

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y
FORMALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



**“DISEÑO DE UN PROTOTIPO PARA LA PRODUCCIÓN
DE BIODIESEL Y GLICERINA UTILIZANDO ACEITES
RESIDUALES APLICANDO UN CONTROL MODERNO
OPTIMO”**

Tesis presentado por los Bachilleres:

SURCO NEYRA ANGEL ALAIN

MONROY CONDORI VLADIMIR

Para optar el Título Profesional de **INGENIERO
ELECTRÓNICO**

AREQUIPA PERÚ

2016

PRESENTACIÓN

Señor Decano de la Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales.

Señor Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica.

Señores Miembros del Jurado:

En cumplimiento de las disposiciones vigentes del Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica, presentamos el trabajo de tesis titulado:

“DISEÑO DE UN PROTOTIPO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL Y GLICERINA UTILIZANDO ACEITES RESIDUALES APLICANDO UN CONTROL MODERNO OPTIMO”

Con el cual pretendemos obtener el Título Profesional de Ingeniero Electrónico.

Esperamos que el presente trabajo sea de su conformidad y cumpla con los requisitos académicos y técnicos correspondientes.

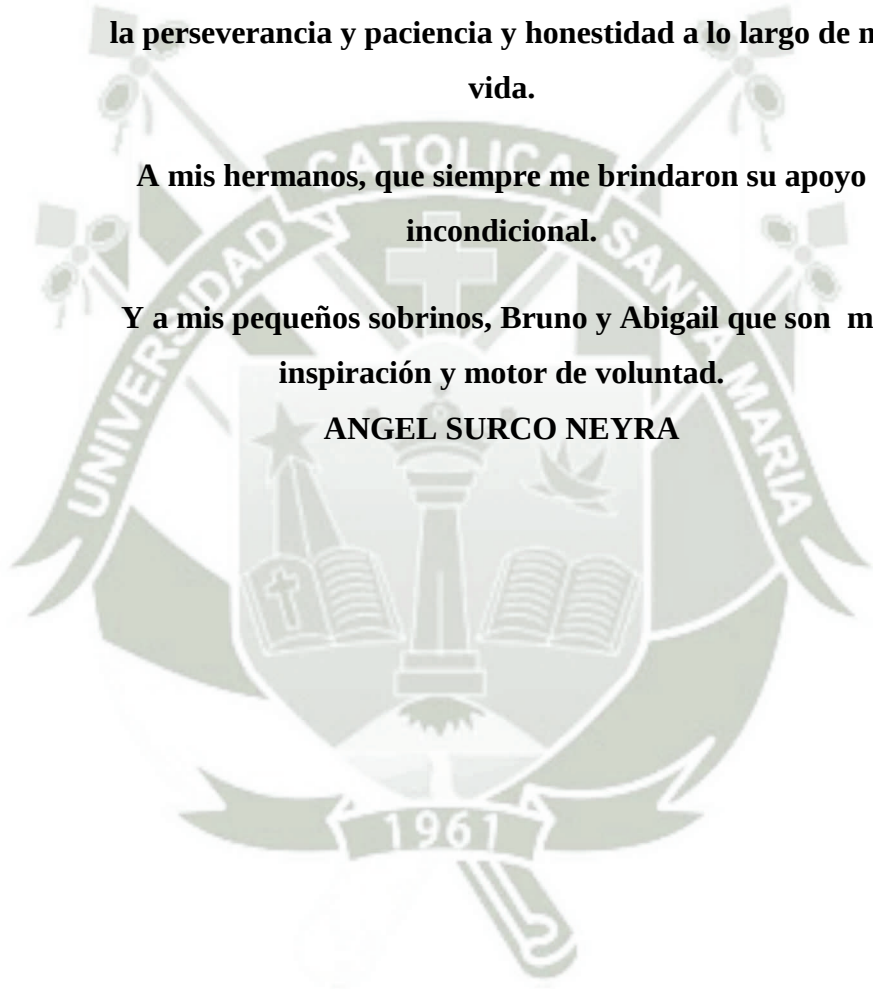
Dedicatoria.

**Dedico el presente trabajo a mis queridos Padres, que
supieron formarme con buenos sentimientos y valores como
la perseverancia y paciencia y honestidad a lo largo de mi
vida.**

**A mis hermanos, que siempre me brindaron su apoyo
incondicional.**

**Y a mis pequeños sobrinos, Bruno y Abigail que son mi
inspiración y motor de voluntad.**

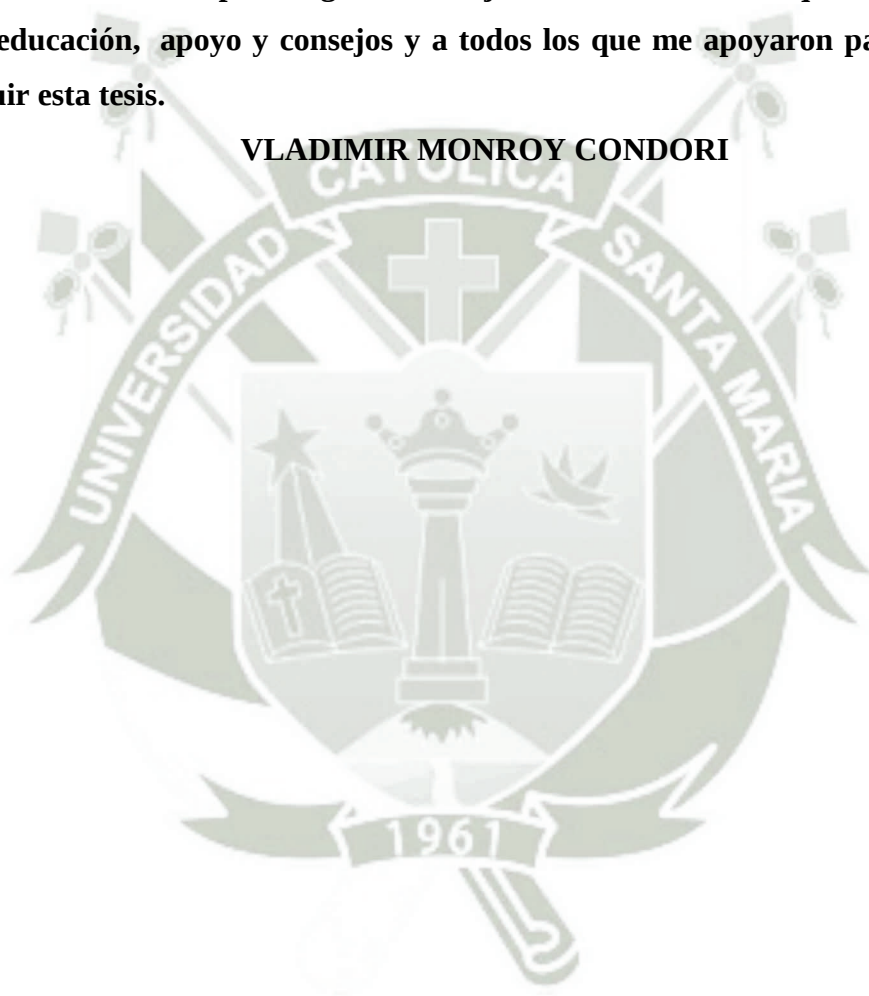
ANGEL SURCO NEYRA



Dedicatoria.

Dedico el presente trabajo a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, a mis Padres quienes me dieron vida, educación, apoyo y consejos y a todos los que me apoyaron para escribir y concluir esta tesis.

VLADIMIR MONROY CONDORI



RESUMEN

La Tesis presentada, está orientada al “DISEÑO DE UN PROTOTIPO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL Y GLICERINA UTILIZANDO ACEITES RESIDUALES APLICANDO UN CONTROL MODERNO OPTIMO” monitoreado y controlado mediante un sistema SCADA y con una comunicación USB, lo que permite efectuar un control del proceso de forma remota y tener un ahorro en tiempo y dinero en la verificación y el mantenimiento del mismo.

El objetivo es desarrollar un control óptimo que permita al sistema de proceso de calentamiento, obtener una transesterificación de los componentes para la producción de biodiesel usando como entorno de programación el software “Labview” que cuenta con objetos, terminales, Toolkits, y poder verificar el comportamiento de los sensores y actuadores mediante su interfaz Scada diseñada.

En el sistema tenemos integrado dispositivo Arduino Mega2560 “placa electrónica basada en el Atmega 2560” lo que nos permite la recepción y transmisión de los datos de los sensores y actuadores con el Labview vía Ethernet, el nivel de programación del Arduino está integrado en los toolkits de Labview. Para su funcionamiento se desarrolló la lógica de programación orientada a objetos de Labview, hallada en sus toolkits. Además de obtener Biodiesel que es un combustible ecológico, que puede ser utilizado en máquinas que funcionan a combustible diésel también se obtendrá glicerina el cual puede ser utilizado y procesado para la elaboración de jabones. El control y supervisión remota es por medio de un computador que incluye software Labview de National Instrumens. El proyecto final fue evaluado y sometido a pruebas y el producto que se obtuvo “Biodiesel” se comprobó con los estándares de un combustible ecológico.

ABSTRACT

The thesis presented is oriented at "DESIGN OF A PROTOTYPE FOR PRODUCING BIODIESEL AND GLYCERIN USING OPTIMUM WASTE OILS APPLYING MODERN CONTROL" monitored and controlled through a SCADA system

And Communication USB, allowing perform process control remotely and have savings in time and money in checking and maintenance.

The goal is to develop an optimal control that allows the system heating process, obtain a transesterification of components for the production of biodiesel using as programming environment the "Labview" software with objects, terminals, and Toolkits and that by verifying the behavior of the sensors and actuators through its Scada interface designed.

In the system we have integrated device Arduino Mega2560 "electronic board based on the Atmega 2560" which allows the reception and transmission of data from sensors and actuators with the Labview via Ethernet, the level of programming Arduino is integrated into the toolkits Labview. To function logic OOP Labview, found in its programming toolkits developed.

In addition to obtaining Biodiesel is an environmentally friendly fuel, which can be used in machines running on diesel fuel glycerin which can be used and processed for the production of soaps are also obtained. Control and remote supervision is through a computer including Labview software from National Instrumens.

The final project was evaluated and subjected approve and product "Biodiesel" was obtained was tested with the standards of green fuel.

ÍNDICE

	Págs.
CAPITULO 1	22
1. FUNDAMENTACIÓN	23
1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	23
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	23
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	24
1.4. HIPÓTESIS	24
1.5. OBJETIVOS.....	24
1.5.1. Objetivos generales.	24
1.5.2. Objetivos Específicos.....	24
1.6. ALCANCES.....	25
1.7. VARIABLES.....	25
1.7.1. Variables independientes.	25
1.7.2. Variables dependientes.....	25
CAPITULO 2	26
2. MARCO TEÓRICO	27
2.1. Proceso de Dosificación-Mezclado Industrial.....	27
2.1.1. Biodiesel.....	27
2.1.1.1. Aplicaciones.....	27
2.1.1.2. Aceites y Grasas.....	28
2.1.1.3. Transesterificación.....	29
2.1.1.4. Alcohol.....	30
2.1.1.5. Catalizador	31
2.1.1.6. Agua.....	32
2.1.2. Proceso	32
2.1.2.1. Diseño físico	33
2.1.2.2. Detalles de los componentes.....	35
2.1.2.3. Reactores.....	36
2.2. Fundamentos de automatización	39
2.2.1. Introducción	39
2.2.2. Microcontrolador.....	39

2.2.2.1. Principales fabricantes	40
2.2.3. Microcontrolador Atmega.....	40
2.2.4. Descripción de Atmega 2560.....	42
2.2.5. Tabla de asignación de pines.....	44
2.2.6. Arduino	46
2.2.6.1. Tecnología Arduino	47
2.2.6.2. Arduino Mega2560	47
2.2.6.3. Características:.....	49
2.2.6.4. Programación	49
2.2.6.5. Memoria.....	51
2.2.6.6. Entrada y salida.....	51
2.2.6.7. Comunicación	53
2.2.6.8. Características físicas y protector de compatibilidad.....	54
2.2.6.9. (Software) Roset automático.....	54
2.2.7. Relé de 8 canales Arduino.....	55
2.2.7.1. Características técnicas	55
2.3. Sensores y actuadores.....	57
2.3.1. Definición de un sensor.....	57
2.3.2. Tipos de Sensores.....	57
2.3.2.1. Sensores inductivos.....	57
2.3.2.2. Sensor capacitivo.	59
2.3.2.3. Sensores resistivos	60
2.3.2.4. Final de carrera	61
2.3.2.5. Sensores ultrasónicos	62
2.3.2.6. Sensores magnéticos	64
2.3.2.7. Encoders.....	65
2.3.2.8. Sensor de color TCS3200	65
2.3.2.9. Sensor de temperatura.....	66
2.3.3. Definición actuadores.....	67
2.3.4. Tipos de actuadores.....	67
2.3.4.1. Actuadores neumáticos	67
2.3.4.2. Actuadores hidráulicos.....	67

2.3.4.3. Actuadores Eléctricos	68
2.3.4.4. Actuadores electromagnéticos	69
2.3.4.5. Bombas	70
2.4. Programación visual	73
2.4.1. Labview	73
2.4.1.1. Programación grafica	73
2.4.1.2. Principales características	74
2.4.1.3. Toolkit PID and Fuzzy Logic	75
2.4.1.4. Paneles remotos en labview	75
2.4.1.5. Sistemas de comunicación	76
2.4.1.6. Puerto USB	78
2.5. Medidores de nivel	81
2.5.1. Capacidad y capacitancia	81
2.5.2. Medidores de nivel	81
2.5.2.1. Sensor ultrasónico	82
2.5.2.2. Eco (tiempo de retorno)	82
2.6. Control de temperatura	83
2.6.1. Sistemas térmicos	83
2.6.1.1. Resistencia y capacitancia térmica	83
2.6.1.2. Sistema térmico	84
2.6.2. Tipos de sensores de temperatura	86
2.6.3. Sensor de temperatura de precisión LM35	88
2.6.4. Actuador: Calentador de inmersión	89
2.7. Estrategia de control	89
2.7.1. Sistema en lazo abierto	89
2.7.2. Sistema de lazo cerrado	90
2.7.3. Control todo o nada	91
2.7.4. Control PID	91
2.7.5. Control optimo	91
2.7.5.1. Control óptimo cuadrático continuo	92
CAPITULO 3	96
3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE HARDWARE DEL SISTEMA	97

3.1.	Diseño, construcción e implementación mecánica.....	97
3.1.1.	Descripción de los equipos.....	97
3.1.1.1.	Selección de equipos.....	99
3.1.1.2.	Selección de los sensores	99
3.1.1.3.	Selección de los actuadores	100
3.1.1.3.1.	Válvulas solenoides.....	100
3.1.1.4.	Selección de elementos de fuerza	100
3.1.1.4.1.	Magneto térmico	100
3.1.1.4.2.	Dimensionamiento del contactor	101
3.1.2.	Diseño e implementación del equipo	101
3.1.2.1.	Diseño e implementación Tanque Reactor	101
3.1.2.2.	Diseño e implementación estructura metálica	107
3.2.	Diseño e implementación electrónica y eléctrica	109
3.2.1.	Sistema de fuerza de la bomba centrífuga.....	110
3.2.1.1.	Módulo circuito de fuerza.....	110
3.2.1.2.	Magneto térmica	110
3.2.1.3.	Contactor.....	112
3.2.2.	Válvulas solenoides.....	116
3.2.2.1.	Elementos para el circuito de fuerza	117
3.2.2.2.	Solenoides.....	118
3.2.3.	Sistema de acondicionamiento para la resistencia eléctrica.....	118
3.2.3.1.	Resistencia calentadora	119
3.2.3.2.	Diseño y construcción circuito de acondicionamiento y PCB	120
3.2.3.3.	Diagrama de interconexión	122
CAPÍTULO 4		123
4.	ESCRITURA, CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL SOFTWARE.....	124
4.1.	Escritura del firmware en el chip atmega del arduino 2560.....	124
4.1.1.	Toolkit Linx LabVIEW MakerHub	124
4.1.2.	Escritura del firmware	125
4.2.	Configuración del Arduino mega 2560 en Labview	128

4.2.1.	Configuración de conexión	128
4.2.1.1.	Conexión Abierta	129
4.2.1.2.	Conexión Cerrada	129
4.2.2.	Configuración de Entrada	130
4.2.2.1.	Configuración del Sensor de Temperatura	130
4.2.2.2.	Configuración del Sensor de Color.....	132
4.2.2.3.	Configuración del Sensor Ultrasónico	135
4.2.3.	Configuración de Salida.....	138
4.2.3.1.	Configuración de los motores	138
4.2.3.2.	Configuración de la Resistencia.....	139
4.2.3.3.	Configuración de las Válvulas	140
4.2.3.3.1.	Válvula 220 Ac.....	140
4.2.3.3.2.	Válvula 12 dc	141
4.2.3.4.	Configuración del Electrobomba.....	142
4.3.	Programación en Labview	143
4.3.1.	Diagrama de Bloques	143
4.3.2.	Control Óptimo	143
4.3.3.	Secuencia del sistema.....	152
4.3.3.1.	Llenado de Aceite	155
4.3.3.2.	Metoxido	156
4.3.3.3.	Reactor	157
4.3.3.4.	Enfriamiento	158
4.3.3.5.	Llenado Tanque Lavado	159
4.3.3.6.	Tiempo de Separación.....	160
4.3.3.7.	Numero Lavadas	161
4.3.3.8.	Salida Biodiesel	164
4.4.	Diseño de la Interfaz en Labview	164
4.4.1.	Interfaz	164
4.4.2.	Partes de la Interfaz	170
4.4.2.1.	Configuración del Proceso y control Óptimo	170
4.4.2.2.	Gráfica del Proceso	171
4.4.2.3.	Frecuencia del sensor de color	172

4.4.2.4. Variables del proceso	172
4.4.2.5. Retardos del proceso	173
4.4.2.6. Visualización de Soluciones químicas	173
4.4.2.7. Tiempo de extracción de biodiesel	173
4.4.2.8. Comunicación con Arduino	174
4.4.2.9. Inicializando el proceso	174
4.4.2.10. Etapas del proceso	175
4.4.3. Diseño Final	176
CAPITULO 5	177
5. EVALUACION DEL SISTEMA DESARROLLADO.....	178
5.1. Pruebas eléctricas.	178
5.2. Pruebas de hardware.....	178
5.2.1. Prueba de funcionamiento del sensor de nivel ultrasónico	179
5.2.2. Prueba del sensor de temperatura.....	179
5.2.3. Prueba de la resistencia eléctrica.....	180
5.2.4. Pruebas con el sensor de color	180
5.3. Pruebas de Software	181
5.4. Evaluación Software.....	182
5.4.1. Evaluación de la Secuencia	182
5.4.2. Evaluación Control Óptimo	183
5.4.2.1. Comparación resultados control optimo con PID simulado.....	183
5.4.3. Evaluación de comunicación de software	186
5.5. Evaluación de los resultados de biodiesel y glicerina	187
5.5.1. Comparación según norma técnica peruana B1002 (NTP) y norma americana	187
CAPÍTULO 6	189
6. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	190
6.1. Actuadores y sensores.	190
CONCLUSIONES	194
RECOMENDACIONES.....	195
BIBLIOGRAFÍA	196

ANEXOS	201
ANEXO N°1. PLANOS DE DISEÑO	202
ANEXO N°2. DATA SHEET	209
ANEXO N°3. NORMA DE CALIDAD DEL BIODIESEL	256



ÍNDICE DE TABLAS

	Págs.
Tabla 1. Descripción de materiales	35
Tabla 2. Descripción	36
Tabla 3. Arduino Mega tabla de asignación de pines	44
Tabla 4. Características micro controlador ATMEGA 2560	49
Tabla 5. Interfaz de comunicación más populares.....	77
Tabla 6. Características sensores de temperatura	86
Tabla 7. Comparación de sensores de temperatura.....	87
Tabla 8. Descripción de los Equipos	98
Tabla 9. Características de un termo magnético	111
Tabla 10. Características de los solenoides utilizados	116
Tabla 11. Tabla lista de componentes para circuito de acondicionamiento	120
Tabla 12. Escalada del sensor en litros	179
Tabla 13. Medidas escaladas para el sensor de temperatura.....	179
Tabla 14. Medidas comparadas (Labview e multímetro)	180
Tabla 15. Costo de actuadores y sensores.....	190
Tabla 16. Costo de motores	190
Tabla 17. Costo de válvulas.....	191
Tabla 18. Costo del tanque reactor y armazón.....	191
Tabla 19. Costo de material PVC	192
Tabla 20. Costo de accesorios electrónicos	192
Tabla 21. Costo de dispositivos electrónicos.....	193
Tabla 22. Costo de la implementación del circuito cruce por cero.....	193

ÍNDICE DE FIGURAS

	Págs.
Figura 1 Combustible biodiesel	27
Figura 2. Transesterificación	29
Figura 3. Diagrama de flujo del proceso.....	33
Figura 4. Tanque reactor.....	34
Figura 5. Proceso del biodiesel	34
Figura 6. Reactor discontinuo o batch	37
Figura 7 Reactor continuo en estado estacionario	37
Figura 8. Recipientes y contenedores para aceite vegetal	38
Figura 9. Recipiente contenedor	38
Figura 10. Familia Atmega y sus características	42
Figura 11. Atmega 2560 mapeo de pines	43
Figura 12. Prototipo de Arduino	47
Figura 13. Arduino mega 2560.....	48
Figura 14. Módulo relay de 8 canales.....	55
Figura 15. Circuito Modulo relay 8 canales	56
Figura 16. Funcionamiento de sensor	57
Figura 17. Sensor inductivo	58
Figura 18. Sensor capacitivo.....	59
Figura 19. Potenciómetro.....	61
Figura 20. Final de carrera.....	62
Figura 21. Sensor ultrasónico	63
Figura 22. Diagrama de tiempo	64
Figura 23. Sensor magnético	64
Figura 24. Encoder.....	65
Figura 25. Sensor de temperatura LM35	66
Figura 26. Actuador neumático	67
Figura 27. Cilindro hidráulico	68
Figura 28. Actuadores lineales.....	69
Figura 29. Relevadores	69
Figura 30. Clasificación de bombas.....	70

Figura 31. Bomba reciprocante.....	71
Figura 32. Bomba centrífuga	72
Figura 33. Bomba periferica	73
Figura 34. Panel remoto.....	75
Figura 35. Interfaz con plataformas embebidas comunes.....	78
Figura 36. Puerto USB.....	79
Figura 37. Características puerto USB	79
Figura 38. Versiones puerto USB	80
Figura 39. Diagrama de bloques del FT232	80
Figura 40. Capacidad y capacitancia	81
Figura 41. Sensor ultrasónico	82
Figura 42. Sistema de nivel de líquido	85
Figura 43. Sensor LM35.....	88
Figura 44. Calentador de líquidos por inmersión	89
Figura 45. Sistema de control lazo abierto	90
Figura 46. Sistema de control de lazo cerrado.....	90
Figura 47 Diagrama de bloques del sistema de control óptimo.....	93
Figura 48. Esquema planta producción biodiesel	99
Figura 49. Volumen del cilindro.....	102
Figura 50 Volumen del casquete esférico.....	103
Figura 51. Volumen del sector esférico	104
Figura 52. Vista frontal.....	105
Figura 53. Altura del agitador.....	106
Figura 54. Vista superior	106
Figura 55. Vista frontal de armazón	107
Figura 56. Vista frontal con contenedores	108
Figura 57. Vista diagonal del armazón con contenedores	108
Figura 58. Diagrama de implementación eléctrica e electrónica.....	109
Figura 59. Termo magnético Contactores.....	110
Figura 60. Simbología:	111
Figura 61. Contactor	112
Figura 62. Simbología:	113

Figura 63. Esquema y cableado	113
Figura 64. Esquema circuito de fuerza eléctrico.....	114
Figura 65. Esquema circuito de mando eléctrico.....	115
Figura 66 Foto del solenoide	117
Figura 67. Esquema circuito de fuerza y mando	118
Figura 68. MOC3041	119
Figura 69. Resistencia calentadora	120
Figura 70. Circuito de acondicionamiento cruce por cero (MOC3041).....	121
Figura 71. Diseño de PCB	121
Figura 72. Ubicación de los componentes	121
Figura 73. Figura detalle de ubicación de los componentes en el circuito impreso Diseño final	122
Figura 74. Esquema para la activación de la resistencia eléctrica	122
Figura 75. Imagen del LINX de LABVIEW	124
Figura 76. Herramientas de LINX	125
Figura 77. Librerías de LINX	125
Figura 78. Ubicación del LINX Firmware Wizard.....	126
Figura 79. Selección del Arduino donde se cargara el firmware.....	126
Figura 80. Selección del puerto	127
Figura 81. Versión del Firmware	127
Figura 82. Cargando el firmware al arduino.....	128
Figura 83. Escritura del firmware completa	128
Figura 84. Inicializar y cerrar una conexión con el Arduino	129
Figura 85. Configuración de Serial Port y sus terminales	129
Figura 86. Cerrando conexión con el Arduino y sus terminales.....	130
Figura 87. Ubicación del objeto de lectura analógica en linx.....	130
Figura 88. Terminales de lectura analogica	131
Figura 89. Configuración de pin del sensor de temperatura	131
Figura 90. Ubicación del objeto escritura digital en linx.....	132
Figura 91. Escritura digital y sus terminales.....	132
Figura 92. Frecuencias del sensor de color	133
Figura 93. Configuración de pines del sensor de color.....	133

Figura 94. Ubicación del objeto de lectura digital con pulse width en linx	134
Figura 95. Lectura digital con pulse width y sus terminales	134
Figura 96. Configuración de pin de Lectura digital con pulse width	135
Figura 97. Ubicación del objeto sensor ultrasónico en linx.....	135
Figura 98. Terminales del sensor ultrasonico	136
Figura 99. Lectura del sensor ultrasónico de lavado	137
Figura 100. Tanque lavado	137
Figura 101. Lectura del sensor ultrasónico del reactor	138
Figura 102. Tanque reactor	138
Figura 103. Configuración de pines del motor metoxido	139
Figura 104. Configuración de pines del motor reactor	139
Figura 105. Configuración de pines para la resistencia	140
Figura 106. Configuración de pines de la válvula salida reactor.....	140
Figura 107. Configuración de pines de la válvula de biodiesel	141
Figura 108. Configuración de pines de la válvula de glicerina	141
Figura 109. Configuración de pines de la válvula de agua	142
Figura 110. Configuración de pines de entrada de la válvula de lavado	142
Figura 111. Configuración de pines de la electrobomba	143
Figura 112. Esquema para hallar el modelo matemático.....	144
Figura 113. Diagrama de bloques	145
Figura 114. Diagrama de bloque representado en labview.....	146
Figura 115. Diagrama de ecuación para el proceso	146
Figura 116. Implementación de la primera ecuación.....	147
Figura 117. Implementación de la segunda ecuación	148
Figura 118. Aplicando la función parallel a las dos ecuaciones y extrayendo ecuación de estado.....	148
Figura 119. Vista del diagrama de bloques final	149
Figura 120. Vista de las ecuaciones en el panel frontal.....	149
Figura 121. Obteniendo la ganancia optima de la ecuación de estados.....	150
Figura 122. Vista final del diagrama de bloques con la ganancia	150
Figura 123. Obtención de la ecuación de la recta	151
Figura 124. Implementación de la ecuación de la recta.....	152

Figura 125. Resultado de la implementación del proceso de control optimo.....	152
Figura 126. Ubicación del control Ring Enum	153
Figura 127. Propiedades del control Ring Enum e insertando items.....	153
Figura 128. Insertando ítems en control Ring Enum	154
Figura 129. Ubicación de case Structure y conectado a un control Ring Enum.....	154
Figura 130. Implementación de llenado de aceite en Labview.....	155
Figura 131. Implementación de Metoxido en labview	156
Figura 132. Implementación del reactor en labview.....	157
Figura 133. Propiedades del Control & Simulation Loop	158
Figura 134. Implementación del proceso de control optimo dentro del Control & Simulation Loop en Labview	158
Figura 135. Implementación de la etapa de Enfriamiento en Labview	159
Figura 136. Implementación de llenado de tanque de lavado en labview	160
Figura 137. Implementación de tiempo de separación en Labview	160
Figura 138. Implementación de lectura del sensor de color en labview.....	161
Figura 139. Implementación de la detección de biodiesel en Labview	162
Figura 140 Implementación del Entrada de agua en Labview.....	163
Figura 141. Implementación del tiempo de reposo en Labview	163
Figura 142. Implementación de la salida de biodiesel en labview	164
Figura 143. Ubicación de DSC Module en Labview.....	165
Figura 144. Ventana de Image Navegator	165
Figura 145. Animación con 2 objetos.....	166
Figura 146. Ubicación de Customize en un control Boolean	166
Figura 147. Ventana donde personalizaremos el control Boolean	167
Figura 148. Cambiar a modo personalizado	167
Figura 149. Copy to Clipboard	168
Figura 150. Import Picture From Clipboard	168
Figura 151. Cambiar a modo editar	169
Figura 152. Copy to Clipboard e Import Picture From Clipboard.....	169
Figura 153. Simulación sin pulsar el control	170
Figura 154. Simulación pulsando el control	170
Figura 155. Configuración del Proceso y control Óptimo.....	171

Figura 156. Gráfica del Proceso	171
Figura 157. Frecuencia del Sensor de Color	172
Figura 158. Variables del proceso	172
Figura 159. Tiempos del Proceso	173
Figura 160. Visualización de soluciones químicas	173
Figura 161. Tiempo de extracción de biodiesel	174
Figura 162. Configuración de Serial Port e Menú	174
Figura 163. Start y Stop del proceso	175
Figura 164. Etapas de la Interfaz del proceso	175
Figura 165. Diseño final	176
Figura 166. Pruebas eléctricas	178
Figura 167. Sensor de Color	181
Figura 168. Pruebas de Software	182
Figura 169. Ecuación en paralelo del sistema	183
Figura 170. Ecuación en serie del sistema	184
Figura 171. Ecuacion de retroalimentacion del sistema	184
Figura 172. Función de transferencia del PID	184
Figura 173 Implementación de PID en diagrama de bloques en labview	185
Figura 174. Tiempo de establecimiento 7.5 segundos en control óptimo	185
Figura 175. Tiempo de establecimiento 10 segundos en control PID	186
Figura 176. Linx	186
Figura 177. Obtención de biodiesel y glicerina	187
Figura 178. Pasos para el análisis del biodiesel	188

INTRODUCCIÓN

La ingeniería electrónica como ciencia abarca diferentes campos como la automatización, la cual nos permite modernizar o implementar sistemas de control que mejore las necesidades del proceso. es por eso que presentamos el proyecto, orientado a un DISEÑO DE UN PROTOTIPO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL Y GLICERINA UTILIZANDO ACEITES RESIDUALES Y APLICANDO UN CONTROL MODERNO OPTIMO ,donde el producto adquirido como combustible sea utilizado en diferentes maquinas motorizadas permitiendo principalmente la disminución de la contaminación del ambiente así como el grado de eficiencia para el motor. Para plasmar este objetivo se realizó una minuciosa investigación sobre la obtención de biodiesel teniendo como materia prima el aceite reciclado de cocina.

