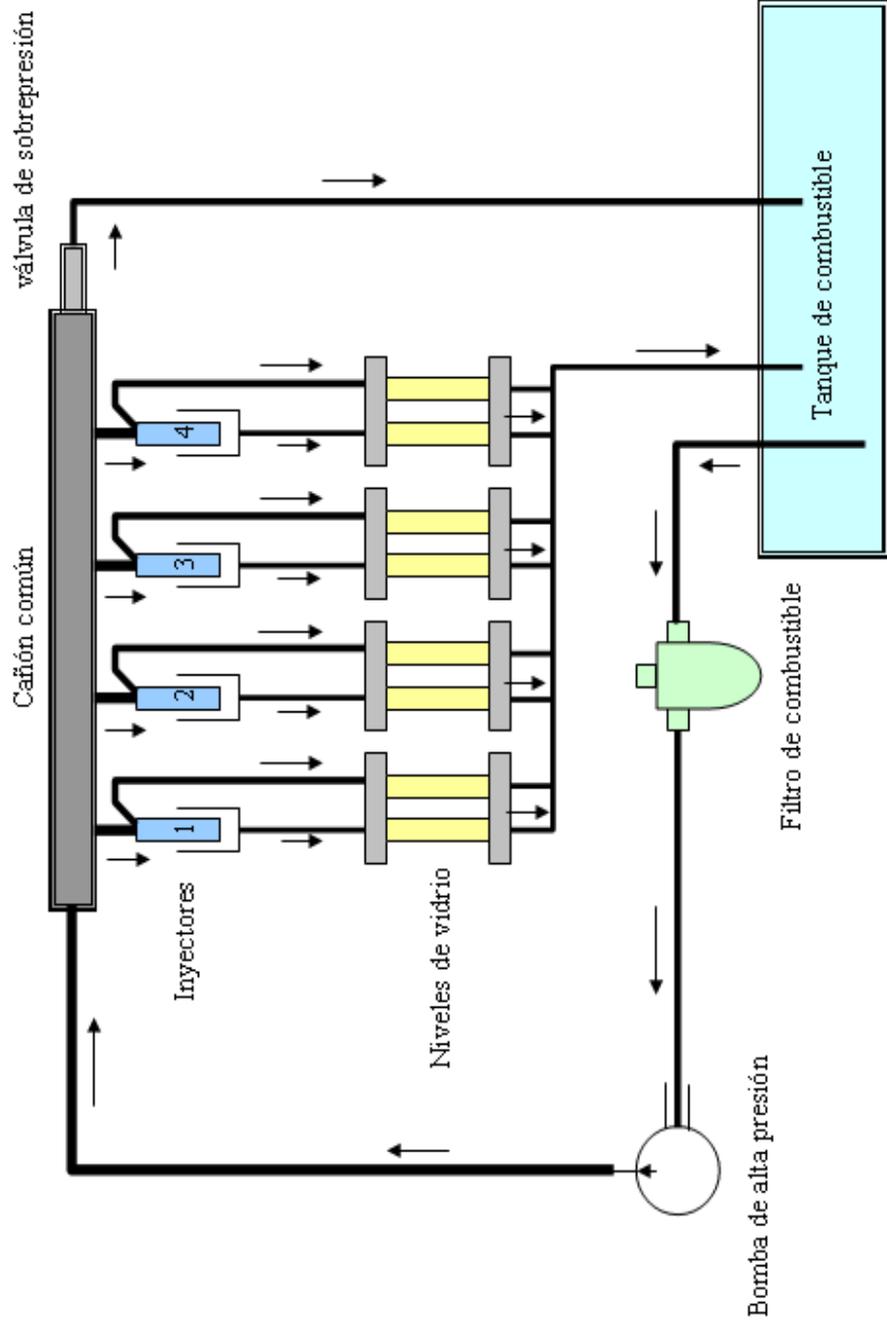


Figura 4.37 Diagrama neumático

Fuente: Autores

#### 4.10. DIAGRAMA DE INYECCION DEL COMBUSTIBLE



**Figura 4.38.** Diagrama de inyección del combustible

**Fuente:** Autores

#### **4.11. Análisis del diseño**

El objetivo de este diseño es lograr la prueba y el control electrónico de los inyectores a diesel, además de poder realizar la prueba de inyección en los 4 canales de prueba al mismo tiempo, la comunicación con la pc debe estar dentro de un entorno de fácil visualización de lo que ocurre en el banco de prueba.

Para lograr lo expresado en el párrafo anterior se tuvo en cuenta los siguientes puntos valorados como alcance del diseño.

- a) La comunicación se da usando el protocolo de la norma RS-232.
- b) El banco debe por lo menos realizar la prueba a 4 tipos de marcas distintas de inyectores a diesel UI.
- c) Debe tener un botón pulsador de paro total, que al ser presionado apaga por completo todos los sistemas del banco, para volver a continuar con la prueba tendrá que ser presionado nuevamente el pulsador de start, y tendrá que volver la prueba del inyector al estado inicial.
- d) Los distintos menús de prueba que se muestren en el display gráfico, tiene que ser de fácil interpretación para el usuario.

## CAPÍTULO 5

### 5. DISEÑO DEL SOFTWARE

#### **5.1. Introducción**

Para que el funcionamiento del banco de prueba SCR, se necesitan tres componentes básicos de la automatización, el HARDWARE, SOFTWARE y FIRMWARE.

El hardware es todo lo que podemos ver y tocar, es decir son todas las placas electrónicas que se encuentran dentro de la Unidad de Control, todos los conectores, estructura del banco, cables, switches, sensores, etc.

El software es el sistema informático hecho en el lenguaje de programación LABVIEW 7.1 con el cual el usuario puede observar visualmente lo que esta ocurriendo en el banco SCR.

El firmware es toda la programación binaria que poseen todos los microcontroladores PIC de las tarjetas electrónicas en la Unidad de Control, es decir sin el firmware el software no puede controlar el banco SCR.

El alcance principal del software es lograr visualizar cada prueba de los inyectores en el banco SCR, es decir usar este software como un SCADA para monitoreo, el cual al final de cada prueba será capaz de entregarnos una hoja de datos impresa, con el estado de cada inyector.

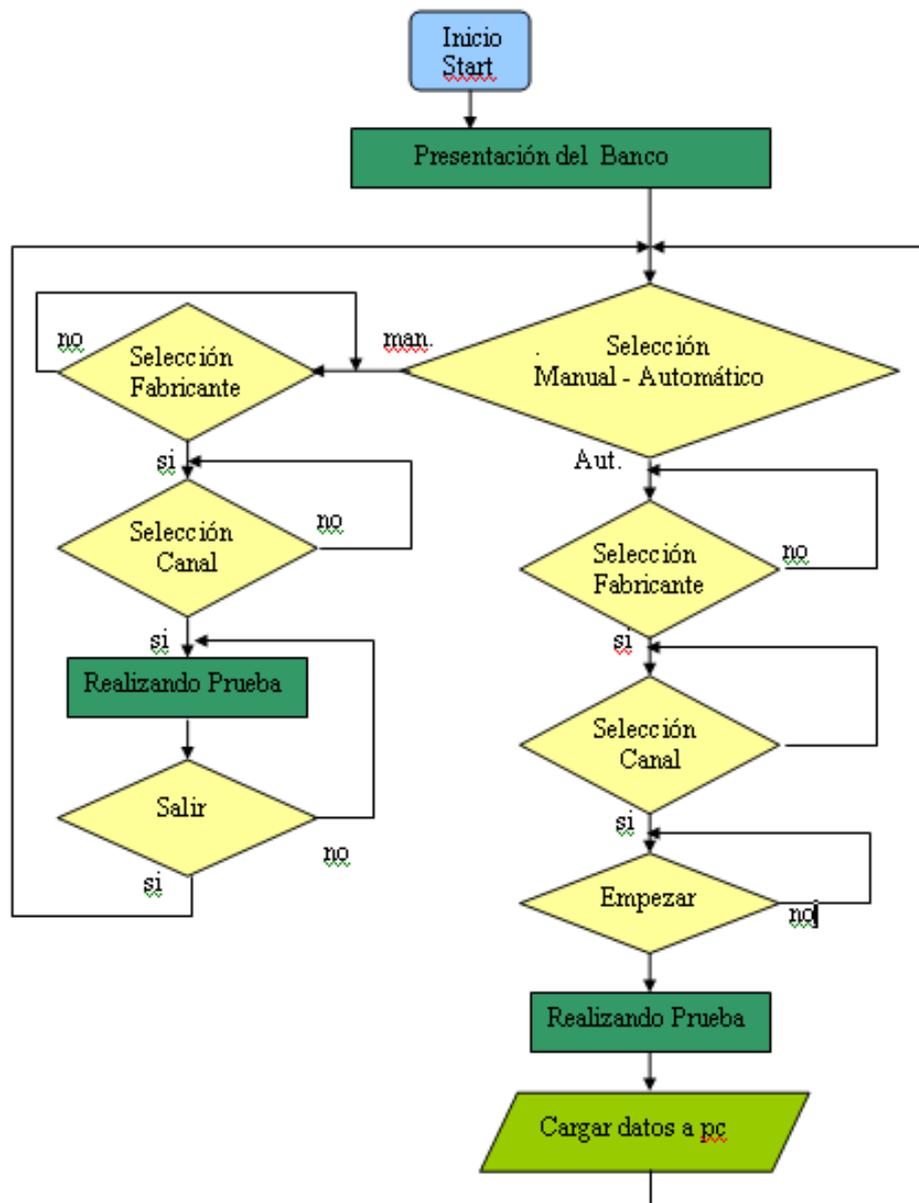
Aquí algunas características:

- a. El Software tiene la capacidad de presentar visualmente lo que esta ocurriendo en la prueba.
- b. Botón de Run y Stop para monitoreo.
- c. Hoja impresa con datos obtenidos en prueba volumétrica, “relación entre atomizado y retorno del diesel”.

## 5.2. Diagrama de flujo

Para cada prueba que se efectúa en el banco de prueba SCR el usuario tendrá que seguir el siguiente diagrama de flujo, esto será presentado en el modulo grafico del equipo. Todo este algoritmo es plasmado en un lenguaje de bajo nivel que interpretan los microcontroladores PIC que usa el banco de prueba SCR.