La planta piloto de biodiesel permitirá obtener el producto de manera eficiente y optima permitiendo alcanzar las normas técnicas de calidad para biodiesel (ASTM D6751-07), norma peruana (NTP321.003-2005).

Para el diseño eléctrico, mecánico, electrónico y control fue necesario conocer el proceso de esterificación química, diseño del tanque reactor, estrategias de control optimo, instrumentación y conocimiento sobre el uso del sistema Arduino.

La tesis cuenta con 5 capítulos: El capítulo I se refiere a la fundamentación, el capítulo II al desarrollo del marco teórico, capítulo III diseño e implementación de hardware del sistema, capítulo IV escritura, configuración y programación de software, capítulo V evaluación de sistemas desarrollado, capítulo VI análisis económico resultado y conclusiones.

Para incorporar los componentes a la planta, se realizaran previamente un análisis de sus características y especificaciones técnicas y compatibilidad de aplicaciones y marcas como son el variador de velocidad, el tipo de comunicación industrial, el tipo de electrobomba ya sea monofásica o trifásica, etc. Tomando en cuenta también los diferentes cálculos matemáticos para el diseño de nuestros tanques la velocidad de caudal, el tipo de fluido y su densidad para así tener una máxima respuesta del proceso.



CAPITULO 1

1. FUNDAMENTACIÓN

1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La contaminación ambiental y atmosférica vienen provocando un déficit en la calidad de vida de la persona, provocada por la disipación de dióxido de carbono emitida mayormente por el parque automotor así como el aceite residual que es arrojado en su mayoría al desagüe, contaminando el suelo y los ríos, donde su desperdicio incrementa el problema. Es posible recolectar la cantidad necesaria de aceite residual de cocina a través de proveedores como son los restaurantes, chifas y salchipapería, etc. Y convertirla en un combustible ecológico y así minimizar la contaminación que producen los aceites residuales.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Se ha comprobado que el biodiesel es un biocombustible ecológico que reduce considerablemente las emisiones de partículas contaminantes, gases de la atmósfera y por tener la particularidad de poseer oxígeno en su composición química. Por tanto el biodiesel posee una combustión más completa que el diesel del petróleo cuyo objetivo es garantizar la disminución de la dependencia de la gasolina y el diesel del petróleo. El sector transporte es un principal factor contaminante de la atmósfera mediante las emisiones del CO₂. En investigaciones se demostraron que el CO₂ aumentado desde 280 ppm (partes por millón) hasta 379 ppm en la atmósfera, debido a la oxidación del carbono orgánico. En el Perú tenemos un 69% de emisiones de gas, un combustible ecológico como el biodiesel reduce las emisiones de estas partículas sólidas menores a 10 micrones (PM₁₀), óxidos de azufre y monóxido de carbono, peligrosos agentes contaminantes. Según la agencia de protección en Environmental Protection Agency (EPA 2002) en su estudio de investigación concluyeron que utilizando biodiesel en vehículos se obtuvo un 47% de reducción en las emisiones de estas particular contaminantes.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Debido a que los métodos clásicos para obtener el biodiesel y glicerina teniendo en cuenta la calidad y el tiempo, se realizan de forma manual o mecánica, no llegan a ser muy eficientes. Y la contaminación ambiental provocada por el desecho de materias orgánicas como el aceite residual y el dióxido de carbono emitido por el parque automotor.

Se plantea diseñar una planta prototipo para la producción de biodiesel automatizado aplicando un control moderno óptimo para mejorar la calidad y el tiempo de producción eficientemente, y llevar esta tecnología a la aplicación en pequeñas empresas dedicadas a su producción y obtener beneficios con la reducción de la contaminación ambiental fomentando el reciclaje de aceite desechado para luego ser utilizado como materia prima para producir biodiesel.

1.4. HIPÓTESIS

Es posible implementar un control avanzado óptimo y garantizar la producción de biodiesel de calidad aprovechando aceites residuales de cocina.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivos generales.

- Diseñar e implementar una planta prototipo de control avanzando en software para controlar y supervisar el proceso de producción de biodiesel y glicerina.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Automatizar el proceso de producción de biodiesel.
- Medir y monitorear las variables que intervienen en el proceso de producción.
- Adquirir y analizar los datos en cada etapa del proceso.
- Diseñar el Sistema de Control, comunicación y Supervisión para la producción de biodiesel mediante la utilización de dispositivos electrónicos.
- Obtener una visualización, en tiempo real sobre la gestión y

supervisión del proceso.

- Diseñar y calcular (medidas, formas de los tanques, del reactor tomando en cuenta la cantidad de producción).
- Realizar las pruebas de funcionamiento de la planta y el biodiesel obtenido.

1.6. ALCANCES

Implementar una planta piloto de biodiesel automatizado el cual tenga un sistema de control y monitoreo, se pretende también que sea adaptable a cualquier medio, sencillo de manejar, funcional y pueda ser modificable. Con este módulo se pretende alcanzar las características necesarias a una planta industrial; obtener el mismo producto pero con una producción a pequeña escala. Donde controlemos variables de nivel, temperatura y color; e impulsar el uso de energías alternativas ecológicas provenientes de materias primas renovables. El cual contribuya con la disminución de la contaminación ambiental.

1.7. VARIABLES

1.7.1. Variables independientes.

- Temperatura ambiente
- Calor total

1.7.2. Variables dependientes.

- Temperatura acumulada



CAPITULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Proceso de Dosificación-Mezclado Industrial

2.1.1. Biodiesel

El biodiesel es un combustible ecológico que se asemeja al diesel del petróleo, por ser un biocombustible que tiene la propiedad de reducir los efectos contaminantes en un 100% en las emisiones de CO₂ y de hollín en un 60% aplicada aun biodiesel puro, como muestra la Figura 1 [1]

Figura 1
Combustible biodiesel



Fuente: Elaboración propia

2.1.1.1. Aplicaciones

A. Antecedentes del Biodiesel

El biodiesel puede ser utilizado en su forma pura (B100) o puede ser combinado con el petróleo diesel en cualquier proporción para la mayoría de las maquinarias diesel modernos. La lubricidad del biodiesel puro en comparación con el biodiesel convencional es una ventaja que contribuye a la larga vida del inyector de combustible. Una ventaja que se puede notar es la reducción del ruido del motor y una buena combustión.

B. Obtención del biodiesel

Todo aceite está compuesto por ácidos grasos libres, fosfolípidos, esteroides, agua y otras impurezas. Por tanto, constituyen la materia prima para la producción de biodiesel, el aceite no puede ser usado directamente como combustible en el motor. Por lo que el aceite pasa por una modificación química denominada transesterificación, pirólisis o emulsificación. Entre ellas, la transesterificación, que es el proceso más importante para producir un combustible a partir de aceite vegetal, que sea limpio y no ocasione daños ambientales [2].

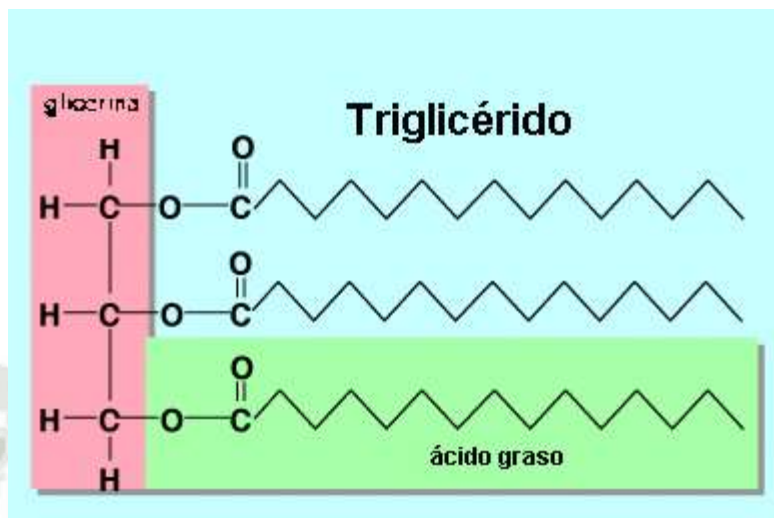
2.1.1.2. Aceites y Grasas

La explotación industrial de los aceites y las grasas tanto para el sector alimenticio como el óleo químico, se basa en la combinación química de los mismos más reactivos. Los aceites vegetales están constituidos principalmente por triglicéridos (triesteres) que son moléculas resultantes de la esterificación de la glicerina o glicerol (trialcohol) con tres moléculas de ácidos grasos. El grupo carboxilo, los enlaces dobles y otros grupos funcionales presentes.

En relación con el grupo carboxilo, las reacciones más importantes son aquellas que involucra la conversión de esteres en ácidos grasos o viceversa. Tales reacciones describen procesos de equilibrio y generalmente son catalizadas.

Di glicéridos, mono glicéridos y triglicéridos y ácidos de cadena larga llamados ácidos grasos. La mayoría de los aceites y grasas son triglicéridos mixtos, pues tienen dos o tres ácidos grasos diferentes como se muestra en la Figura 2 [2].

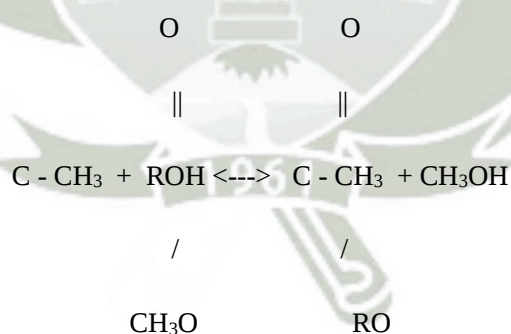
Figura 2.
Transesterificación



Fuente: Biodiesel producción calidad y caracterización [2]

2.1.1.3. Transesterificación.

La transesterificación es un proceso donde se intercambia el grupo alcoxi (OR) de un éster (aceite) por un alcohol (OH). Frecuentemente catalizadas mediante la adición de un ácido o una base o enzimas. Para producir biodiesel (se emplea aceites vegetales o grasas animales), y poliéster [2].



(Éster + alcohol $\rightleftharpoons$ éster diferente + alcohol diferente)

2.1.1.4. Alcohol.

Se emplea alcohol metílico y dependiendo de la clase de aceite se emplea 160 y 110 mililitros de metanol por litro de aceite con un 95% de pureza. Por tanto se requiere un 15% ó 20% aproximadamente del volumen de aceite a procesar. El alcohol hierve a 64,7°C pero empieza a evaporarse mucho antes. Al disminuir la proporción de la mezcla con la evaporación, el punto de ebullición aumenta por lo que hay que seguir calentando y se siga evaporando, cuando llega a 100°C empieza a formarse espuma y hay que parar, ahora mostraremos las características del metanol utilizado como se muestra en la tabla 1 [3].

Tabla 1

Características del metanol

Fórmula química	CH ₃ OH
Concentración	99.5%
Densidad relativa a 25°C	0.79%
Temperatura de inflamación	12 °C
Temperatura de ebullición	64.7 °C
Residuos a la evaporación	0.001%
Acetona aldehídos	0.002%
Acidez (como HCOOH)	0.002%
Alcalinidad (como NH ₃)	0.003%

Fuente: Elaboración propia

2.1.1.5. Catalizador

Los catalizadores más usados son el hidróxido de sodio (NaOH, soda cáustica) o hidróxido de potasio (KOH, potasa cáustica) de grado industrial. Se usa el hidróxido de potasio porque tiene ventajas al disolverlo en el alcohol pues favorece una transformación más completa del aceite en biodiesel, por si se desee purificar la glicerina para su venta con aceite de cocina usado, debemos usar mayor cantidad de catalizador para poder neutralizar los ácidos grasos libres. El NaOH es más fácil de conseguir y barato y se disuelve en metanol con mucha más facilidad, ahora mostraremos las características del catalizador utilizado como se muestra en la tabla 2 [3].

Tabla 2

Características del catalizador

Pureza (KOH)	88%
Carbonato de potasio (K_2CO_3)	0.3%
Materia insoluble	< 30.0 ppm
Cloro (Cl)	< 0.0005%
Hidróxido de amonio	0.02%
Metales pesados (como Ag)	0.0005%
Sodio (Na)	0.03%

Fuente: Elaboración propia

2.1.1.6. Agua

Después de su reacción, el biodiesel está saturado de contaminantes. La mayoría de los productores caseros usa el agua para limpiar estos contaminantes este método tiene su ventaja y su desventaja y su utilidad dependerá de su recurso y el tiempo disponible para su producción. La purificación del biodiesel de la reacción de transesterificación incluye varias etapas de lavado con agua a fin de remover los remanentes de catalizador y metanol presentes. El porcentaje de agua utilizado es $\frac{1}{4}$ de la producción total de biodiesel [3].

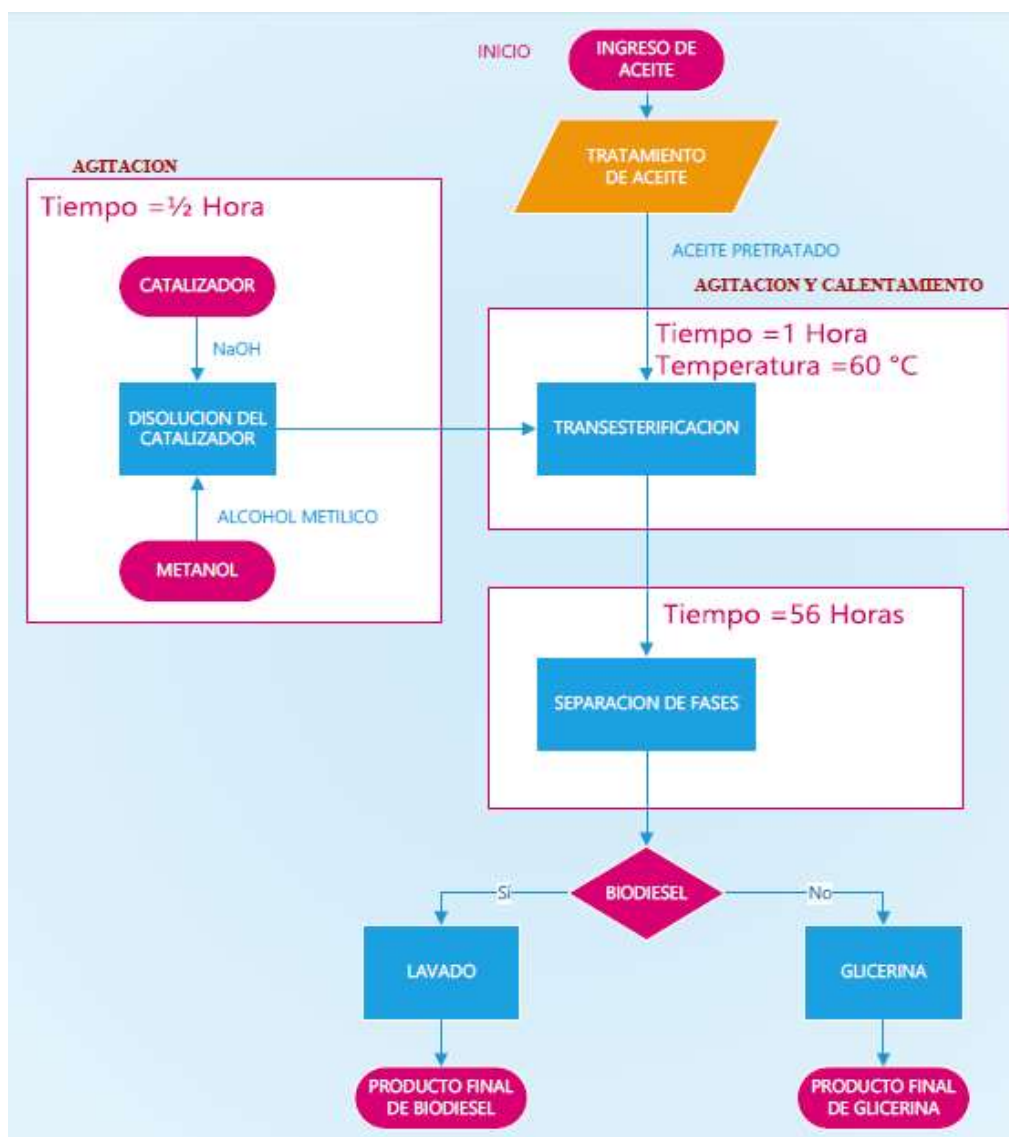
2.1.2. Proceso

Después de revisar algunos documentos bibliográficos recopilados acerca del proceso de obtención de biodiesel, se planea iniciar la experimentación con aceite comestible de cocina sin usar, metanol y sosa cáustica (Hidróxido de Sodio). En lo que se refiere a las variables físicas del proceso, se estableció: tiempo de agitación de 20 a 30 minutos máximo, tiempo de separación de 56 horas máximo y, la reacción se llevara a cabo a temperatura ambiente. Tomamos algunos criterios para la obtención del producto, como se muestra en la Figura 3.

- Usar equipos de protección personal (guantes, lentes, mandil).
- Medir la cantidad de aceite necesaria y verterla al tanque.
- Medir el alcohol y vaciarlo en otro tanque.
- Calcular la cantidad del catalizador y añadirlo al alcohol.
- Mezclar alcohol-catalizador hasta que este se disuelva completamente en otro tanque.
- Agregar cuidadosa y lentamente, el metóxido al aceite.
- Agitar mezclar durante 30 minutos a la temperatura especificada.
- Dejar reposar durante 56 horas.
- Separar los productos obtenidos (biodiesel y glicerina) por decantación.
- Medir la cantidad de cada uno de los productos obtenidos.
- Determinar el número de pH del biodiesel.

- Determinar la densidad del biodiesel.
- Tomar nota de la apariencia del biodiesel y la glicerina, así como las observaciones hechas durante el experimento.

Figura 3.
Diagrama de flujo del proceso



Fuente: Elaboración propia.

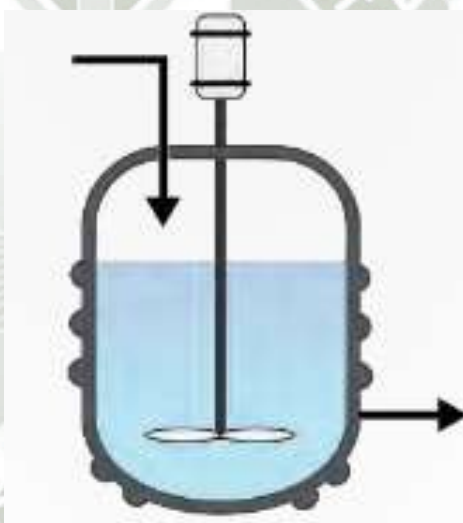
2.1.2.1. Diseño físico

Para el diseño planeamos utilizar 3 contenedores o tanques para almacenamiento de insumos químicos y de reactor. Las cuales, describiremos las partes.

Los tanques de almacenamiento tienen que ser de acero inoxidable puede ser un cilindro vertical dependiendo de la cantidad de producción que tenga una tapa y un Suncho, que servirán para limpiar y eliminar los restos de sólidos que queden en el aceite después de filtrarlo. Se diseñará y construirá un reactor para generar biodiésel a pequeña escala de aceites residuales. Los tanques utilizados al reactor serán dos. El primero es el tanque de metóxido, que es donde se preparará el catalizador, y el segundo es el reactor en sí, donde se realizara el proceso de la transesterificación como se muestra en la Figura 3. Finalmente, para seguridad de los equipos, se cuenta con fusibles, uno para cada motor y uno para la resistencia que ira dentro del reactor principal. En la Figura 4 se muestra el proceso de biodiesel.

Figura 4.

Tanque reactor



Fuente: Reactores químicos y bioquímicos [4]

Figura 5.

Proceso del biodiesel



Fuente: Manual de combustibles [5]

2.1.2.2. Detalles de los componentes

Descripción de los materiales como muestra la tabla 3:

Tabla 3.

Descripción de materiales

Descripción	Material
Tanque de aceite	Acero inoxidable
Tanque de metanol	Acero inoxidable
Tanque de metóxido	Acero inoxidable
Reactor	Acero inoxidable
Decantador	Acero inoxidable
Tanque de lavado	Polietileno
Electrobomba	Acero inoxidable
Panel eléctrico	Caja metálica

Fuente: EPA 1993

2.1.2.3. Reactores

La reacción de transesterificación para producir biodiesel se propicia en el reactor. Durante el tiempo de reacción se mantiene la mezcla en agitación, así como a la temperatura dentro del intervalo especificado. El tiempo de reacción y de agitación es de 25 minutos.

a. Reactores ideales

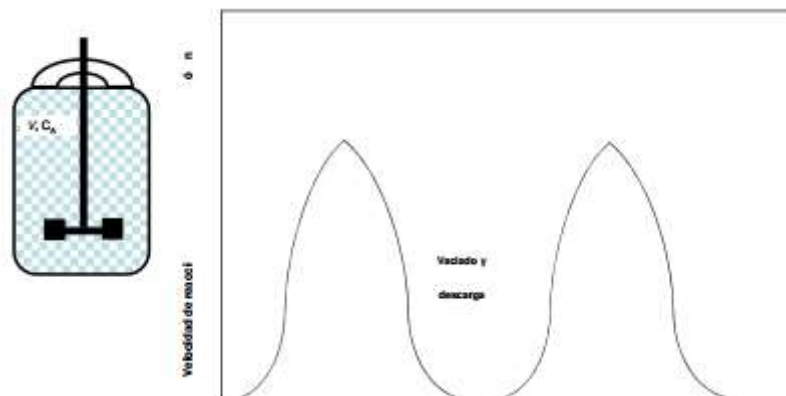
La clasificación se basa en como varia la velocidad de reacción como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4.
Descripción

Reactor discontinuo	Reactor continuo
Es adecuado para trabajar con volúmenes de producción menores	Es adecuado para la producción de grandes cantidades de productos durante un tiempo muy largo
Se puede emplear en diferentes tipos de reacciones	No se puede emplear para cualquier sistema. Se emplea para el sistema para el cual ha sido diseñado
Su mantenimiento es económico	Su mantenimiento es de alto costo
El proceso se puede detener, para limpiar fácilmente el reactor.	Se detiene en tiempos largos, el proceso de reacondicionamiento generalmente es costoso

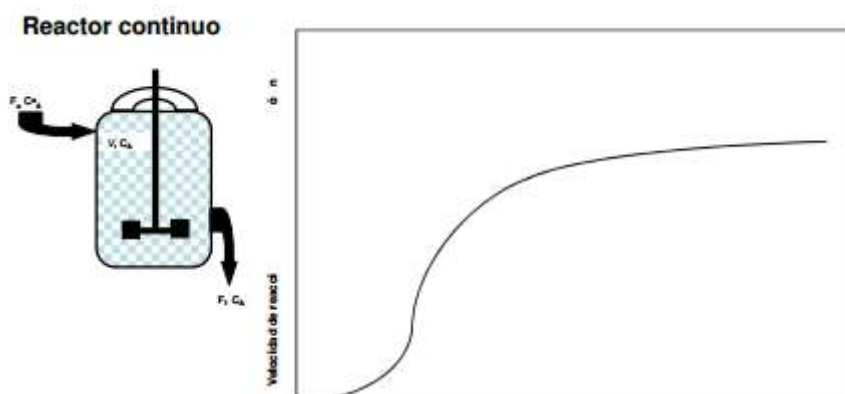
Fuente: Elaboración propia

Figura 6.
Reactor discontinuo o batch



Fuente: Reactores químicos y bioquímicos [4]

Figura 7
Reactor continuo en estado estacionario



Fuente: Reactores químicos y bioquímicos [4]

b. Recipiente contenedor de aceite

Para almacenar el aceite vegetal se diseñara un recipiente de lámina de acero inoxidable.

Figura 8.
Recipientes y contenedores para aceite vegetal



Fuente:

http://www.kegsmanufacturing.com/contenedores_acero_inox_alimentos_fabrica_tanques_bebidas.htm

c. Recipiente contenedor de metóxido

A la mezcla de metanol y sosa cáustica se le conoce como metóxido, el cual estará contenido en un recipiente de lámina de acero inoxidable.

Figura 9.
Recipiente contenedor



Fuente: http://www.kegsmanufacturing.com/contenedores_acero_inox_alimentos_fabrica_tanques_bebidas.htm

2.2. Fundamentos de automatización

2.2.1. Introducción

La automatización ha desempeñado un papel muy importante en el avance de la ingeniería y la ciencia, convirtiéndose en una parte importante de sistemas espaciales, robóticos y en proceso modernos de fabricación industrial que requiera el control de temperatura, presión, humedad, flujo, etc. De la misma manera eliminando la necesidad de operaciones humanas [6].

2.2.2. Microcontrolador

Es un dispositivo electrónico programable capaz de realizar tareas que el usuario programe está formado por:

- Memorias volátiles (RAM) para datos.
- CPU (Unidad de procesamiento central).
- Memorias no volátiles (ROM, PROM, EPROM) para escribir el programa.
- Líneas de entrada y salida para [7] comunicarse con el exterior.
- Algunos periféricos (comunicación serial, temporizador, convertidor A/D, etc...) [8].

Es un computador integrado en un solo chip. Los microcontroladores forman parte de los circuitos de un televisor un auto un teléfono, una impresora, un horno microondas, un transbordador espacial, juguetes, etc.

Los microcontroladores tienen su uso:

- En la industria del automóvil: control de los motores, regulador, alarmas, etc.

- En la industria de electrodomésticos: control de calefacción cocinas eléctricas, lavadoras, etc.
- En la informática: Controlador de periféricos, módems, etc.
- En la industria: Automatismos, robótica, reguladores de velocidad, niveles, temperatura [9].

2.2.2.1. Principales fabricantes

Los fabricantes de microcontroladores son más de 50 pero podemos mencionar a:

- Atmel.
- Motorola.
- Intel.
- Microchip.
- Nec.
- Hitachi.
- Mitsubishi.
- Philips.
- Matsushita.
- Toshiba.
- Zilog.
- Siemens.
- Etc.

2.2.3. Microcontrolador Atmega

ATMEL fabrica microcontroladores de la familia AVR y proporciona todos los beneficios habituales de arquitectura RISC y memoria flash Reprogramable eléctricamente. La característica que los identifica a estos microcontroladores de ATMEL es la memoria flash y eeprom que incorpora. AVR compite con varias familias de microcontroladores bien establecidas en el mercado, tales como 8051 de Intel, 68HC11 de motorola

y la familia PIC de Microchip. El diseño AVR de ATMEL difiere de los demás microcontroladores de 8 bits por tener mayor cantidad de registros (32) y un conjunto ortogonal de instrucciones. AVR es mucho más moderna que su competencia. Por ejemplo, los 8051, 6805 y los PIC, se los arreglan con un único acumulador, los 658HC11 y 68HC12 tienen simplemente 2. Esto hace que la arquitectura AVR sea más fácil de programar a nivel de lenguaje ensamblador y que sea fácil de optimizar con un compilador. El gran conjunto de registros disminuye la dependencia respecto a la memoria, lo cual mejora la velocidad y disminuye las necesidades de almacenamiento de datos. Además casi todas las instrucciones se ejecutan en 1 ó 2 ciclos de reloj versus 5-10 ciclos de reloj para los chips 8051, 6805, 68HC11 y PIC. Adicionalmente, ATMEL también proporciona en línea el entorno software (AVR estudio) que permite editar, ensamblar y simular el código fuente. Una vez ensamblado y depurado el código fuente del programa, se transferirá el código máquina a la memoria flash del microcontrolador.

Los tipos de encapsulado del microcontrolador de atmega presenta desde 28 pines hasta 100 pines, en la forma de DIP, MLF, TQFP y su voltaje de alimentación está en el rango de 1.8V a 5.5V [10].

Figura 10.
Familia Atmega y sus características

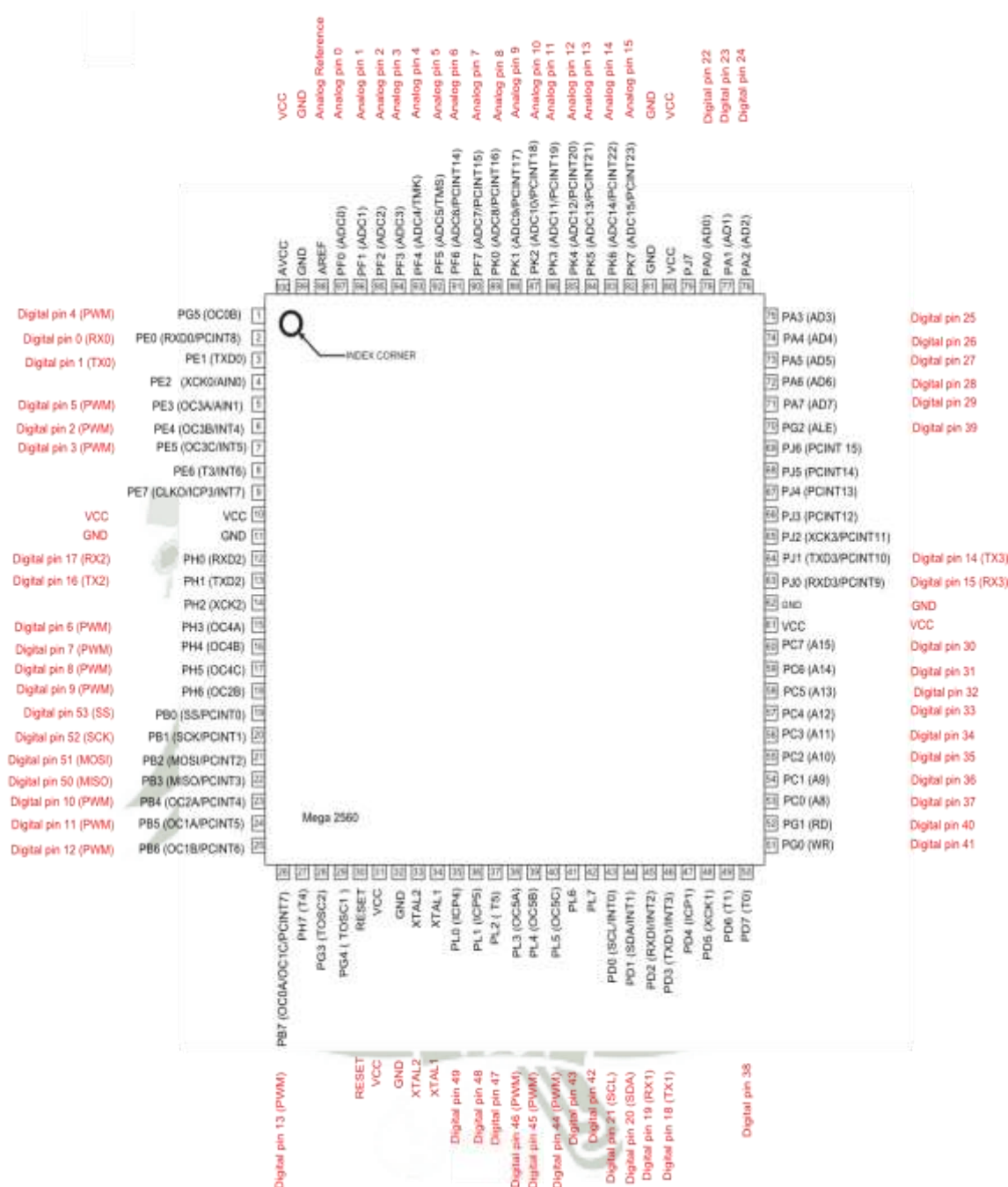
Product	Flash (KB)	EEPROM (Bytes)	RAM (Bytes)	I/O	SPI	USART	USI	TWI	PWM	On-Chip Debug		10-bit ADC	LCD
										JTAG	debugWire		
megaAVR													
ATmega 48	4	256	512	23	1	1	–	1	5	–	Y	8	–
ATmega8	8	512	1K	23	1	1	–	1	3	–	–	8	–
ATmega88	8	512	1K	23	1	1	–	1	5	–	Y	8	–
ATmega8515	8	512	512	35	1	1	–	–	3	–	–	–	–
ATmega8535	8	512	512	32	1	1	–	1	4	–	–	8	–
ATmega16	16	512	1K	32	1	1	–	1	4	Y	–	8	–
ATmega162	16	512	1K	35	1	2	–	–	6	Y	–	–	–
ATmega168	16	512	1K	23	1	1	–	1	5	–	Y	8	–
ATmega32	32	1K	2K	32	1	1	–	1	4	Y	–	8	–
ATmega64	64	2K	4K	53	1	2	–	1	8	Y	–	8	–
ATmega128	128	4K	4K	53	1	2	–	1	8	Y	–	8	–
ATmega256	256	4K	8K	53	1	2	–	1	16	–	Y	8	–
LCD AVR													
ATmega169	16	512	1K	53	1	1	Y	–	4	Y	–	8	Y
ATmega329	32	1K	2K	53	1	1	Y	–	4	Y	–	8	Y

Fuente: Microcontraladores atmega8 [10].