### 5.2.1. Flujo de operación del banco.



**Figura 5.1.** Flujo de operación del banco

Fuente: Autores

### 5.2.2. Flujo para cuantificación de diesel en visores de nivel.

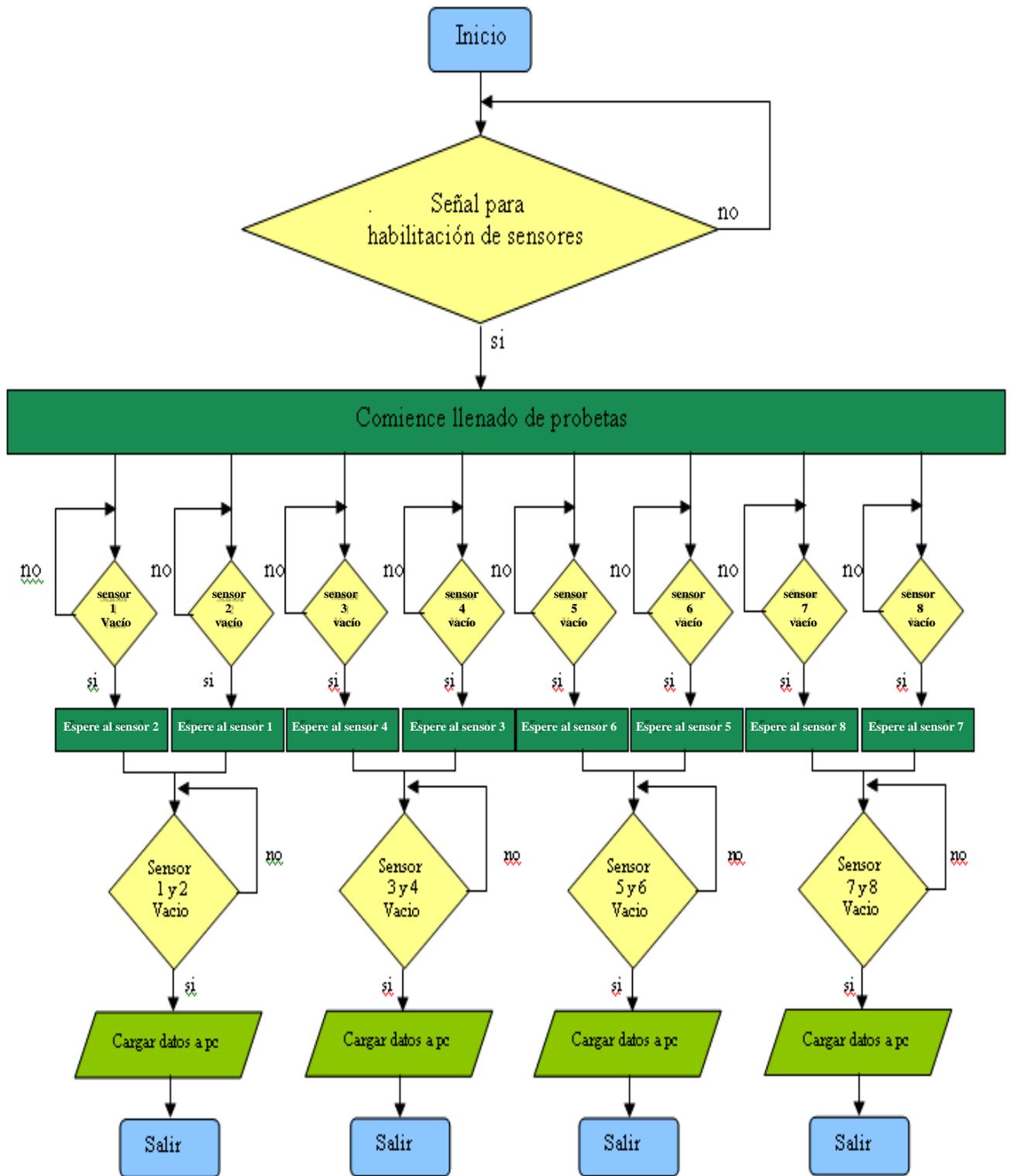


Figura 5.2. Flujo para llenado de probetas de cuantificación

Fuente: Autores

### 5.2.3. Flujo para selección del fabricante.

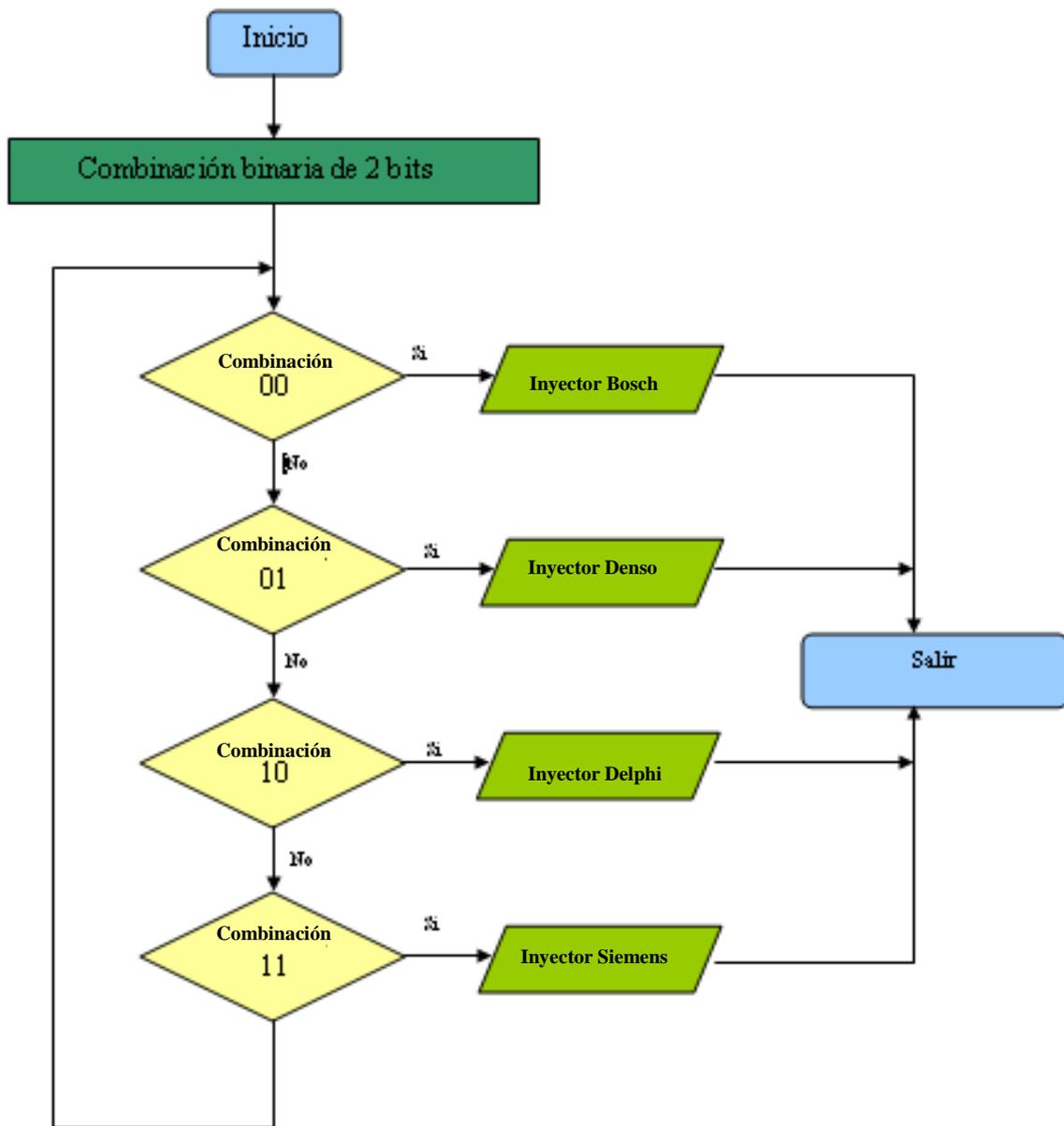


Figura 5.3. Flujo para elección del fabricante

Fuente: Autores

5.2.4. Flujo para estado del inyector y carga de valores de los inyectores.

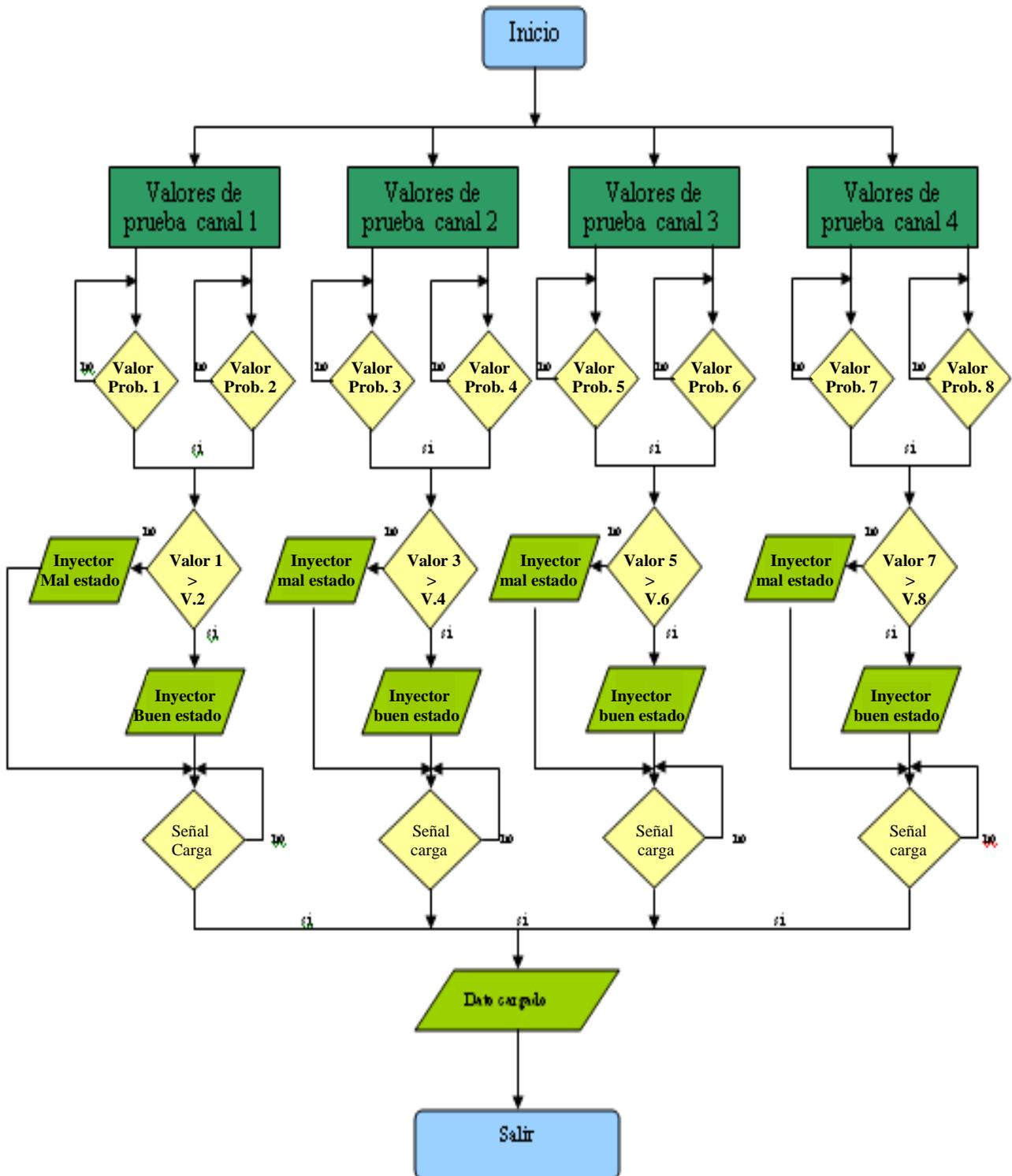


Figura 5.4. Flujo para estado y carga de valores de los inyectores

Fuente: Autores

### 5.3. Desarrollo en lenguaje “Protón IDE” compilado para lenguaje ensamblador de microcontroladores PIC.

#### 5.3.1. Programa principal.

```
*****
' * Name      : SCR "Sistema Common Rail"          *
' * Author    : Wilson Barco V. Jhon P.           *
' * Date      : 10/07/2009                         *
' * Version   : 1.0                                *
' * Notes     : Tesis de Grado                     *
*****
Device 16F877A
XTAL 4

LCD_TYPE = GRAPHIC
LCD_DTPORT = PORTB
LCD_RSPIN = PORTD.3
LCD_RWPIN = PORTD.2
LCD_ENPIN = PORTD.4
LCD_CS1PIN = PORTD.0
LCD_CS2PIN = PORTD.1

Declare GLCD_CS_INVERT On
Declare INTERNAL_FONT On
GLCD_EXTERNAL_PRINT=PPRINT
Print Font Times_New_Roma8

Dim vari    As Word
Dim varil   As Byte
Dim VAR1    As Byte
Dim Xpos    As Byte
Dim DATOS   As Byte
Dim grados  As Byte ; CONVERTIDOR A/D
Dim P2      As Byte ; CONVERTIDOR A/D
Dim bares   As Word ; CONVERTIDOR A/D
Dim r       As Byte
Dim p       As Byte

Dim X As Byte      'POSICION X DE 0 A 128
Dim Y As Byte      'POSICION Y DE 1 A 8
Dim DATO As Byte   'VALOR A ESCRIBIR EN POSICION X,Y
Dim PUNTERO As Word ;POSICIONAMIENTO DE VALOR

Symbol aut      = PORTC.0 ; selección combinación mux
Symbol aut1     = PORTC.1 ; selección combinación mux
Symbol A        = PORTC.2
Symbol B        = PORTC.3
Symbol C        = PORTC.5
Symbol D        = PORTC.6
Symbol E        = PORTC.7
Symbol NIVEL    = PORTC.4
Symbol VALVULA  = PORTE.0 ;SEÑAL AL TRANSISTOR PARA LAS VALVULAS
Symbol RE1      = PORTE.1 ; señal indicadora de final de cubicaje
Symbol RE2      = PORTE.2 ;TRANSMITIR
Symbol mux      = PORTD.5
```

```
Symbol AIRE1 = PORTD.6
Symbol BIP = PORTD.7
Symbol PLACA1 = PORTA.5
Cls
```

```
*****
```

```
INICIO:
```

```
ADCON1 = %100
Cls
Print At 1,1, "*****"
Print At 56,1, "*****"
Print At 29,34, "B"
DelayMS 300
Print At 29,34, "BI"
DelayMS 300
Print At 29,34, "BIE"
DelayMS 300
Print At 29,34, "BIEN"
DelayMS 300
Print At 29,34, "BIENV"
DelayMS 300
Print At 29,34, "BIENVE"
DelayMS 300
Print At 29,34, "BIENVEN"
DelayMS 300
Print At 29,34, "BIENVENI"
DelayMS 300
Print At 29,34, "BIENVENID"
DelayMS 300
Print At 29,34, "BIENVENIDO"
DelayMS 300
Print At 29,34, "BIENVENIDOS"
DelayMS 1500
Print At 29,34, " "
DelayMS 1000
Print At 29,34, "BIENVENIDOS"
DelayMS 1000
Print At 29,34, " "
DelayMS 1000
```

```
Cls
Print At 10,3, "SISTEMA COMMON RAIL"
Print At 30,3, "***** ***** *****"
Print At 45,6, " S C R"
DelayMS 3000
```

```
www:
If E=0 Then www
DelayMS 400
Low VALVULA
Low NIVEL
Low mux
Low AIRE1
```

```
Cls
Print At 1,14, "BANCO DE PRUEBA"
Print At 25,10, "INYECCION A DIESEL"
Print At 50,40, "TIPO UI"
DelayMS 3000
```

```
Precaucion:
  Cls
  Print At 1,1, "Coloque los inyectores."
  Print At 12,1, "Conectar el retorno."
  Print At 24,1, "Conectar tuberia de presion."
  Print At 36,1, "Taponar canales sin uso."
  Print At 52,1, "Pulse [1] para empezar"
  GoTo siguiente
siguiente:
  If A=0 Then Continua
  GoTo siguiente
```

```
Continua:
  Cls
  DelayMS 400
  Print At 1,1, "[1] TEST ATOMIZACION"
  Print At 16,1, " (MANUAL)"
  Print At 35,1, "[2] TEST VOLUMETRICO"
  Print At 50,1, " (AUTOMATICO)"
  GoTo TECLAUNO
```

*; COMIENZO DEL PROGRAMA TERMINA LA SECUENCIA*

```
TECLAUNO:
  Low mux
  If A=0 Then COMMONRAIL
  If B=0 Then AUTOMATICO
  GoTo TECLAUNO
```

'\*\*\*\*\*'

```
COMMONRAIL:
  If A=0 Then COMMONRAIL
  DelayMS 400
  Cls
  Print At 1,4, "SELECCION FABRICANTE "
  Print At 20,4, "[1] BOSCH"
  Print At 30,4, "[2] DENSO"
  Print At 40,4, "[3] DELPHI"
  Print At 50,4, "[4] SIEMENS"
  DelayMS 100
  GoTo FABRICANTES
```

```
FABRICANTES:
  Low PLACA1
  If A =0 Then BOSCH
  If B =0 Then DENSO
  If C =0 Then DELPHI
  If D =0 Then SIEMENS
  If E =0 Then www
  GoTo FABRICANTES
```

*;====TIPO DE INYECTOR=====*

BOSCH:

```
High PLACA1
If A =0 Then BOSCH
DelayMS 400
Cls
Print At 1,14, " PULSE SELECCION"
Print At 20,1, "[1] TODOS LOS CANALES"
Print At 35,1, "[2] POR CANAL"
```

CANAL:

```
If A =0 Then aaa
If B =0 Then bbb
If E =0 Then www
GoTo CANAL
```

aaa:

```
If A =0 Then aaa
DelayMS 400
SerOut PORTE.2,16468,["Y"]
DelayMS 1000
Cls
GoTo UI
```

bbb:

```
If B =0 Then bbb
DelayMS 400
Cls
Print At 1,14," INYECTOR BOSCH"
Print At 20,20,"SELECCIONE CANAL"
Print At 40,30,"[1] [2] [3] [4]"
Print At 51,2, " "
DelayMS 100
GoTo CANALES
```

CANALES:

```
If A =0 Then tobera1
If B =0 Then tobera2
If C =0 Then tobera3
If D =0 Then tobera4
If E =0 Then www
GoTo CANALES
```

*'\*\*\*\*\**

DENSO:

```
High PLACA1
If B =0 Then DENSO
DelayMS 400
Cls
Print At 1,14, " PULSE SELECCION"
Print At 20,1, "[1] TODOS LOS CANALES"
Print At 35,1, "[2] POR CANAL"
```

CANALQ:

```
If A =0 Then aaa
If B =0 Then ddd
If E =0 Then www
GoTo CANALQ
```

ddd:

```
If B =0 Then ddd
DelayMS 400
Cls
Print At 1,14, " INYECTOR DENSO"
Print At 20,20,"SELECCIONE CANAL"
```

```
Print At 40,30,"[1] [2] [3] [4]"
Print At 51,2, " "
DelayMS 100
GoTo CANALES
```

```
*****
```

```
DELPHI:
  High PLACA1
  If C =0 Then DELPHI
  DelayMS 400
  Cls
  Print At 1,14, " PULSE SELECCION"
  Print At 20,1, "[1] TODOS LOS CANALES"
  Print At 35,1, "[2] POR CANAL"
```

```
CANALP:
  If A =0 Then aaa
  If B =0 Then fff
  If E =0 Then www
  GoTo CANALP
```

```
fff:
  If B =0 Then fff
  DelayMS 400
  Cls
  Print At 1,14, " INYECTOR DELPHI"
  Print At 20,20,"SELECCIONE CANAL"
  Print At 40,30,"[1] [2] [3] [4]"
  Print At 51,2, " "
  DelayMS 100
  GoTo CANALES
```

```
*****
```

```
SIEMENS:
  High PLACA1
  If D =0 Then SIEMENS
  DelayMS 400
  Cls
  Print At 1,14, " PULSE SELECCION"
  Print At 20,1, "[1] TODOS LOS CANALES"
  Print At 35,1, "[2] POR CANAL"
```

```
Cic1o1:
  If A =0 Then aaa
  If B =0 Then ooo
  If E =0 Then www
  GoTo Cic1o1
```

```
ooo:
  If B =0 Then ooo
  DelayMS 400
  Cls
  Print At 1,14,"INYECTOR SIEMENS"
  Print At 20,20,"SELECCIONE CANAL"
  Print At 40,30,"[1] [2] [3] [4]"
  Print At 51,2, " "
  DelayMS 100
  GoTo CANALES
```

'\*\*\*\*\*INYECTORES\*\*\*\*\*'

toberal:

```
  If A =0 Then toberal
  DelayMS 400
  Cls
  Print At 10,14,"CANAL [1]"
  DelayMS 1000
  Print At 40,14,"EN PROCESO"
  High AIRE1
  SerOut PORTE.2,16468,["A"]
  DelayMS 1000
  Cls
  GoTo UI
```

tobera2:

```
  If B =0 Then tobera2
  DelayMS 400
  Cls
  Print At 10,14,"CANAL [2]"
  DelayMS 1000
  Print At 40,14,"EN PROCESO"
  High AIRE1
  SerOut PORTE.2,16468,["B"]
  DelayMS 1000
  Cls
  GoTo UI
```

'\*\*\*\*\*'

tobera3:

```
  If C =0 Then tobera3
  DelayMS 400
  Cls
  Print At 10,14,"CANAL [3]"
  DelayMS 1000
  Print At 40,14,"EN PROCESO"
  High AIRE1
  SerOut PORTE.2,16468,["C"]
  DelayMS 1000
  Cls
  GoTo UI
```

'\*\*\*\*\*'

tobera4:

```
  If D =0 Then tobera4
  DelayMS 400
  Cls
  Print At 10,14,"CANAL [4]"
  DelayMS 1000
  Print At 40,14,"EN PROCESO"
  High AIRE1
  SerOut PORTE.2,16468,["D"]
  DelayMS 1000
  Cls
  GoTo UI
```

'-----CONVERTIDOR ANALOGICO DIGITAL--

```
UI:
Cls
For p=1 To 30
temperaturas:
  ADCON0=%1000001
  GoSub medir
  grados= (ADRESH / 3)-8

presiones:
  ADCON0=%1001001
  GoSub medir
  P2= ADRESH
  bares=(p2*4.998)-239

  Print At 1,15,"DATOS DE PRUEBA"
  Print At 15,15,"PRES = ",Dec bares," BAR    "
  Print At 30,15,"TEMP = ",Dec grados,"  oC  "
  Print At 45,6,"PULSE [A] PARA SALIR"
  If PORTE.1 =1 Then GoTo www
  If E =0 Then www
Next
GoTo UI

medir:
  DelayUS 300
  ADCON0.2=1
  DelayUS 300
  Return
```

'=====AUTOMATICO=====

```
AUTOMATICO:
  If B=0 Then AUTOMATICO
  DelayMS 400
  Low mux
  Cls
  Print At 1,4, "SELECCION FABRICANTE "
  Print At 20,4,"[1] BOSCH"
  Print At 30,4,"[2] DENSO"
  Print At 40,4,"[3] DELPHI"
  Print At 50,4,"[4] SIEMENS"
  DelayMS 100
  GoTo TECLA

TECLA:
  Low PLACA1
  Low VALVULA
  Low NIVEL
  If A =0 Then BOSCH1
  If B =0 Then DENSO1
  If C =0 Then DELPHI1
  If D =0 Then SIEMENS1
  If E =0 Then www
  GoTo TECLA
```

*;=====TIPO DE INYECTOR=====*

BOSCH1:

```
High PLACA1
If A =0 Then BOSCH1
DelayMS 400
Cls
Print At 5,10, "AUTOMATICO BOSCH"
Print At 25,15,"SELECCIONE CANAL"
Print At 45,25,"[1] [2] [3] [4]"
DelayMS 100
GoTo inyect5
```

inyect5:

```
If A =0 Then tobera99
If B =0 Then tobera88
If C =0 Then tobera77
If D =0 Then tobera66
If E =0 Then www
GoTo inyect5
```

*;\*\*\*\*\**

tobera99:

```
If A =0 Then tobera99
DelayMS 400
Cls
Print At 30,25, "CANAL [1] SCR"
Low aut ;seleccion del canal del mux
Low aut1 ;seleccion del canal del mux
High mux ;habitacion para el mux
DelayMS 1000
GoTo comienz01
```

tobera88:

```
If B =0 Then tobera88
DelayMS 400
Cls
Print At 30,25, "CANAL [2] SCR"
High aut
Low aut1
High mux
DelayMS 1000
GoTo comienz01
```

tobera77:

```
If C =0 Then tobera77
DelayMS 400
Cls
Print At 30,25, "CANAL [3] SCR"
Low aut
High aut1
High mux
DelayMS 1000
GoTo comienz01
```

tobera66:

```
If D =0 Then tobera66
DelayMS 400
Cls
Print At 30,25, "CANAL [4] SCR"
```

```
High aut
High aut1
High mux
DelayMS 1000
GoTo comienz01
```

```
;*****
```

```
DENS01:
High PLACA1
If B =0 Then DENS01
DelayMS 400
Low mux
Cls
Print At 5,10, "AUTOMATICO DENSO"
Print At 25,15,"SELECCIONE CANAL"
Print At 45,25,"[1] [2] [3] [4]"
DelayMS 100
GoTo inyect5
```

```
;*****
```

```
DELPHI1:
High PLACA1
If C =0 Then DELPHI1
DelayMS 400
Low mux
Cls
Print At 5,10, "AUTOMATICO DELPHI"
Print At 25,15,"SELECCIONE CANAL"
Print At 45,25,"[1] [2] [3] [4]"
DelayMS 100
GoTo inyect5
```

```
;*****
```

```
SIEMENS1:
High PLACA1
If D =0 Then SIEMENS1
DelayMS 400
Low mux
Cls
Print At 5,10, "AUTOMATICO SIEMENS"
Print At 25,15,"SELECCIONE CANAL"
Print At 45,25,"[1] [2] [3] [4]"
DelayMS 100
GoTo inyect5
```

```
'*****
```

```
comienz01:
Cls
Print At 10,10, "PULSAR [1] EMPEZAR"
Print At 40,5, "PRUEBA VOLUMETRICA"
PO:
If A =0 Then ER
If E =0 Then www
GoTo PO
ER:
If A =0 Then ER
DelayMS 400
```

```
High VALVULA
High AIRE1 ; valvula de aire
Cls
Print At 10,25,"AUTOMATICO"
Print At 40,50,"SCR"
DelayMS 1000
GoTo sigue
```

```
;****para abrir valvulas manual*****
```

```
abrir:
```

```
Low VALVULA
If C =0 Then abrir
High VALVULA
Return
```

```
sigue:
```

```
Cls
Print At 5,10,"RAMPA AUTOMATICA"
Print At 20,47,"10 RPM"
Print At 35,5,"PULSE [3] DRENAR"
Print At 50,5,"PULSE [A] PARA SALIR"
For r= 1 To 30
High BIP
DelayMS 200
Low BIP
DelayMS 200
If C =0 Then GoSub abrir
If E =0 Then www
Next
```

```
;*****
Print At 5,10,"RAMPA AUTOMATICA"
Print At 20,47,"50 RPM"
Print At 35,5,"PULSE [3] DRENAR"
Print At 50,5,"PULSE [A] PARA SALIR"
For r= 1 To 30
High BIP
DelayMS 150
Low BIP
DelayMS 150
If C =0 Then GoSub abrir
If E =0 Then www
Next
```

```
;*****
Print At 5,10,"RAMPA AUTOMATICA"
Print At 20,47,"100 RPM"
Print At 35,5,"PULSE [3] DRENAR"
Print At 50,5,"PULSE [A] PARA SALIR"
For r= 1 To 30
High BIP
DelayMS 100
Low BIP
DelayMS 100
If C =0 Then GoSub abrir
If E =0 Then www
Next
```

```

;*****
Print At 5,10,"RAMPA AUTOMATICA"
Print At 20,47,"150 RPM"
Print At 35,5,"PULSE [3] DRENAR"
Print At 50,5,"PULSE [A] PARA SALIR"
For r= 1 To 40
High BIP
DelayMS 80
Low BIP
DelayMS 80
If C =0 Then GoSub abrir
If E =0 Then www
Next

;*****
Print At 5,10,"RAMPA AUTOMATICA"
Print At 20,47,"200 RPM"
Print At 35,5,"PULSE [3] DRENAR"
Print At 50,5,"PULSE [A] PARA SALIR"
For r= 1 To 60
High BIP
DelayMS 30
Low BIP
DelayMS 30
If C =0 Then GoSub abrir
If E =0 Then www
Next
Cls
Print At 15,34,"DRENANDO"
Print At 35,20,"FAVOR ESPERE"
Print At 50,2, " "
Low AIRE1 ;valvula de entrada de aire
Low VALVULA
DelayMS 200
SerOut PORTE.2,16468,["u"]
DelayMS 200
esperal:
If PORTE.1 =1 Then GoTo texto
GoTo esperal

texto:
Cls
Print At 30,22,"DATO CARGADO"
Print At 50,2, " "
DelayMS 1000
GoTo www

Include "Times_New_Roma8.fnt"

End

```

### 5.3.2. Programa secundario.

```
Device = 16F877A
XTAL 4

ALL_DIGITAL true

Dim vari As Byte
Dim veces As Byte
Dim xy As Byte
veces = 100

Symbol INYECTOR1 = PORTD.0 ; Valvula drenaje e inyector 4
Symbol INYECTOR2 = PORTD.1 ; Valvula drenaje e inyector 3
Symbol INYECTOR3 = PORTD.2 ; Valvula drenaje e inyector 2
Symbol INYECTOR4 = PORTD.3 ; Valvula drenaje 1 inyector 1
Symbol aut = PORTD.4 ; entrada seleccion para el pic 2
Symbol aut1 = PORTD.5 ; entrada seleccion para el pic 2
Symbol LED = PORTD.6
Symbol BIP = PORTD.7

Symbol AAA = PORTB.0
Symbol BBB = PORTB.1
Symbol CCC = PORTB.2 ; PARA ENVIAR A APAGAR TODO DEL 1 PIC
Symbol DDD = PORTB.3
Symbol EEE = PORTB.4
Symbol sensor = PORTB.5 ; habilita sensores de probetas
Symbol vvv = PORTB.6
Symbol AIRE2 = PORTB.7

'*****SENSOR DE NIVEL
Symbol sensor1 = PORTA.0
Symbol sensor2 = PORTA.1
Symbol sensor3 = PORTA.2
Symbol sensor4 = PORTA.3
Symbol sensor5 = PORTA.4
Symbol sensor6 = PORTA.5
Symbol sensor7 = PORTE.0
Symbol sensor8 = PORTE.1

Symbol A = PORTC.2
Symbol B = PORTC.3
Symbol C = PORTC.5
Symbol D = PORTC.6
Symbol E = PORTC.7
Symbol mux = PORTC.0
Symbol mux1 = PORTC.1
Symbol CUBI = PORTE.2
Symbol reset = PORTC.4 ; pulsos de reset lazo labwiev

inicio:
    DelayMS 25
    Low mux
    Low CUBI
    Low mux1
    SerIn PORTB.3,16468,[vari]
```

```
DelayMS 100
If vari = "Y" Then BLOQUE
If vari = "A" Then INYECT1
If vari = "B" Then INYECT2
If vari = "C" Then INYECT3
If vari = "D" Then INYECT4
If vari = "u" Then DRENAJE1
GoTo inicio
```

```
INYECT1: ;*****inyector 1
```

```
DelayMS 10
High INYECTOR1 ; encender inyector 1 del banco
DelayMS 100
Low mux
Low mux1
GoTo manual
```

```
INYECT2: ;*****inyector 2
```

```
DelayMS 10
High INYECTOR2 ; encender inyector 2 del banco
DelayMS 100
High mux
Low mux1
GoTo manual
```

```
INYECT3: ;*****inyector 3
```

```
DelayMS 10
High INYECTOR3 ; encender inyector 3 del banco
DelayMS 100
Low mux
High mux1
GoTo manual
```

```
INYECT4: ;*****inyector 4
```

```
DelayMS 10
High INYECTOR4 ; encender inyector 4 del banco
DelayMS 100
High mux
High mux1
GoTo manual
```

```
manual:
```

```
High LED
GoSub timer
Low LED
GoSub timer
GoTo manual
```

```
timer:
```

```
If A =0 Then GoSub restar
If B =0 Then GoSub sumar
If E =0 Then salir
```

```
For xy=1 To veces
```

```
DelayMS 2
Next
Return
```

```
restar:
  If veces<2 Then Return
  veces = veces-2
  Return
```

```
sumar:
  If veces>240 Then Return
  veces = veces+2
  Return
```

```
salir:
  Low AIRE2
  Low INYECTOR1
  Low INYECTOR2
  Low INYECTOR3
  Low INYECTOR4
  Low LED
  Low BIP
  High PORTB.2
  DelayMS 600
  Low PORTB.2
  GoTo inicio
```

```
DRENAJE1:
  If aut=0 And aut1=0 Then vaciar1
  If aut=1 And aut1=0 Then vaciar2
  If aut=0 And aut1=1 Then vaciar3
  If aut=1 And aut1=1 Then vaciar4
  GoTo DRENAJE1
```

```
vaciar1:
  High reset
  High sensor
  DelayMS 500
  Low reset
  compararl:
  If sensor1=0 And sensor2=0 Then esperar
  GoTo compararl
```

```
vaciar2:
  High reset
  High sensor
  DelayMS 500
  Low reset
  compararl2:
  If sensor3=0 And sensor4=0 Then esperar
  GoTo compararl2
```

```
vaciar3:
  High reset
  High sensor
  DelayMS 500
  Low reset
  compararl3:
```

```

    If sensor5=0 And sensor6=0 Then esperar
    GoTo comparar3

vaciar4:
    High reset
    High sensor
    DelayMS 500
    Low reset
    comparar4:
    If sensor7=0 And sensor8=0 Then esperar
    GoTo comparar4

esperar:
    DelayMS 2000
    Low sensor
    DelayMS 200
    High reset
    DelayMS 50
    Low reset
    GoTo salir

'*****todos los canales*****

BLOQUE:
    High AIRE2
    DelayMS 2000
    High INYECTOR1
    High INYECTOR2
    High INYECTOR3
    High INYECTOR4
    If E =0 Then salir
    GoTo INYECT1
    DelayMS 100
    GoTo BLOQUE
    End

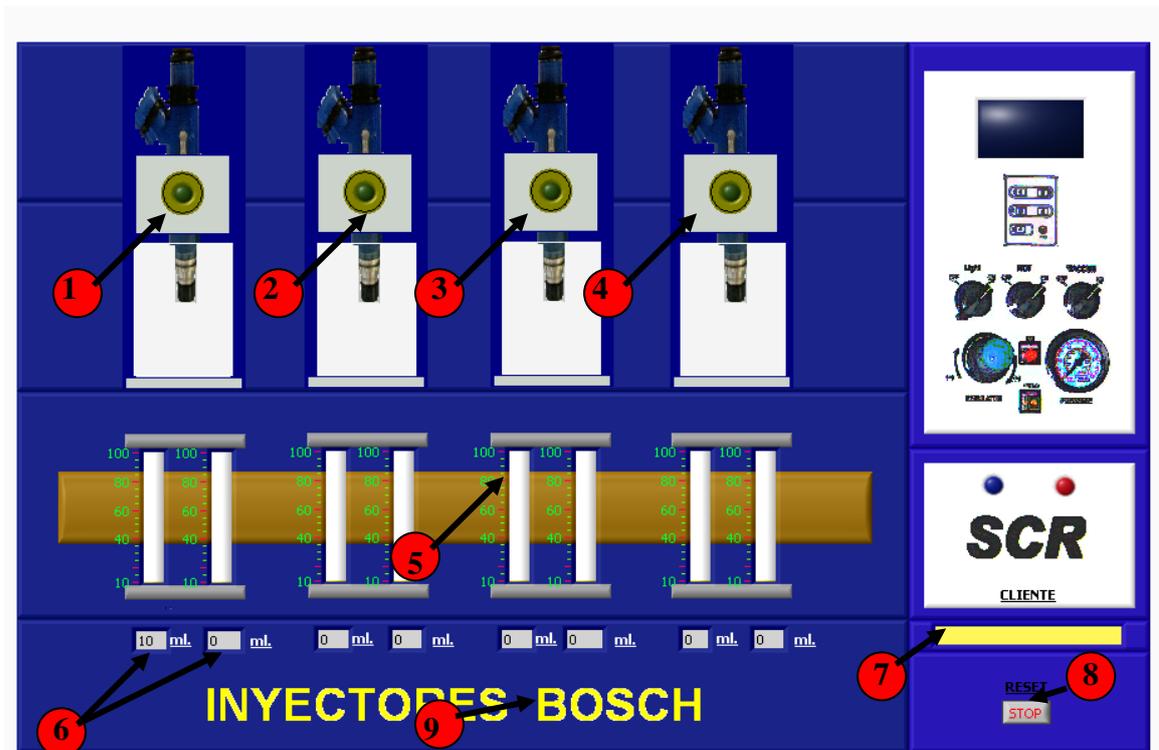
```

#### 5.4. Desarrollo en Labview

La Interfaz Hombre-Máquina (HMI) del Banco SCR. es la pantalla donde se visualiza la parte frontal del banco, esta interfaz, está hecha en el lenguaje de programación LABVIEW 7.1, gracias a las prestaciones de control y monitoreo que posee éste software, lo hace ideal para realizar la visualización del proceso del banco SCR.

Labview es un lenguaje de programación orientado a objetos, su programación se realiza uniendo controles por medio de rutas de datos en la ventana de diagrama de bloques, todas las estructuras de programación van dentro de cuadros gráficos.

A continuación se muestra la pantalla principal de monitoreo del banco SCR en LABVIEW:



**Figura 5.5.** Pantalla de monitoreo del banco SCR

**Fuente:** Autores

En la figura 5.5 se muestra la pantalla principal, donde se ve la parte frontal del banco SCR, aquí se podrá observar parte del funcionamiento del banco en tiempo real, es decir todas las pruebas realizadas a los inyectores en el banco se visualizará al mismo instante en esta pantalla del labview.

El punto número 1 de la gráfica, nos indica que la prueba del inyector se esta realizando en el canal uno del banco.

El punto numero 2 nos indica que la prueba del inyector se esta realizando en el canal dos del banco.

El punto número 3 de la gráfica, nos indica que la prueba del inyector se esta realizando en el canal tres del banco.

El punto número 4 nos indica que la prueba del inyector se esta realizando en el canal cuatro del banco.

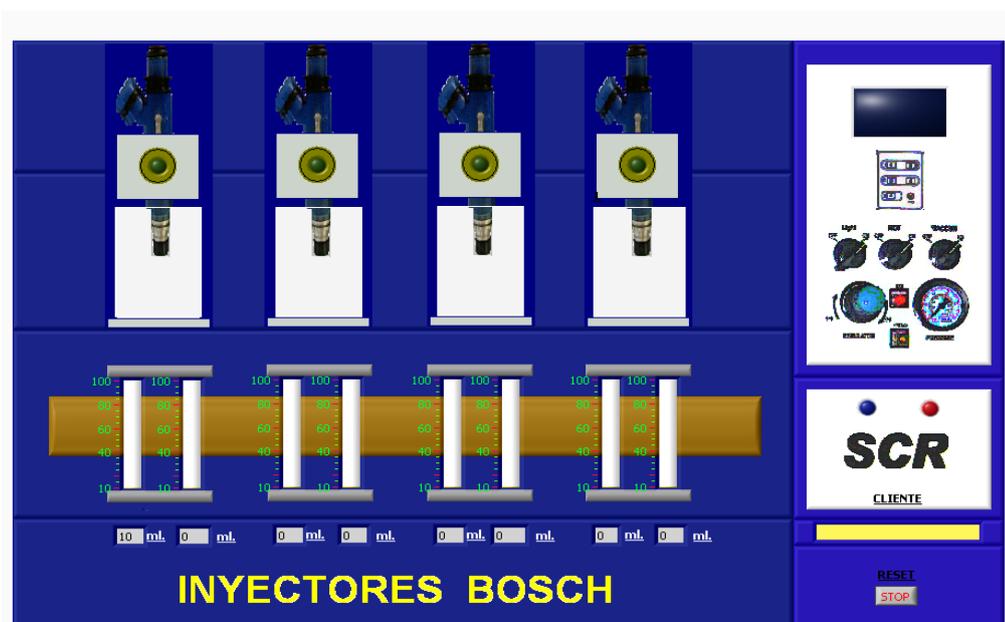
El punto número 5 de la gráfica, nos indica el nivel de diesel que se obtuvo en la prueba del inyector, tanto en el atomizado como en el retorno.

El punto número 6 nos indica el valor numérico en (ml.) de lo que se obtuvo en cada prueba, es decir atomizado vs. retorno.

El punto número 7 de la gráfica es el campo donde se pondrá el nombre del cliente, para que en la hoja de diagnostico de la prueba, presente el nombre del propietario de los inyectores.

El punto número 8 es el punto de partida para cada prueba, es decir este tendrá que ser presionado para cada cliente nuevo, esto es para que la hoja de diagnostico anterior sea remplazada por la actual con el nombre del nuevo cliente.

El punto número 9 nos indica el tipo de inyector seleccionado para la prueba.



**Figura 5.6.** Pantalla de monitoreo “encendido del banco”

**Fuente:** Autores

En la figura 5.6 se muestra encendida la unidad de control, es decir el banco de pruebas SCR esta encendido para comenzar las pruebas a los inyectores.



**Figura 5.7.** Pantalla de monitoreo “prueba de inyector 1 y 2”

**Fuente:** Autores



**Figura 5.8.** Pantalla de monitoreo “prueba de inyector 3 y 4”

**Fuente:** Autores

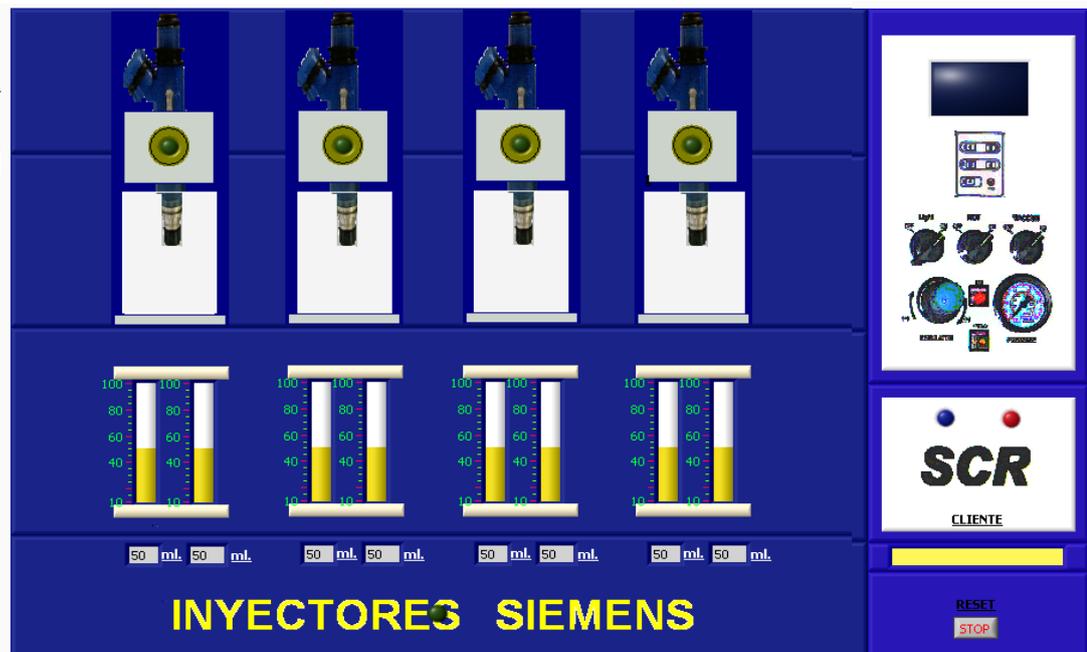
En la figura 5.7 y 5.8 se muestran encendidos los inyectores en prueba manual como se observa en las pantallas, es decir se puede probar un inyector en cualquiera de los 4 canales de prueba.