2.2.4. Descripción de Atmega 2560

El Atmega2560 tiene 256 KB de memoria flash para almacenar el código (de la que se utiliza 8 KB para el cargador de arranque), 8 KB de SRAM y 4 KB de EEPROM (que puede ser leído y escrito).

Figura 11.
Atmega 2560 mapeo de pines



Fuente: <https://www.arduino.cc/en/Hacking/PinMapping2560>

2.2.5. Tabla de asignación de pines

La tabla 5 nos muestra la asignación de los pines en el arduino mega2560.

Tabla 5.

Arduino Mega tabla de asignación de pines

Número de PIN	Nombre pin	Nombre asignado Pin
1	PG5 (OC0B)	4 pin digital (PWM)
2	PE0 (RXD0 / PCINT8)	Digital pin 0 (RX0)
3	PE1 (TXD0)	Digital pin 1 (TX0)
4	PE2 (XCK0 / AIN0)	
5	PE3 (OC3A / AIN1)	pin digital 5 (PWM)
6	PE4 (OC3B / INT4)	pin digital 2 (PWM)
7	PE5 (OC3c / INT5)	pin digital 3 (PWM)
8	PE6 (Q3 / INT6)	
9	PE7 (CLKOUT / ICP3 / INT7)	
10	VCC	VCC
11	GND	GND
12	PH0 (RXD2)	Digital pin 17 (RX2)
13	PH1 (TXD2)	Digital pin 16 (TX2)
14	PH2 (XCK2)	
15	PH3 (OC4A)	6 pin digital (PWM)
16	PH4 (OC4B)	7 pin digital (PWM)
17	PH5 (OC4C)	pin digital 8 (PWM)
18	PH6 (OC2B)	9 pin digital (PWM)
19	PB0 (SS/PCINT0)	Digital pin 53 (SS)
20	PB1 (SCK / PCINT1)	pin digital 52 (SCK)
21	PB2 (MOSI / PCINT2)	pin digital 51 (MOSI)
22	PB3 (MISO / PCINT3)	Digital pin 50 (MISO)
23	PB4 (OC2A / PCINT4)	pin digital 10 (PWM)
24	PB5 (OC1A / PCINT5)	pin digital 11 (PWM)
25	PB6 (OC1B / PCINT6)	pin digital 12 (PWM)
26	PB7 (OC0A / OC1C / PCINT7)	pin digital 13 (PWM)
27	PH7 (T4)	
28	PG3 (TOSC2)	
29	PG4 (TOSC1)	
30	REINICIAR	REINICIAR
31	VCC	VCC
32	GND	GND
33	XTAL2	XTAL2
34	XTAL1	XTAL1
35	PL0 (ICP4)	Digital pin 49
36	PL1 (ICP5)	Digital pin 48
37	PL2 (T5)	Digital pin 47
38	PL3 (OC5A)	pin digital 46 (PWM)
39	PL4 (OC5B)	pin digital 45 (PWM)
40	PL5 (OC5C)	pin digital 44 (PWM)
41	PL6	Digital pin 43
42	PL7	Digital pin 42
43	PD0 (SCL / INT0)	pin digital 21 (SCL)
44	PD1 (SDA / INT1)	pin digital 20 (SDA)
45	PD2 (RXDI/INT2)	Digital pin 19 (RX1)
46	PD3 (TXD1 / INT3)	Digital pin 18 (TX1)
47	PD4 (ICP1)	
48	PD5 (XCK1)	
49	PD6 (T1)	
50	PD7 (T0)	Digital pin 38
51	PG0 (WR)	Digital pin 41

Número de PIN	Nombre pin	Nombre asignado Pin
52	PG1 (RD)	Digital pin 40
53	PC0 (A8)	Digital pin 37
54	PC1 (A9)	Digital pin 36
55	PC2 (A10)	Digital pin 35
56	PC3 (A11)	Digital pin 34
57	PC4 (A12)	Digital pin 33
58	PC5 (A13)	Digital pin 32
59	PC6 (A14)	Digital pin 31
60	PC7 (A15)	Digital pin 30
61	VCC	VCC
62	GND	GND
63	PJ0 (RXD3 / PCINT9)	Digital pin 15 (RX3)
64	PJ1 (TXD3 / PCINT10)	Digital pin 14 (TX3)
65	PJ2 (XCK3/PCINT11)	
66	PJ3 (PCINT12)	
67	PJ4 (PCINT13)	
68	PJ5 (PCINT14)	
69	PJ6 (PCINT 15)	
70	PG2 (ALE)	Digital pin 39
71	PA7 (AD7)	Digital pin 29
72	PA6 (AD6)	Digital pin 28
73	PA5 (AD 5)	Digital pin 27
74	PA4 (AD4)	Digital pin 26
75	PA3 (AD3)	Digital pin 25
76	PA2 (DA2)	Digital pin 24
77	PA1 (AD1)	Digital pin 23
78	PA0 (AD0)	Digital pin 22
79	PJ7	
80	VCC	VCC
81	GND	GND
82	PK7 (ADC15 / PCINT23)	15 pin analógico
83	PK6para (ADC14 / PCINT22)	14 pin analógico
84	PK5 (ADC13 / PCINT21)	13 pin analógico
85	PK4 (ADC12 / PCINT20)	12 pin analógico
86	PK3 (ADC11 / PCINT19)	11 pin analógico
87	PK2 (ADC10 / PCINT18)	10 pin analógico
88	PK1 (ADC9 / PCINT17)	9 pin analógico
89	PK0 (ADC8 / PCINT16)	8 pin analógico
90	PF7 (ADC7)	pin analógico 7
91	PF6 (ADC6)	6 pin analógico
92	PF5 (ADC5 / TMS)	pin analógico 5
93	PF4 (ADC4 / TMK)	4 pin analógico
94	PF3 (ADC3)	3 pin analógico
95	PF2 (ADC2)	2 pin analógico
96	PF1 (ADC1)	1 pin analógico
97	PF0 (ADC0)	pin analógico 0
98	AREF	Referencia analógica
99	GND	GND
100	AVCC	

Fuente: <https://www.arduino.cc/en/Hacking/PinMapping2560>

2.2.6. Arduino

Arduino fue creado por el diseñador Massimo Banzi, educador y defensor de Open Source Hardware. Arduino nació como un proyecto educativo en el año 2005.

El nombre viene del nombre Bardi Arduino donde Massimo Banzi pasaba algunas horas, el cual a su vez viene del nombre de un antiguo rey europeo allá por el año 1002.

Banzi menciona que nunca surgió como una idea de negocio, sino por la necesidad de subsistir ante el eminente cierre del instituto de diseño IVREA en Italia .Es decir, al crear unos productos open hardware (de uso público no podría ser embargado).por lo que hoy Arduino tiene la difícil tarea de subsistir comercialmente y continuar en continuo crecimiento.

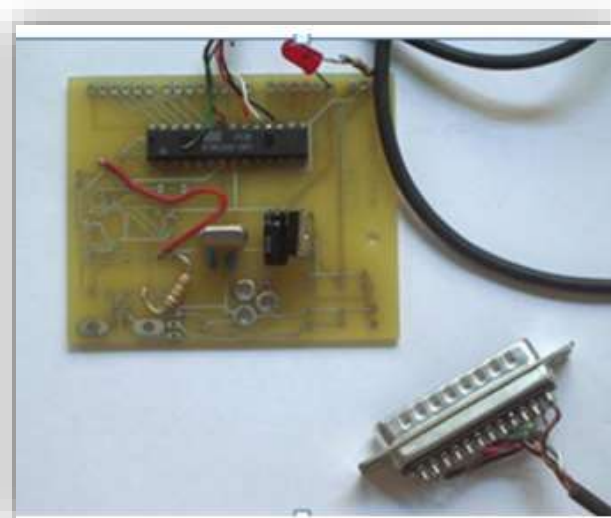
Hasta la actualidad se han vendido más de 250 mil placas en todo el mundo sin contar las versiones clones y compatibles.

Para su creación participaron alumnos que desarrollaban sus tesis como Hernando Barragan (Colombia) quien desarrollo la plataforma de programación Wiring con la cual se programa el micro controlador.

Hoy en día con Arduino se puede implementar infinidad de aplicaciones y cada vez su uso se viene expandiendo mas i mas .Desde cubos de LEDs sistemas de automatización, domótica, integración con el internet, robótica, kit analizadores de ADN etc.

El primer prototipo como muestra la Figura 12 fue creado en el intitulo IVRAE donde en ese tiempo aún no se llamaba Arduino.

Figura 12.
Prototipo de Arduino



Fuente: Tesis [11]

HOY EN DIA Arduino te permite crear cosas por ti mismo. Varias universidades como Stanford y Carnegie Mellon y el MIT usan arduino en sus campus.

En 1911 en la feria Maker Fair presento la primera placa arduino de 32 bit para trabajos pesados, donde se presento la impresora 3D de MakerBot capas de imprimir en resina, cualquier modelo en 3D [11].

2.2.6.1. Tecnología Arduino

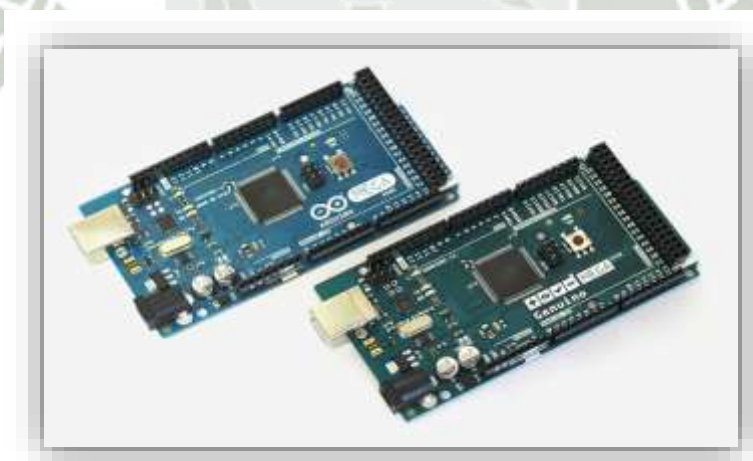
Arduino presenta una gama de productos donde se pueden desarrollar desde aplicaciones simples hasta los más complejos [12].

2.2.6.2. Arduino Mega2560

Arduino es una plataforma de cómputo libre [open-source] basada en una tarjeta I/O [entradas y salidas] programada en un ambiente con un lenguaje similar a java llamado Processing/Wiring. Arduino puede ser utilizado para desarrollar objetos autónomos e interactivos, capaz de comunicarse con software instalado en tu computadora como Flash, Processing, MaxMSP, etc. Dada su rápida curva de aprendizaje y su bajo precio constituye una

herramienta ideal para estudiantes, maestros, diseñadores y cualquier interesado en electrónica y robótica. El software para su programación es gratuito y puede ser descargado para Mac OS X, Windows y Linux. El Arduino Mega es una tarjeta basada en el ATmega2560. Tiene 54 pines digitales de I/O (14 de los cuales pueden ser usados como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UARTS (puertos seriales en hardware), un cristal oscilador a 16MHz, conexión USB, jack para conexión a la electricidad, un header o cabezal ICSP y un botón de reset. Cuenta con todo lo necesario para dar soporte a este microcontrolador; simplemente se conecta a una computadora mediante un cable USB, un adaptador AC/DC o una batería y estará listo para funcionar. Los criterios de selección del Arduino Mega 2560 fueron simples ya que había dos opciones para llevar a cabo el proyecto, en primera instancia era una tarjeta de adquisición de datos DAQ de National Instruments para LabView y la segunda la Arduino Mega, al realizar el comparativo entre las dos opciones en cuanto a costo y facilidad de operación se optó por la Arduino mega [12].

Figura 13.
Arduino mega 2560



Fuente: Arduino Mega 2560 [12]

2.2.6.3. Características:

En la tabla 6 presentamos las características más importantes del controlador Atmega2560.

Tabla 6.

Características microcontrolador ATMEGA 2560

MICROCONTROLADOR	ATMEGA2560
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límite)	6-20V
Digital I/O Pin	54 (de los cuales 15 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	16
Corriente continua para Pin I / O	20 mA
Corriente CC para Pin 3.3V	50 mA
Memoria flash	256 KB, 8 KB utilizado por el gestor de arranque
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Velocidad de reloj	16 MHz
Longitud	101.52 mm
Anchura	53,3 mm
Peso	37 g

Fuente: Arduino Mega2560 [12]

2.2.6.4. Programación

Arduino Mega 2560 se programa con el software de Arduino (IDE). Los Atmega2560 viene reprogramado con un cargador de arranque que le permite cargar nuevo código a ella sin el uso de un programador de hardware externo. Se comunica utilizando el protocolo original STK500.

También puede pasar por alto el gestor de arranque y programar el micro controlador a través de la (programación serial en circuito) ICSP encabezado utilizando Arduino ISP o similar.

El ATmega16U2 (o 8U2 en el Rev1 y tableros Rev2) el código fuente del firmware está disponible en el repositorio Arduino. El ATmega16U2 / 8U2 se carga con un cargador de arranque DFU.

Arduino Mega 2560 posee un fusible regulable el cual permite la protección del USB contra sobre corriente, aunque la mayoría de las computadoras establecen su propia protección interna, el fusible proporciona una capa adicional de protección. Si hay más de 500 mA se aplica al puerto USB, el fusible se romperá automáticamente la conexión hasta que la corta o se elimina la sobrecarga.

Arduino Mega 2560 puede ser alimentado a través de la conexión USB o con una fuente de alimentación externa. La fuente de alimentación se selecciona automáticamente. Potencia (no USB) externo puede venir con un adaptador de CA a CC (pared-verruga) o la batería. Los cables desde una batería pueden ser insertados en los GND y el pin Vin cabeceras del conector de alimentación.

La tarjeta puede funcionar con un suministro externo de 6 a 20 voltios. Si se suministra con menos de 7 V, sin embargo, el pasador de 5 V puede suministrar menos de cinco voltios y la placa se puede volver inestable. Si se utiliza más de 12 V, el regulador de voltaje se puede sobrecalentar y dañar la placa. El rango recomendado es de 7 a 12 voltios.

Los pines de alimentación son como sigue:

- Vin. El voltaje de entrada al tablero cuando se trata de utilizar una fuente de alimentación externa (en contraposición a 5 voltios de la conexión USB o de otra fuente de alimentación regulada). Se puede suministrar tensión a través de este pin, o, si el suministro de tensión a través de la toma de alimentación, acceder a él a través de este pin.
- 5V. Este pin como salida una 5V regulada del regulador en el tablero. El tablero puede ser alimentado ya sea desde el conector de alimentación de CC (7 - 12 V), el conector USB (5V), o por el pin

VIN del tablero (7-12V). El suministro de tensión a través de los pasadores de 5V o 3.3V no pasa por el regulador, y puede dañar la placa. No aconsejamos ella.

- 3V3. Un suministro de 3,3 voltios generada por el regulador a bordo. consumo de corriente máximo es de 50 mA.
- GND. las patillas de tierra.
- Instrucción IOREF. Este pin en el tablero proporciona la referencia de tensión con la que opera el microcontrolador. Un escudo bien configurado puede leer el voltaje del pin instrucción IOREF y seleccione la fuente de alimentación adecuada o habilitar traductores de voltaje en las salidas para trabajar con el 5V o 3.3V [12].

2.2.6.5. Memoria

El microcontrolador Atmega2560 tiene 256 KB de memoria flash para almacenar el código (de la que se utiliza 8 KB para el cargador de arranque), 8 KB de SRAM y 4 KB de EEPROM (que puede ser leído y escrito con la biblioteca EEPROM) [12].

2.2.6.6. Entrada y salida

Arduino Mega 2560 posee 54 pines digitales y cada una se puede utilizar como una entrada o salida, utilizando las funciones pinMode(), digitalWrite(), y digitalRead(). Operando a 5 voltios y cada pin puede proporcionar o recibir 20 mA como condición de funcionamiento recomendada y tiene una resistencia de pull-up (desconectada por defecto) de 20-50 k ohmios. Un valor máximo de 40 mA que no debe superarse para evitar daños permanentes en el microcontrolador. Algunos pines tienen funciones especializadas:

- De Serie: 0 (RX) y 1 (TX); De serie 1: 19 (RX) y 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) y 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) y 14 (TX). Se utiliza para recibir (RX) y

transmitir datos en serie (TX) TTL. Pines 0 y 1 también están conectados a los pasadores correspondientes del chip de serie ATmega16U2 USB-a-TTL.

- Las interrupciones externas: 2 (0 interrumpir), 3 (interrumpir 1), 18 (interrumpir 5), 19 (interrumpir 4), 20 (interrumpir 3), y 21 (interrumpir 2). Estos pasadores pueden configurarse para activar una interrupción en un nivel bajo, un flanco ascendente o descendente, o un cambio en el nivel. Ver el `attachInterrupt()` la función para más detalles.
- PWM: 2 a 13 y 44 a 46. proporciona una salida de PWM de 8 bits con el `analogWrite()` función.
- SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS). Estos pines soportan la comunicación SPI utilizando la librería SPI. Los pines SPI también se desglosan en la cabecera ICSP, que es físicamente compatible con el Arduino / Genuino Uno y las viejas tablas de Duemilanove y Diecimila Arduino.
- LED: 13. Hay un LED incorporado conectado al pin digital 13. Cuando el pasador es ALTO, el LED está encendido, cuando el pasador es bajo, es apagado.
- TWI: 20 (SDA) y 21 (SCL). TWI apoyo a la comunicación con la librería Wire. Tenga en cuenta que estos pines no están en la misma ubicación que los pines TWI sobre las viejas tablas de Duemilanove o Diecimila Arduino.
- Ver también la asignación de Arduino 2560 mega diagrama de PIN.
- El Mega 2560 tiene 16 entradas analógicas, cada uno de los cuales proporcionan 10 bits de resolución (es decir, 1024 valores diferentes). Por defecto se miden desde el suelo a 5 voltios, aunque es posible cambiar el extremo superior de su rango usando el pin AREF y `analogReference()` función.

Hay un par de patas de la placa:

- AREF. Voltaje de referencia para las entradas analógicas. Se utiliza con `analogReference()`.
- Reiniciar. Llevar esta línea baja para reiniciar el microcontrolador. Normalmente se utiliza para añadir un botón de reinicio para escudos que bloquean la una en la mesa [12].

2.2.6.7. Comunicación

Arduino Mega 2560 tiene una serie de aplicaciones para la comunicación con un ordenador, u otros microcontroladores. El Atmega2560 ofrece cuatro UART hardware para TTL (5V) de comunicación en serie. El software de Arduino (IDE) incluye un monitor de serie que permite a los datos de texto simples para ser enviados hacia y desde la placa. Los LEDs RX y TX de la placa parpadean cuando se están transmitiendo datos a través de la ATmega8U2 / ATmega16U2 chip y conexión USB al ordenador (pero no para la comunicación en serie en los pines 0 y 1).

Una biblioteca Software Serial permite la comunicación en serie en cualquiera de los pines digitales del Mega 2560.

Arduino Mega 2560 también es compatible con la comunicación TWI y SPI. El software de Arduino (IDE) incluye una librería Wire para simplificar el uso del bus TWI [12].

2.2.6.8. Características físicas y protector de compatibilidad

Arduino Mega 2560 tiene una longitud máxima y anchura de 4 y 2,1 pulgadas, respectivamente, con el conector USB y el poder jack que se extiende más allá de la dimensión anterior. Tres orificios de los tornillos permiten la junta que se une a una superficie o caja. Tenga en cuenta que la distancia entre los pines digitales 7 y 8 es de 160 mil (0,16"), incluye la separación de 100 milésimas de pulgada de los otros pasadores.

El Mega 2560 está diseñado para ser compatible con la mayoría de los shield para el Arduino Uno y los más viejos tableros Diecimila o Duemilanove Arduino. Pines digitales 0 a 13 (y la AREF adyacente y pines GND), entradas analógicas de 0 a 5, el cabezal de alimentación, y jefe de ICSP están todos en puntos equivalentes. Por otra parte, la UART principal (puerto serie) se encuentra en los mismos pines (0 y 1), al igual que las interrupciones externas 0 y 1 (pines 2 y 3, respectivamente). SPI está disponible a través del jefe de ICSP en ambos tableros de los Mega 2560 y Duemilanove / Diecimila. Tenga en cuenta que I2C no se encuentra en los mismos pines en la placa Mega 2560 (20 y 21) como los tableros de Duemilanove / Diecimila entradas analógicas (4 y 5) [12].

2.2.6.9. (Software) Roset automático

En lugar de requerir una prensa físico del botón de reinicio antes de un proceso de carga, la Mega 2560 está diseñado de una manera que permite que pueda ser restablecido por el software que se ejecuta en un ordenador conectado. El software de Arduino (IDE) utiliza esta capacidad que le permite subir el código con sólo pulsar el botón de subida en el entorno Arduino. Esto significa que el gestor de arranque puede tener un tiempo de espera más corto, ya que el descenso de DTR puede ser bien coordinada con el inicio de la subida.

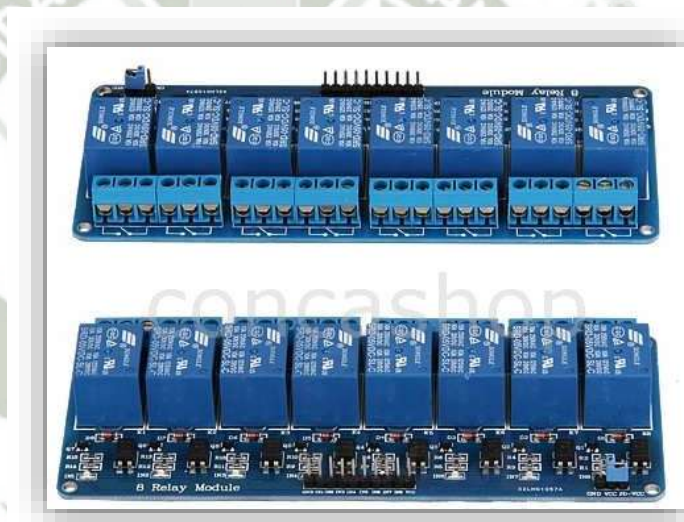
Esta configuración tiene otras implicaciones. El 2560 mega la tarjeta contiene una traza que se puede cortar para desactivar el reinicio automático. Las almohadillas a ambos lados de la traza se pueden soldar

juntas para volver a habilitarla. Ha marcado "RESET-ES". También puede ser capaz de desactivar el reinicio automático mediante la conexión de una resistencia de 110 ohmios de 5V a la línea de reposición; ver este hilo del foro para más detalles [12].

2.2.7. Relé de 8 canales Arduino

Este módulo de 8 a 5 voltios con opto acoplador como se muestra en la Figura 14 y su correspondiente circuito electrónico en la Figura 15, nos permite controlar dispositivos, aparatos y otros equipos de corriente elevada. Controlado directamente por el micro controlador (Arduino, 8051, AVR, PIC, DSP, ARM, ARM, MSP430, TTL Lógico. [13]

Figura 14.
Módulo relay de 8 canales



Fuente: El cajón de arduino [13]

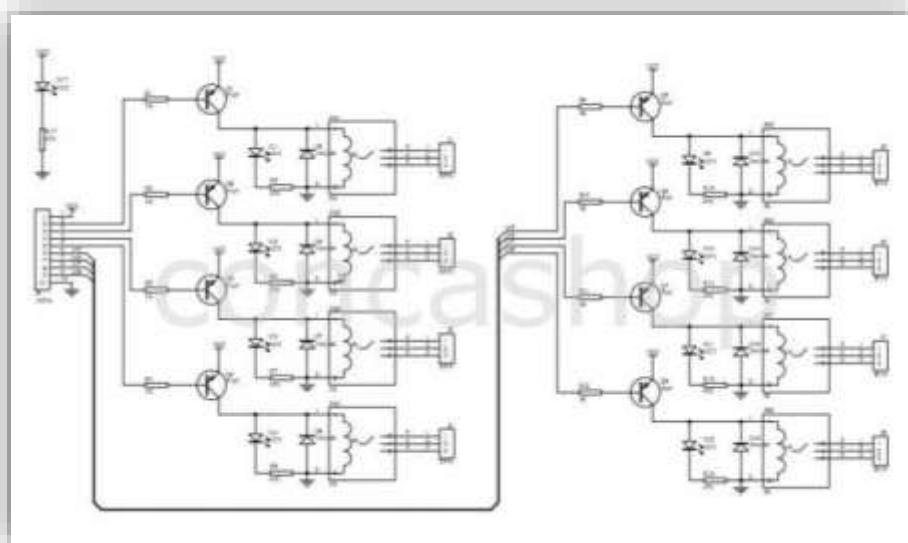
2.2.7.1. Características técnicas

- Voltaje de consumo 5V.
- Posee 8 canales, placa interface relé, necesita 15-20mA de corriente para excitar el driver.
- Entrada protegida por opto acoplador.
- Equipado con un relé de alta corriente, AC250V 10A; DC30V 10A.

- Interface standard puede ser controlado directamente por un microcontrolador (Arduino, 8051, AVR, PIC, DSP, ARM, ARM, MSP430, TTL logic).
- Contactos independientes para aislar y proteger el circuito.
- Dimensiones 13.8 x 5.7 x 1.8cm.

Figura 15.

Circuito Modulo relay 8 canales



Fuente: Cajón de arduino [13]

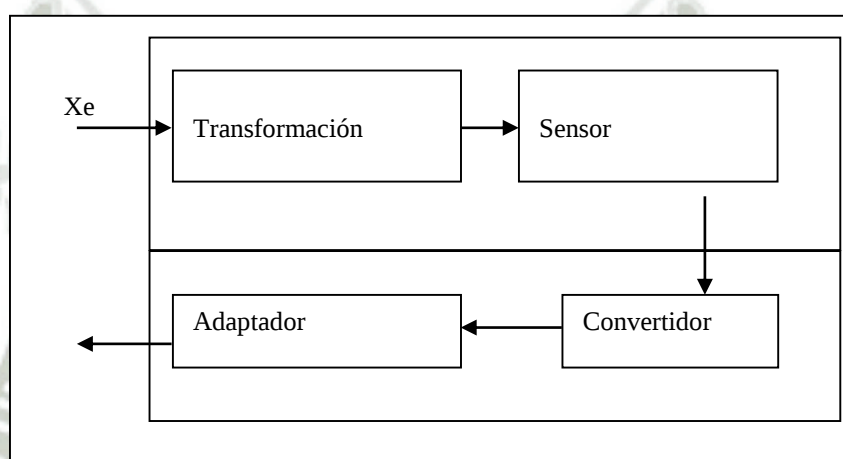
2.3. Sensores y actuadores.

2.3.1. Definición de un sensor.

Un sensor es un dispositivo que capta el valor de la variable de proceso enviando una señal de salida predeterminada. Un sensor puede formar parte de otro componente, pudiendo ser un transmisor. La señal producida por elemento primario puede ser un cambio de temperatura, presión, fuerza media eléctrica etc. [14]

Figura 16.

Funcionamiento de sensor



Fuente: Tesis de Grado Fernando Emilio

2.3.2. Tipos de Sensores.

Existen una gran diversidad de sensores en el mercado donde dependiendo del tipo de proceso a automatizar o uso podemos elegir, entre los más usados tenemos.

2.3.2.1. Sensores inductivos.

Sirven para detectar la proximidad de piezas metálicas en un rango 1 mm a 30 mm, la variación de amplitud provocada por la presencia de un metal frente al cabezal detector, obteniéndose una señal analógica de posición como se muestra en la Figura 17.

Figura 17.
Sensor inductivo



Fuente: Configuración de instalaciones domóticas y automáticas [15]

El sensor nos da entonces una señal que es proporcional a la distancia, dependiendo mucho del metal y de las condiciones ambientales. [14]

A. Ventajas:

- No necesitan mantenimiento.
- Posee una respuesta rápida.
- No están expuestos al desgaste.
- Son resistentes a diferentes productos químicos.
- Vienen en diferentes tamaños.
- Se pueden instalar en cualquier lugar.
- No es necesario que haya contacto con el objeto.
- No requieren de constante mantenimiento.

B. Inconvenientes:

- Solo miden distancias mínimas.
- Miden velocidades de solo hasta los 50.000 r.p.m.

C. Aplicaciones:

Son utilizados en diferentes sectores de la automatización sus aplicaciones son diversas y poseen una larga duración, con poco mantenimiento y muy eficaces. Están provistos de una rosca que facilita el calibre para medir la distancia o velocidad.

También cumplen su función en los aparatos médicos [14].