**Figura 5.9.** Pantalla de monitoreo “todos los canales de prueba”

**Fuente:** Autores

Además de las pruebas individuales de cada inyector vemos en la figura 5.9, que también podemos realizar la prueba manual a 4 inyectores a la vez, con el fin de reducir el tiempo del proceso.



**Figura 5.10.** Pantalla de monitoreo “prueba volumétrica”

**Fuente:** Autores

Para realizar una prueba volumétrica el banco SCR tiene que estar en modo automático, después de haber activado el inyector este se apaga y empieza a cuantificar el nivel de diesel que hubo en la atomización y en el retorno como se ve en la fig. anterior 5.10, estos valores son cargados automáticamente a una hoja de diagnóstico hecha en microsoft word el cual podrá ser impresa al final de la prueba.

**SCR**

**CLIENTE:** WILSON BARCO VARGAS

<b>INYECTOR :</b>	CANAL 1	<b>ESTADO DEL INYECTOR:</b> INYECTOR EN MAL ESTADO
<b>FABRICANTE:</b>	SIEMENS	
ATOMIZADO:	10 ml.	
RETORNO:	10 ml.	
<b>HORA DE PRUEBA:</b>		08/11/2009 11:11:52 p.m.

<b>INYECTOR :</b>	CANAL 3	<b>ESTADO DEL INYECTOR:</b> INYECTOR EN MAL ESTADO
<b>FABRICANTE:</b>	DELPHI	
ATOMIZADO:	10 ml.	
RETORNO:	10 ml.	
<b>HORA DE PRUEBA:</b>		08/11/2009 11:12:27 p.m. □

<b>INYECTOR :</b>	CANAL 4	<b>ESTADO DEL INYECTOR:</b> INYECTOR EN MAL ESTADO
<b>FABRICANTE:</b>	DENSO	
ATOMIZADO:	10 ml.	
RETORNO:	10 ml.	
<b>HORA DE PRUEBA:</b>		08/11/2009 11:13:03 p.m.

<b>INYECTOR :</b>	CANAL 2	<b>ESTADO DEL INYECTOR:</b> INYECTOR EN MAL ESTADO
<b>FABRICANTE:</b>	BOSCH	
ATOMIZADO:	10 ml.	
RETORNO:	10 ml.	
<b>HORA DE PRUEBA:</b>		08/11/2009 11:13:42 p.m.

**Figura 5.11.** Hoja de diagnóstico “prueba volumétrica”

**Fuente:** Autores

## 5.4.1. Código de programación en Labview 7.1

### 5.4.1.1. Comunicación serial

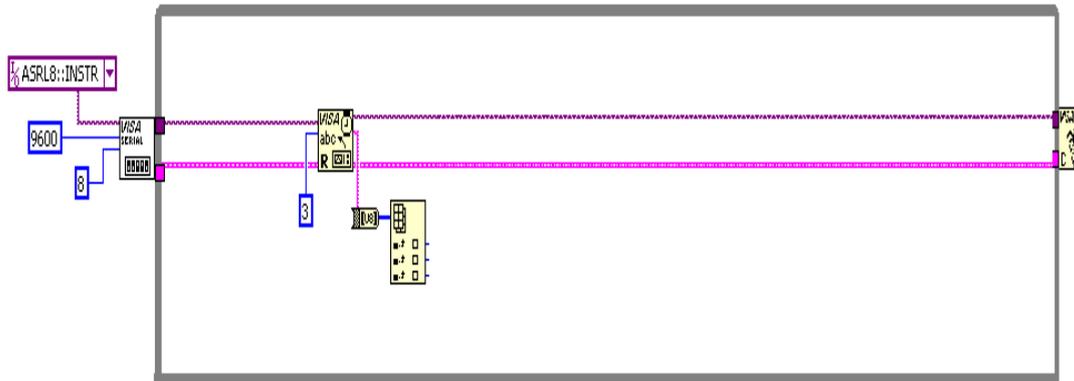


Figura 5.12. Comunicación serial

Fuente: Autores

### 5.4.1.2. Control de nivel para probetas

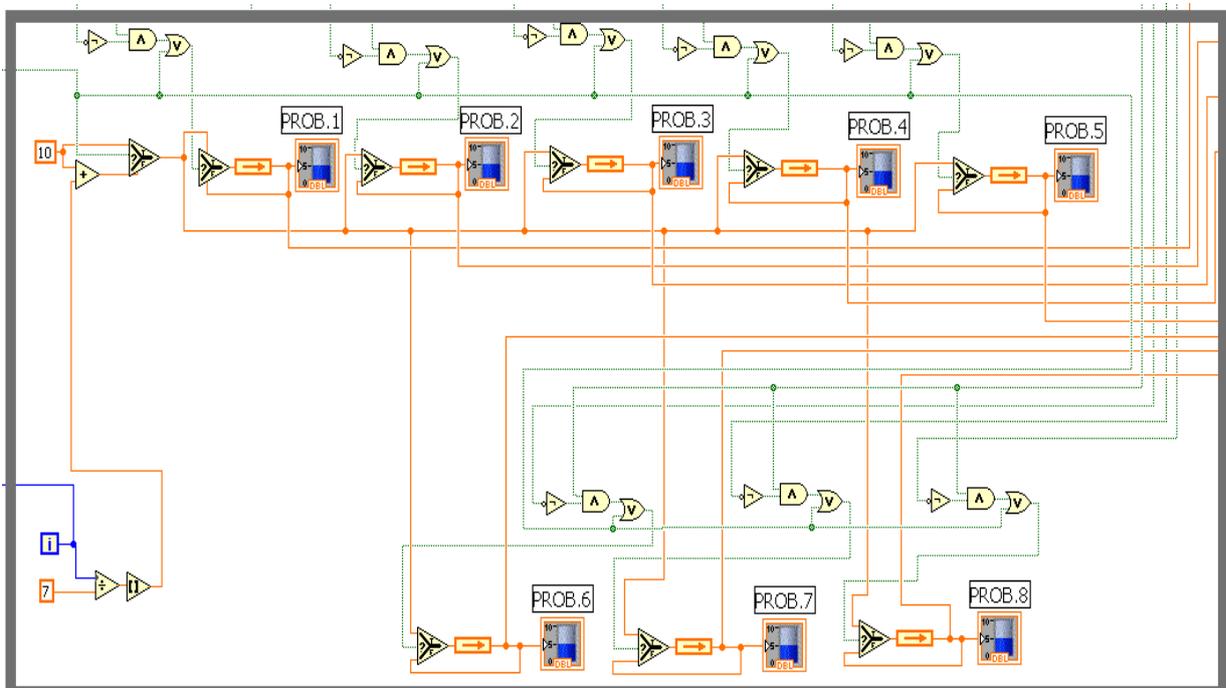


Figura 5.13. Control nivel para probetas

Fuente: Autores

### 5.4.1.3. Control de canales de prueba y fabricante del inyector.

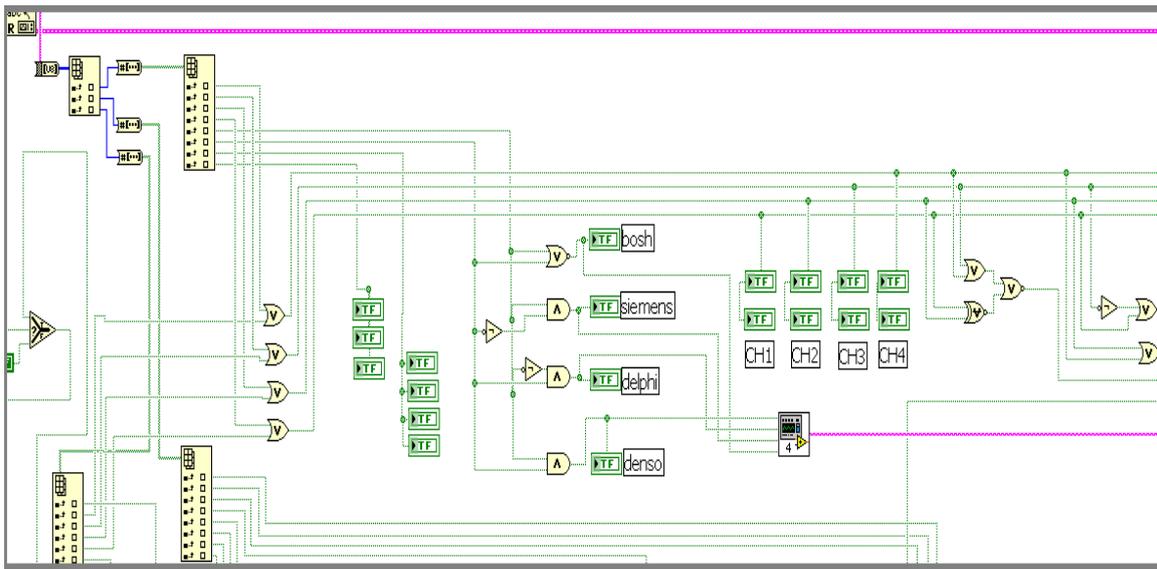


Figura 5.14. Control canal de prueba y fabricante de inyector

Fuente: Autores

### 5.4.1.4. Ruta de salida para datos a la hoja de diagnostico

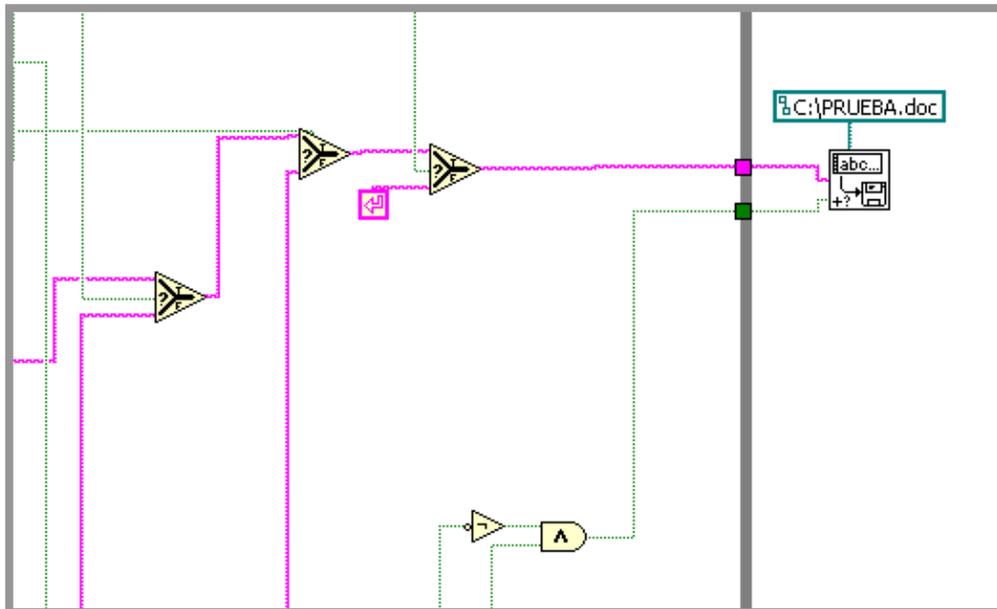


Figura 5.15. Ruta de salida para datos a la hoja de diagnostico

Fuente: Autores

### 5.4.1.5. Control para valores y estado de los inyectores.

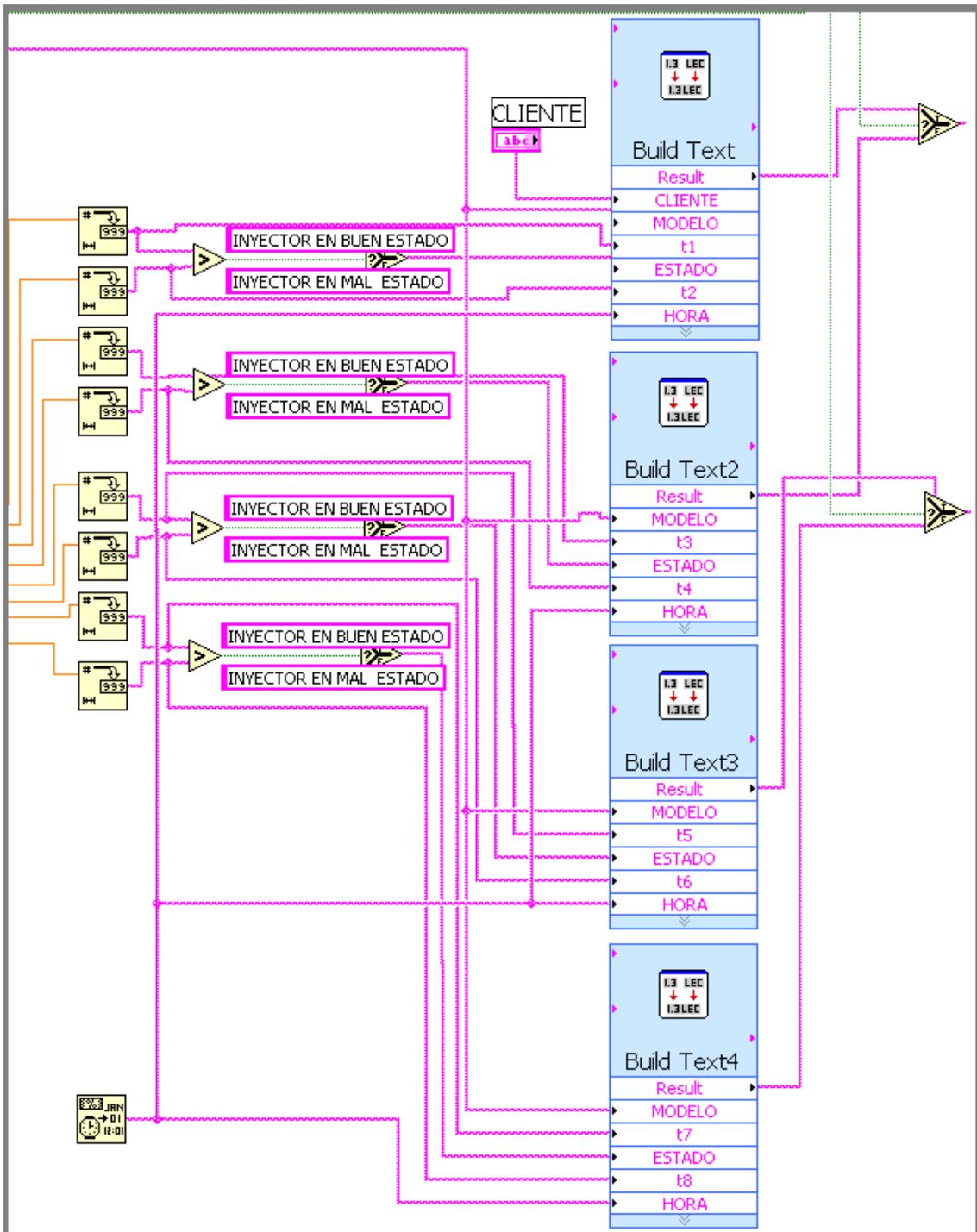


Figura 5.16. Control de valores y estado de los inyectores

Fuente: Autores

## 5.5. Comunicación RS-232 “Banco SCR”.

Labview utiliza el NI-VISA (Nacional Instrument - Virtual Instrument Serial Asíncrono) para poder realizar la comunicación serial con la PC.

El Banco SCR, envía las señales de cada prueba que se este realizando hacia el software de monitoreo en la PC, allí llega toda la información de las órdenes que se programaron en el banco para que software pueda monitorear y presentar lo que esta sucediendo en el banco SCR, este paquete de datos es entregada a la tarjeta de comunicación en forma paralela y esta transmite los datos en forma serial hacia la pc. Estas señales son las cargadas a la tarjeta de comunicación, la cual tiene 3 byte de datos para el ingreso de las señales del proceso.

<b>Byte de datos 1</b>	
Bit 1	Canal 4 de prueba manual
Bit 2	Canal 3 de prueba manual
Bit 3	Canal 2 de prueba manual
Bit 4	Canal 1 de prueba manual
Bit 5	Combinación para fabricante del inyector
Bit 6	Combinación para fabricante del inyector
Bit 7	Señal de frecuencia
Bit 8	Encendido del panel frontal
<b>Byte de datos 2</b>	
Bit 9	Sensor de nivel probeta 8
Bit 10	Sensor de nivel probeta 7
Bit 11	Sensor de nivel probeta 6
Bit 12	Sensor de nivel probeta 5
Bit 13	Sensor de nivel probeta 4
Bit 14	Sensor de nivel probeta 3
Bit 15	Sensor de nivel probeta 2
Bit 16	Sensor de nivel probeta 1

<b>Byte de datos 3</b>	
Bit 17	Habilitador de todos los sensores de nivel
Bit 18	Canal 4 de prueba automática
Bit 19	Canal 3 de prueba automática
Bit 20	Canal 2 de prueba automática
Bit 21	Canal 1 de prueba automática
Bit 22	Cargar datos a hoja de diagnostico
Bit 23	Spare
Bit 24	Spare

**Tabla 5.1.** Paquete de datos enviados

**Fuente:** Autores

Todos estos 3 bytes de señales son tomados de la tarjeta master las cuales llegan a la tarjeta de comunicación y esta la transmite de forma serial a una velocidad de 9600 baudios, esto quiere decir que los datos se están actualizando constantemente en la PC.