2.3.2.2. Sensor capacitivo.

Este tipo de sensores permiten detectar materiales metálicos o no, donde su sensibilidad es afectada por los tipos de materiales y la humedad del ambiente y el cuerpo al detectar. Por ello son utilizados como detectores todo o nada siendo dependientes de las condiciones ambientales. Algunos materiales que detecta son por ejemplo (aluminio entre cobre o latón.) y no metales como (vidrio, cerámico, plástico, madera, aceite, agua, cartón, papel, etc.) como se muestre en la Figura 18.

Figura 18.

Sensor capacitivo



Fuente: configuración de instalaciones domóticas y automáticas [15]

D. Funcionamiento:

Cuando un objeto pasa por el campo electrostático, su oscilador permanece inactivo, pero cuando el objeto se aproxima, se genera el acoplamiento capacitivo alcanzando su límite especificado, el oscilador se activa y dispara el circuito de encendido y apagado.

E. Ventajas:

- Simplicidad mecánica.
- Error de rozamiento mínimo.
- Masa y tamaño pequeños.
- Alta resolución y sensibilidad.
- Alta estabilidad con la temperatura.
- Fácil integración en circuitos integrados.

F. Desventajas

- Alta impedancia de salida.
- Son afectados por campos electromagnéticos.
- Necesidad de apantallamiento.

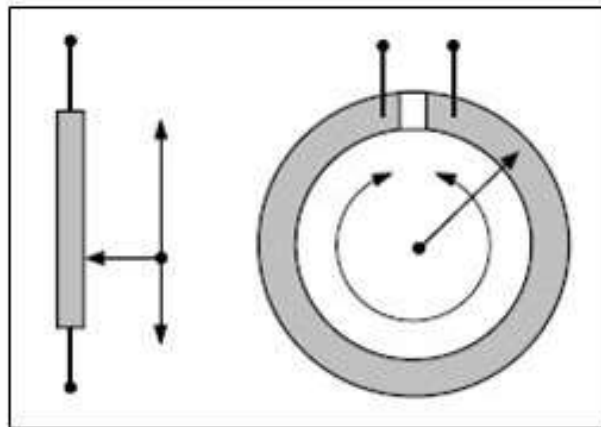
G. Aplicaciones

- Detector de proximidad.
- En cualquier magnitud que implique un desplazamiento, fuerza. Presión.
- Medida de espesores de materiales.
- Medida de nivel de líquido.
- Análisis químico.
- Humedad (óxido de aluminio como dieléctricos).

2.3.2.3. Sensores resistivos

El material a medir origina un cambio en la resistencia del transductor, este tipo de sensores son los potenciómetros y galgas extensiométricas (varia la longitud), resistencia variable con la temperatura (RTD), fotorresistencias, termistores, transductores de efecto Hall como se muestra en la figura 19. [15]

Figura 19.
Potenciómetro

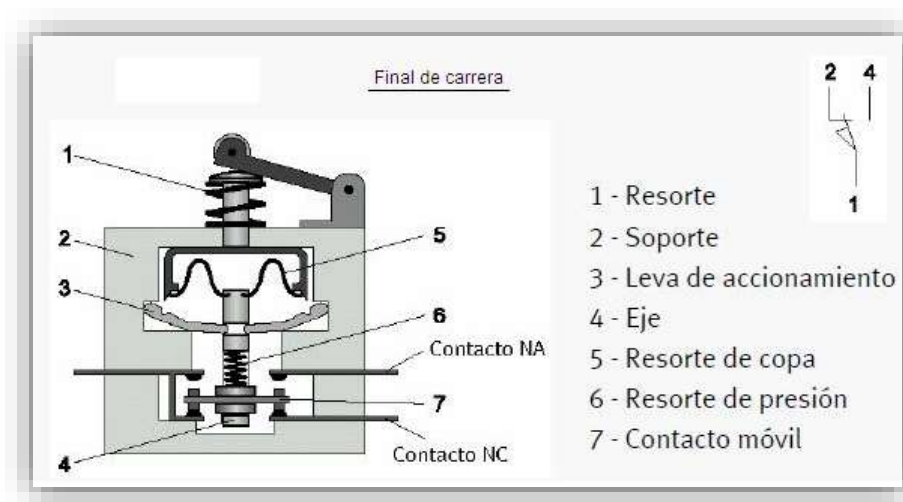


Fuente: Mediciones Industriales [15]

2.3.2.4. Final de carrera

Denominado también sensor de contacto y conocido como interruptor de límite, son dispositivos mecánicos, eléctricos o neumáticos, estos dispositivos suelen ser colocados al final del recorrido de un elemento móvil, como puede ser en una cinta transportadora, estos interruptores pueden ser normalmente abiertos o cerrados (NA o NC) o conmutadores dependiendo de la operación que cumplan al ser accionados. Existe una gran variedad de finales de carrera y son fabricados en diferentes materiales como metal, plástico o fibra de vidrio como se muestre en la figura 20. [16]

Figura 20.
Final de carrera



Fuente: Sensor de proximidad [16]

2.3.2.5. Sensores ultrasónicos

La función principal de estos sensores es la detección de objetos y su distancia mediante la emisión de una señal hacia el objeto, y mide el tiempo transcurrido entre la señal de emisión y la recepción de eco reflejado en dicho objeto. Los submarinos poseen este sistema conocidos como “sonar” y los aparatos de ecografía, en el medio industrial se suelen utilizar para controlar niveles de sólido, presencia obstáculos en el campo de alcance de un robot, etc.

A. Sensor ultrasónico HC-SR04

Es un sensor capaz de detectar objetos y calcular la distancia a la que se encuentra un objeto posee un rango de 2 a 450cm.este sensor PIR (passive infrared sensor) ofrece una detección sin contacto con elevada precisión y lecturas estables como se muestra en la figura 21.

La velocidad del sonido en el aire a una temperatura de 20°C es de 343 m/s. (por cada grado centígrado que sube la temperatura. La velocidad del sonido aumenta en 0.6 m/s). [17]

Figura 21.
Sensor ultrasónico



Fuente: Sensor ultrasónico [16]

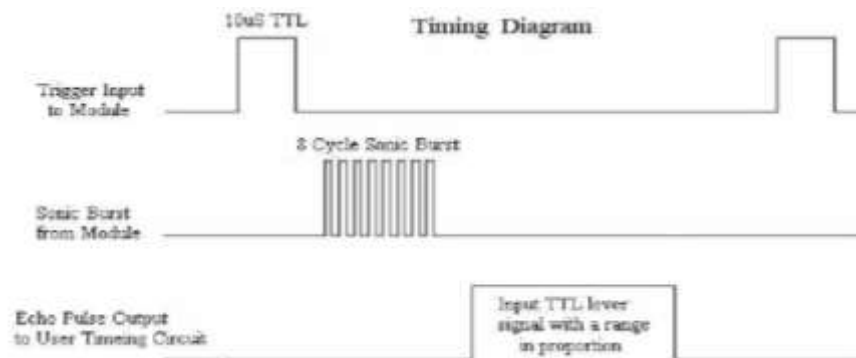
B. Características técnicas:

- Corriente de reposo $< 2 \text{ mA}$.
- Corriente de trabajo 15 mA .
- ANGULO DE MEDICION 30° .
- Angulo de medición efectivo $< 15^\circ$.
- Distancia de detección 2cm a 400cm , sirve a más de 4 m .
- La precisión puede variar entre los 3mm a 0.3cm .
- Dimensiones: $45\text{mm} \times 20\text{mm} \times 15\text{mm}$.
- Frecuencia de trabajo: 40kHz .
- Numero de pines:
 - Vcc: alimentación ($4.5\text{v min} - 5.5\text{v max}$).
 - TRIG: trigger entrada (input) pulso($10\mu\text{s}$)TTL.
 - ECHO: echo salida (output).
 - GND.

C. Funcionamiento

La Figura 22 muestra el diagrama de temporización donde se suministra un corto de $10\mu\text{s}$.

Figura 22.
Diagrama de tiempo

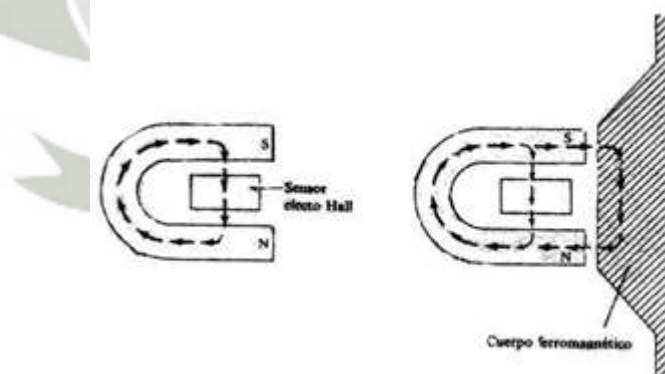


Fuente: Micropik [18]

2.3.2.6. Sensores magnéticos

Este tipo de sensores se caracterizan por detectar campos magnéticos que producen los imanes o corrientes eléctricas. Se conocen como sensores de efecto hall y son dispositivos de estado sólido, posee un margen de temperatura amplio, y una frecuencia de 100kHz como se muestra en la figura 23. [19]

Figura 23.
Sensor magnético

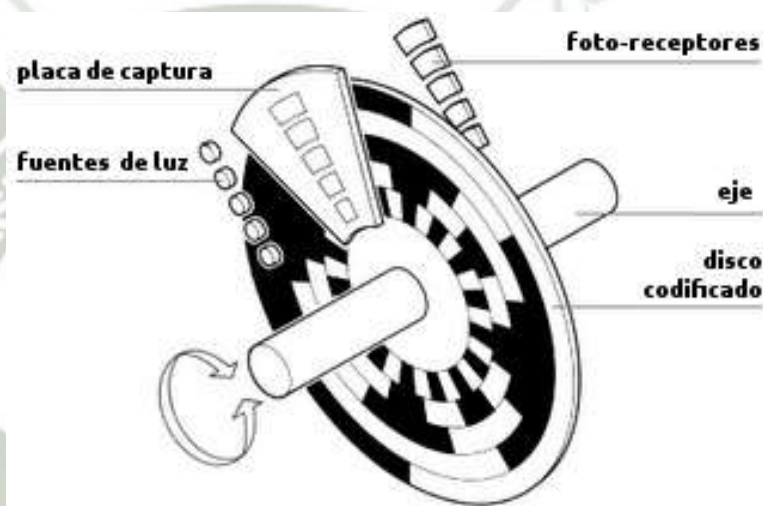


Fuente: Guemisa [20]

2.3.2.7. Encoders

Estos dispositivos son usados para el control de motores, estos van acoplados al eje del motor y van rodando con la rueda. Los encoders poseen interiormente una rueda con agujeros y junto a ello un emisor de luz y en el otro un receptor. Cuando el encoder gira el receptor recibe la señal en forma de pulsos y mediante un circuito de acondicionamiento se logra saber la velocidad y la posición del motor como se muestre en la figura 24. [19]

Figura 24.
Encoder



Fuente: Autómatas Programables [19]

2.3.2.8. Sensor de color TCS3200

Es un sensor detector de color, e incluye en su interior un chip sensor TAOS TCS3200 RGB y 4 leds blancos. Este sensor puede detectar y medir una variedad de colores. Incluye muchas aplicaciones como la lectura de tiras reactivas. Este sensor tiene una matriz de foto detectores donde los filtros década color se distribuyen uniformemente., e incluye un oscilador que genera una onda cuadrada a la salida cuya frecuencia es proporcional a la intensidad de color elegido. [21]

2.3.2.9. Sensor de temperatura

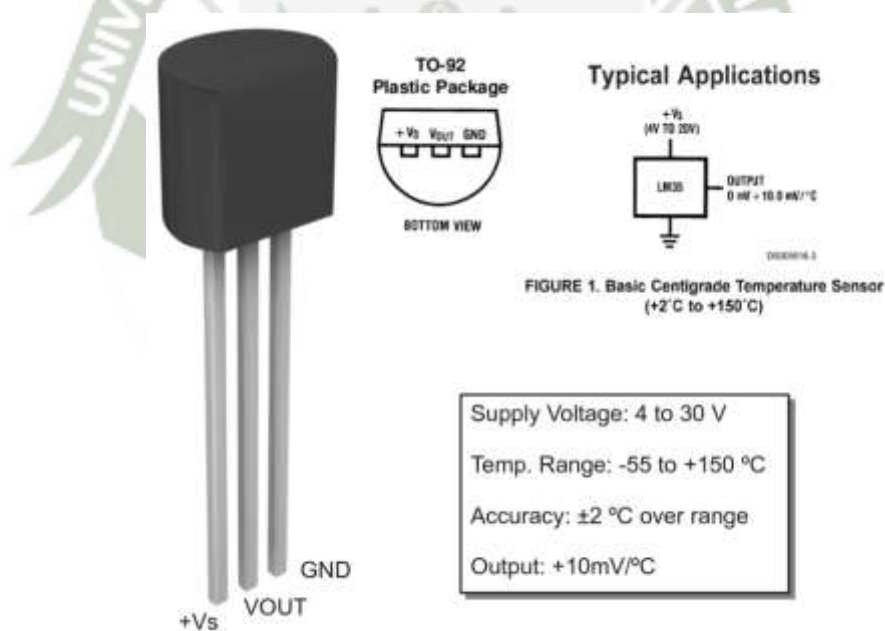
Este tipo de dispositivos tienen la función de transformar las variaciones de temperatura en variaciones de señales eléctricas que luego son captados y transformados por un equipo electrónico, existen tres tipos de sensores de temperatura los termistores, los RTD, los termopares.

A. Sensor LM35

Este tipo de sensor trabaja con una precisión calibrada de $\pm 1^\circ\text{C}$.y posee un rango de medición de -55°C hasta 150°C la señal de salida es lineal entregando por cada grado centígrado un equivalente de 10mV. El voltaje de salida es proporcional a la temperatura captada. El Arduino posee un conversor análogo digital de 10 bits. (Dataship Texas Instruments, 2016) como se muestre en la figura 25. [22]

Figura 25.

Sensor de temperatura LM35



Fuente: Datasheet [23]

2.3.3. Definición actuadores

Este tipo de dispositivos materializan las acciones que captan los sensores, por tanto son los encargados de convertir las órdenes procedentes del controlador o controladores en acciones sobre el sistema.

2.3.4. Tipos de actuadores

2.3.4.1. Actuadores neumáticos

Son dispositivos que generan desplazamientos lineales o giratorios, y son muy empleados en procesos industriales, convierten la energía del aire comprimido en trabajo mecánico. Entre ellas tenemos los fuelles y diafragmas, que utilizan aire comprimido, conocidos como actuadores de simple efecto como se muestre en la figura 26. [24]

Figura 26.
Actuador neumático



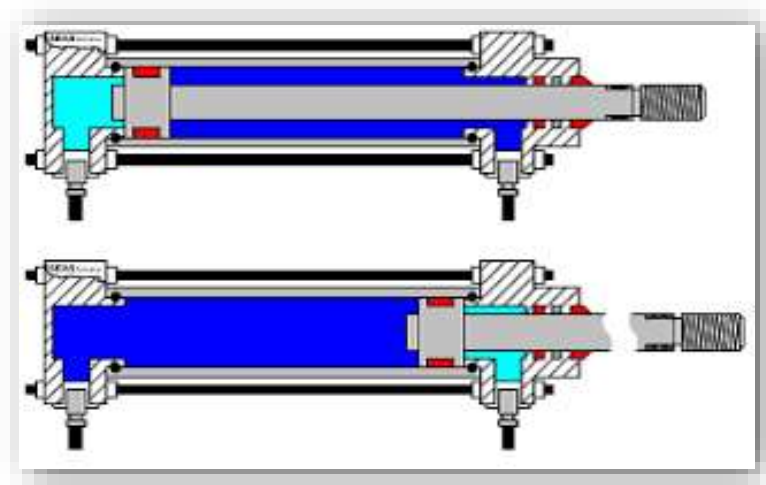
Fuente: Actuadores Neumáticos [25]

2.3.4.2. Actuadores hidráulicos

Son dispositivos que diferencia de los neumáticos funcionan con líquido, y pueden ser clasificados según la forma de operación como se muestra en la figura 27. [24]

- Cilindro hidráulico.
- Motor hidráulico.
- Motor hidráulico de operación.

Figura 27.
Cilindro hidráulico



Fuente: Hidráulico y Neumáticos [26]

2.3.4.3. Actuadores Eléctricos

Estos dispositivos requieren de la energía eléctrica como fuente de alimentación para su funcionamiento. Existe una gran variedad de modelos según sea su aplicación y en la mayoría de los casos es necesario usar reductores, debido a que los motores son de operación continua.

Es la tecnología más innovadora para automática y robótica como se muestra en la figura 28. [24]

Figura 28.
Actuadores lineales



Fuente: Electrónica embajadores [27]

2.3.4.4. Actuadores electromagnéticos

Estos son los relevadores y no los motores ya mencionados, estos dispositivos crean un campo magnético, el relé o relevador este dispositivo electromecánico funciona como un interruptor electromecánico. Por medio de una bobina y un electroimán se cierra o abre sus contactos como se muestre en la figura 29. [28]

Figura 29.
Relevadores

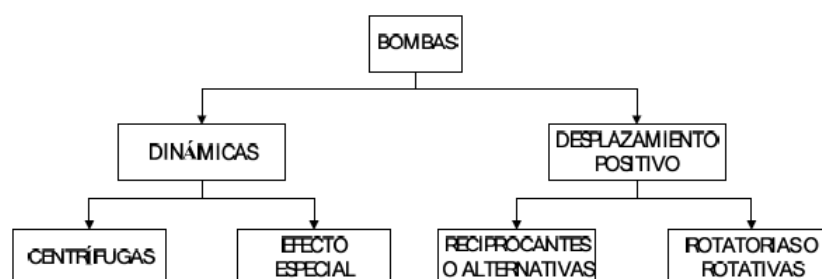


Fuente: Relevadores [29]

2.3.4.5. Bombas

Por el movimiento de fluidos las bombas pueden ser agrupadas en dos categorías como se muestra en la figura 30.

Figura 30.
Clasificación de bombas



Fuente: Bombas [30]

A. Bombas de desplazamiento positivo

Estas proviene de una traducción literal “positive displacement pumps” en estas bombas el fluido que se desplaza siempre está contenido entre el elemento impulsor que puede ser un embolo, un diente de engranaje y un aspa, etc. y la carcasa o el cilindro en el caso de las centrifugas el fluido es impulsado y no guiado a lo largo de toda su trayectoria entre el elemento impulsor y la carcasa las bombas de desplazamiento positivo se dividen en dos grandes grupos principales [30].

Clasificación:

- Bombas reciprocantes.

Llamadas también alternativas, para manejo de líquidos y gases operados por vapor y mecánicamente; en estas máquinas, el elemento que proporciona la energía al fluido lo hace en forma lineal y alternativa. La característica de funcionamiento es sencilla. [30]

Figura 31.
Bomba reciprocante



Fuente: Bombas [30]

- Bombas rotativas

Llamadas también roto estáticas (engranajes, aspas, levas, tornillos etc.) debido a que son máquinas de desplazamiento positivo, provistas de movimiento rotatorio, y son diferentes a la roto dinámica. Estas bombas tienen muchas aplicaciones según el elemento impulsor. El fluido sale de la bomba en forma constante, puede manejar líquidos que contengan aire o vapor. Su principal aplicación es la de manejar líquidos altamente viscosos, lo que ninguna otra bomba puede realizar y hasta puede carecer de válvula de admisión de carga. [30]

B. Bombas dinámicas

- Bombas centrífugas.

Son aquellas en que el fluido ingresa a ésta por el eje y sale siguiendo una trayectoria periférica por la tangente como se muestre en la figura 32.

Figura 32.
Bomba centrífuga



Fuente: Electromecánica [31]

- Bombas periféricas.

Son también conocidas como bombas tipo turbina, de vértice y regenerativas, en este tipo se producen remolinos en el líquido por medio de los álabes a velocidades muy altas, dentro del canal anular donde gira el impulsor. El líquido va recibiendo impulsos de energía No se debe confundir a las bombas tipo difusor de pozo profundo, llamadas frecuentemente bombas turbinas aunque no se asemeja en nada a la bomba periférica como se muestra en la figura 33. [30]

Figura 33.
Bomba periferica



Fuente: Nettbee [32]

2.4. Programación visual

2.4.1. Labview

Labview (LABORATORY VIRTUAL INSTRUMENTATION ENGINEERING WORKBENCH) es un entorno de plataforma y desarrollo de programación visual de national instruments. Se utiliza para la adquisición de datos y automatización industrial.

2.4.1.1. Programación grafica

Labview enlaza el interfaz usuario (paneles frontales) en el ciclo de desarrollo. Los programas desarrollados en labview se denominan instrumentos virtuales (VI). Cada VI posee tres componentes: un panel frontal, diagrama de bloques, panel de conectores. Los controles e indicadores en el panel frontal permiten al usuario introducir o extraer datos. El panel frontal también sirve como interfaz de usuario, el panel frontal define las entradas y salidas a través del panel de conectores.

Labview también permite que los usuarios puedan crear programas, arrastrando y soltando representaciones virtuales. El entorno de programación de labview nos permite crear pequeñas hasta más complejas aplicaciones. [33]

2.4.1.2. Principales características

Labview posee un alto soporte para acceso a hardware de instrumentación. El controlador de interfaz suministrado nos permite el ahorro de tiempo en el desarrollo de programa. Labview posee un compilador que produce código nativo para la plataforma de la CPU.

Labview posee muchas bibliotecas (library) con una gran cantidad de funciones para la adquisición de datos, generación de señales, matemáticas, estadísticas, análisis, acondicionamiento de señales, etc. junto a numerosos elementos de interfaz gráfica representados en paquetes, y numerosos bloques de matemáticas avanzadas, filtros asociados a la captura de datos de sensores de hardware. También posee componentes de programación Mathscip para el procesamiento de señales, matemática y análisis generalmente compatible con MATLAB.

Es un sistema orientado a objetos el cual permite reutilizar el código sin modificaciones, Labview es independiente y portable para diferentes sistemas operativos (Windows, mac OS y linux). Labview es propiedad de National Instrument, y a diferencia de otros lenguajes de programación comunes, como C o FORTRAN, Labview no se regula o especifica por un tercero o un comité de normas de otros fabricantes, como ANSI. [33]

2.4.1.3. Toolkit PID and Fuzzy Logic

PID and Fuzzy Logic Toolkit es una herramienta de Labview que ofrece sofisticados algoritmos de control para el desarrollo de software. Permite desarrollar programas para el control automatizado que integren herramientas de control óptimo, difuso, etc. e integrar estas herramientas de control con el hardware de adquisición de datos y el módulo Labview Real-Time para los sistemas de control difuso. [33]

2.4.1.4. Paneles remotos en labview

Labview nos permite realizar aplicaciones distribuidas y paneles remotos. Estos paneles frontales contienen el código ejecutable. Con Labview se pueden operar el panel frontal en un equipo que está separado de otro equipo, es más podemos integrar el panel frontal en una página web y controlar el proceso de forma remota como se muestra en la figura 34. [34]

Figura 34.

Panel remoto



Fuente: Programación grafica para ingenieros [34]

Hay dos métodos para configurar y desarrollar paneles remotos:

- Habilitar el Labview Web Server en el servidor.
- Conectar los paneles remotos y ejecutar en la maquina cliente.

El servidor (Web Server) de labview debe ser habilitado para ejecutar dichos escenarios (en el entorno de Labview o embebido en una página web).

2.4.1.5. Sistemas de comunicación

A. Protocolo

Los protocolos son reglas, normas que definen como los equipos gestionaran sus comunicaciones entre ellos. Estas normas permiten la comunicación entre los ordenadores, los protocolos pueden ser implementados mediante hardware, software o la combinación de ambos.

Cuando solo hay dos dispositivos, las normas deben establecer si ambos extremos pueden transmitir a la vez. O si tienen que esperar turnos. Con tres o más dispositivos.

El enlace físico entre los equipos se realiza mediante cables u otros medios que lleven la información de un ordenador a otro. La mayoría de los enlaces usan el interfaz RS-232 para enlaces cortos y RS-485 para enlaces más largos. En la tabla 7 presentamos la interfaz de comunicación más importantes. [33]

Tabla 7.
Interfaz de comunicación más popular

Interfaz	Formato	Número Máximo de Dispositivos	Distancia máxima (metros)	Velocidad máxima(bits/seg)
RS-232(EIA/TIA 232)	Asíncrono serial	2	15-30	20K(115K con algunos controladores)
RS-485(EIA/TIA485)	Asíncrono serial infrared	32	1219	10M
ARDA	Asíncrono serial	2	1.8	115K
MICROWIRE	Síncrono serial	8	3	2M
SPI	Síncrono serial	8	3	2.1M
I2C	Síncrono serial	40	5.4	400K
USB			4.8	12M
FIREWIRE			4.5	400M
IEEE-488(GPIB)			18.2	1M
ETHERNET			487	10M
MIDI			4.5	31.5K
PARALELO PUERTO DE IMPRESORA	Paralelo	2.8 con soporte	3 – 9	

B. Comunicación link de labview Makerhub

El LINX LabVIEW MakerHub hace más fácil conectarse con plataformas embebidas comunes como chipKIT, Arduino y NI myRIO, así como sensores comunes incluyendo acelerómetros, sensores de temperatura y sensores ultrasónicos de distancia.

Con este Toolkits y software para NI Labview, usted puede controlar y adquirir datos desde plataformas embebidas comunes. Una vez que la información está en Labview, usted puede analizarla usando los cientos de bibliotecas integradas de Labview, desarrollar algoritmos para controlar el hardware soportado y presentar sus conclusiones en un GUI pulido.

LINX ofrece firmware para plataformas embebidas comunes que actúan como un motor de E/S y se conecta con VIs de Labview a través de conexión serial, USB, inalámbrica o Ethernet. Esto le ayuda a mover información rápidamente desde un dispositivo embebido como un chipKIT a Labview sin ajustar la comunicación, la sincronización o incluso una sola

línea de código C. Al usar la convención común Open, Read/Write, Close en LabVIEW, usted puede tener acceso a las señales digitales, analógicas, PWM, I2C y SPI de varias plataformas embebidas comunes o usar VIs de más alto nivel para controlar sensores y actuadores directamente. LINX es de fuente abierta, así usted puede ahondar y ver cómo funciona LINX o incluso contribuir con el proyecto de LINX. (instrumets, National) como se muestra en la figura 35. [35]

Figura 35.

Interfaz con plataformas embebidas comunes



Fuente: Labview makerhub [36]

2.4.1.6. Puerto USB

El puerto USB nos permite interconectar dispositivos externos o periféricos a la computadora el cual posee varios puertos USB, el Arduino mega2560 utiliza el conversor serial-USB FT232BL como se muestra en la figura 36. [37]

Figura 36.
Puerto USB



Fuente: convertidor USB-serie [38]

.Cuya características generales se muestra en la figura 37,

Figura 37.
Características puerto USB

INTERFAZ	FORMATO	Nro. Máximo de dispositivos	Longitud del cable (m)	Velocidad máxima (bps)	Uso típico
USB	Serial asíncrono	127	5 (o hasta 30 m con 5 hubs)	1.5M, 12M, 280M	Mouse, teclados, unidades externas, módem, audio

Fuente: <http://www.adslzone.net/postt40039.html>

Presentamos 2 versiones del puerto USB que se diferencia en cuanto a su velocidad como se muestra en la figura 38.

Figura 38.
Versiones puerto USB

USB 1.0, con dos velocidades:

- Velocidad baja a 1.5 Megabits por segundo
- Velocidad media a 12 Megabits por segundo

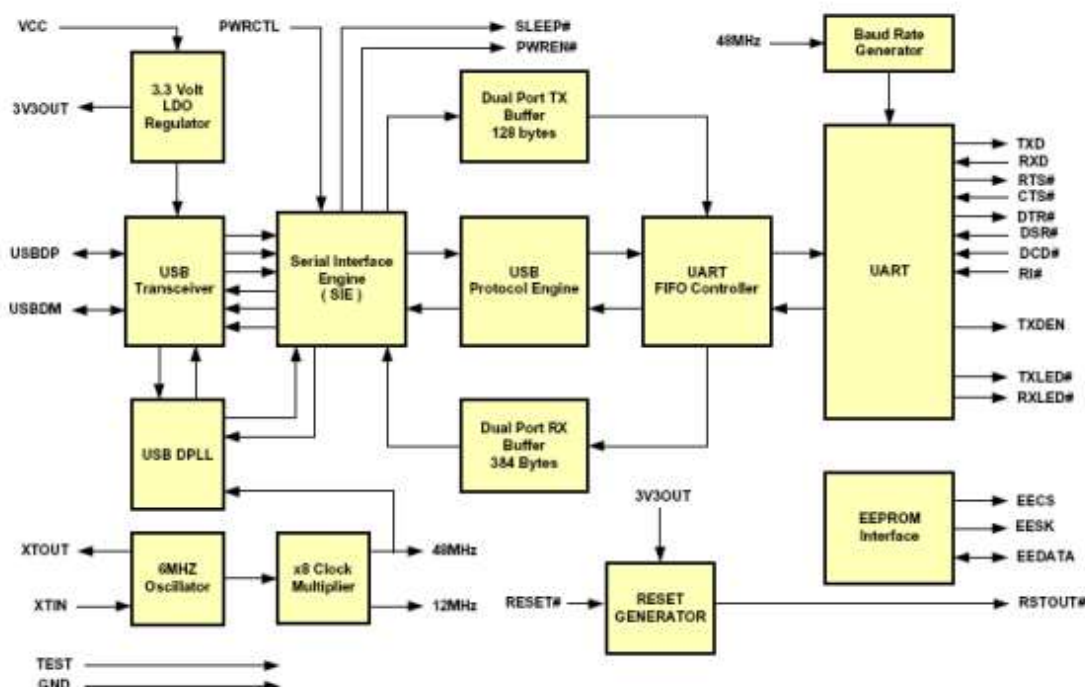
USB 2.0, con tres velocidades, las dos anteriores y la que sigue:

- Velocidad alta a 280 Megabits por segundo

Fuente: Versiones puerto USB. [37]

La conexión entre una PC y una plataforma vis USB es mediante el uso de conversores, donde uno de sus extremos de la interfaz utilizada es USB y el otro serial. De esta manera se asegura que el hardware que se desea conectar es transparente la forma en que los datos llegan al PC, el conversor es visto en general por la PC como un puerto serial, su representante es el FT232BM y el diagrama de bloques se muestra en la figura 39. [39]

Figura 39.
Diagrama de bloques del FT232



Fuente: Diagrama de bloques FT232 [39]

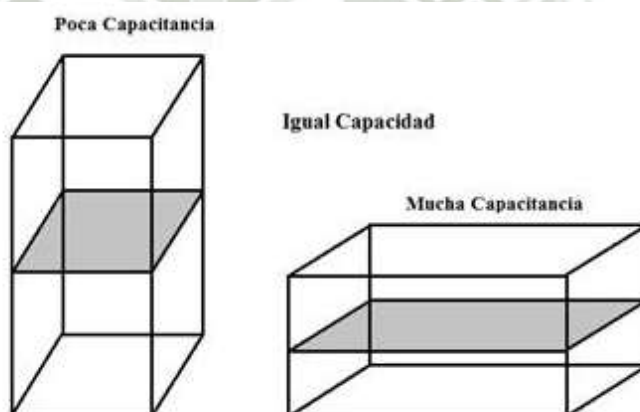
2.5. Medidores de nivel

2.5.1. Capacidad y capacitancia

Capacidad: mide la cantidad de materia que puede contener un tanque o energía que puede ser almacenada, y se mide en unidades de cantidad, ejemplo, la capacidad volumétrica de un tanque abierto es el volumen máximo que puede contener sin desbordarse.

Capacitancia: se refiere al cambio de materia o energía para realizar otro cambio unitario en una variable de referencia. Ejemplo, la capacitancia de volumen de un tanque abierto respecto a la altura, sería el cambio en volumen de líquido almacenado por unidad de cambio de altura.

Figura 40.
Capacidad y capacitancia



Fuente: serway-vol2-fisica

Cuanto mayor es la capacitancia, menor altura de nivel que ha de mover para desplazar un mismo volumen. Por tanto cuanto menor sea la capacitancia más ruido tendrá la medida de nivel.

2.5.2. Medidores de nivel

En la actualidad existe una gran diversidad de instrumentos para la medición de nivel y flujo, cada uno de estos modelos diferenciados por las características y principios de medición. Tenemos de efecto coriolis,

vortex, electromagnético ultrasonido, para la medición de flujo; y para medición de nivel: por flotación, microondas, capacidad, conductividad y ultrasonido.

2.5.2.1. Sensor ultrasónico

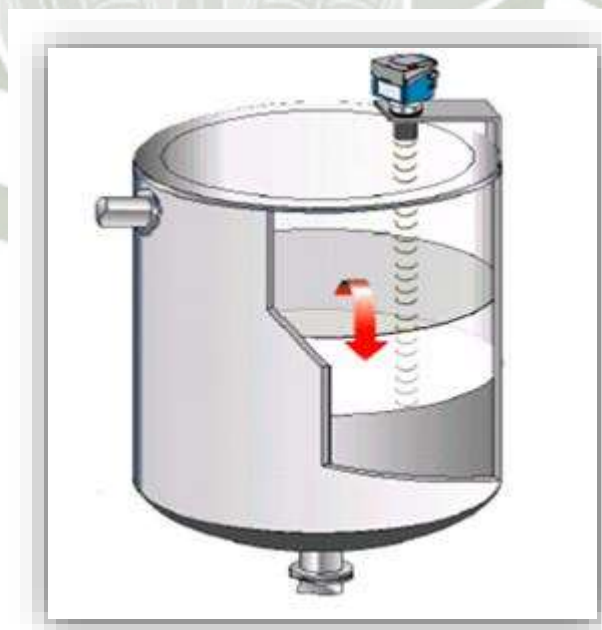
Estos dispositivos, son detectores de proximidad donde no existe roce mecánico y detectan distancias que van desde pocos centímetros hasta varios metros, como se muestra en la Figura 41.

2.5.2.2. Eco (tiempo de retorno)

El eco se efectúa cuando la onda sonora que viaja en el medio se encuentra con una superficie y parte de ella retorna al medio, un ejemplo de este efecto es cuando en un cuarto cerrado y vacío podemos oír una repetición retardada de nuestra voz al hablar.

En el caso de medir el nivel de un tanque, el efecto consiste en enviar un pulso de ultrasonido de tal forma que esta al incidir sobre la superficie, parte de la onda retorna al medio y recibida por el transductor.

Figura 41.
Sensor ultrasónico



Fuente: Sensor Ultrasónico [40]

Por tanto, el sistema consiste en medir el tiempo que demora en ir y volver el pulso de ultrasonido, mediante la expresión donde:

- D: es la distancia hacia el objeto.
- t : es el tiempo transcurrido.
- V: es la velocidad del sonido (343 m/s).

$$D = \frac{t * V}{2}$$

2.6. Control de temperatura

2.6.1. Sistemas térmicos

Los sistemas térmicos son aquellos que involucran la transferencia de calor de una sustancia a otra. Estos sistemas se analizan en términos de resistencia y capacitancia, aunque la capacitancia térmica y la resistencia térmica tal vez no se representen con precisión como elementos de parámetros concentrados, las sustancias que se caracterizan por una resistencia al flujo de calor tienen una capacitancia térmica insignificante y las sustancias que se caracterizan por una capacitancia térmica tienen una resistencia insignificante al flujo de calor. El calor fluye de una sustancia a otra de tres formas diferentes: por conducción, por convección y por radiación. Aquí sólo se considerarán la conducción y la convección. [41]

2.6.1.1. Resistencia y capacitancia térmica

La resistencia térmica R para la transferencia de calor entre dos sustancias se define de modo siguiente

$$R = \frac{\text{Cambio en la fiderencia de temperatura, } ^\circ\text{C}}{\text{Cambio en el flujo de calor, Kcal/seg}}$$

La resistencia térmica para una transferencia de calor por conducción o por convección se obtiene mediante.

$$R = \frac{d(\Delta\theta)}{dq} = \frac{1}{K}$$

Como los coeficientes de conductividad y convección térmica son casi constantes, la resistencia térmica para la conducción o la convección es constante. La capacitancia térmica C se define mediante. [41]

$$C = \frac{\text{Cambio en el calor almacenado, Kcal}}{\text{Cambio en la temperatura, } ^\circ\text{C}}$$

O bien

$$C = mc$$

Dónde:

R: resistencia termica, $^\circ\text{Cseg/ Kcal}$

m: masa de la sustancia considerada, Kg

C: capacitancia térmica $\text{Kcal}/^\circ\text{C}$

c: calor específico de la sustancia, $\text{Kcal}/\text{Kg}^\circ\text{C}$

$\Delta\theta$: Diferencia de temperatura, $^\circ\text{C}$

q: flujo de calor, Kcal/seg

K: coeficiente, $\text{Kcal}/\text{seg}^\circ\text{C}$

2.6.1.2. Sistema térmico

Considérese el sistema que aparece en la Figura 42. Se supone que el tanque está aislado para eliminar las pérdidas de calor hacia el aire circundante. También se supone que no hay almacenamiento de calor en el aislamiento y que el líquido del tanque está perfectamente mezclado, por lo que tiene una temperatura estable. De este modo, usa una sola temperatura para describir la del líquido en el tanque y la del líquido que sale. [41]

Dónde:

$\bar{Q}_i$: temperatura en estado estable del líquido que entra, $^\circ\text{C}$

$\bar{Q}_o$: temperatura en estado estable del líquido que sale, $^\circ\text{C}$

G: velocidad de flujo del líquido en estado estable, kg/seg

M: masa del líquido en el tanque, kg

c: calor específico del líquido, $\text{kcal}/\text{kg } ^\circ\text{C}$

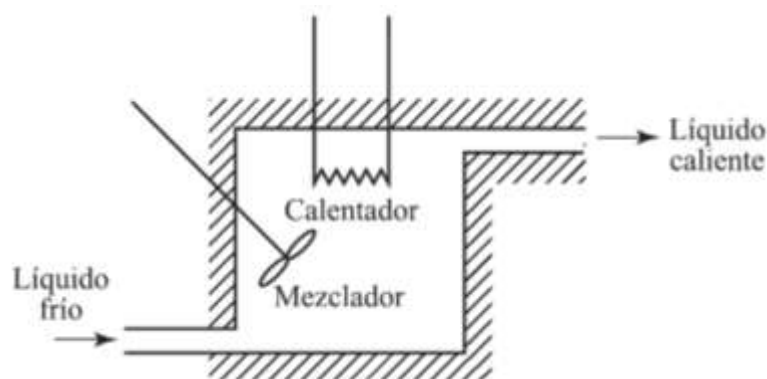
R : resistencia térmica, °C seg/kcal

C : capacitancia térmica, kcal/°C

H : entrada del flujo de calor en estado estable, kcal/seg

Figura 42.

Sistema de nivel de líquido



Fuente: Sistema de nivel de líquido [41]

Supóngase que la temperatura del líquido que entra se mantiene constante y que el flujo de calor de entrada al sistema (el calor que proporciona el calefactor) cambia repentinamente de H a $H + h_i$, donde h_i representa un cambio pequeño en el flujo de calor de entrada. El flujo de calor de salida cambiará, entonces, de forma gradual, de H a $H + h_o$. La temperatura del líquido que sale también cambiará de $\bar{Q}_o$ a $\bar{Q}_o + \theta$. Para este caso, h_o , C y R se obtienen, respectivamente. [41]

$$R = \frac{\theta}{h_o}$$

Obteniéndose la ecuación diferencial para el sistema

$$Cd\theta = (h_i - h_o)dt$$

O bien

$$RC \frac{d\theta}{dt} + \theta = R h_i$$

La función de transferencia que relaciona θ con h_i se obtiene mediante.

$$\frac{Q(s)}{Hi(s)} = \frac{R}{RCs + 1}$$

Dónde:

$$Q(s) = \mathcal{L}[\theta(t)] \text{ y } Hi(s) = \mathcal{L}[hi(t)]$$

2.6.2. Tipos de sensores de temperatura

Existen una variedad de sensores de temperatura, algunos sensores tales como, los termopares, RDT y termistores son los sensores más usados, debido a sus grandes ventajas. Y una nueva generación de sensores como los sensores de circuitos integrados y dispositivos de termometría de radiación.

Para la selección de sensor debemos considerar la precisión, el rango de temperatura, velocidad de respuesta, el medio ambiente, el costo y el acoplamiento térmico como se muestra en la tabla 8. [19]

Tabla 8.
Características sensores de temperatura

Sensor	Rango °C	Precisión ±°C	Costo	Robustez
Termopares	-270 a +2600	1	Bajo	Muy alta
RTD	-200 a +600	0.2	Medio	Alta
Termistor	-50 a +200	0.2	Bajo	Media
Circuito integrado	-40 a +125	1	Bajo	Baja

Fuente: Elaboración propia

Las ventajas y desventajas de los distintos tipos de sensores de temperatura se dan como se muestra en la tabla 9:

Tabla 9.
Comparación de sensores de temperatura

Sensor	Ventajas	Desventajas
Termopar	Amplio rango de temperatura de funcionamiento bajo costo robusto	No lineal Baja sensibilidad Compensación de unión de referencia necesaria Sujeto a ruido eléctrico
RTD	Lineal Amplio rango de temperaturas de funcionamiento. Alta estabilidad	Tiempo de respuesta lento Costoso Requiere fuente de poder sensible a los golpes
Termistor	Tiempo de respuesta rápido Bajo costo Tamaño pequeño Gran cambio en la temperatura frente a la resistencia	No lineal Requiere fuente de poder Rango limitado de temperatura de funcionamiento No pueden intercambiarse fácilmente sin necesidad de recalibrar
Circuito integrado	Altamente lineal Bajo costo Los sensores de salida digital se pueden conectar directamente a un microprocesador sin un convertidor A/D	Rango limitado de temperatura de funcionamiento Requiere fuente de poder Errores de auto calentamiento No tiene buen acoplamiento térmico con el medio ambiente

Fuente: Elaboración propia

2.6.3. Sensor de temperatura de precisión LM35

En la figura 43 se muestra un sensor que determina la temperatura mediante estado sólido (no usa mercurio, ni termistores.). Es un sensor de circuito integrado con una salida lineal proporcional a la escala Celsius.

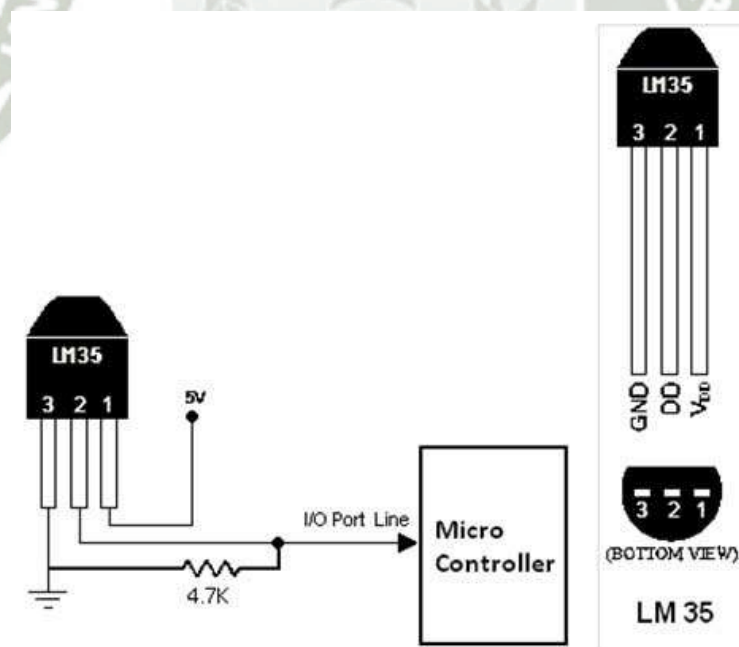
Debido a que el sensor LM35 no posee partes móviles, es preciso, no se desgasta trabaja bajo diferentes condiciones ambientales. [22]

Algunas características técnicas de este sensor:

- Alimentación: -0.2v a 35v, 10mA.
- Rango de temperatura: -55°C 150°C.
- Rango de salida: -550mV (-55°C) pero la exactitud decrece después de 125°C.

Figura 43.

Sensor LM35



Fuente: Datasheet [22]

2.6.4. Actuador: Calentador de inmersión

El calentador por inmersión, consiste en un tubo de metal que en su interior está provisto por una resistencia eléctrica aislada. Operan bajo el suministro de electricidad doméstica. Existen calentadores eléctricos industriales de inmersión utilizados en calderas de vapor eléctricas estos pueden llegar 100 Kilowatts, o más, como se muestra en la figura 44.

Figura 44.

Calentador de líquidos por inmersión



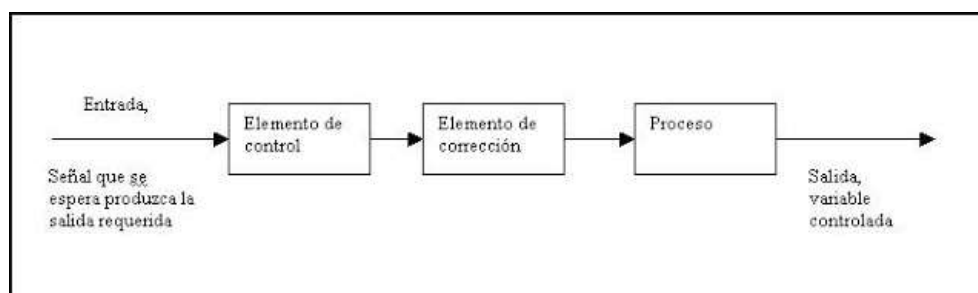
Fuente: Elaboración propia

2.7. Estrategia de control

2.7.1. Sistema en lazo abierto.

En donde la acción del controlador no se vincula con el resultado final, en este tipo de sistema la señal de salida no tiene influencia sobre la entrada, porque la variable que controla el proceso circula en un solo sentido, en otras palabras en un sistema de control de lazo abierto no se mide la señal de salida ni se realimenta para compararla con la entrada, como se muestra en la figura 45. [41]

Figura 45.
Sistema de control lazo abierto

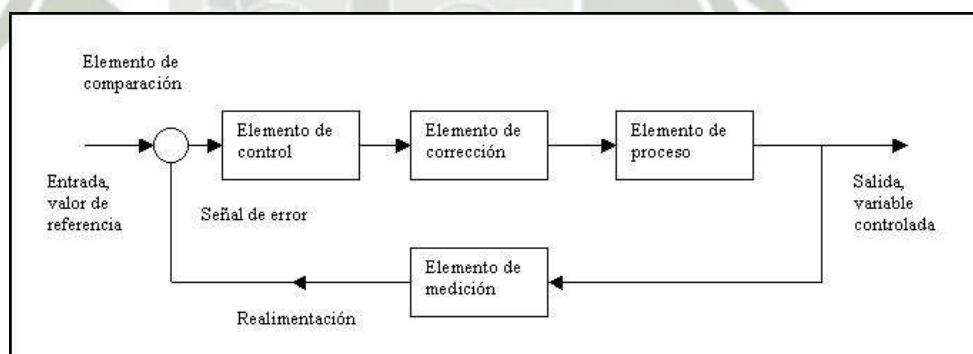


Fuente: Sistemas-de control lazo abierto [42]

2.7.2. Sistema de lazo cerrado

Denominado también sistema realimentado, se alimenta al controlador la señal de error de actuación, que es la diferencia entre la señal de entrada y la señal de realimentación. (que puede ser la propia señal de salida o una función de la señal de salida y sus derivadas y/o sus integrales), como se muestra en la figura 46. [41]

Figura 46.
Sistema de control de lazo cerrado



Fuente: Sistemas-de control lazo cerrado [41]

Cualquier proceso que queramos controlar, estarán sometidas a perturbaciones (internas o externas) que desviaran el resultado deseado. En la mayoría de los procesos controlados se suele utilizar el sistema de lazo cerrado, ya que posibilita el control continuo. [43]

2.7.3. Control todo o nada

Es el sistema más simple y económica, utilizada en numerosas aplicaciones donde se admite una oscilación continua entre dos límites, como ejemplo la regulación de nivel o temperatura, la salida solo puede tener dos posiciones, el control todo o nada se aplica en procesos donde se tiene una velocidad de reacción lenta o gran capacidad, con un tiempo de retardo mínimo. Por lo general son empleados en control de nivel o de temperatura de gran capacidad. [43]

2.7.4. Control PID

Es el tipo de control más conocido PID (Proporcional Integral Derivativo) es un mecanismo de control genérico en una realimentación de bucle cerrado y usado en múltiples aplicaciones pero existen otros métodos que pueden otorgar un control de mayor calidad en procesos donde el control PID no cumple con lo necesario. El PID puede mostrar resultados exitosos en la mayoría de los casos y es por esa razón que goza de tanta popularidad en comparación con otros controles. Es un sistema al que le entra un error calculado a partir de la salida deseada menos la salida obtenida y su salida es utilizada como entrada en el sistema que queremos controlar. [41]

2.7.5. Control óptimo

El control óptimo trata de determinar el “mejor” sistema de control empleando una técnica óptima de diseño. Esta técnica asume la formulación de una función matemática denominada la función de costo, también conocida como función de rendimiento, índice de rendimiento o índice de funcionamiento, entre otras denominaciones. El procedimiento de diseño del sistema de control óptimo trata de encontrar un extremo (un mínimo o un máximo) de una función de costo con el propósito de determinar los parámetros Óptimos de una ley de control; de allí el término óptimo. En la mayoría de los casos, sin embargo, la búsqueda de la función de costo involucra procedimientos de error y corrección; esto significa que

no siempre podemos estar seguros acerca de la forma exacta que debería poseer la función de costo. [41]

2.7.5.1. Control óptimo cuadrático continuo

(LQR) Linear Quadratic Regulator, que se resuelve a partir de la optimización de un índice de performance cuadrático, dando lugar a una solución lineal. El diseño del sistema de control óptimo cuadrático, se basa en el índice de desempeño, trata de minimizar y optimizar la señal de control. Definido por: [41]

$$\dot{x} = Ax + Bu$$

Dónde:

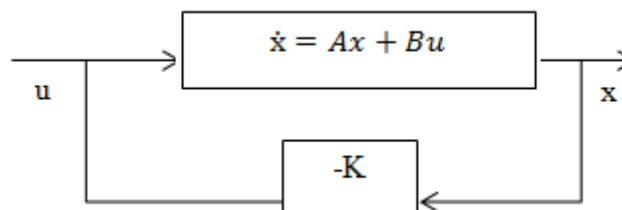
- $\dot{x}$: Vector de estado de orden "n".
- u : Vector de control de orden "r".
- A : Matriz constante de orden "n x n"
- B : Matriz constante de orden "n x r"

El objetivo de la optimización es elegir un vector de control $u(t)$ de modo que minimicé el índice de desempeño J , Para un sistema regulador, la señal de control $u(t)$ viene dada por:

$$u(t) = Kx(t)$$

Dónde: K es una matriz de "r x n". La Figura 46 presenta el diagrama de bloques del sistema de control óptimo.

Figura 47
Diagrama de bloques del sistema de control óptimo



Fuente: Elaboración propia

El Índice de desempeño o función de costo a ser minimizado, viene dado por:

$$J = \int_0^{\infty} (x^T Q x + u^T R u) dt$$

Para los Sistemas con vectores reales y matrices reales es igual a:

$$= \int_0^{\infty} (x^T Q x + u^T R u) dt$$

Dónde:

- Q : Es una Matriz Hermética o Real Simétrica definida positiva (o parcialmente definida positiva).
- R : Es una Matriz Hermética o Real Simétrica definida positiva.
- u : No está Restringida o no es Acotada.
- Las variables de estado y la señal de control son ponderadas por las matrices de ponderación Q y R .
- De las ecuaciones obtenemos la siguiente función de costo:

$$\dot{x} = Ax + BKx(A - Bk)x$$

Si asumimos que $(A-BK)$ es estable, ósea donde los valores propios de $(A-BK)$ poseen parte real negativa, obtenemos la siguiente función de costo:

$$J = \int_0^{\infty} x^T (Q + K^T RK) x dt$$

Obteniéndose así mismo:

$$x^T (Q + K^T RK) x = \frac{d}{dt} (x^T P x)$$

Dónde:

P: Es una matriz hermética definida positiva o real simétrica.

Entonces obtenemos:

$$x^T (Q + K^T RK) x = x^T P x - x^T P x$$

$$x^T (Q + K^T RK) x = (A - Bk)^T x^T P x - x^T P (A - Bk) x$$

$$x^T (Q + K^T RK) x = x^T [(A - Bk)^T P + P(A - Bk)] x$$

Por tanto obtenemos:

$$(A - Bk)^T P + P(A - BK) = (Q + K^T RK)$$

Ahora el índice de rendimiento es estimado como:

$$J = \int_0^{\infty} x^T (Q + K^T RK) x dt = x^T P x \Big|_0^{\infty}$$

$$J = -x^T(\infty) P x(\infty) + x^T(0)$$

Asumimos que los valores propios de (A-BK) poseen parte real negativa, entonces $x(\infty) \rightarrow 0$, por tanto:

$$J = -x^T(0) P x(0)$$

Asumiendo que $R = T^T T$, donde T es una matriz no singular, entonces:

$$(A^T - K^T B^T) P + P(A - BK) + Q + Q^T T^T T K = 0$$

$$(A^T P + P A) + [TK - (T^T)^{-1} B^T P]^T [TK - (T^T)^{-1} B^T P] - P B R^{-1} B^T P + Q = 0$$

La minimización de “J” con respecto a “K”, necesita la minimización de:

$$x^T [TK - (T^T)^{-1} B^T P]^T [TK - (T^T)^{-1} B^T P] x \text{ con respecto a "K" :}$$

$$K = T^{-1} (T^T)^{-1} B^T P = R^{-1} B^T P$$

Luego obtenemos la ley de control óptimo planteada por la siguiente ecuación:

$$u(t) = R^{-1} B^T P x(t)$$

Ahora finalmente, la matriz “p” debe satisfacer la ecuación de la matriz reducida de Riccati:

$$A^T P + PA - PBR^{-1} B^T P + Q = 0$$





CAPITULO 3

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE HARDWARE DEL SISTEMA

Se elabora e implementa a continuación el hardware necesario para la implementación del sistema de los procesos de biodiesel, así como las dimensiones y capacidades, divididas en dos partes fundamentales de diseño.

- Diseño, construcción e implantación mecánica.
- Diseño e implementación electrónico y eléctrico.

3.1. Diseño, construcción e implementación mecánica.

3.1.1. Descripción de los equipos

Tal como se aprecia en la Tabla 8 y la Figura 47, el sistema cuenta con un tanque reactor y un tanque de lavado y además de un tanque de metoxido que almacena y mezcla los insumos químicos, a continuación describimos las partes:

El tanque T1 es un pequeño tanque de almacenamiento de aceite, es un cilindro vertical metálico de acero inoxidable que sirve para mezclar las sustancias químicas. Es el tanque de producción de metoxido que es donde se prepara el catalizador, este cuenta con un motor agitador eléctrico conectado al panel eléctrico de control.

El tanque T2 pertenece al reactor, es donde se realiza el proceso de transesterificación, este cuenta con un sensor de temperatura que mide la temperatura de la sustancia un motor eléctrico de agitación y una resistencia eléctrica todos conectados al panel eléctrico de control.

El Tanque T3 pertenece al Lavado, es de donde obtendremos el biodiesel mediante un proceso de separación del biodiesel con la glicerina.

El panel eléctrico de control cuenta con los tres interruptores de encendido y apagado del sistema, la activación y control de los sensores, la electrobomba, los solenoides, la resistencia eléctrica, los motores de agitación. Cuando uno de ellos esta encendido se prende un led. Finalmente, para seguridad de los equipos se cuenta con termo magnético

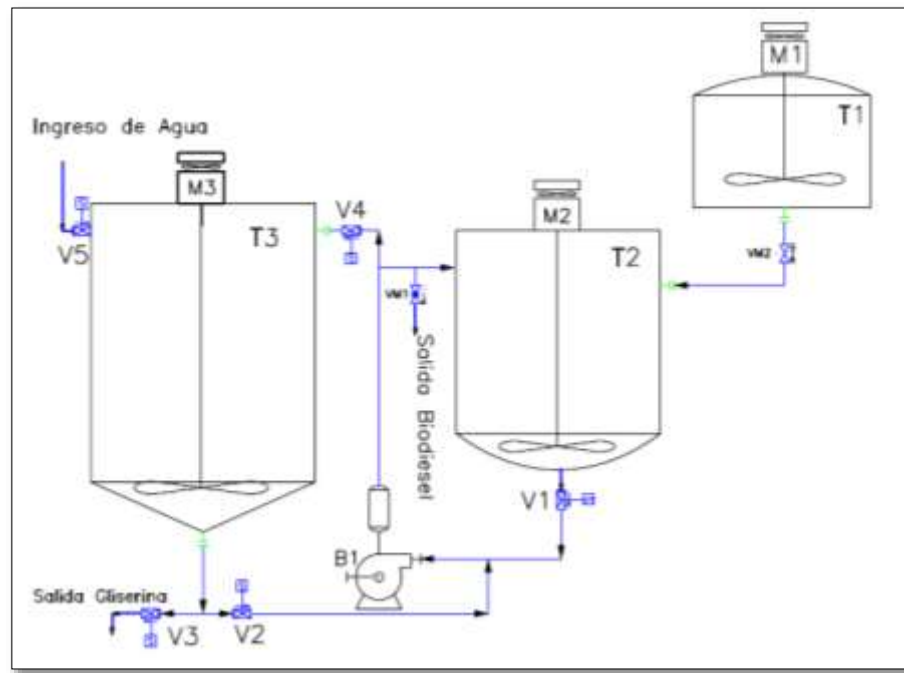
y fusibles, uno para cada motor y la resistencia. En la tabla 10 presentamos la descripción de cada uno de los equipos.

Tabla 10.
Descripción de los Equipos

Código	Descripción	Cantidad	Tamaño	Material
T1	Tanque de Metoxido	1		Acero inoxidable
T2	Tanque Reactor	1		Acero inoxidable
T3	Tanque Lavado	1		Acero inoxidable
M1	Motor agitador Metoxido	1		Fierro
M2	Motor agitador reactor	1		Fierro
M3	Motor agitador lavado	1		Fierro
B1	Electrobomba	1		Fierro
P1	Panel Eléctrico de Control	1		Metal
R1	Calentador Eléctrico	1		Cobre
V1, V2, V3	Válvulas Solenoide	3		Acero inoxidable
V4, V5	Válvulas Solenoide	2		Plástico
VM1, VM2	Válvulas Manuales	2		Acero inoxidable

Fuente: Elaboración propia

Figura 48.
Esquema planta producción biodiesel



Fuente: Elaboración propia

3.1.1.1. Selección de equipos

Una vez evaluado el sistema actual se procedió a la selección de los dispositivos y equipos idóneos para la Instrumentación.

3.1.1.2. Selección de los sensores

La selección de los sensores es un factor muy importante, ya que de esto depende que el sistema funcione correctamente garantizando seguridad y confianza a los operarios encargados. Para la selección de los sensores se consideró los siguientes puntos

Requerimientos funcionales

- Tamaño del sensor.
- Alimentación.
- Tipo de salida.

- Rango de medición.
- Tiempo de respuesta.
- Ajuste de sensibilidad.
- Temperatura que soporta.
- Inmersión en el agua.

Montaje físico

- Espacio requerido.
- Soportes, abrazaderas.
- Pre-cableado o cable-conector.

3.1.1.3. Selección de los actuadores

3.1.1.3.1. Válvulas solenoides

Se debe tener en cuenta el tipo de caudal que se va manejar, la presión, el tipo de operación como se muestra a continuación:

- Tipo.
- Operación.
- Tamaño.
- Conexión.
- Voltaje de bobina.
- Presión de operación.
- Aplicación.

3.1.1.4. Selección de elementos de fuerza

3.1.1.4.1. Magneto térmico

Son empleados para la protección contra sobre cargas y corto circuitos, para el dimensionamiento del breaker se debe considerar los siguientes aspectos:

- Corriente nómina.
- Tensión de trabajo.
- Poder de corte.

3.1.1.4.2. Dimensionamiento del contactor

El contactor es un dispositivo que se encarga de abrir o cerrar circuitos eléctricos y que normalmente funciona como mando a distancia.

Para el dimensionamiento del contactor se debe tener en cuenta:

- Tipo de accionamiento.
- Voltaje nominal.
- Intensidad nominal del motor.
- Potencia del contactor.
- Categoría de utilización establecida por la norma IEC 947.
- Frecuencia Clase de servicio.
- Voltaje de la bobina.

3.1.2. Diseño e implementación del equipo

Para la construcción del tanque reactor previamente se realizó el diseño en AutoCAD, para contar con las medidas necesarias para su elaboración física, a continuación se muestra los esquemas realizados:

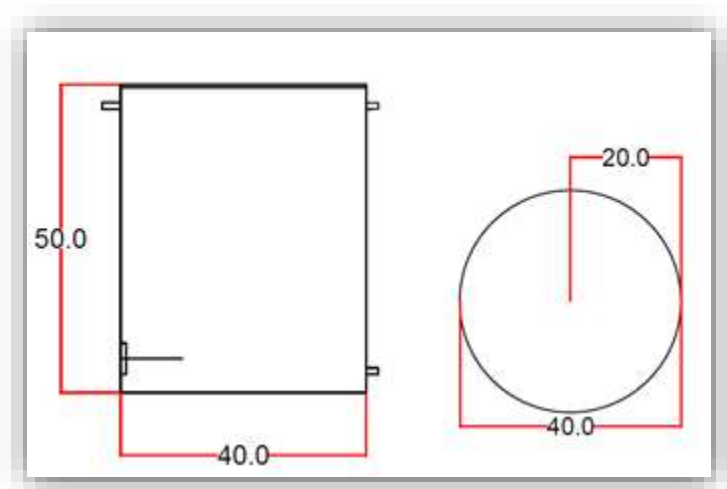
3.1.2.1. Diseño e implementación Tanque Reactor

Para el diseño del tanque se tomó en cuenta la capacidad de volumen de biodiesel que se quiere producir por lo tanto planteamos las siguientes medidas para su elaboración:

a. Volumen del cilindro

Calculamos el volumen del cilindro con las medidas que se muestran en la Figura 48.