## CAPÍTULO 6

### 6. INTEGRACIÓN

#### 6.1. Introducción

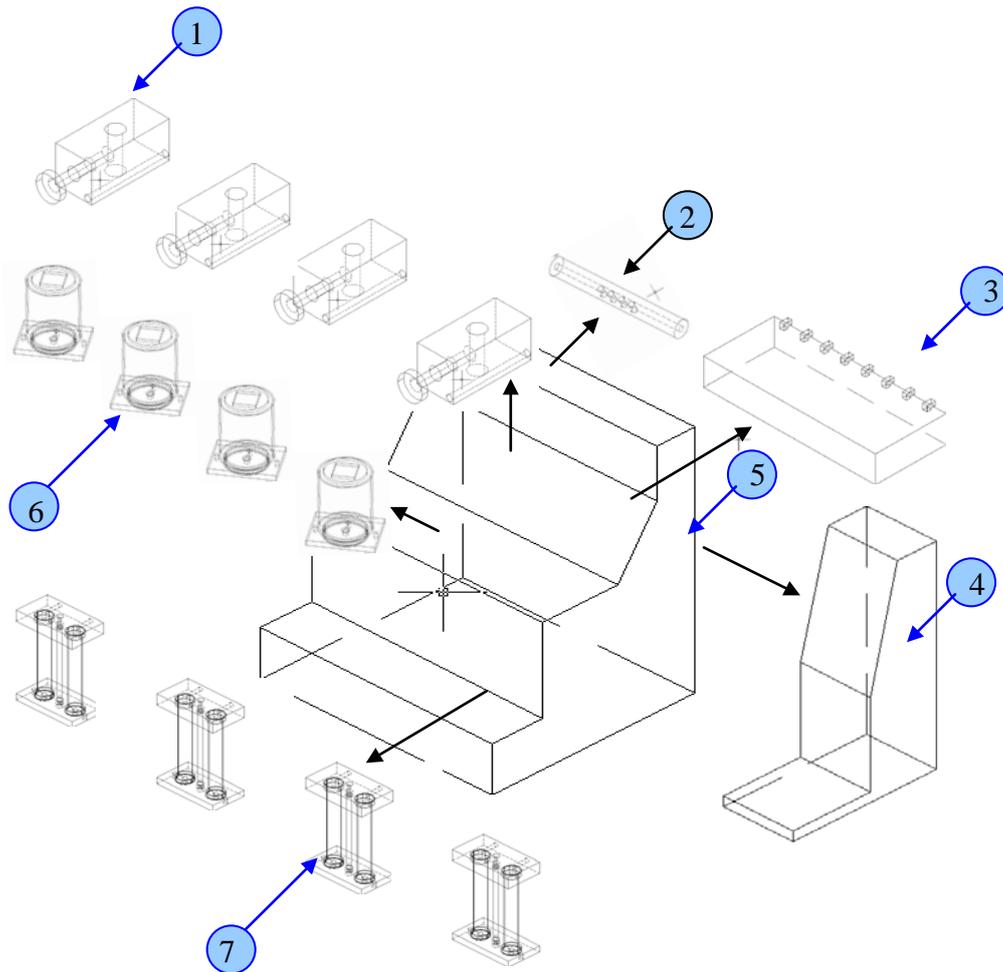
Para la construcción del banco de prueba SCR, se unieron varias ramas, como la mecánica, la electrónica, la eléctrica, y la informática. En este apartado explicamos en detalle cómo está armado el banco de prueba SCR, mediante un diagrama de bloques, también como fluye la información, y como verificar el sistema cuando el banco SCR este listo para usarse.



**Figura 6.1.** Vista final Banco de prueba SCR

**Fuente:** Autores

En la siguiente figura 6.2 se muestra la estructura mecánica integrada.



**Componentes:**

1. Bloque para sujetar y calentar inyectores.
2. Cañón común para combustible.
3. Tanque de combustible.
4. Unidad de control.
5. Cuerpo principal del banco SCR.
6. Cámara de atomización.
7. Probetas de cuantificación.

**Figura 6.2.** Estructura mecánica integrada

**Fuente:** Autores

6.2. Diagrama de bloques hardware de control.

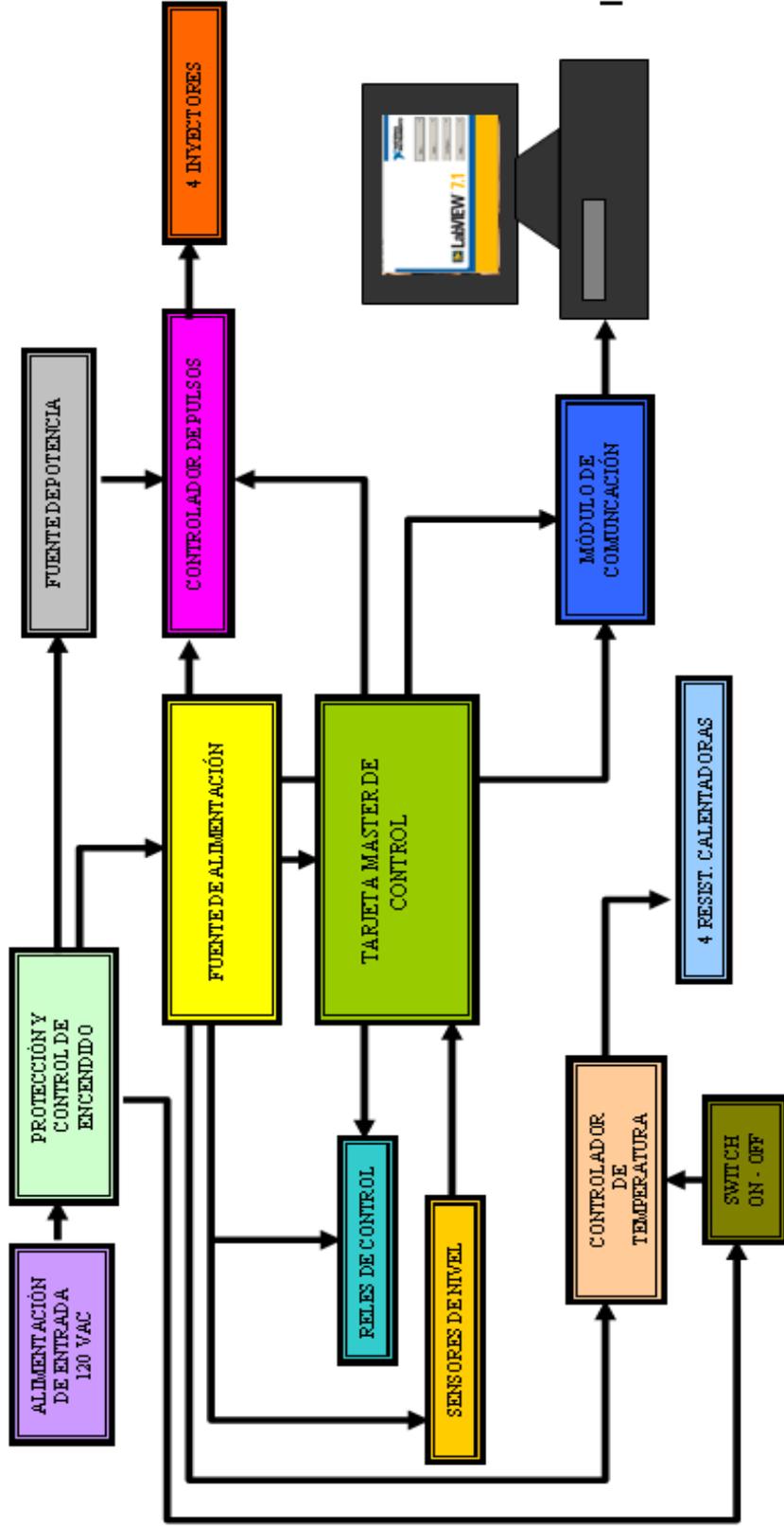


Figura 6.3. Diagrama en bloques hardware de control

Fuente: Autores

### 6.3. Flujo de conexiones de la Unidad de Control

En el siguiente plano se muestran los flujos de conexiones de las tarjetas de control: Alimentación, Master, Potencia, Pwm, Controlador de temperatura y Comunicación.

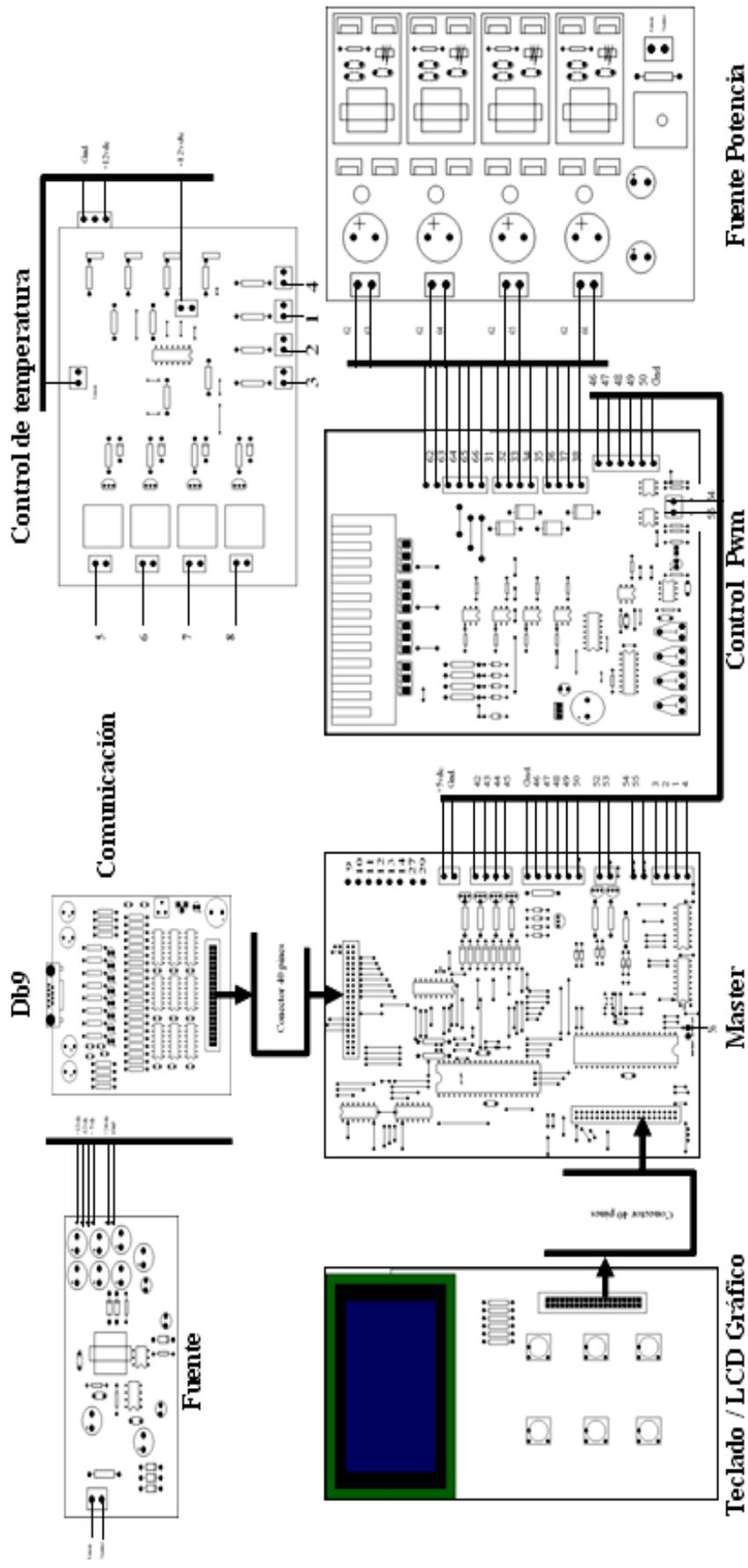


Figura 64. Flujo de conexiones unidad de control

Fuente: Autores

#### 6.4. Verificación del sistema y puesta a punto.

Para garantizar el correcto funcionamiento del banco de prueba SCR, se deben seguir los siguientes pasos de verificación del sistema:

- a. El banco de prueba tiene que estar alimentado con una línea de presión de aire comprimido de 100 psi como mínimo para su correcto funcionamiento, y conectado a una red de voltaje de 120 Vac.
- b. Si se desea entregar al cliente un hoja de diagnostico impreso que muestre el estado de los inyectores que se van a probar, debemos primero ejecutar el icono para el programa de monitoreo desde la PC.



**Figura 6.5.** Acceso directo a la pantalla de monitoreo

**Fuente:** Autores

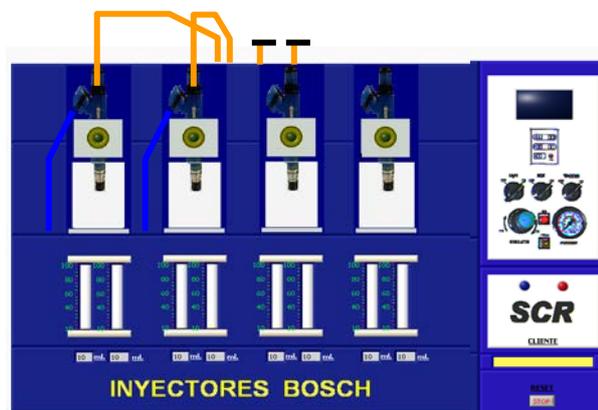
- c. Enchufar el cable serial desde el conector DB9 de la PC al conector DB9 de la Unidad de Control.



**Figura 6.6.** Conexión del banco al PC. Vía DB9

**Fuente:** Autores

- d. Colocar los inyectores en cada estación de prueba y conectar las cañerías de alimentación de combustible y la de retorno a cada inyector. En caso de no usar todas las estaciones de prueba es muy importante taponar las salidas de combustible que no se usen en dicha estación.



**Figura 6.7.** Colocación de inyectores en banco de prueba

**Fuente:** Autores

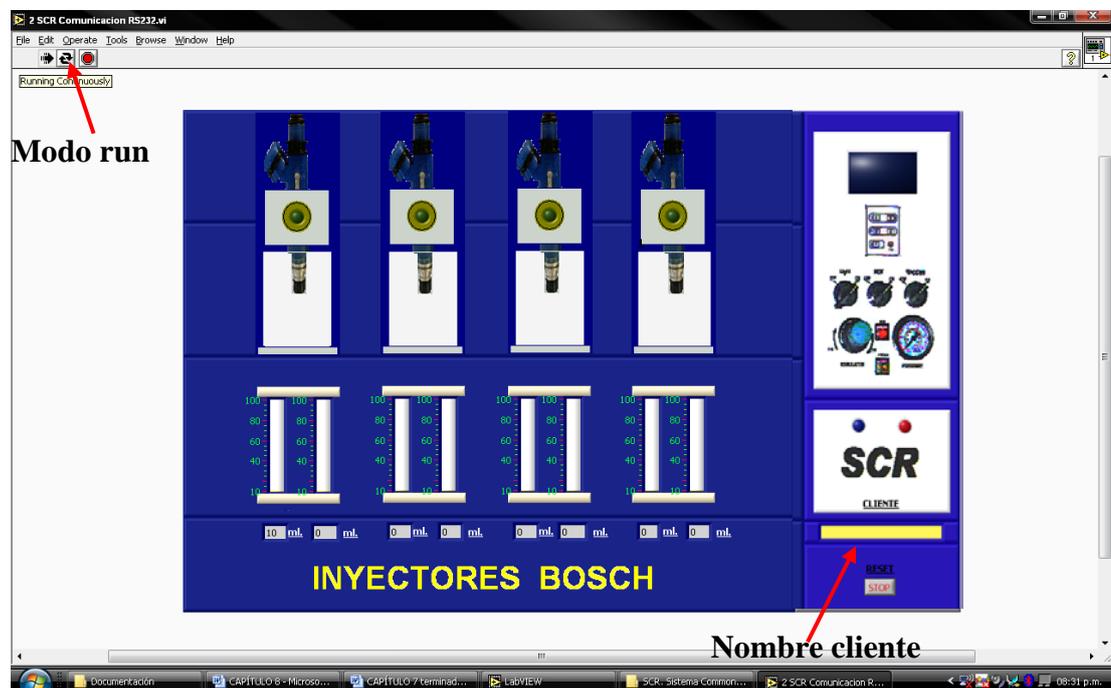
- e. Presionar el pulsador de start en la unidad de control, en este momento se alimentan todos los sistemas del banco de prueba.

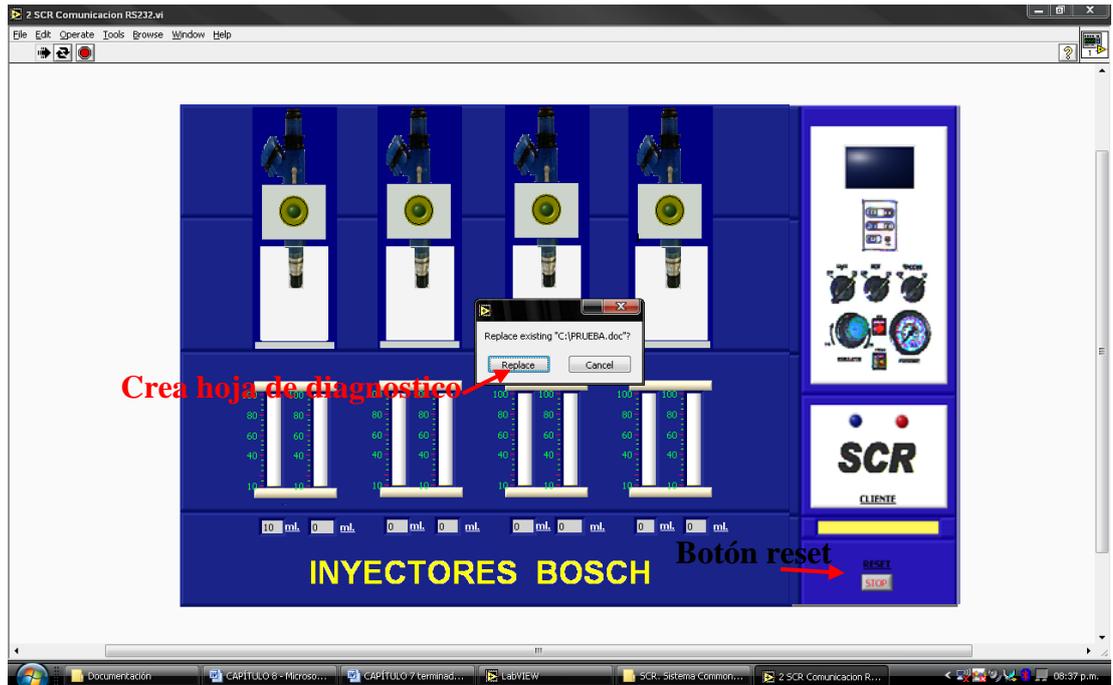


**Figura 6.8.** Unidad de alimentación y control encendido

**Fuente:** Autores

- f. Ejecutar el programa de monitoreo en modo run, luego de esto colocar el nombre del cliente en el campo que esta vacío en la parte inferior del banco y pulsar el botón de reset, esto reemplazara una hoja de diagnóstico anterior y se crea una hoja de diagnóstico actual con el nombre del nuevo cliente.