Figura 49.
Volumen del cilindro



Fuente: Elaboración propia

$$V = \pi r^2 * h$$

- V: volumen
- h: altura
- r: radio

$$V = \pi * 20^2 * 50$$

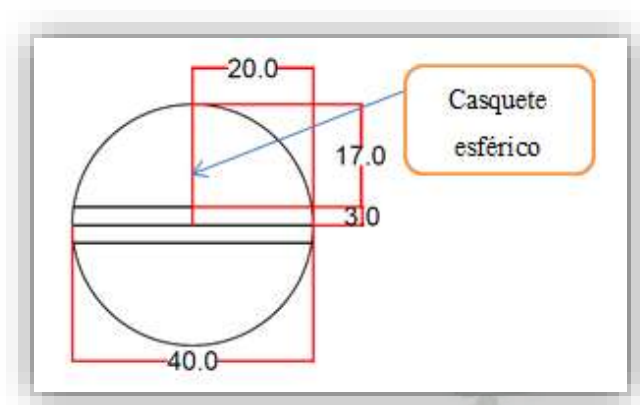
$$V = 62831.85 \text{ Cm}^3$$

$$V = 62.83185 \text{ Litros}$$

b. Volumen del casquete esférico

Calculamos el volumen del casquete esférico con las medidas como se muestra en la Figura 49.

Figura 50
Volumen del casquete esférico



Fuente: Elaboración propia

$$V = \frac{1}{3} * \pi * h1(3r - h1)$$

Dónde:

- V: Volumen del casquete esférico.
- R: radio de la esfera.
- H1: altura del casquete esférico.

Reemplazamos los datos:

$$V = \frac{1}{3} * \pi * 17^2 * (3 * 20 - 17)$$

$$V = 302.64 * (43)$$

$$V = 13013.52 \text{ Cm}^3$$

$$V = 13.01352 \text{ Litros}$$

c. Volumen de la esfera

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

Dónde:

- V: Volumen de la esfera.
- R: radio de la esfera.

$$V = \frac{4}{3} * \pi * 20^3$$

$$V = \frac{4}{3} * \pi * 8000$$

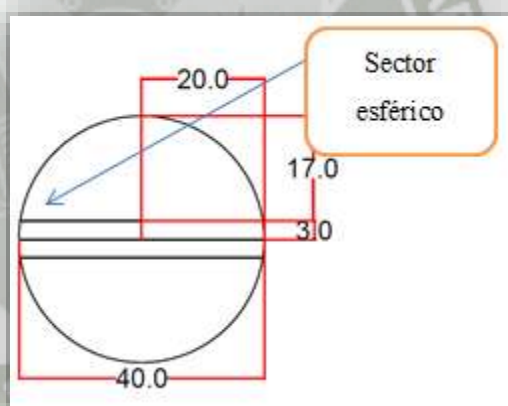
$$V = 33510.32 \text{ Cm}^3$$

$$V = 33.51032 \text{ Litros}$$

d. Volumen del sector esférico

Calculamos el volumen del sector esférico con las medidas como se muestra en la Figura 50.

Figura 51.
Volumen del sector esférico



Fuente: Elaboración propia

Volumen del sector esférico

$$= \frac{\text{volumen esfera} - 2(\text{volumen casquete esférico})}{2}$$

$$\text{Volumen del sector esférico} = \frac{33.51032 \text{ Litros} - 2(13.01352 \text{ Litros})}{2}$$

$$\text{Volumen del sector estérico} = \frac{7.48328}{2} \text{ Litros}$$

$$\text{Volumen del sector esférico} = 3.74164 \text{ Litros}$$

$$\text{Volumen del tanque} = \text{volumen del sector esférico} + \text{volumen del cilindro}$$

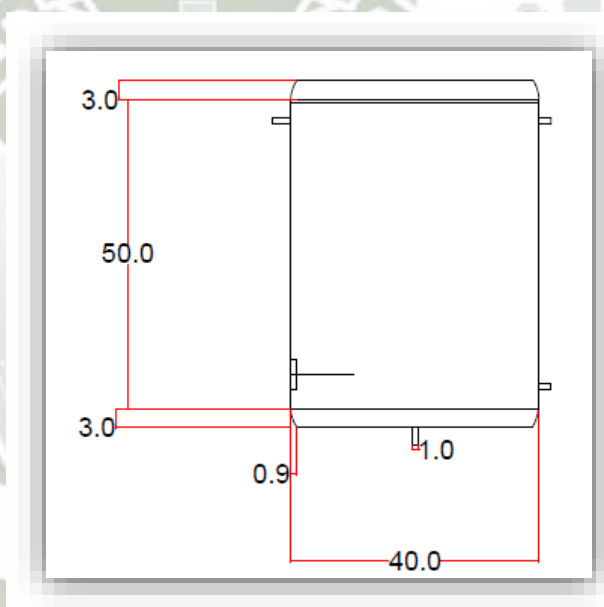
$$\text{Volumen del tanque} = 62.83185 \text{ Litros} + 3.74164 \text{ Litros.}$$

$$\text{Volumen del tanque} = 66.57349 \text{ Litros.}$$

Vista frontal:

Vista frontal del tanque reactor como se muestra en la Figura 51.

Figura 52.
Vista frontal

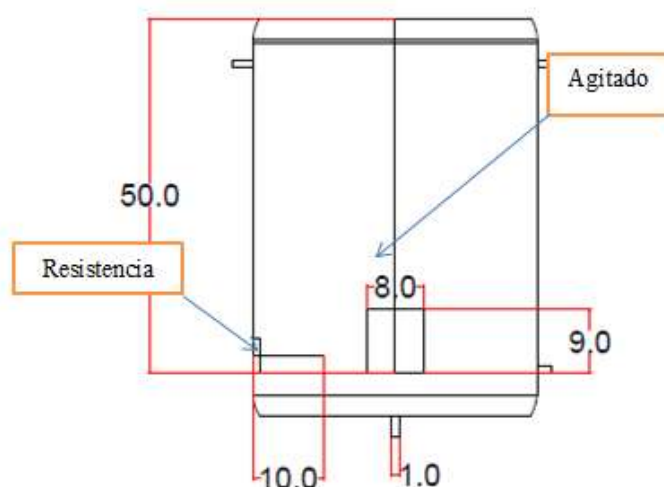


Fuente: Elaboración propia

Altura del agitador:

La altura del agitador es de 50cm como se muestra en la Figura 52.

Figura 53.
Altura del agitador

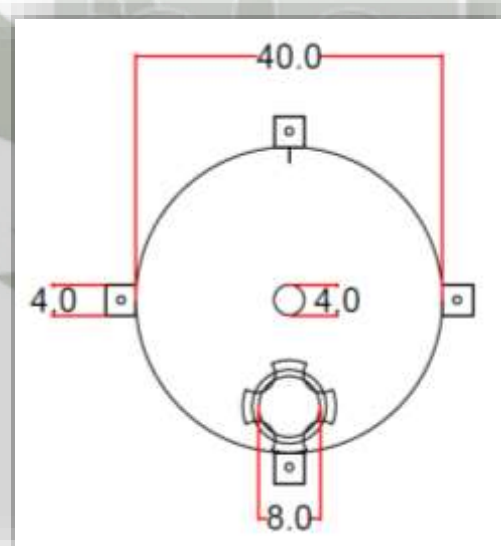


Fuente: Elaboración propia

Vista superior:

Vista Superior del tanque reactor como se muestra en la Figura 53.

Figura 54.
Vista superior



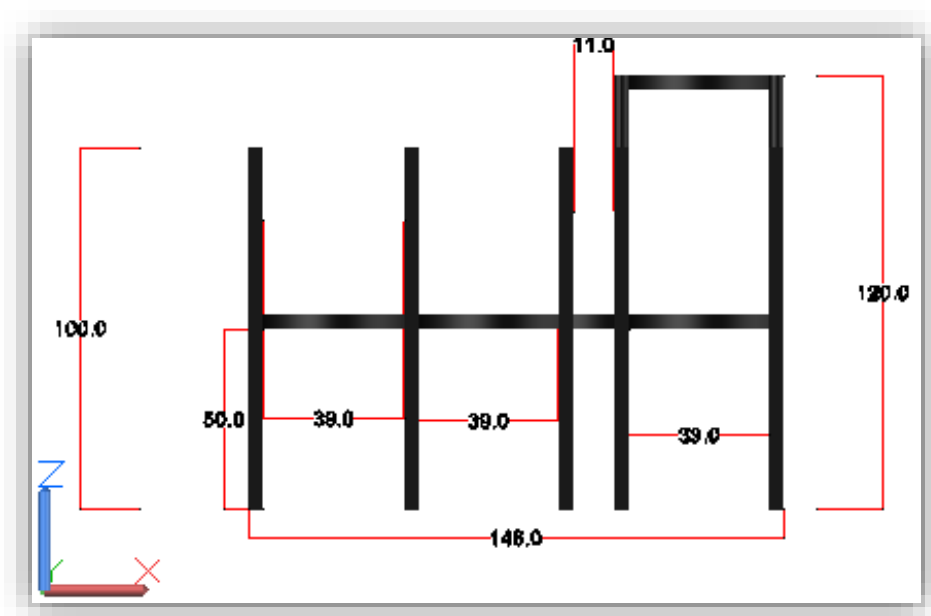
Fuente: Elaboración propia

3.1.2.2. Diseño e implementación estructura metálica

Para el soporte de los tanques se diseñó una estructura que soporte el peso de los tanques llenos del elemento viscoso a base de acero inoxidable, en la figura 54 se muestra una vista frontal del armazón, la figura 55 una vista frontal del armazón pero con contenedores y en la figura 56 una vista diagonal del armazón, todos estos diseños con sus respectivas medidas fueron realizados utilizando el software Autocad 2013

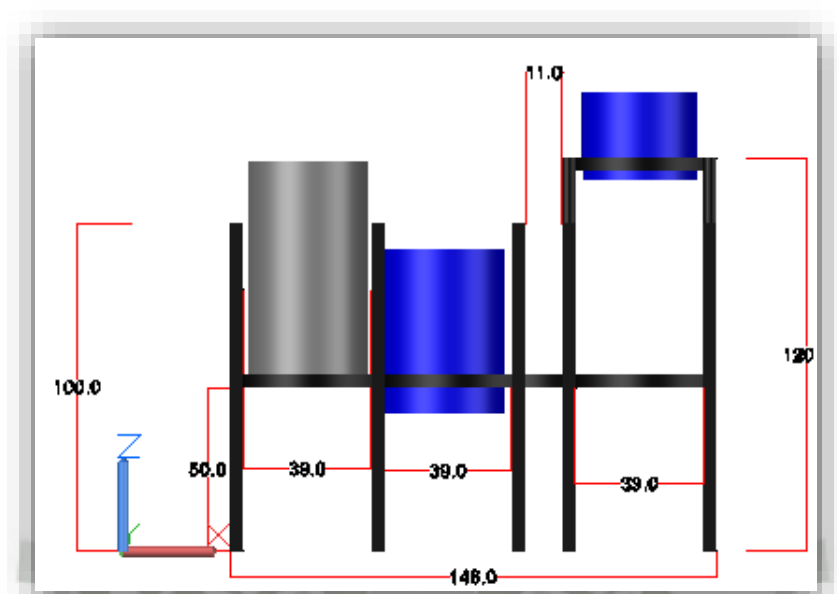
Figura 55.

Vista frontal de armazón



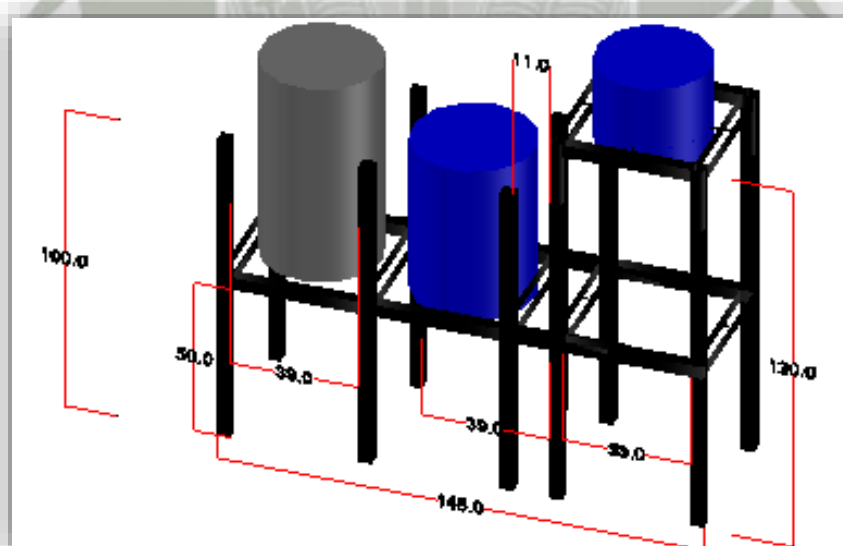
Fuente: Elaboración propia

Figura 56.
Vista frontal con contenedores



Fuente: Elaboración propia

Figura 57.
Vista diagonal del armazón con contenedores



Fuente: Elaboración propia

3.2. Diseño e implementación electrónica y eléctrica

Lo dividimos en etapas:

- El sistema de fuerza de la bomba centrífuga.
- El sistema de control eléctrico, conexión del Arduino, sensor de temperatura, el sensor ultrasónico, el circuito de accionamiento, los pulsadores de emergencia y de inicio como se muestra en la figura 57.

Figura 58.

Diagrama de implementación eléctrica e electrónica



Fuente: Elaboración propia

3.2.1. Sistema de fuerza de la bomba centrífuga

Para la implementación de esta etapa se contó con un termo magnético principal está conectada a la línea principal de ahí y la salida de las mismas a la protección térmica y seguida los contactores y de ahí al motor.

3.2.1.1. Módulo circuito de fuerza

El circuito de fuerza está integrado por los elementos que se muestran en la Figura 58.

Figura 59.
Termo magnético Contactores

ACCESORIOS	CARACTERISTICAS	MARCA	
Bomba Centrífuga	1 Termo magnético 16A 1 Contactor de potencia NC1, 9A - AC3, 220V AC (1NA). 1 Relé térmico 4A- 6A	CHINT	
Motores	3 Termo magnético 16A.	CHINT	
Válvulas	3 Termo magnético 16A.	CHINT	

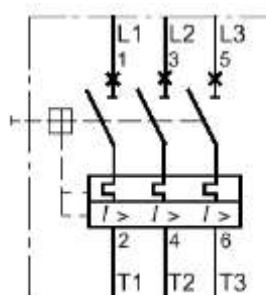
Fuente: Elaboración propia

3.2.1.2. Magneto térmica

Este aparato de protección es capaz de cerrar o interrumpir la corriente en un circuito cuando el valor de la corriente sobrepasa su valor de ruptura, ante intensidades de corriente anormalmente elevadas.

Como muestra la Figura 59.

Al igual que los fusibles, las magnetos térmicas protegen los circuitos contra sobrecargas.

Figura 60.
Simbología:

Fuente: Simbología [44]

Elección del interruptor magneto térmico.

Debemos considerar lo siguiente:

Seleccionar el tipo de curva de disparo en la tabla como se muestra en la tabla 11.

Tabla 11.

Características de un termo magnético

Curva de disparo	Corriente de magnético	Calibre	Aplicaciones
B	5	2	Protección generadores, personas
		3	
C	10	4	Protección general
		6	Protección de receptores con elevada corriente de arranque
D	20	10	
		16	Protección de circuitos electrónicos
Z	3.6	20	
		25	

Fuente: Elaboración propia

3.2.1.3. Contactor

Este mecanismo tiene la función de abrir y cerrar circuitos eléctricos y por lo general funcionan como mando a distancia. Esto sucede cuando la bobina del contacto recibe corriente, funcionando como un electroimán y atrayendo sus contactos.

Para su selección debemos considerar lo siguiente:

- Tipo de accionamiento.
- Intensidad nominal del motor.
- Potencia del contactor.
- Categoría, y normas.
- Voltaje de la bobina.
- Frecuencia.

Por seguridad se debe considerar un sobre dimensionamiento del 25% de la potencia nominal de la bomba.

Figura 61.

Contactor



Fuente: Electrotecnia [45]

a. Partes del contactor

- Contactos principales: tiene por finalidad abrir el circuito de fuerza o potencia 1-2, 3-4, 5-6.
- Contactos auxiliares: empleado en circuito de mando, este soporta menos intensidad que los principales. 13-14 (NO).
- Circuito electromagnético: integrado por tres partes:

El núcleo, bobina A1-A2, armadura.

Figura 62.

Simbología:



Fuente: Simbología del contactor [46]

b. Elección del contactor

Para elegir el contactor debemos considerar los siguientes factores:

- La tensión de alimentación de la bobina puede ser continua o alterna, siendo las tensiones de 12 V, 24 V o 220 V.
- El número de veces que el circuito electromagnético va a abrir y cerrar.
- Hay que tener en cuenta el arco eléctrico que se produce cada vez que esto ocurre y el consiguiente deterioro.
- La corriente que consume el motor de forma permanente (corriente de servicio).

Figura 63.

Esquema y cableado



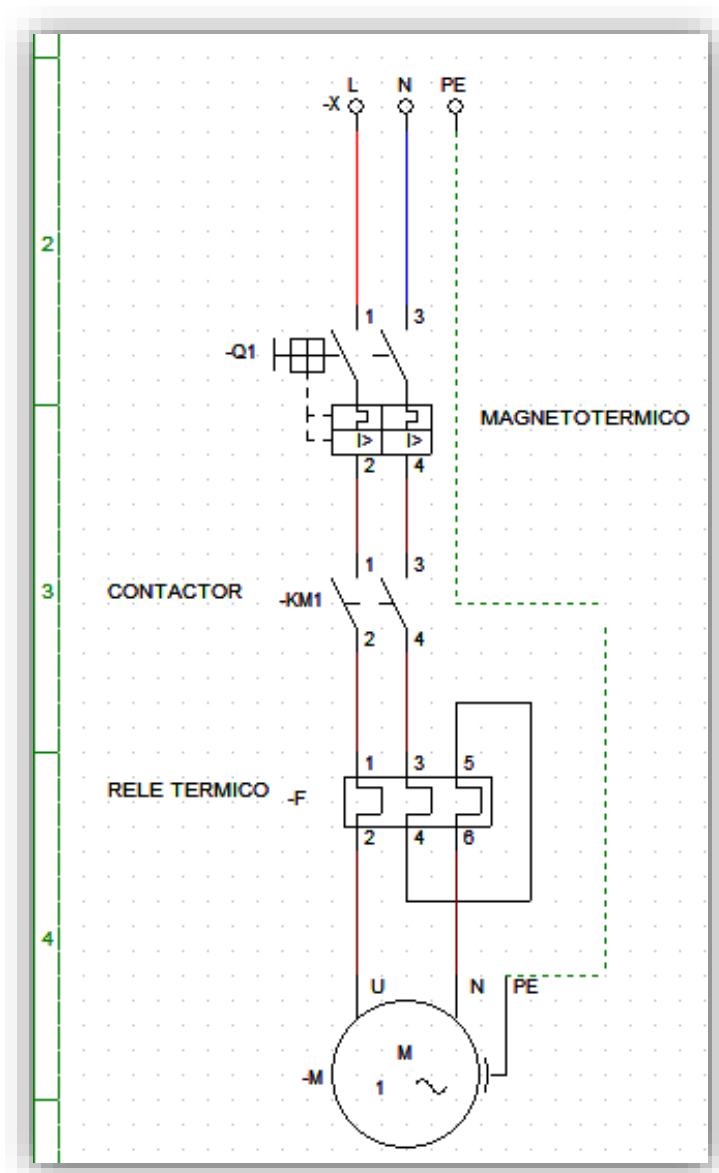
Fuente: Elaboración propia

c. Circuito de fuerza

El siguiente circuito se diseñó en el software CADESIMU, donde nos permitió también emular el funcionamiento del circuito. El circuito lo forman el termo magnético, el contactor, el relé térmico y el motor como se muestre en la figura 63.

Figura 64.

Esquema circuito de fuerza eléctrico



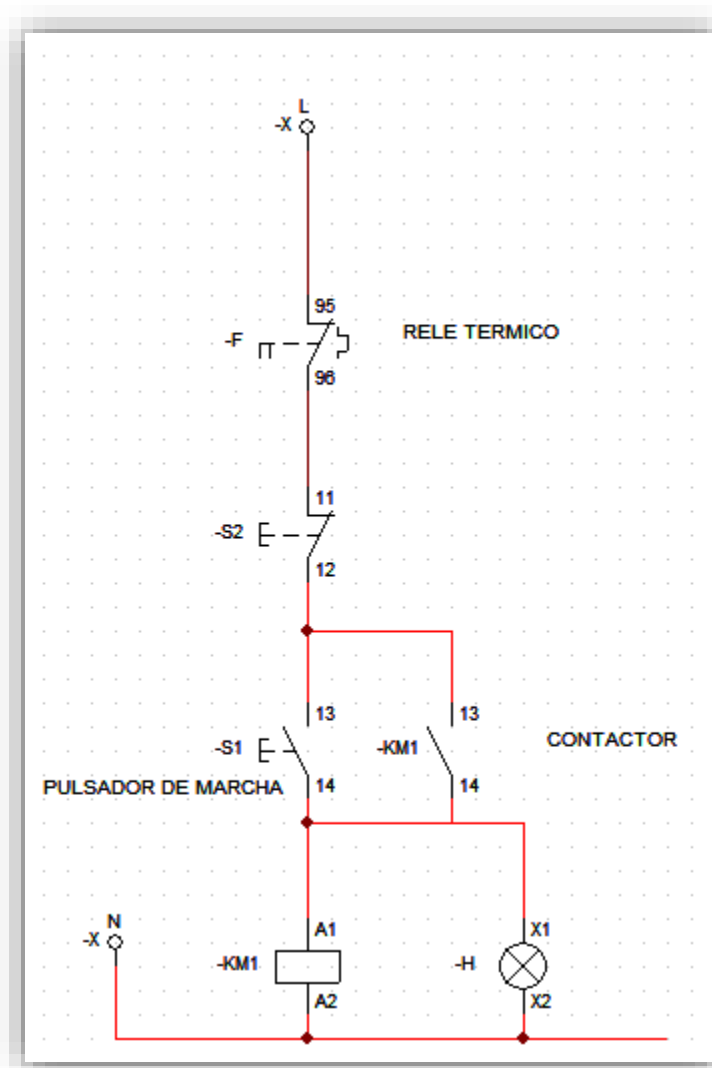
Fuente: Elaboración propia

d. Circuito de mando

Presenta la lógica cableada donde los mandos manuales como los pulsadores proporcionan un control sobre la maquinaria .donde lo primordial es mantener la seguridad de los operarios.se presenta los siguientes elementos. Fusibles, protección térmica, pulsadores de paro y marcha, relés, sensores como se muestre en la Figura 64.

Figura 65.

Esquema circuito de mando eléctrico



Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Válvulas solenoides

Las válvulas solenoides son dispositivos que conducen o restringen el paso de líquidos. Los parámetros que debemos considerar para seleccionar las válvulas son las siguientes:

- Tipo.
- Operación.
- Tamaño.
- Conexión.
- Voltaje de bobina.
- Presión de operación.
- Aplicación.

Teniendo en cuenta las consideraciones ya mencionadas, se escogió las válvulas solenoides. La tabla 12 muestra sus características.

Tabla 12.
Características de los solenoides utilizados

Válvula solenoide	Tipo	Operación	Tamaño	Conexión	Voltaje de bobina	Aplicación
3	2 vías	NC	2"	NPT	220V AC -ED 100%	Líquidos
3	2 vías	NC	1/4"	NPT	12V DC	Líquidos

Fuente: Elaboración propia

Figura 66
Foto del solenoide



Fuente: Elaboración propia

3.2.2.1. Elementos para el circuito de fuerza

Antes de seleccionar los elementos del circuito de fuerza, se dimensiono los dispositivos de protección, y conductores eléctricos.

Los dispositivos automáticos (magneto térmicos) son empleados para la protección contra sobre cargas y cortos circuitos, para seleccionar el magneto térmico de debe considerar los siguientes aspectos.

- Corriente nominal.
- Tensión de trabajo.
- Poder de cierre.
- Poder de corte.
- Numero de polos.

3.2.2.2. Solenoide

Datos:

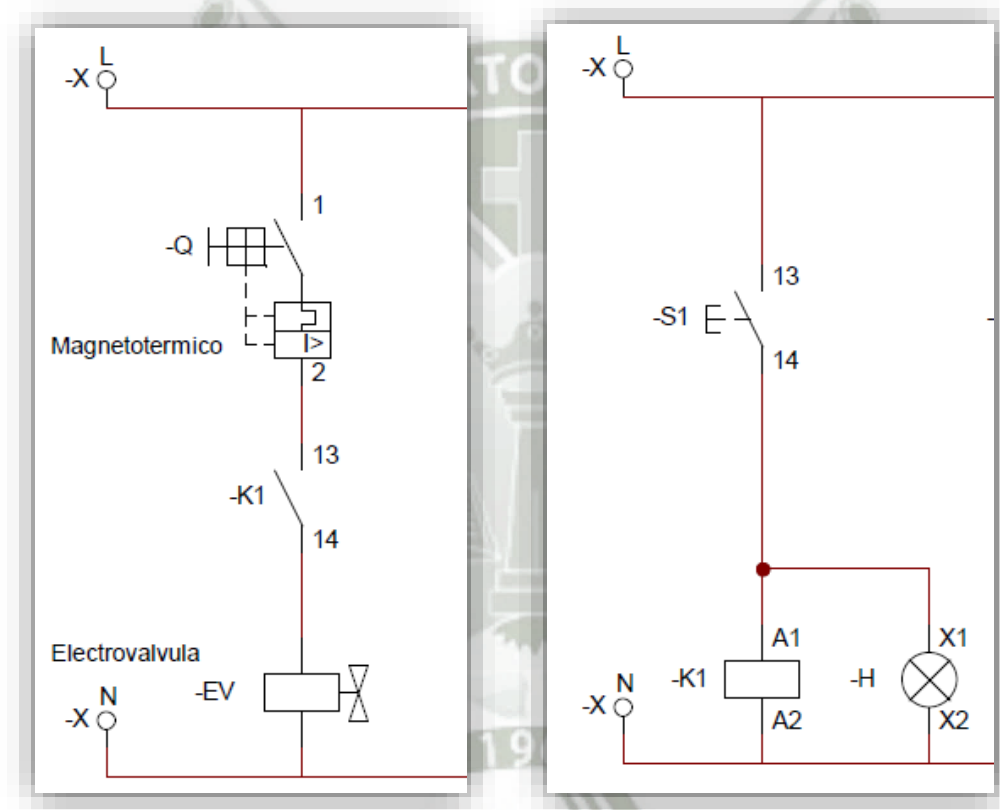
-220 voltios AC 60Hz

-ED Bobina de servicio continuo 100%

Los esquemas de circuitos de fuerza y mando se muestran en la figura 66.

Figura 67.

Esquema circuito de fuerza y mando



Fuente: Elaboración propia

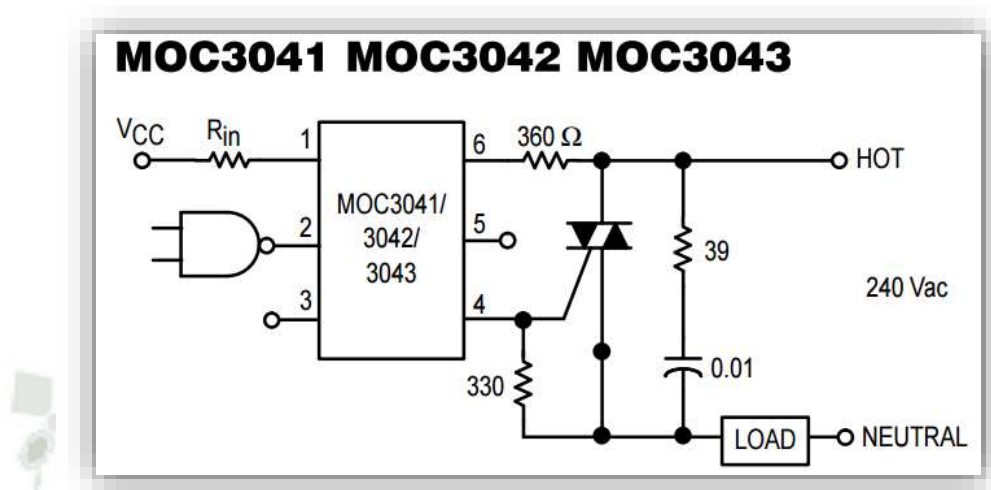
3.2.3. Sistema de acondicionamiento para la resistencia eléctrica

Este en esta etapa se diseñó el sistema e potencia para activar la resistencia calentadora que trabaja a 220V .el circuito emplea un dispositivo de estado sólido (triac) que es un dispositivo para corrientes alternas y trabajar conmutación con microcontroladores. Para separar la etapa de control con

la etapa de potencia se emplea un opto triac, como se muestra en la figura 67, en su interior contiene un led y un foto triac, en este caso empleamos el MOC 3041, tiene la característica de detectar el cruce por cero.

Figura 68.

MOC3041



Fuente: MOC3041 [47]

3.2.3.1. Resistencia calentadora

Este dispositivo convierte la energía eléctrica en calor, la gran mayoría de ellas están fabricadas con una aleación de níquel (80%) y cromo (20%), y soportan elevadas temperaturas pudiendo llegar hasta los 1000°C como se muestra en la figura 68.

Figura 69.
Resistencia calentadora



Fuente: Elaboración propia

3.2.3.2. Diseño y construcción circuito de acondicionamiento y PCB

Una vez diseñado el esquemático procederemos a fabricar las placas de circuito impreso. El diseño de la PCB se realizó en EAGLE que es un software empleado para diseño de circuitos impresos. La impresión se realizó en placa de fibra de vidrio de una sola cara. a continuación apreciaremos el diseño y construcción del módulo.

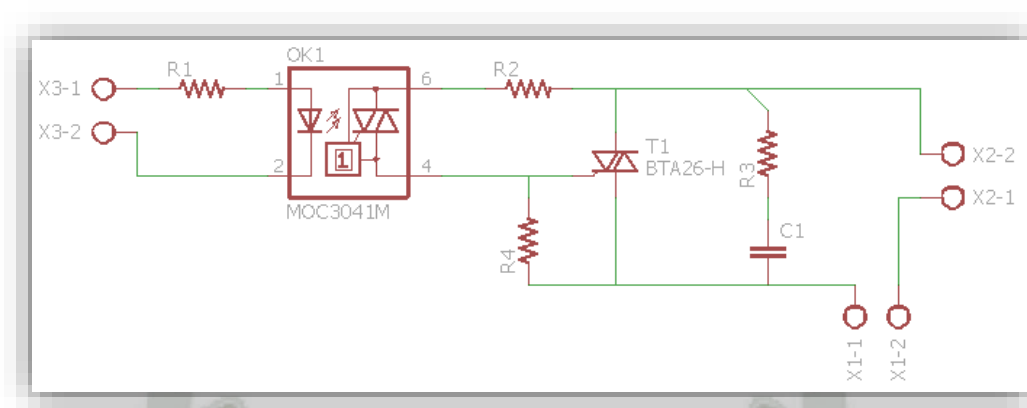
Tabla 13.

Tabla lista de componentes para circuito de acondicionamiento

PLACA DE CIRCUITO DE ACONDICIONAMIENTO	CANTIDAD
Placa PCB – Fibra de Vidrio	1
Moc3041	1
Resistencias	4
Triac – BTA26	1
Condensador poliéster	1
Borneras	3

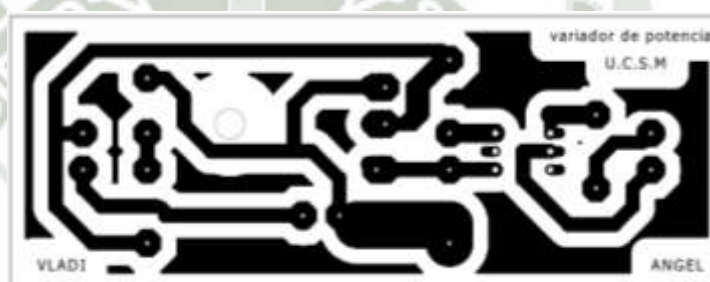
Fuente: Elaboración propia

Figura 70.
Circuito de acondicionamiento cruce por cero (MOC3041)



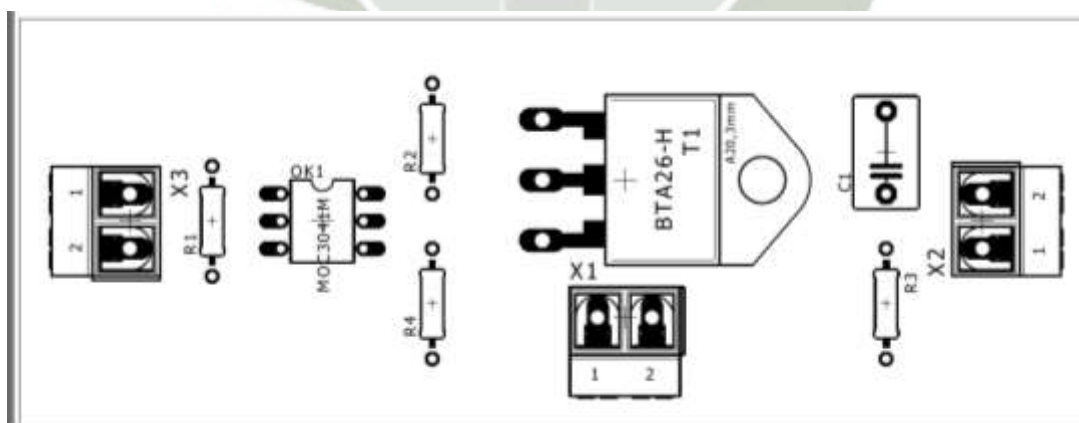
Fuente: Elaboración propia

Figura 71.
Diseño de PCB



Fuente: Elaboración propia

Figura 72.
Ubicación de los componentes



Fuente: Elaboración propia

Figura 73.
Figura detalle de ubicación de los componentes en el circuito impreso Diseño final

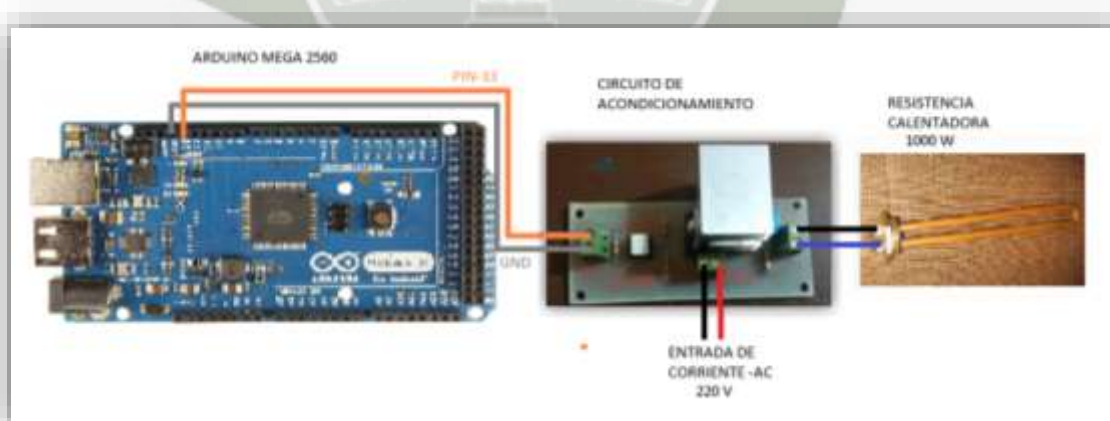


Fuente: Elaboración propia

3.2.3.3. Diagrama de interconexión

Para controlar la resistencia calentadora mediante el Arduino colocamos un circuito de acondicionamiento el cual nos permite mediante la señal digital que envía el Arduino al circuito de acondicionamiento activar la resistencia calentadora como muestra la Figura 73.

Figura 74.
Esquema para la activación de la resistencia eléctrica



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4



4. ESCRITURA, CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL SOFTWARE

4.1. Escritura del firmware en el chip atmega del arduino 2560

4.1.1. Toolkit Linx LabVIEW MakerHub

Utilizamos Toolkit Linx MakerHub de Labview como se muestra en la Figura 74, el cual nos va a permite conectarnos con el arduino mega 2560, donde podremos controlar y leer los datos de diferentes dispositivos como los actuadores (motores, válvulas) y sensores (temperatura, distancia, color) respectivamente, utilizando una conexión USB. Este toolkit lo podemos descargar de manera gratuita desde la página principal de labview o utilizando el VI package manager de JKI.

Figura 75.

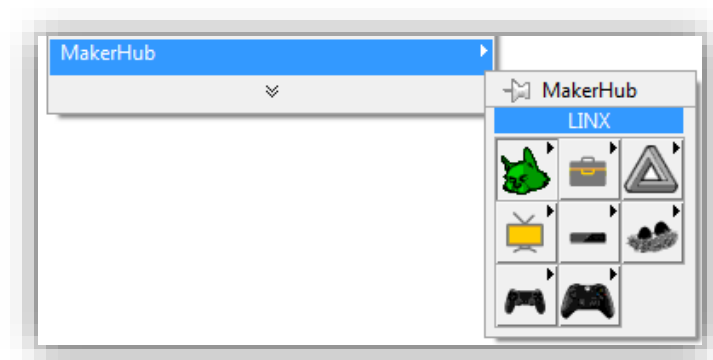
Imagen del LINX de LABVIEW



Fuente: Labview makerhub [36]

Para poder acceder al toolkit nos situamos en el diagrama de bloques de Labview, haciendo clic derecho se nos abrirá una ventana de nombre paleta de funciones ahí buscamos la opción Makerhub como se muestra en la Figura 75.

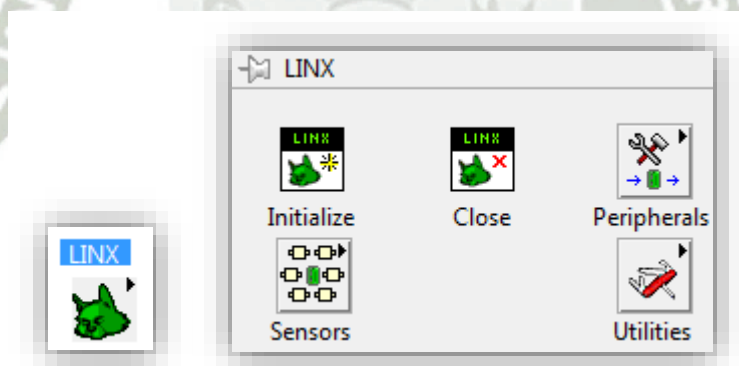
Figura 76.
Herramientas de LINX



Fuente: Elaboración propia

Luego seleccionamos LINX donde encontraremos diferente librerías que nos va ayudar a comunicarnos con el arduino y a escribir algoritmos en el programa como se muestre en la Figura 76.

Figura 77.
Librerías de LINX



Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Escritura del firmware

Al utilizar el toolkit Makerhub Linx de Labview no debemos de preocuparnos de escribir continuamente el programa realizado en Labview al microcontrolador atmega, esta operación lo podemos realizar solo una vez. Esta es una las ventajas que hace que al escribir o modificar código en labview se ha mucho más fácil ya que solo nos preocuparemos de la interfaz (GUI) y la lógica del programa.

Conectar por USB el arduino Mega 2560 al ordenador. En el menu de Labview seleccionamos Tool y buscamos la opcion Linx Firmware Wizard, se nos abra una ventana como se muestra en la Figura 77:

Figura 78.

Ubicación del LINX Firmware Wizard



Fuente: Elaboración propia

En Device Type seleccionamos el arduino mega 2560 luego Next como se muestra en la Figura 78.

Figura 79.

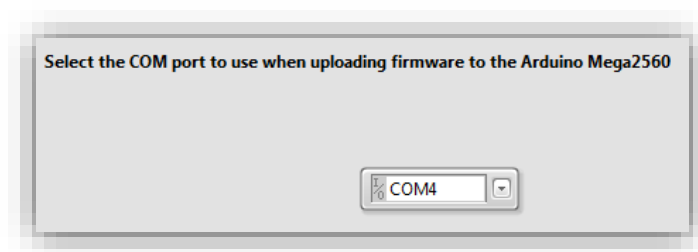
Selección del Arduino donde se cargara el firmware



Fuente: Elaboración propia

Selección el puerto COM como se muestra en la Figura 79.

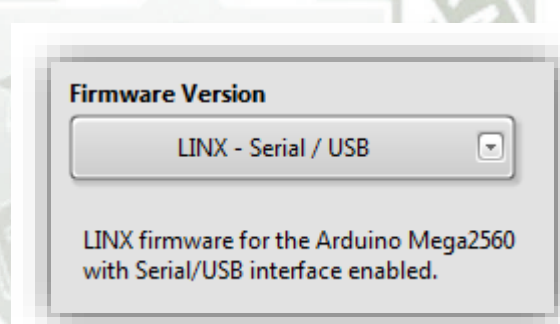
Figura 80.
Selección del puerto



Fuente: Elaboración propia

Luego clic en next, y nos mostrara la versión del firmware como se muestra en la Figura 80.

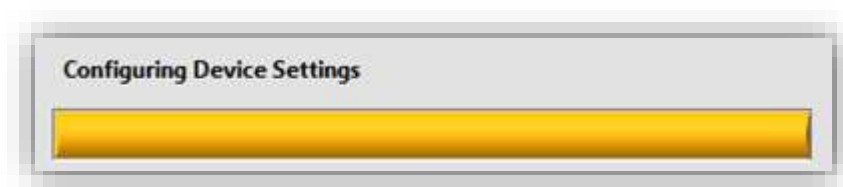
Figura 81.
Versión del Firmware



Fuente: Elaboración propia

Empieza a escribir el programa en el Arduino mega 2560 como se muestra en la Figura 81.

Figura 82.
Cargando el firmware al arduino



Fuente: Elaboración propia

Al terminar nos sale un mensaje como muestra la Figura 82 indicándonos que se ha completado la escritura luego seleccionamos finish.

Figura 83.
Escritura del firmware completa



Fuente: Elaboración propia

4.2. Configuración del Arduino mega 2560 en Labview

4.2.1. Configuración de conexión

Para poder inicializar y cerrar una conexión con el Arduino mega 2560 utilizamos 2 objetos como muestra la Figura 83.

Figura 84.
Inicializar y cerrar una conexión con el Arduino

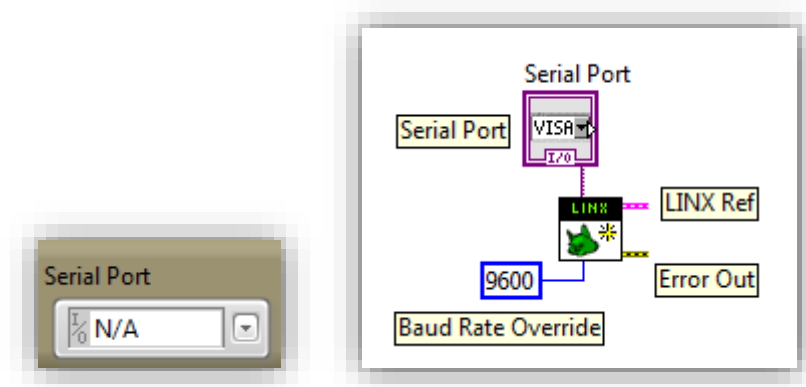


Fuente: Elaboración propia

4.2.1.1. Conexión Abierta

Para iniciar Conexión configuramos el Puerto Serial, en nuestro proyecto es el COM4 y la velocidad de transmisión que es de 9600 baudios como muestra la Figura 84.

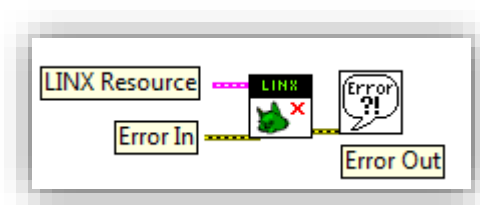
Figura 85.
Configuración de Serial Port y sus terminales



Fuente: Elaboración propia

4.2.1.2. Conexión Cerrada

Para cerrar la conexión el objeto lo colocamos al final del programa y tenemos la opción de colocar en unos de sus terminales un objeto que nos muestra el error como se muestra en la Figura 85.

Figura 86.
Cerrando conexión con el Arduino y sus terminales

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Configuración de Entrada

4.2.2.1. Configuración del Sensor de Temperatura

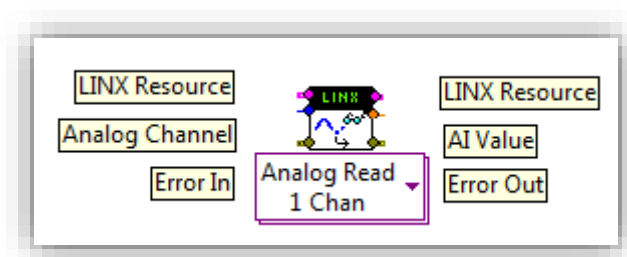
El sensor de Temperatura que se está utilizando es el LM35, el arduino cuenta con 16 pines de entradas analógicas A0-A16. El objeto que me permite leer entradas analógicas, lo encontramos haciendo clic derecho en el diagrama de bloques, nos mostrara la paleta de funciones y seleccionamos Makerhub, LINX, Peripherals, Analog y Analog Read como se muestra en la Figura 86.

Figura 87.
Ubicación del objeto de lectura analógica en linx

Fuente: Elaboración propia

Utilizamos los siguientes terminales para su configuración como muestra la Figura 87.

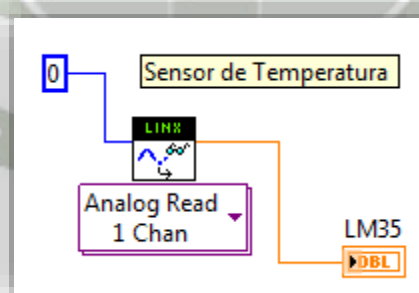
Figura 88.
Terminales de lectura analógica



Fuente: Elaboración propia

En el terminal Analog Channel podemos crear un control o una constante donde debemos de indicarle el pin por donde vamos a leer los datos, en el proyecto se creó una constante con valor 0, nos indica que es el pin A0 de la entrada analógica del arduino mega 2560. Para poder visualizar los datos debemos de crear un indicador (LM35) en AI Valué como se muestra en la Figura 88.

Figura 89.
Configuración de pin del sensor de temperatura



Fuente: Elaboración propia

4.2.2.2. Configuración del Sensor de Color

Para el sensor de Color configuramos 4 pines (S0, S1, S2, S3) como salidas digitales y 1 pin (OUT) que es la intensidad irradiada convertida en frecuencia, el objeto que me permite escribir datos digitales desde el Arduino mega 2560 lo encontramos en la paleta de funciones del diagrama de bloques, clic derecho seleccionamos Makerhub, LINX, Peripherals, Digital y Digital Write como se muestra en la Figura 89.

Figura 90.

Ubicación del objeto escritura digital en linx

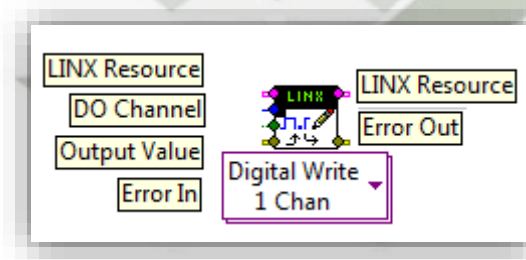


Fuente: Elaboración propia

Utilizamos los siguientes terminales para su configuración como muestra la Figura 90.

Figura 91.

Escritura digital y sus terminales



Fuente: Elaboración propia

El terminal DO Channel es el pin del arduino que es utilizado como salida digital, el valor que puede ser true o false esta dado en el terminal Output

Value. Para el sensor de color utilizamos los pines 26 (S0), 28 (S1) cuyo calor es true para la salida de frecuencia a un 100%, y los pines 21 (S2), 24 (S3) cuyo valor es false para el color rojo, las frecuencias y el fotodiodo del sensor de color se muestra en la Figura 84 y la configuración de pines del sensor de color en labview se muestra en la Figura 91.

Figura 92.

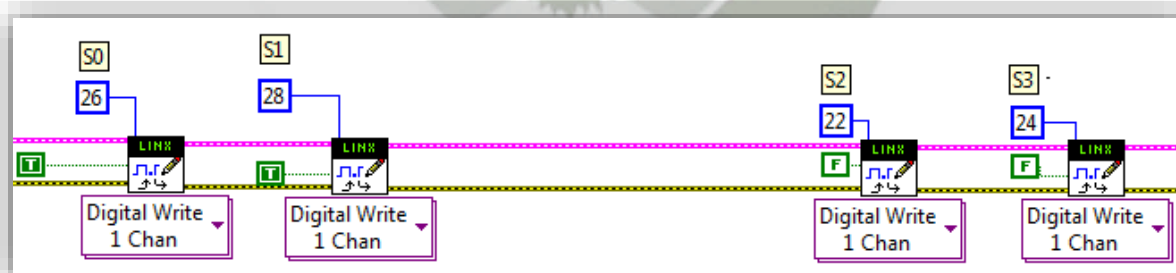
Frecuencias del sensor de color

S0	S1	SALIDA % FRECUENCIA	S2	S3	Fotodiodo
0	0	0%	0	0	Rojo
0	1	2%	0	1	Azul
1	0	20%	1	0	Claro
1	1	100%	1	1	Verde

Fuente: Elaboración propia

Figura 93.

Configuración de pines del sensor de color

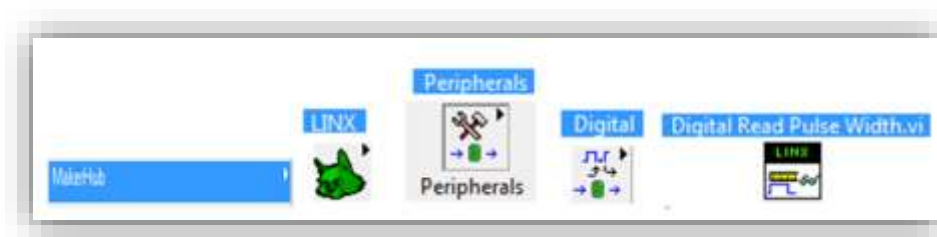


Fuente: Elaboración propia

Para medir la frecuencia utilizamos el objeto Pulse Width, lo encontramos en la paleta de funciones del diagrama de bloques, clic derecho seleccionamos Makerhub, LINX, Peripherals, Digital y Digital Read Pulse Width como se muestra en la Figura 93.

Figura 94.

Ubicación del objeto de lectura digital con pulse width en linx

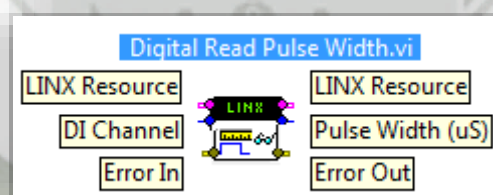


Fuente: Elaboración propia

Utilizamos los siguientes terminales para su configuración como se muestra en la Figura 94.

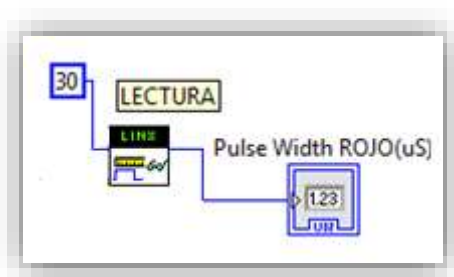
Figura 95.

Lectura digital con pulse width y sus terminales



Fuente: Elaboración propia

El sensor de color tiene un terminal Out que es la frecuencia de la intensidad irradiada, en el terminal DI Channel creamos una constante donde indicamos el pin (30) por donde el arduino va a leer digitalmente esa frecuencia. Para visualizar la frecuencia creamos en el terminal Pulse Width (us) un indicador como se muestra en la Figura 95.

Figura 96.
Configuración de pin de Lectura digital con pulse width

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.3. Configuración del Sensor Ultrasónico

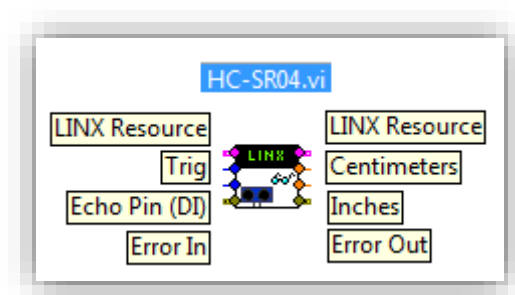
El sensor ultrasónico HC-SR04 configuramos 4 pines, 2 pines para la alimentación y 2 pines para trigger y el echo. El objeto lo encontramos en la paleta de funciones del diagrama de bloques, clic derecho seleccionamos Makerhub, LINX, Sensors, Ultrasonic y HC-SR04 como se muestra en la Figura 96.

Figura 97.
Ubicación del objeto sensor ultrasónico en linx

Fuente: Elaboración propia

Utilizamos los siguientes terminales para su configuración como se muestra en la Figura 97.

Figura 98.
Terminales del sensor ultrasonico

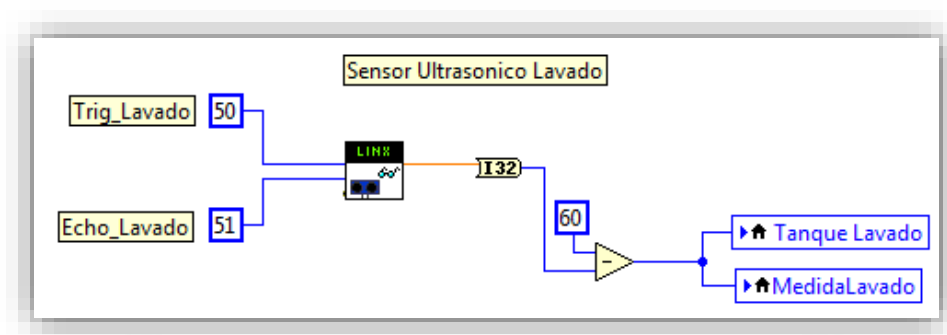


Fuente: Elaboración propia

Para el terminal Trig que es el disparador se ha creado una constante indicándole el pin (50,52) como salida digital del arduino. Para el terminal Echo Pin que mide el tiempo que tarda en recibir la ráfaga ultrasónica al momento de chocar con algún objeto, se ha creado una constante indicándole el pin (51,53) como entrada digital del arduino, la configuración del sensor ultrasónico del lavado y del reactor en Labview se muestra en la Figura 98 y la Figura 99 respetivamente.

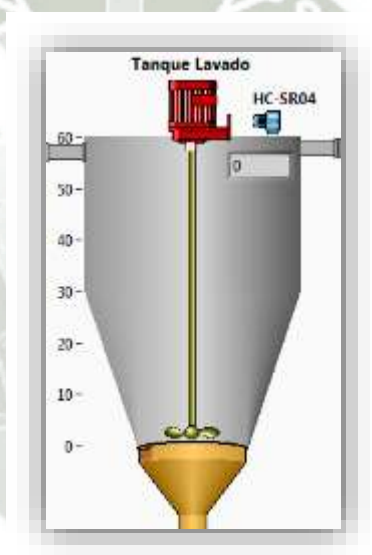
El tiempo que es la distancia lo podemos visualizar tanto en centímetros como en pulgadas utilizando los terminales Centimeters, Inches respectivamente, donde se ha creado un tanque como indicador tanto para el lavado como para el reactor como muestra la Figura 98 y la Figura 99 respectivamente.

Figura 99.
Lectura del sensor ultrasónico de lavado



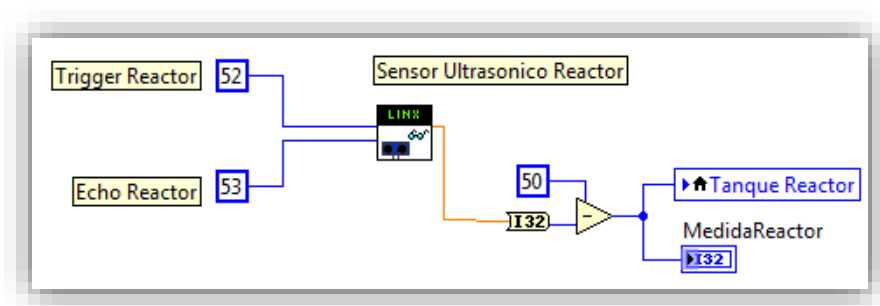
Fuente: Elaboración propia

Figura 100.
Tanque lavado



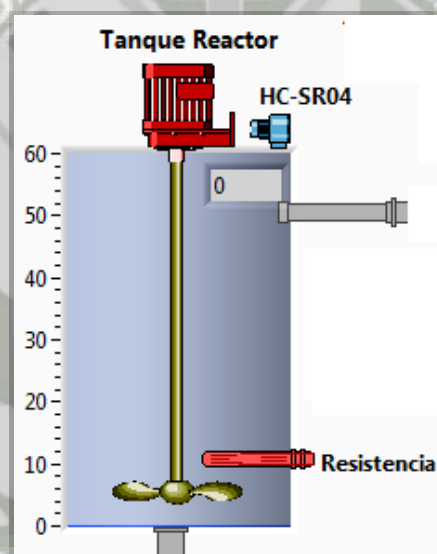
Fuente: Elaboración propia

Figura 101.
Lectura del sensor ultrasónico del reactor



Fuente: Elaboración propia

Figura 102.
Tanque reactor



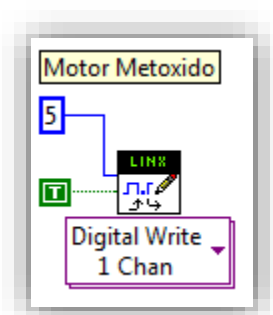
Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Configuración de Salida

4.2.3.1. Configuración de los motores

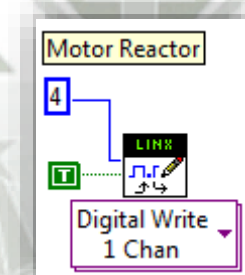
La configuración de pines en Labview del motor metoxido (pin 5) y del motor reactor (pin 4) como se muestra en la Figura 102 y Figura 103 respectivamente.

Figura 103.
Configuración de pines del motor metoxido



Fuente: Elaboración propia

Figura 104.
Configuración de pines del motor reactor

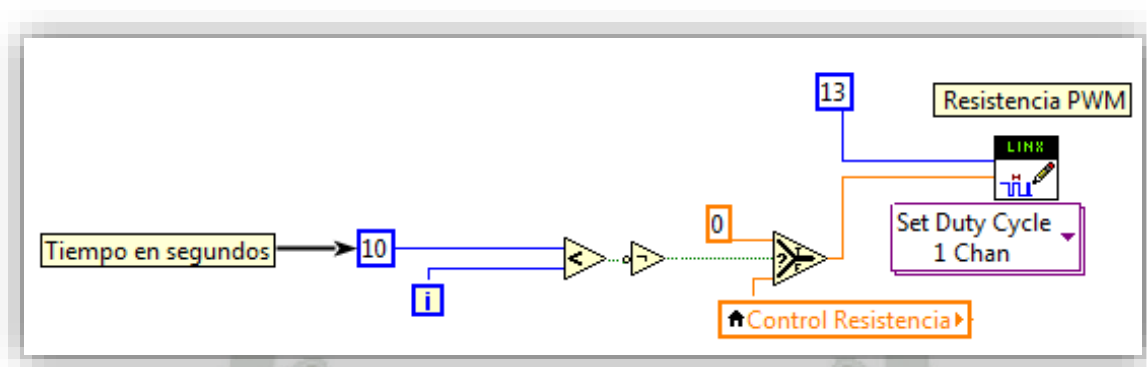


Fuente: Elaboración propia

4.2.3.2. Configuración de la Resistencia

La configuración de pines en Labview de la resistencia (pin 13) se muestra en la Figura 104.

Figura 105.
Configuración de pines para la resistencia



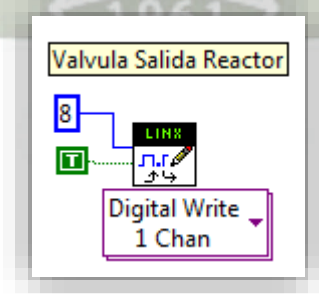
Fuente: Elaboración propia

4.2.3.3. Configuración de las Válvulas

4.2.3.3.1. Válvula 220 Ac

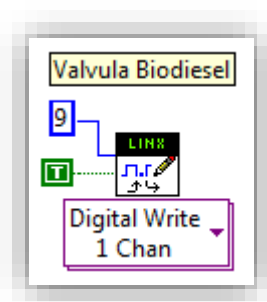
Configuración del pin de la válvula del reactor (pin 8), válvula biodiesel (pin 9) y la válvula de la glicerina (pin 10) como se muestra en la Figura 105, 106, 107 respectivamente.