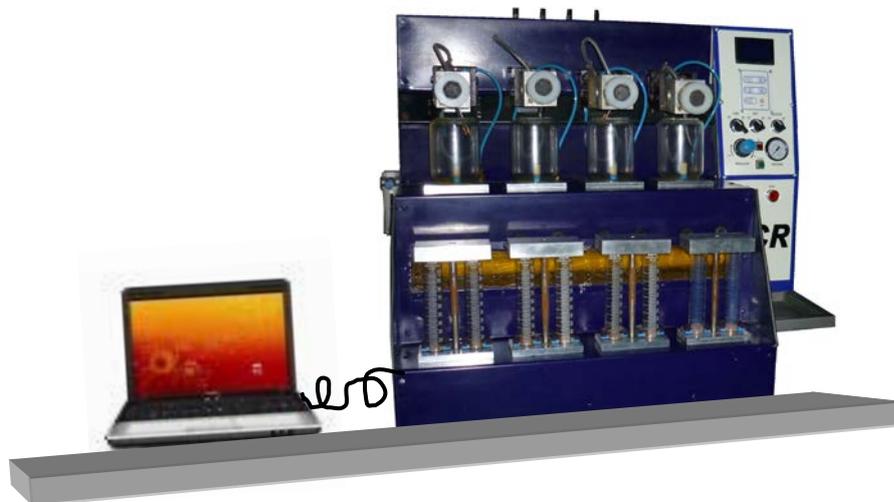




**Figura 6.9.** Creando hoja de diagnóstico

**Fuente:** Autores

- g. Bajo estas condiciones el banco de prueba SCR se encuentra listo para su uso continuo sin ningún problema.



**Figura 6.10.** Banco de prueba listo para su uso

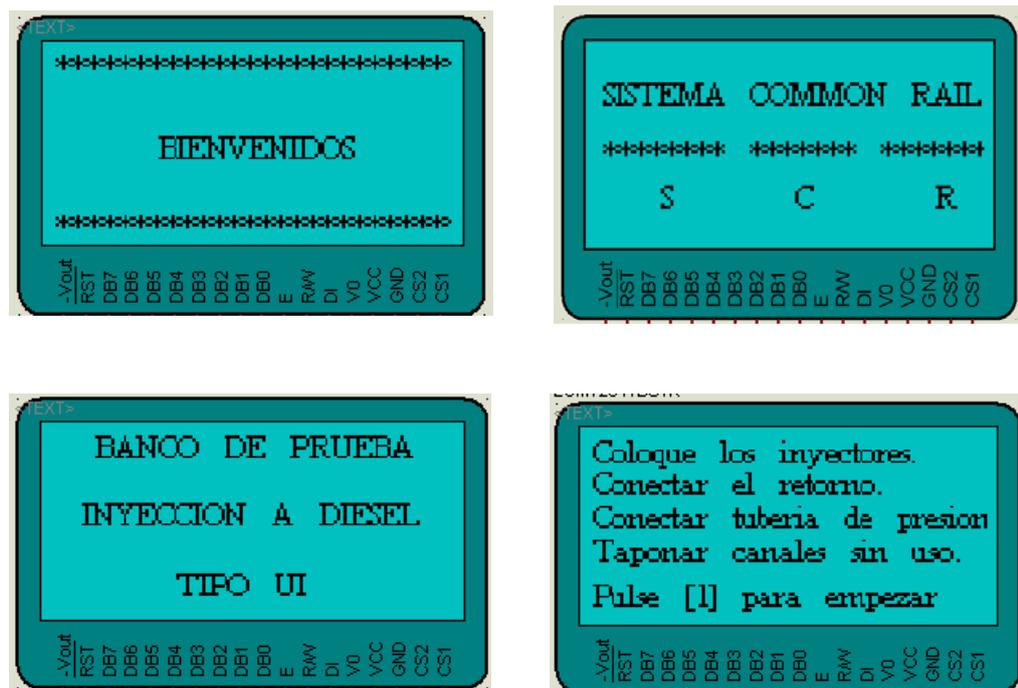
**Fuente:** Autores

## 6.5 Pruebas y verificación de los inyectores.

Una vez encendido el banco, este debe presentar el siguiente menú en el LCD gráfico situado en la parte superior del modulo de control.

### 6.5.1 Pantallas de bienvenida

En esta pantalla se muestra un mensaje de bienvenida que destella, el significado de las siglas del banco, el tipo de inyector que se puede probar en el banco y unas instrucciones a seguir antes de empezar la prueba.

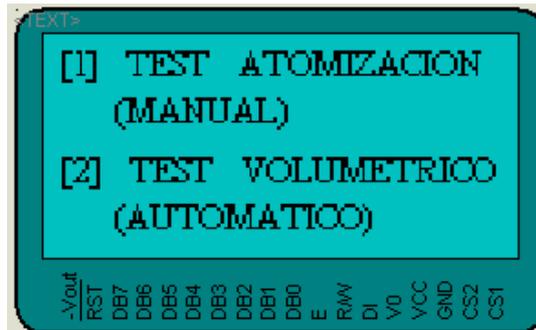


**Figura 6.11.** Pantallas de bienvenida

Fuente: Autores

### 6.5.2 Pantalla de prueba

En esta pantalla se muestra el tipo de prueba que se desea realizar, como se muestra en la figura 6.12 hay dos tipos de prueba una manual y otra automática, esta ultima es la prueba que se realiza para saber el estado del inyector ya que vamos a comparar mediante la cantidad de volumen de diesel entregado por el atomizado y el retorno del inyector, esta prueba se la conoce con el nombre de prueba volumétrica.



**Figura 6.12.** Pantalla de prueba

Fuente: Autores

### 6.5.3 Pantalla de prueba manual.

Cuando se selecciona el modo de inyección manual, esta pregunta por el fabricante del inyector, esto se hace para seleccionar el nivel de duty cycle que tiene cada inyector según el fabricante, tenemos 4 tipos de fabricantes que son los más usados en el mercado automotriz.



**Figura 6.13.** Selección del fabricante del inyector

Fuente: Autores

### 6.5.4 Selección canal de prueba en manual.

Una vez elegido el fabricante, esta nos lleva a una pantalla de selección del canal de prueba, como recuerdan el banco cuenta con cuatro canales de prueba, es decir se puede realizar la prueba a cuatro inyectores a la vez o individualmente.

Si se colocan 3 inyectores en el banco y desea realizar la prueba de atomización a todos juntos, seleccionar “Todo los canales”, el sistema manda combustible a las 4 estaciones de trabajo ya que esta usa un cañón común pero como mencionamos

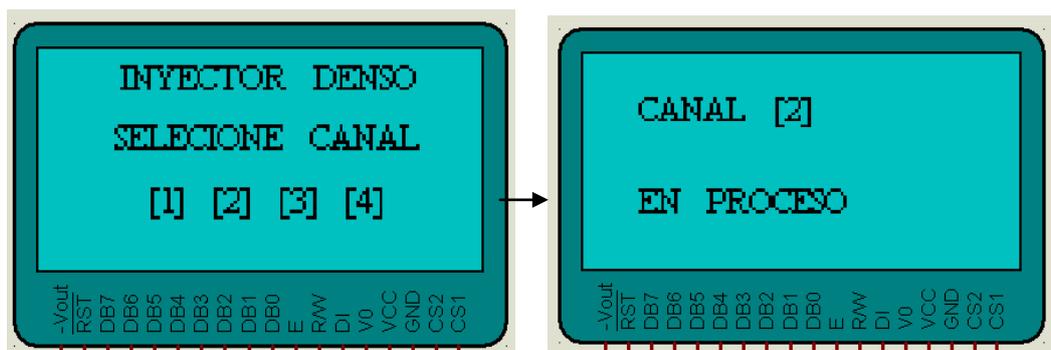
anteriormente los canales que no se usan se le deben colocar tapones para evitar el derramamiento de combustible.



**Figura 6.14.** Selección de canales de prueba

**Fuente:** Autores

Si se selecciona en el menú la prueba por canal, el menú muestra una pantalla donde se selecciona el canal de prueba 1, 2, 3, y 4, esta se debe seleccionar para realizar la prueba individualmente y poder estar atento del pulverizado del combustible en la boquilla de cada inyector.

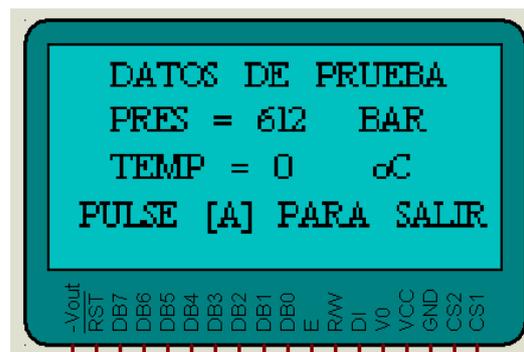


**Figura 6.15.** Canal seleccionado para prueba

**Fuente:** Autores

### 6.5.5 Pantalla datos de prueba en manual.

Esta pantalla que se muestra a continuación en la fig 6.16 es la pantalla de datos de la prueba que se esta haciendo al inyector. Se puede variar la presión de entrada desde el manómetro y esta mostrara en al display el valor de presión en bares que hay en el cañón común, también nos muestra la temperatura que alcanza el inyector, si se quiere simular las condiciones de temperatura del motor, se debe prender las resistencias calentadoras desde el selector de temperatura que se encuentran en la unidad de control.



**Figura 6.16.** Datos de prueba del inyector

**Fuente:** Autores

En esta pantalla se puede también aumentar la frecuencia o pulsos de disparo del inyector, esto se lo hace desde el teclado de acceso para el menú con solo presionar 1 para aumentar frecuencia y 2 para disminuirla.

### 6.5.6. Pantalla de prueba automática.

Cuando se selecciona el modo de inyección automática, al igual como en el modo manual esta pregunta por el fabricante del inyector y por el canal de prueba que se va a usar. En esta prueba solo se selecciona un canal a la vez dando prioridad al canal 1 ya que en este va ligado el nombre del cliente para la hoja de diagnóstico, la segunda, tercera y cuarta prueba si es indistinto el orden de prueba.

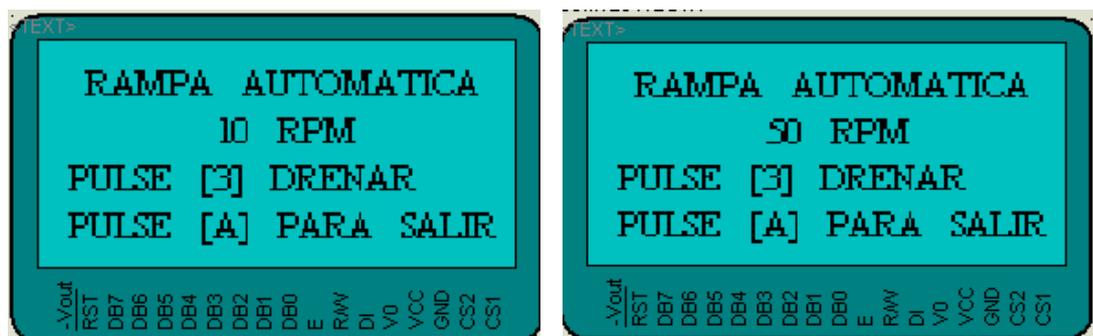


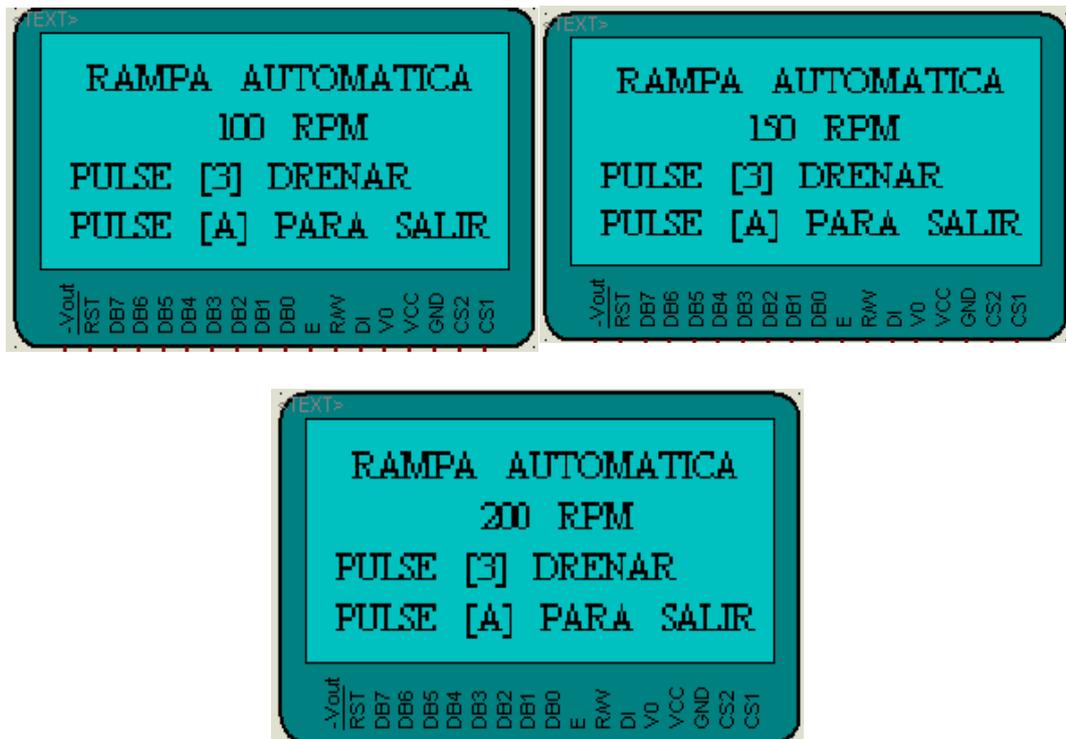
Figura 6.17. Pantallas comienzo prueba volumétrica automática

Fuente: Autores

### 6.5.7. Datos de prueba automática.

Las pantallas siguientes como se ven en la fig.6.18 son las que observamos cuando comienza el proceso de la prueba volumétrica, el sistema manda una rampa automática que va aumentando gradualmente desde 10 rpm a 200 rpm, esto se hace con el fin de cuantificar la cantidad de combustible que hay en el atomizado y en retorno del inyector.





**Figura 6.18.** Pantallas de datos rampa automática

**Fuente:** Autores

Una vez terminada la rampa en 200 rpm, el sistema manda a drenar el combustible que quedo almacenada en las probetas hacia el tanque de combustible.



**Figura 6.19.** Pantalla drenaje de combustible automática

**Fuente:** Autores

Cuando se esta drenando el combustible, los sensores de nivel que hay en cada probeta, miden la cantidad del mismo haciendo una relación establecida del tiempo de vaciado total vs. cantidad de combustible en ml.

El sistema mostrara la pantalla que se ve en la fig 6.20 cuando se haya terminado de drenar todo el combustible que quedo almacenado en la probeta de atomizado y la de retorno, el sistema carga estos valores a la hoja de diagnóstico y realiza la comparación de estos valores determinando así si el inyector esta en buen estado o en mal estado, dando como terminado la prueba volumétrica en este inyector.



**Figura 6.20.** Pantalla carga de datos a la hoja de diagnostico

**Fuente:** Autores

Terminadas las pruebas se abre el documento que se guardó en la ruta establecida, se imprime y se la entrega al cliente para que este vea el estado de sus inyectores, antes de la limpieza. Una vez terminada la limpieza del inyector se vuelve a realizar la prueba para que el cliente compare los valores en ambas hojas de diagnóstico.

## **CAPÍTULO 7**

### **7. ANALISIS DE COSTOS**

#### **7.1. Preliminares**

En la elaboración de un producto o proyecto se debe considerar el costo total del mismo, este proyecto está conformado de estructuras mecánicas, tarjetas electrónicas, etc., de acuerdo a este resultado se determinará si es rentable o no la elaboración del proyecto, o si es competitivo frente a sistemas fabricados por otras compañías. Además esto sirve como base para asignarle un costo final en el mercado.

El banco S.C.R. fue realizado con el afán de proporcionar una herramienta importantísima en los laboratorios de sistemas de inyección. Para esto es necesario averiguar los costos de estos bancos de prueba en el mercado y compararlos con el precio del S.C.R. (diseño) elaborado, para poder así determinar su ventaja o desventaja y verificar el beneficio del producto.

Para determinar el costo de elaboración del S.C.R. es necesario tomar en cuenta los siguientes costos: costo de diseño y fabricación de tarjetas, costo de fabricación de estructura y parte mecánicas, costo de accesorios, y gastos fuera de fabricación mencionados como varios.

#### **7.2. Determinación del costo del proyecto**

##### **7.2.1. Cálculo del costo de mano de obra**

El valor de este diseño es alto y se verá reflejado en el valor final del producto. El objetivo de este capítulo es determinar el valor referencial al valor real del equipo que se está desarrollando, y poder realizar una comparación objetiva con productos de similares características que existan tanto en el mercado nacional como internacional.

Para realizar la labor expuesta, se determina el costo de mano de obra, para lo cual se realiza la siguiente tabla en la que consta el precio de mano de obra, el número de horas y su valor total.

El costo de mano de obra estimado para el desarrollo del banco de prueba S.C.R. es de 1065 dólares americanos como se muestra en la tabla 7.1.

<b>COSTO DE MANO DE OBRA</b>	<b>CANT.</b>	<b>VALOR/HORA</b>	<b>TIEMPO(H)</b>	<b>TOTAL (\$)</b>
Diseño y armado de placas	5	1,5	120	180
Código fuente "Protón"	3	1,5	300	450
Diseño y estructura mecánica	1	1,5	240	360
Recubrimiento y acabado	1	1,5	50	75
<b>TOTAL</b>			710	1065

**Tabla 7.1.** Costo de mano de obra

**Fuente:** Autores

### **7.2.2. Cálculo del costo de fabricación de tarjetas**

Para la fabricación de las tarjetas electrónicas o módulos electrónicos se toman diferentes costos:

- Costo por diseño de cada tarjeta, el cual se realiza mediante el software ARES en computadora.
- Costo por fabricación de las tarjetas, incluyen los componentes electrónicos, es decir una vez que se ha diseñado las placas en un ordenador, se envía a lugares que se encargan de fabricar la placa en base al diseño realizado.

El costo de fabricación se lo detalla a continuación en la tabla 7.2 y el costo por diseño ya fue tomado en cuenta en costo por mano de obra en la tabla 7.1.

<b>Tarjetas (Incluye elementos electrónicos)</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO \$</b>
Fuente de alimentación	1	25
Tarjeta controladora de temperatura	1	35
Módulos de conmutación	4	50
Tarjeta de Potencia	1	60
Tarjeta control de disparos	1	60
Tarjeta Master	1	120
Módulo de comunicación	1	30
Sensores ópticos para nivel	8	20
Display LCD	1	80
Teclado de funciones	1	15
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>495</b>

**Tabla 7.2.** Costo de elaboración de tarjetas

**Fuente:** Autores

### 7.2.3. Cálculo del costo de fabricación y partes mecánicas

Para la fabricación de la estructura del S.C.R., tomamos en cuenta varios costos:

- Costo por diseño de estructuras mecánicas.
- Costo por fabricación de las estructuras mecánicas.

El costo de fabricación se lo detalla a continuación en la tabla 7.3, y el costo por diseño ya fue tomado en cuenta en costo por mano de obra en la tabla 7.1.

<b>ESTRUCTURA MECANICA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO \$</b>
Módulo o estructura principal	1	80
Módulo de control	1	30
Bases para inyectores	4	200
Bases para probetas	4	250
Bases para cámara de atomizado	4	50
Reservorio para diesel	1	30
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>640</b>

**Tabla 7.3.** Costo de estructura mecánica

**Fuente:** Autores

#### 7.2.4. Cálculo del costo de accesorios

La mayoría de los accesorios fueron adquiridos en tiendas industriales y otros mediante pedidos en la ciudad de Quito y Cuenca, y en el país de Argentina, el costo de los accesorios se lo detalla a continuación en la tabla 7.4

#### Conductores, conectores, y equipos.

ACCESORIOS	CANTIDAD	COSTO \$
Contactador	1	30
Cables No 14 AWG	10 mt	8
Cables No 18 AWG	30 mt	25
Cable concéntrico	5 mt	6
Pulsantes y switches	5	20
Conectores	6	20
Borneras	40	15
Relés de estado sólido	6	60
Marquillas para cable	8 cajas	8
Electroválvulas de 2 vías	8	250
Racores rápidos	68	200
Mangueras de poliuretano	11 mts	50
Bomba de alta presión	1	700
Manómetro, regulador y VAD	4	100
Silenciadores y filtro de aire	5	60
Filtro de combustible	1	40
<b>TOTAL</b>		1592

**Tabla 7.4.** Costo de accesorios

**Fuente:** Autores

#### 7.2.5. Cálculo del costo de gastos varios

Se ha tomado en cuenta gastos varios que fueron necesarios para el desarrollo del equipo, lo que implica incluir el costo de energía eléctrica y un costo adicional por la importación de accesorios.

El costo de los gastos varios se detalla a continuación en la tabla 7.5

## Gastos varios

<b>GASTOS</b>	<b>COSTO</b>
Energía eléctrica	100
Agua	20
Gasto por envío de accesorios	30
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>

**Tabla 7.5.** Gastos varios

**Fuente:** Autores

### 7.3. Cálculo del costo neto del banco S.C.R.

Una vez calculado todos los costos del equipo, se procede a sumarlos y obtenemos el valor neto del proyecto. Cabe resaltar que en estos costos no se ha incluido el valor de las licencias de los programas y utilitarios informáticos.

En la tabla 7.6 se resumen todos los costos:

<b>COSTOS DEL BANCO SCR</b>	<b>COSTO (\$)</b>
Costo de mano de obra	1065
Costo de fabricación de tarjetas	495
Costo de fabricación y partes mecánicas	640
Costo de accesorios	1592
Gasto básico	150
<b>TOTAL</b>	<b>3942</b>

**Tabla 7.6.** Costo neto

**Fuente:** Autores

### 7.4. Costo final del proyecto

Es el resultado de la sumatoria de todos los costos. Si se requiere fabricar y obtener una utilidad o beneficio generalmente se toma el 15% del valor real.

Costo final = Costo neto + 15% (costo real)

COSTO FINAL = \$ 3942 + 591.3

**COSTO FINAL = \$ 4534**

### **7.5. Análisis de costo versus beneficio**

Como resultado tenemos un banco de mayor capacidad de prueba y con las mismas características de un banco tradicional “ITU 101” , pero con un costo realmente bajo tomando en cuenta que este banco en el mercado cuesta alrededor de los \$14.000. Es decir con una reducción del 68% del costo del banco original.

Como análisis del resultado si se propone la fabricación en serie de éste producto se debe verificar que cumplan con las normas de estándar ISO, si ese fuera el caso.

Cabe recalcar que esta tesis fue desarrollada pensando que sirva como herramienta de ayuda a los laboratorios o talleres que se dedican a la reparación de sistemas de inyección, en conclusión éste sería un beneficio para el crecimiento de estos lugares que ofrecen este tipo de servicios.

## BIBLIOGRAFÍA

ROBERT, Louis, BOYLESTAR, Nashelsky; *Electrónica Teoría de circuitos*, Sexta Edición.

MICROCHIP ; *Microcontroladores PIC*.

CEKIT; *Electrónica Industrial "Tomo 1, 2 y 3"*, Editorial Colombia.

FESTO, Didactic; *Neumática Básico TP 101*, Insetec, Guayaquil Ecuador.

HASKEL, *Bombas de alta presión*, 2009

<<http://www.haskel-es.com/LiquidPumps.htm>>

National Instruments; *LabVIEW Básico*

<<http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/en/nid/1385>>

MECANIQUE, *Protón Development Suite*,

<<http://www.mecanique.co.uk/products/compiler/proton-dev-suite.html>>

DANI Meganeboy, *Mecánica Virtual*, 24 feb. 2001

<[http://www.mecanicavirtual.org/common\\_rail5.htm](http://www.mecanicavirtual.org/common_rail5.htm)>

JOSE Ola LUIS García, *Fuentes Conmutadas*, Universidad Rafael Landívar,

<[http://ingenieria.url.edu.gt/boletin/URL\\_03\\_MEC01.pdf](http://ingenieria.url.edu.gt/boletin/URL_03_MEC01.pdf)>

## ANEXOS

### ANEXO 1

#### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

##### **Aspectos metodológicos.**

La investigación que hemos realizado según nuestro tema de desarrollo, se la hizo en los diferentes, laboratorios y talleres que existen en la ciudad de Guayaquil y el cantón Duran, esto quiere decir se realizó una investigación de campo.

También la metodología que realizamos fue documental, ya que para el desarrollo de nuestro tema nos hemos apoyado en fuentes como manuales de consultas, libros, la Internet, etc.

##### **Tratamiento de la información**

La información que se obtuvo se la organizó, los respectivos datos y gráficos con su respectiva descripción de los resultados, la estadística, la justificación del por qué se usaron y cómo se efectuaron las pruebas de hipótesis realizadas.

##### **Proyección de resultados esperados**

Este estudio será beneficioso para todas las microempresas que se dedican al mantenimiento y reparación de sistemas a inyección, ya que al realizar el banco de simulación SCR, este podrá ofrecer las mismas características que ofrece un banco de prueba original, pero con un costo muy bajo.

El banco SCR permitirá a los laboratorios ofrecer un servicio eficiente y seguro a todos los sistemas de inyección.

## Análisis de Resultados

La mayoría de encuestas se realizó a los laboratorios y talleres pequeños que existen en nuestra ciudad, quienes serán los mas beneficiados con el diseño del banco de prueba para inyectores electrónicos a diesel, generando una gran competitividad con laboratorios y talleres grandes que tienen el presupuesto y poseen los bancos.

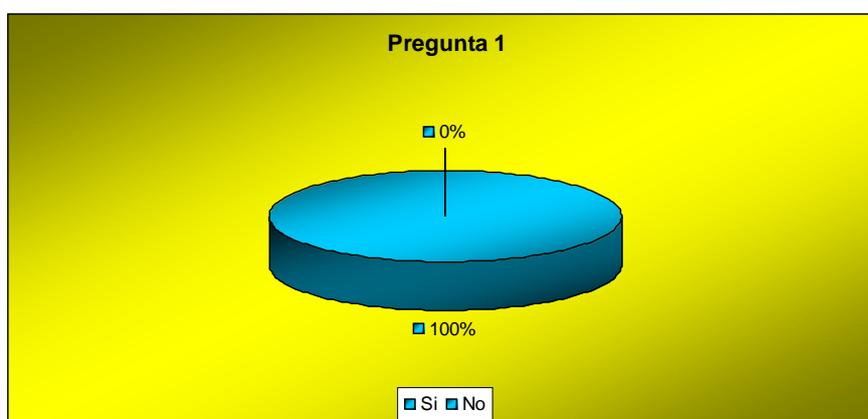
Actualmente el costo de los bancos de prueba para inyectores a diesel, no permite a los laboratorios y talleres de poco presupuesto obtener uno, y no pueden realizar las pruebas necesarias a los sistemas de inyección a diesel, por lo cual se realizó la siguiente encuesta:

**Pregunta 1.** ¿Cree usted que el alto costo de los actuales bancos de prueba para inyectores a diesel, es uno de los motivos para que los laboratorios y talleres de bajo presupuesto no cuenten con un equipo de estas características?

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	%
Si	6	100
No	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>100</b>

Distribución de Frecuencias de la pregunta 1

Fuente: Autores.



Resultado de la pregunta 1

Fuente: Autores.

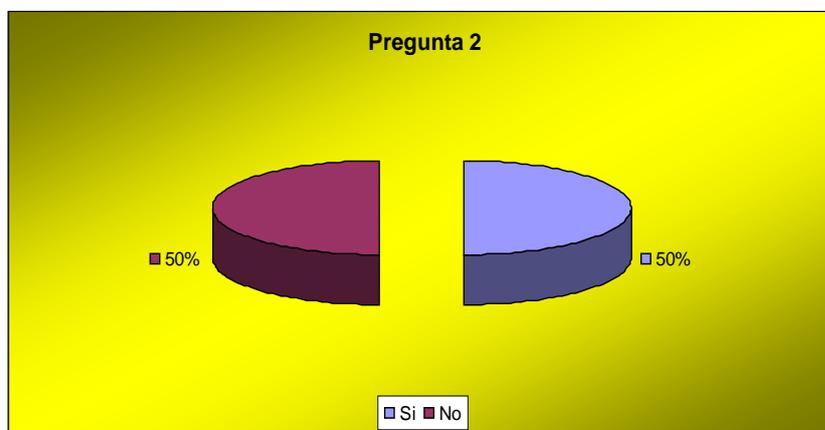
El resultado demuestra que debido al alto costo de los equipos, influye para que los laboratorios y talleres no puedan contar con un banco de prueba adecuado.

**Pregunta 2.** ¿Usted cree que de no contar con un banco de prueba para inyectores electrónicos en los laboratorios y talleres influye para que estos no brinden un servicio adecuado a sus clientes?

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	%
Si	3	50
No	3	50
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>100</b>

Distribución de Frecuencias de la pregunta 2

**Fuente:** Autores.



Resultado de la pregunta 2

**Fuente:** Autores.

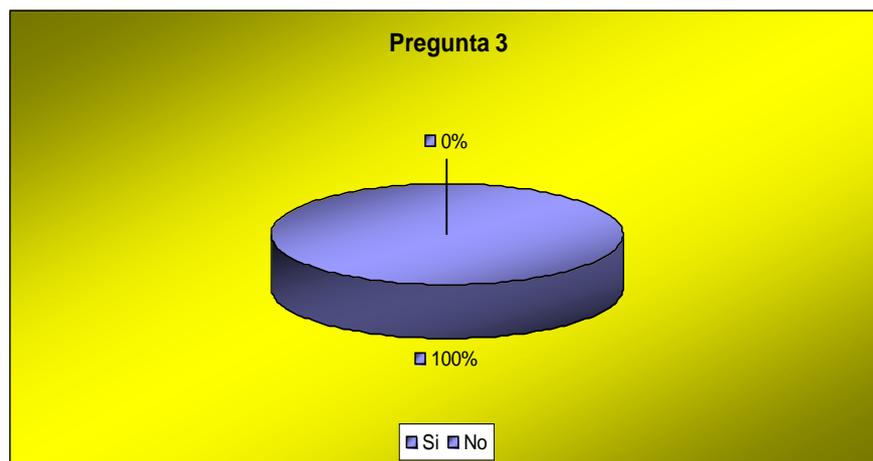
El 50% de los laboratorios consideran que la falta de un banco de prueba para inyectores electrónicos es un problema para poder brindar un servicio eficiente a los sistemas de inyección y por ende no se les ofrece un servicio adecuado a sus clientes.

**Pregunta 3.** ¿Piensa usted que la falta de un banco de prueba en los talleres y laboratorios, es la causante de que los clientes que tienen sistemas de inyección busquen otros laboratorios para la reparación de sus sistemas, es decir pierden un cliente potencial?

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	%
Si	6	100
No	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>100</b>

Distribución de Frecuencias de la pregunta 3

**Fuente:** Autores.



Resultado de la pregunta 3

**Fuente:** Autores.

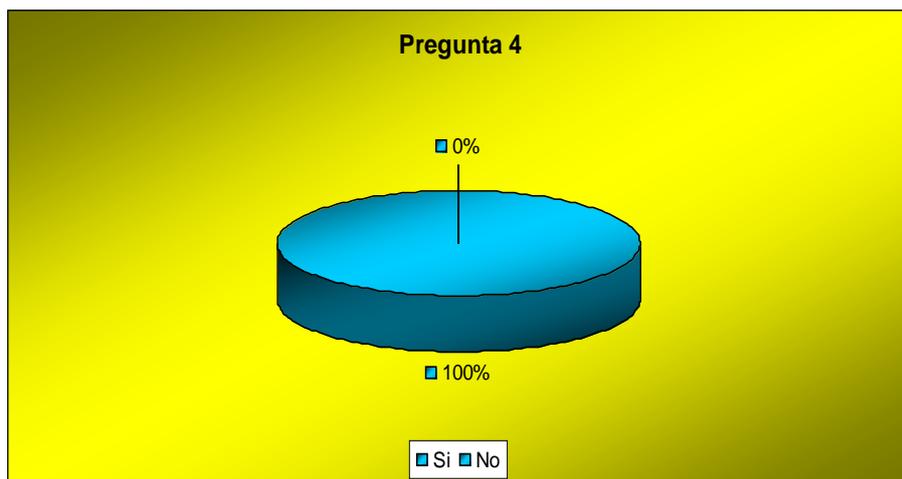
El siguiente resultado demuestra que la falta de un banco de prueba para inyectores a diesel, es la causante de que estos talleres o laboratorios pierdan varios clientes potenciales?

**Pregunta 4.** ¿Piensa usted que la construcción de un banco para la prueba de inyectores electrónicos a diesel, de bajo costo ayudara para que laboratorios y talleres de bajo presupuesto puedan adquirir uno?

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	%
Si	6	100
No	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>100</b>

Distribución de Frecuencias de la pregunta 4

**Fuente:** Autores.



Resultado de la pregunta 4

**Fuente:** Autores.

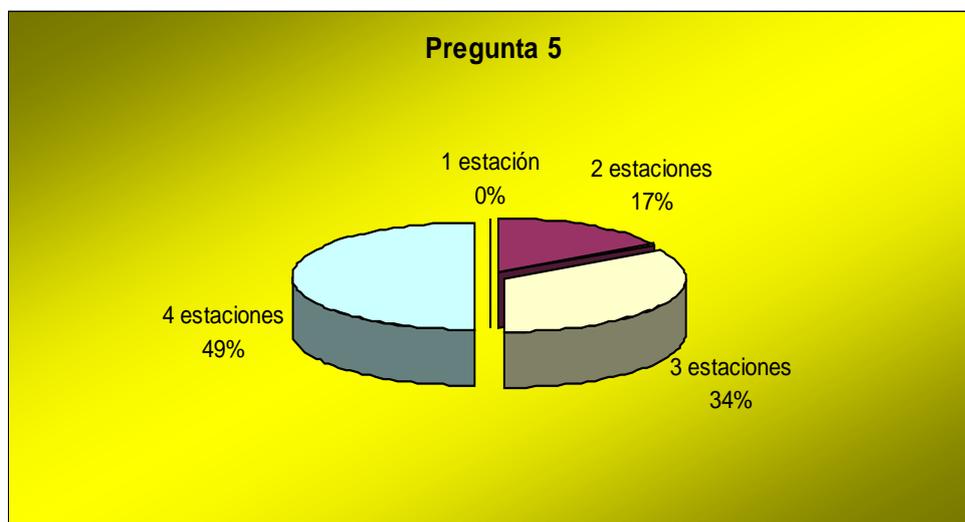
Este resultado demuestra que el 100% de laboratorios y talleres de bajo presupuesto pueden hacer un esfuerzo y adquirir un banco que brinde las mismas características pero a un costo realmente bajo

**Pregunta 5.** ¿Cuántas estaciones o canales de prueba le gustaría que tenga un banco de prueba para inyectores a diesel?

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	%
1 estación de trabajo	0	0
2 estaciones de trabajo	1	16.5
3 estaciones de trabajo	2	33.5
4 estaciones de trabajo	3	50
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>100</b>

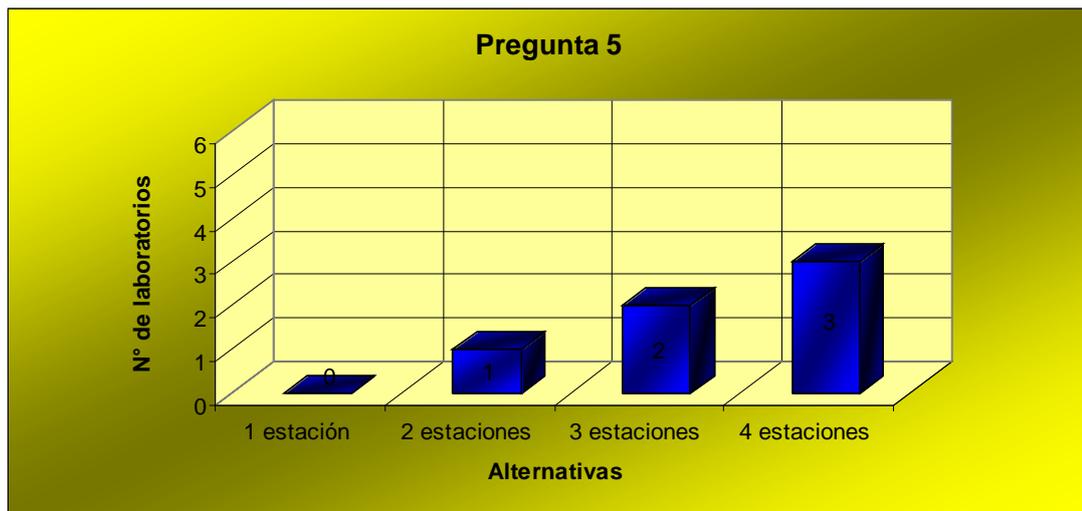
Distribución de Frecuencias de la pregunta 5

**Fuente:** Autores.



Resultado de la pregunta 5-1

**Fuente:** Autores.



Resultado de la pregunta 5-2

**Fuente:** Autores.

Al ver estos resultados, nos damos cuenta que los talleres y laboratorios que se dedican al mantenimiento de los diferentes sistemas de inyección, prefieren que un banco de prueba contenga la mayor cantidad de estaciones de prueba, para así realizar el test a una cantidad mayor de inyectores al mismo tiempo.

### **Recopilación de los resultados.**

De acuerdo a los resultados obtenidos se verifica que la hipótesis planteada al inicio de nuestra investigación es afirmativa, es decir en un laboratorio es sumamente necesario la existencia de por lo menos un banco de prueba, para inyectores a diesel.

Con esta comprobación podemos afirmar que la construcción de un banco de prueba de inyectores a diesel con 4 estaciones de prueba, permitirá que los talleres y laboratorios que se dedican al mantenimiento de sistemas de inyección, estén al alcance de ofrecer un servicio adecuado y así poder contribuir con la performance de estos.

## **Formulación de la hipótesis y variables**

### **Hipótesis general**

El no poder contar con un banco de prueba para inyectores electrónicos a diesel, es el problema que tienen la mayoría de talleres y laboratorios que ofrecen servicios de mantenimiento a sistemas de inyección, el cual no les permite crecer debido que los clientes potenciales buscan laboratorios que cuenten con un servicio completo, para así poder dejar su sistema de inyección.

### **Hipótesis particulares**

El alto costo que tiene un banco de prueba de inyectores electrónicos a diesel, hace que los talleres y laboratorios de bajo presupuesto no puedan obtener uno, y por ende no puedan ofrecer un servicio adecuado.

La creación de un banco de prueba de inyectores electrónicos a diesel, con 4 estaciones de prueba, y a un costo realmente menor al costo de un banco de prueba original, lograra que puedan ser adquiridos por los talleres y laboratorios de bajo presupuesto, y así estos podrán brindar un servicio técnico óptimo.

## ANEXO 2.

### Encuesta realizada a los laboratorios y talleres de bajo presupuesto.

#### ENCUESTA PARA LABORATORIOS Y TALLERES DE BAJO PRESUPUESTO DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.

Nombres: \_\_\_\_\_  
Apellidos: \_\_\_\_\_

Año lectivo: 2008  
Ciclo: \_\_\_\_\_

1. ¿Cree usted que el alto costo de los actuales bancos de prueba para inyectores a diesel, es uno de los motivos para que los laboratorios y talleres de bajo presupuesto no cuenten con un equipo de estas características?

Si  No

2. ¿Usted cree que de no contar con un banco de prueba para inyectores electrónicos en los laboratorios y talleres influye para que estos no brinden un servicio adecuado a sus clientes?

Si  No

3. ¿Piensa usted que la falta de un banco de prueba en los talleres y laboratorios, es la causante de que los clientes que tienen sistemas de inyección busquen otros laboratorios para la reparación de sus sistemas, es decir pierden un cliente potencial?

Si  No

4. ¿Piensa usted que la construcción de un banco para la prueba de inyectores electrónicos a diesel, de bajo costo ayudara para que laboratorios y talleres de bajo presupuesto puedan adquirir uno?

Si  No

5. ¿Cuántas estaciones de prueba le gustaría que tenga un banco de prueba para inyectores a diesel?

- 1 estacion de prueba   
2 estaciones de prueba   
3 estaciones de prueba   
4 estaciones de prueba

### ANEXO 3.

#### Hoja técnica del PIC's 16F877

Key Features PICmicro™ Mid-Range Reference Manual (DS33023)	PIC16F873	PIC16F874	PIC16F876	PIC16F877
Operating Frequency	DC - 20 MHz			
RESETS (and Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)
FLASH Program Memory (14-bit words)	4K	4K	8K	8K
Data Memory (bytes)	192	192	368	368
EEPROM Data Memory	128	128	256	256
Interrupts	13	14	13	14
I/O Ports	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E
Timers	3	3	3	3
Capture/Compare/PWM Modules	2	2	2	2
Serial Communications	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART
Parallel Communications	—	PSP	—	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	5 input channels	8 input channels	5 input channels	8 input channels
Instruction Set	35 instructions	35 instructions	35 instructions	35 instructions

FIGURE 1-2: PIC16F874 AND PIC16F877 BLOCK DIAGRAM

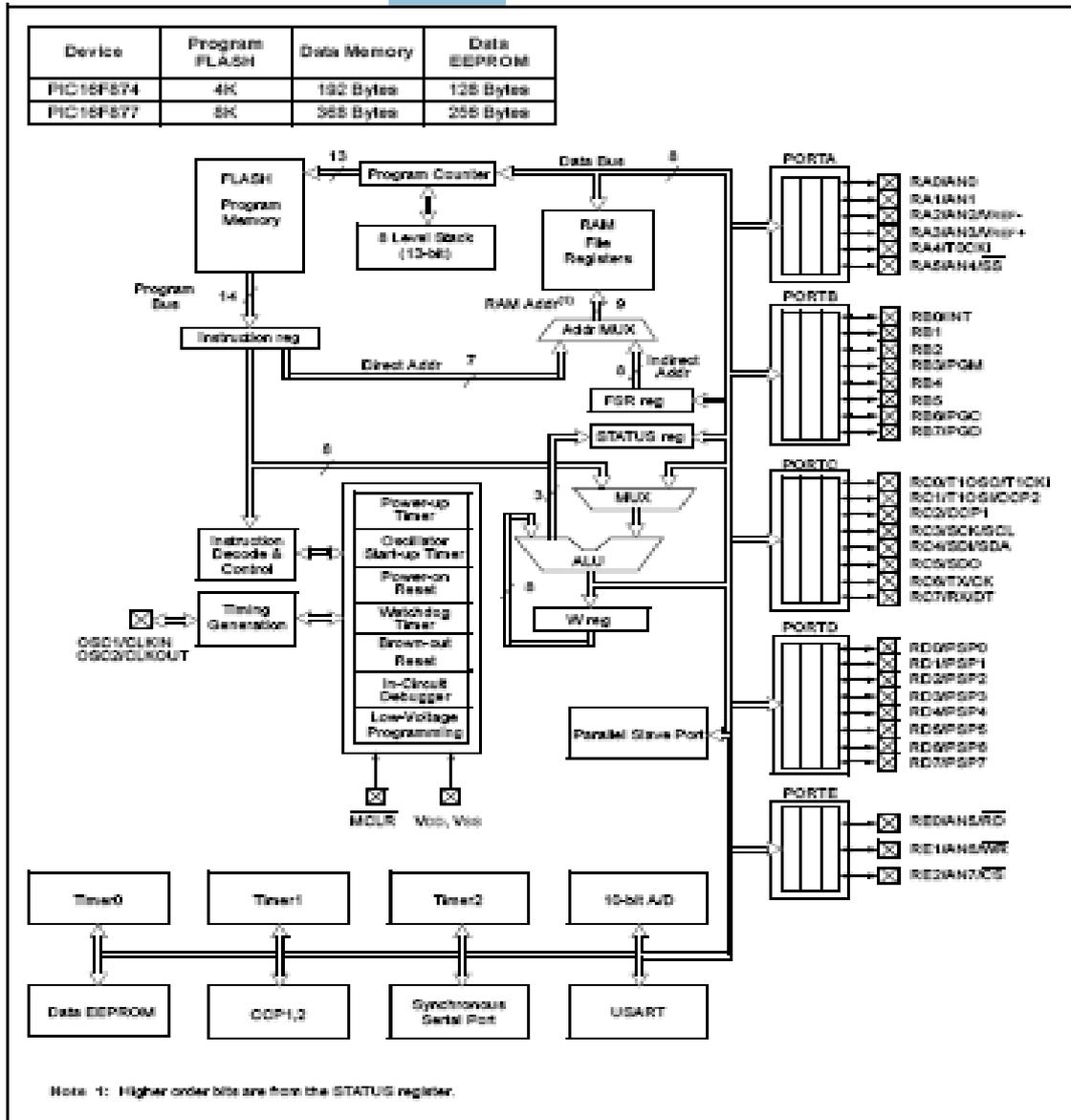


FIGURE 2-3: PIC16F877/876 REGISTER FILE MAP

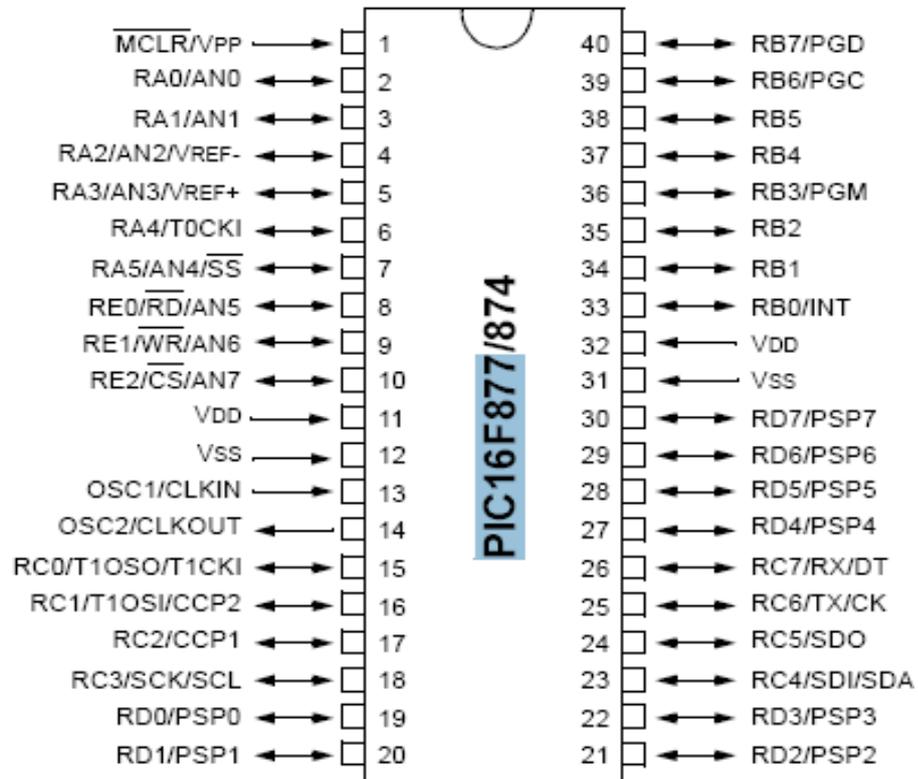
File Address	File Address	File Address	File Address
Indirect addr. <sup>(1)</sup> 00h	Indirect addr. <sup>(1)</sup> 80h	Indirect addr. <sup>(1)</sup> 100h	Indirect addr. <sup>(1)</sup> 180h
TMR0 01h	OPTION_REG 81h	TMR0 101h	OPTION_REG 181h
PCL 02h	PCL 82h	PCL 102h	PCL 182h
STATUS 03h	STATUS 83h	STATUS 103h	STATUS 183h
FSR 04h	FSR 84h	FSR 104h	FSR 184h
PORTA 05h	TRISA 85h	105h	185h
PORTB 06h	TRISB 86h	PORTB 106h	TRISB 186h
PORTC 07h	TRISC 87h	107h	187h
PORTD <sup>(1)</sup> 08h	TRISD <sup>(1)</sup> 88h	108h	188h
PORTE <sup>(1)</sup> 09h	TRISE <sup>(1)</sup> 89h	109h	189h
PCLATH 0Ah	PCLATH 8Ah	PCLATH 10Ah	PCLATH 18Ah
INTCON 0Bh	INTCON 8Bh	INTCON 10Bh	INTCON 18Bh
PIR1 0Ch	PIE1 8Ch	EEDATA 10Ch	EEDCON1 18Ch
PIR2 0Dh	PIE2 8Dh	EEADR 10Dh	EEDCON2 18Dh
TMR1L 0Eh	PCON 8Eh	EEDATH 10Eh	Reserved <sup>(2)</sup> 18Eh
TMR1H 0Fh	8Fh	EEADRH 10Fh	Reserved <sup>(2)</sup> 18Fh
T1CON 10h	89h	110h	190h
TMR2 11h	SSPCON2 91h	111h	191h
T2CON 12h	PR2 92h	112h	192h
SSPBUF 13h	SSPADD 93h	113h	193h
SSPCON 14h	SSPSTAT 94h	114h	194h
CCPR1L 15h	95h	115h	195h
CCPR1H 16h	96h	116h	196h
CCP1CON 17h	97h	General Purpose Register 117h	General Purpose Register 197h
RCSTA 18h	TXSTA 98h	16 Bytes 118h	16 Bytes 198h
TXREG 19h	SPBRG 99h	119h	199h
RCREG 1Ah	9Ah	11Ah	19Ah
CCPR2L 1Bh	9Bh	11Bh	19Bh
CCPR2H 1Ch	9Ch	11Ch	19Ch
CCP2CON 1Dh	9Dh	11Dh	19Dh
ADRESH 1Eh	ADRESL 9Eh	11Eh	19Eh
ADCON0 1Fh	ADCON1 9Fh	11Fh	19Fh
20h	A0h	120h	1A0h
General Purpose Register 96 Bytes	General Purpose Register 80 Bytes	General Purpose Register 80 Bytes	General Purpose Register 80 Bytes
7Fh	EFh	16Fh	1EFh
Bank 0	accesses 70h-7Fh	accesses 70h-7Fh	accesses 70h-7Fh
	FDh	170h	1FDh
	FFh	17Fh	1FFh
Bank 1		Bank 2	Bank 3

■ Unimplemented data memory locations, read as '0'.  
 \* Not a physical register.

Note 1: These registers are not implemented on the PIC16F876.  
 Note 2: These registers are reserved, maintain these registers clear.

## Pin Diagram

### PDIP



## ANEXO 4.

### Módulo gráfico LCD TS12864A



#### Especificaciones:

- 1) Resolution: 128 x 64 pixels
- 2) Screen: yellow-green, blue, gray, black, black and white, green
- 3) PCB: 113 x 65 x 1.6mm, 93 x 70 x 1.6mm, 93 x 70 x 1.6mm, 78 x 70 x 1.6mm, 54 x 50 x 1.0mm
- 4) Viewing area: 73.5 x 39mm, 80 x 42mm, 70.6 x 38.6mm, 63.4 x 45.4mm, 43.5 x 29.0mm
- 5) IC: S6B0107, S6B0108
- 6) High quality, favorable price, good service and quick delivery
- 7) Used for telephones, mobile phones, meters, instruments, automobiles, PDAs and medical equipment

### ■ ABSOLUTE MAXIMUM

Item	Symbol	Standard value	Unit
Power Supply Voltage	Vdd	-0.3 ~ +7.0	V
Power supply for LCD Drive	Vlcd	Vdd-19.0 ~ Vdd+0.3	V
Input Voltage	Vin	-0.3 ~ Vdd+0.3	V
Operating Temperature	Top	0 ~ +50	°C
Storage Temperature	Tstg	-10 ~ +60	°C

## ■PIN ASSIGNMENT

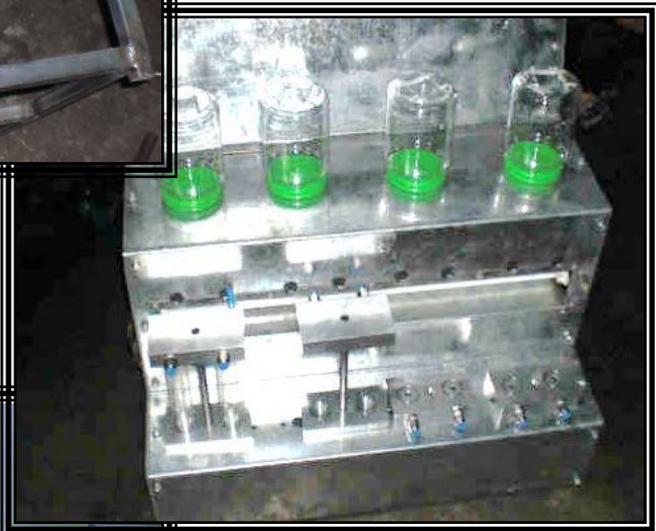
Pin NO.	Symbol	Level	Function
1	VSS	0V	Power Ground
2	VDD	+5V	Power supply
3	V0	--	For LCD drive voltage(variable)
4	D/I	H/L	H: Display Data, L:Display Instruction
5	R/W	H/L	H: Read Signal, L: Write Signal
6	E		Enable Signal
7-14	DB0-DB7	H/L	Date bus
15	CSA	H/L	Select chip
16	CSB	H/L	Select chip
17	/RES	H/L	Reset Signal
18	VEE	-15V	Negative voltage(-15V)to LCD
19	LED(+)	--	Power (+)for LED Backlight
20	LED(-)	--	Power (-)for LED Backlight

## ANEXO 5.

### Fotos de diseño y cableado electrónico



Fotos de construcción mecánica.



**Fotos de prueba del banco.**