Figura 106.
Configuración de pines de la válvula salida reactor



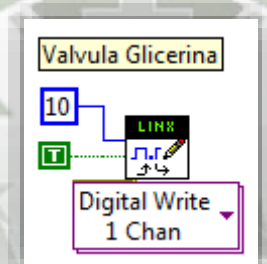
Fuente: Elaboración propia

Figura 107.
Configuración de pines de la válvula de biodiesel



Fuente: Elaboración propia

Figura 108.
Configuración de pines de la válvula de glicerina

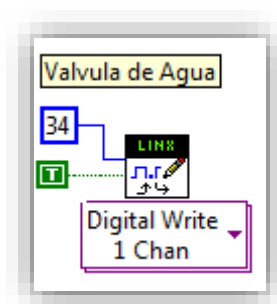


Fuente: Elaboración propia

4.2.3.3.2. Válvula 12 dc

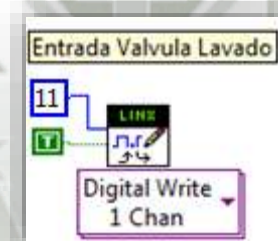
Configuración del pin de la válvula de agua (pin 34), válvula de entrada al lavado (pin 11) como se muestra en la Figura 108, 109 respectivamente.

Figura 109.
Configuración de pines de la válvula de agua



Fuente: Elaboración propia

Figura 110.
Configuración de pines de entrada de la válvula de lavado

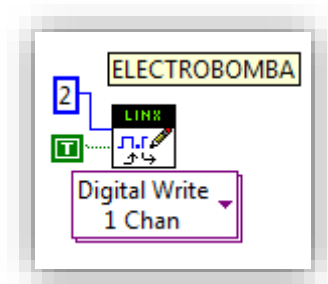


Fuente: Elaboración propia

4.2.3.4. Configuración del Electrobomba

Configuración del pin de la electrobomba (pin 2) como se muestra en la Figura 110.

Figura 111.
Configuración de pines de la electrobomba



Fuente: Elaboración propia

4.3. Programación en Labview

4.3.1. Diagrama de Bloques

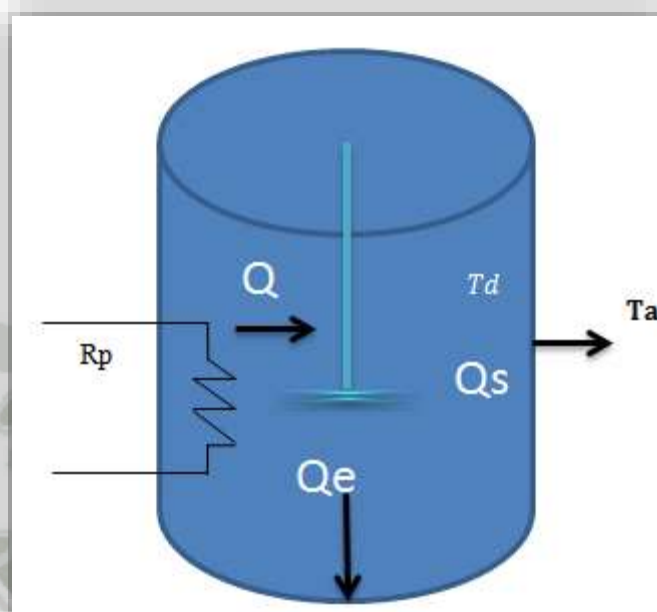
El diagrama de Bloques es una ventana de Labview donde escribimos la lógica del programa es decir damos vida a la interfaz que diseñamos en el Panel Frontal de Labview.

4.3.2. Control Óptimo

Mediante el principio de termodinámica definimos que 2 o más cuerpos en contacto que se encuentra en distinta temperatura alcanza pasando el tiempo, el equilibrio termino (misma temperatura) se conoce como principio cero de la termodinámica.

Presentamos el modelo matemático para nuestro sistema como muestra la siguiente Figura 111.

Figura 112.
Esquema para hallar el modelo matemático



Fuente: Elaboración propia

Dónde:

$T(s)$: temperatura acumulada en el depósito.

$Q(s)$: calor total generado por la resistencia.

$T_a(t)$: temperatura ambiente.

C_t : capacitancia térmica.

R_p : resistencia térmica.

Por conservación de la energía.

Calor total = calor que se acumula + calor que sale

$Q(\text{total}) = Q(\text{entregado}) + Q(\text{salida})$

$Q_s = \frac{T_d - T_a}{R_p}$ (Calor que sale)

$Q_e = C_t \Delta T$ (Calor entregado)

$Q = C_t \Delta T + \frac{T_d - T_a}{R_p}$ (Calor total)

$Q = C_t \frac{dT}{dt} + \frac{T_d - T_a}{R_p}$

$Q(t) = C_t \dot{T}(t) + \frac{T_d(t) - T_a(t)}{R_p}$

$$Q(t) = C_t \dot{T}(t) + \frac{T_d(t) - T_a(t)}{R_p}$$

$$Q(t) = C_t S T(s) + \frac{T_d(s) - T_a(t)}{R_p}$$

$$Q(s) = C_t S T(s) + \frac{T_d(s) - T_a(t)}{R_p}$$

$$T(s) = \frac{T_a(t) + Q(s) R_p}{C_t R_p S + 1}$$

$$T(s) = \frac{Q(s)}{C_t S + \frac{1}{R_p}} + \frac{T_a(t)}{C_t R_p S + 1}$$

Con el modelo matemático hallado y sus ecuaciones lo convertimos a un diagrama de bloques como se muestra en la Figura 112 y Figura 113 en Labview:

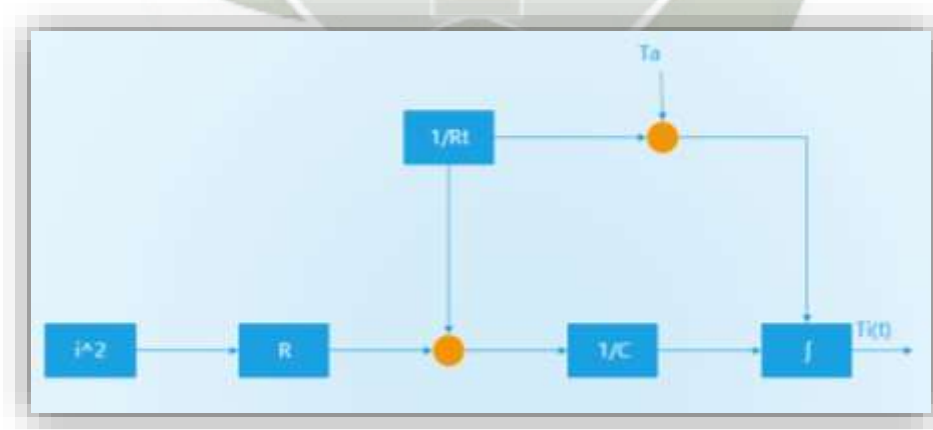
Dónde:

$$Q_r(t) = R i t^2$$

Tenemos:

$$R i t^2 = \frac{C \Delta t}{C d \frac{d t}{d t}} + \frac{t i(t) - t a(t)}{R t}$$

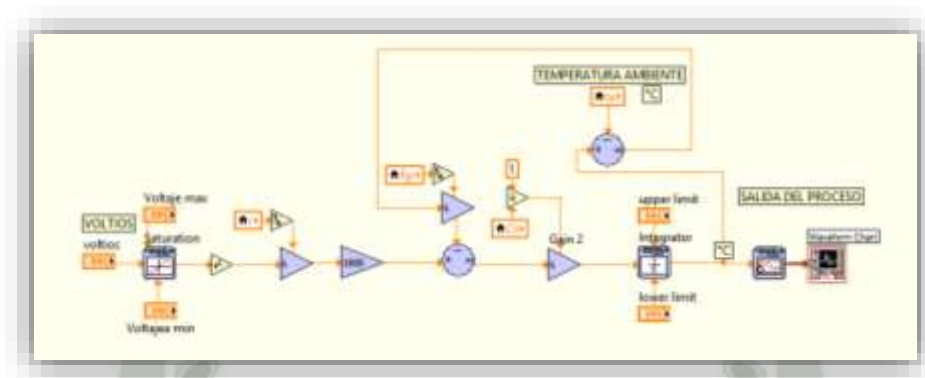
Figura 113.
Diagrama de bloques



Fuente: Elaboración propia

Figura 114.

Diagrama de bloque representado en labview

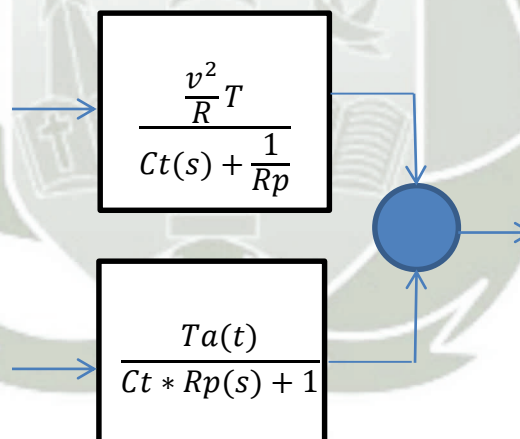


Fuente: Elaboración propia

Ahora procederemos hallar los espacios de estados mediante las herramientas que nos proporciona  de Labview como se muestra en la Figura 114.

Figura 115.

Diagrama de ecuación para el proceso



Fuente: Elaboración propia

En el primer bloque la capacitancia termina “Ct” se mide en $\left[\frac{\text{julio}}{\text{Kilogramos} \cdot \text{kelvin}}\right]$ pero nosotros trabajaremos en grados centígrados por lo que 1 kelvin=272 grados centígrado, por lo tanto tenemos: $\left[\frac{\text{julio}}{\text{Kilogramos} \cdot 272 ^\circ \text{c}}\right]$

Dónde:

I: Intensidad de corriente.

R: Resistencia eléctrica.

Ce: Calor específico.

H: Altura del líquido en el tanque.

Área: Área de la base del tanque.

Rp: Resistencia Térmica.

ta: Temperatura Ambiente.

Ct: Capacitancia termina.

$$Ct = Ce * densidad * area * altura$$

Densidad=0.9

Área=0.1134

Altura=0.36

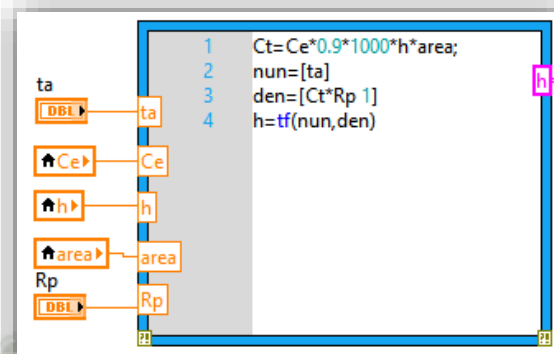
Figura 116.
Implementación de la primera ecuación



Fuente: Elaboración propia

En el segundo bloque de la función de transferencia reflejada en el  como muestra la Figura 116.

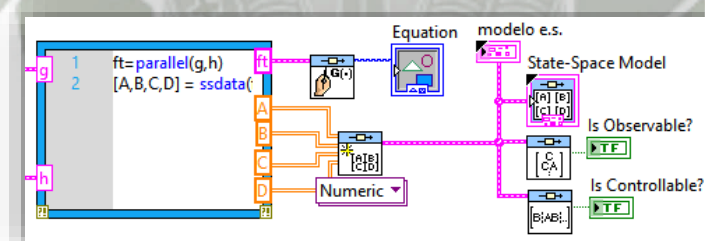
Figura 117.
Implementación de la segunda ecuación



Fuente: Elaboración propia

Con las ecuaciones obtenidas anteriormente en la secuencia de , obtenemos el siguiente resultado como se muestra en la Figura 117.

Figura 118.
Aplicando la función parallel a las dos ecuaciones y extrayendo ecuación de estado

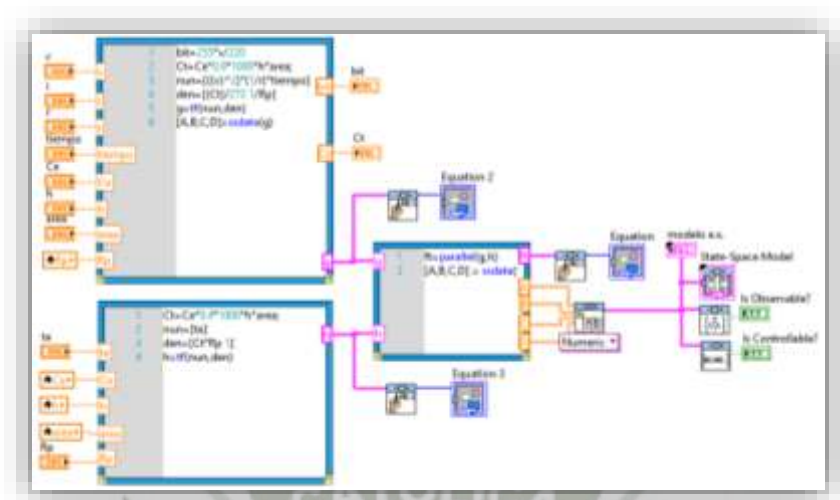


Fuente: Elaboración propia

Mediante el software de Labview y mediante la herramienta de , obtenemos el modelo de espacios de estados visualizado en el diagrama de bloques y en el panel frontal de Labview como se muestra en la siguiente Figura 118, 119 respectivamente.

Figura 119.

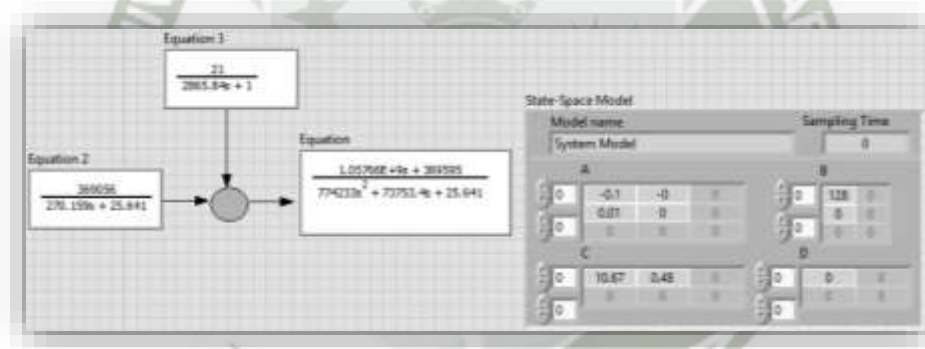
Vista del diagrama de bloques final



Fuente: Elaboración propia

Figura 120.

Vista de las ecuaciones en el panel frontal



Fuente: Elaboración propia

Labview nos permite encontrar el LQR mediante su toolkit Control Design & Simulation previamente instalado, mediante el LQR obtendremos la matriz de ganancia óptima, como se muestra en la Figura 120 y una vista final del diagrama de bloques con su ganancia como se muestra en la Figura 121.

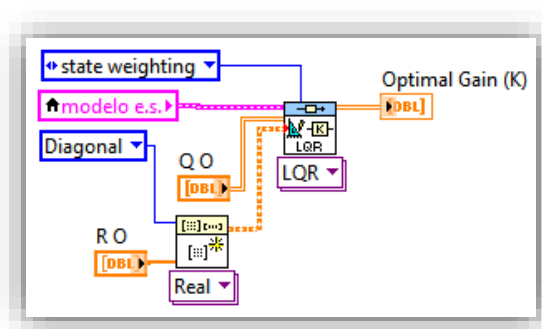
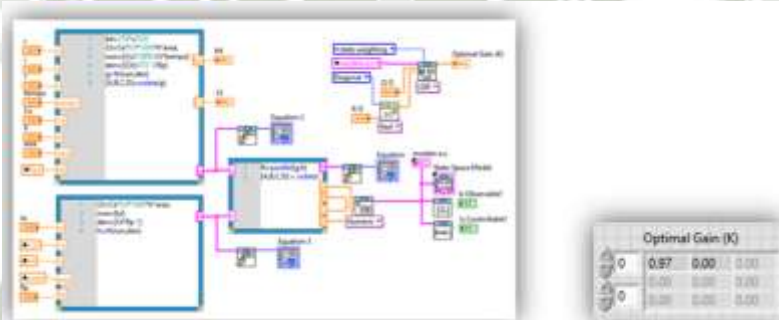
Figura 121.
Obteniendo la ganancia optima de la ecuación de estados

Fuente: Elaboración propia

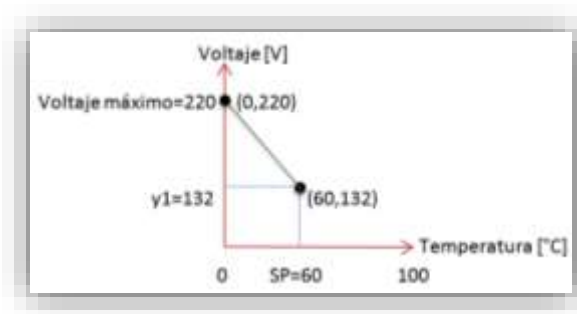
Figura 122.
Vista final del diagrama de bloques con la ganancia

Fuente: Elaboración propia

Este es el diseño de un control óptimo básico diseñado en Labview y aplicado en la etapa del reactor donde intervienen el proceso termodinámico.

Nosotros ingresamos un set point (temperatura), el valor de la salida es multiplicada con la matriz de ganancia optima, este valor obtenido es comparado con nuestro set point.

Mediante la ecuación de la recta formulamos la siguiente ecuación lo que nos permitirá distinguir nuestro 2 variables voltaje y temperatura, de aquí obtendremos nuestra pendiente lo que nos indicara la variación de temperatura respecto al voltaje como se muestra en Figura 122 y la implementación de la recta en Labview como se muestra en la Figura 123.

Figura 123.
Obtención de la ecuación de la recta



Fuente: Elaboración propia

Dónde:

x1: Variable [°C].

y1: Variable [V].

SP: Set Point.

LM35: Sensor de temperature.

Vmax: Voltaje máximo.

Obtención de la pendiente:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad y_1 = b - m * x$$

$$100^{\circ}\text{C} \text{ ----- } 220^{\circ}\text{C} \quad y_1 = \frac{60 * 220}{100}$$

$$60^{\circ}\text{C} \text{ ----- } y_1$$

$$m = \frac{V_{\text{max}} - y_1}{SP - x_1} \quad m = \frac{220 - 132}{60 - 0} \quad m = 1.4666$$

Despejando:

$$m = \frac{V_{\text{max}} - y_1}{SP - x_1}$$

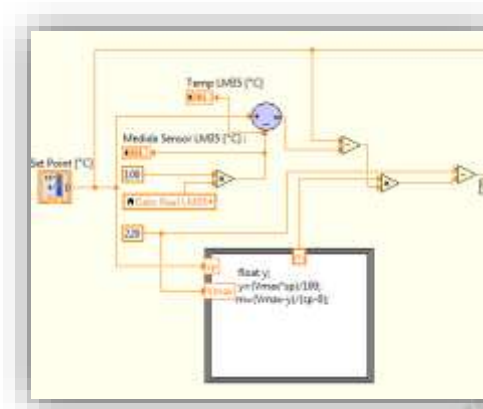
$$y_1 = -(m(SP - x_1) - V_{\text{max}})$$

$$y_1 = V_{\text{max}} - m(SP - x_1)$$

$$\text{Dónde: } x_1 = SP - LM35$$

$$y_1 = V_{\text{max}} - m(SP - (SP - LM35))$$

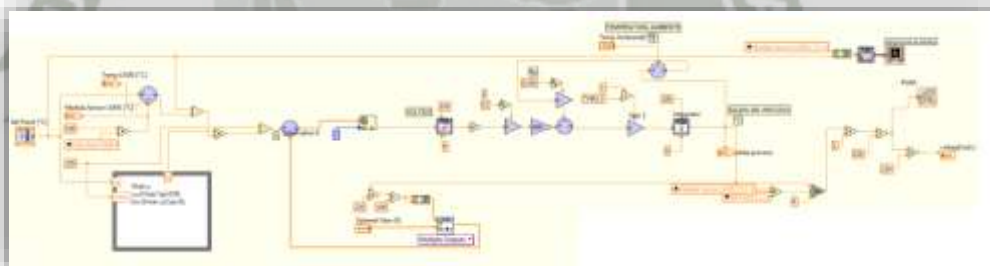
Figura 124.
Implementación de la ecuación de la recta



Fuente: Elaboración propia

El resultado de la implementación del proceso de control optimo simulado en Labview como se muestra en la Figura 124 siguiente.

Figura 125.
Resultado de la implementación del proceso de control optimo



Fuente: Elaboración propia

4.3.3. Secuencia del sistema

La conexión de inicialización del Arduino estará conectado a una instrucción de control while, donde continuamente leerá la secuencia que representa el valor del menú, dejara de leer cuando se presione el botón stop en el panel frontal, al otro extremo de la instrucción de control while debemos de cerrar la conexión del Arduino.

Para pasar por cada una de las secuencias se creó un menú, en el panel de control le damos clic derecho y elegimos Ring & Enum y seleccionamos el control Text Ring como se muestra en la Figura 125.

Figura 126.

Ubicación del control Ring Enum

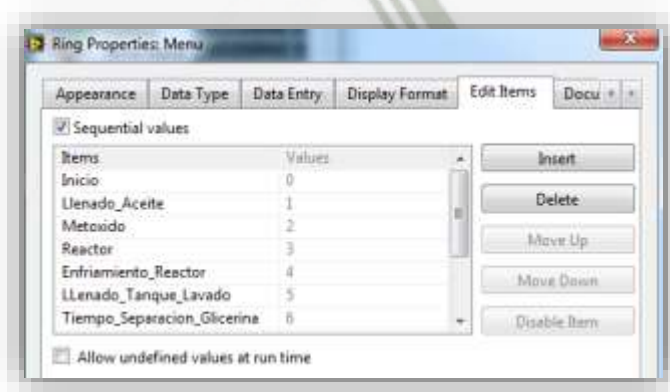


Fuente: Elaboración propia

En sus propiedades del control Text Ring escogemos la opción Edit Items, ahí insertamos los nombres de cada una de la secuencia, cada nombre que ingresemos por defecto tiene un valor al cual representa, ese valor se va incrementando cada vez que insertemos un nombre como se muestre en la Figura 126 y Figura 127.

Figura 127.

Propiedades del control Ring Enum e insertando items



Fuente: Elaboración propia

Figura 128.
Insertando ítems en control Ring Enum

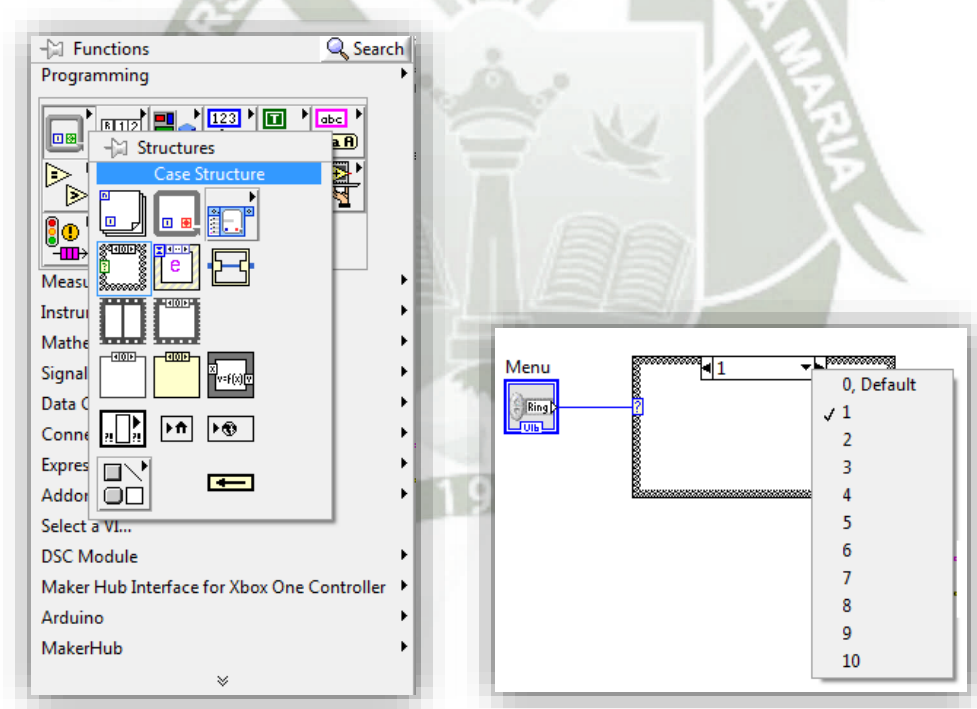
Sensor_Color	7
Entrada_Agua	8
Tiempo_Purgar	9
Salida Biodiesel	10

☐ Allow undefined values at run time

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al valor del control Text Ring va a permitir que la instrucción de control Case Structure elija una de las 10 etapas del proceso como se muestra en la Figura 128.

Figura 129.
Ubicación de case Structure y conectado a un control Ring Enum



Fuente: Elaboración propia

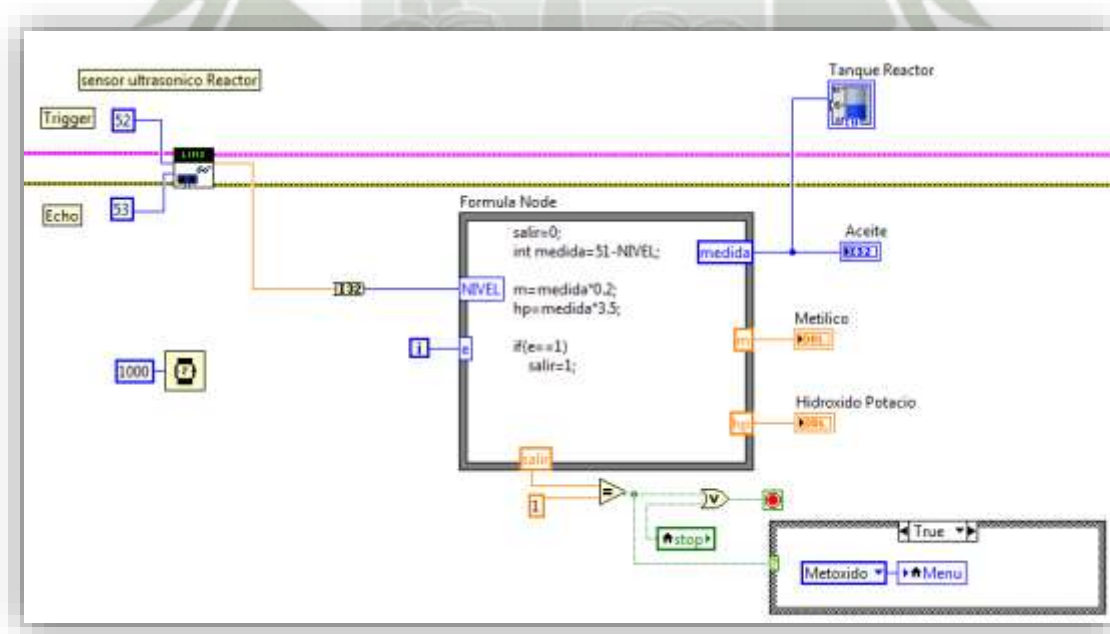
Cada secuencia se encuentra dentro de una instrucción de control while y el conteo por cada iteración es de 1 segundo, el tiempo que permanecerá dentro del bucle estará determinado por cada etapa del proceso.

4.3.3.1. Llenado de Aceite

Ingresamos el aceite cocinado en el tanque Reactor, de acuerdo a la cantidad de aceite (proporcional al nivel medido por el sensor ultrasónico del tanque en litros) y mediante una ecuación escrita en Formula Node calculamos la cantidad de Metílico (0.2litros por cada litros de aceite) e Hidróxido de Potasio(3.5gramos por cada litro de aceite) que debemos de introducir en el tanque del Metoxido.

El sensor Ultrasónico mide el nivel de aceite en el reactor, lo visualizamos mediante indicadores tanto para el reactor cuyo nombre es tanque Reactor, como para las variables de nombre Metílico e Hidróxido Potasio como se muestra en la Figura 129.

Figura 130.
Implementación de llenado de aceite en Labview



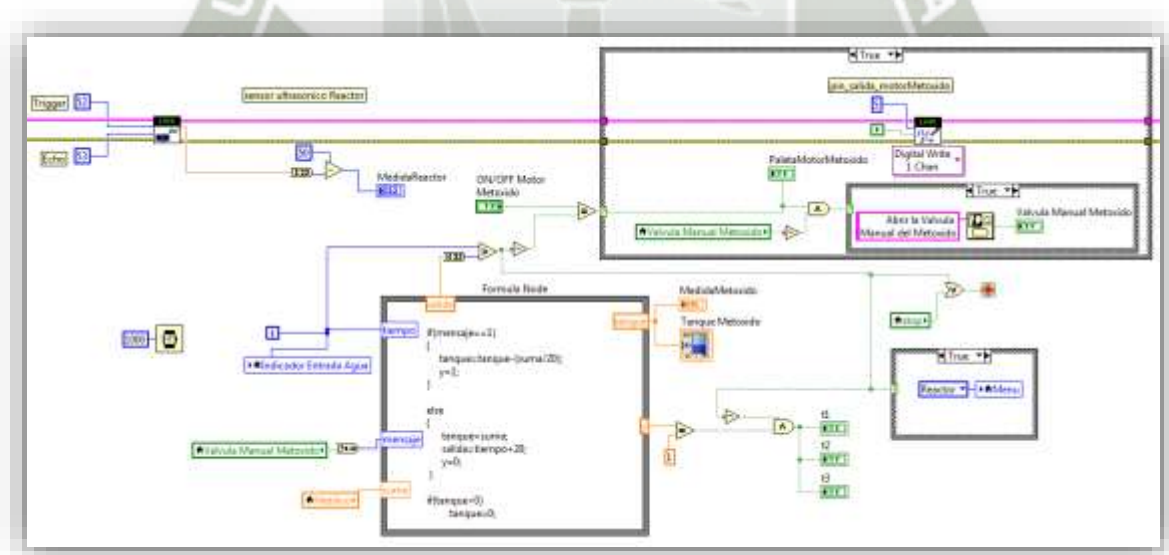
Fuente: Elaboración propia

4.3.3.2. Metoxido

Al introducir los químicos procedemos a combinarlos, en el Panel Frontal se creó como control un interruptor que nos permite hacer funcionar el motor del Metoxido para la mezcla. Al pulsar el interruptor el programa se detiene, se abrirá una ventana con un mensaje indicando que debemos de abrir la válvula manual, una vez abierta presionar el botón ok. El líquido sale del metoxido al tanque reactor en un tiempo de 20 segundos, concluido dicho tiempo se apagará el motor y pasará a la siguiente secuencia.

Para la animación del tanque Metoxido utilizamos la ecuación escrita en Formula Node, donde dividimos la cantidad total del metoxido entre el tiempo, el resultado se resta al variable tanque y lo asignamos a la misma variable, a medida que el tiempo aumente el nivel del tanque Metoxido disminuirá como se muestra en la Figura 130.

Figura 131.
Implementación de Metoxido en labview



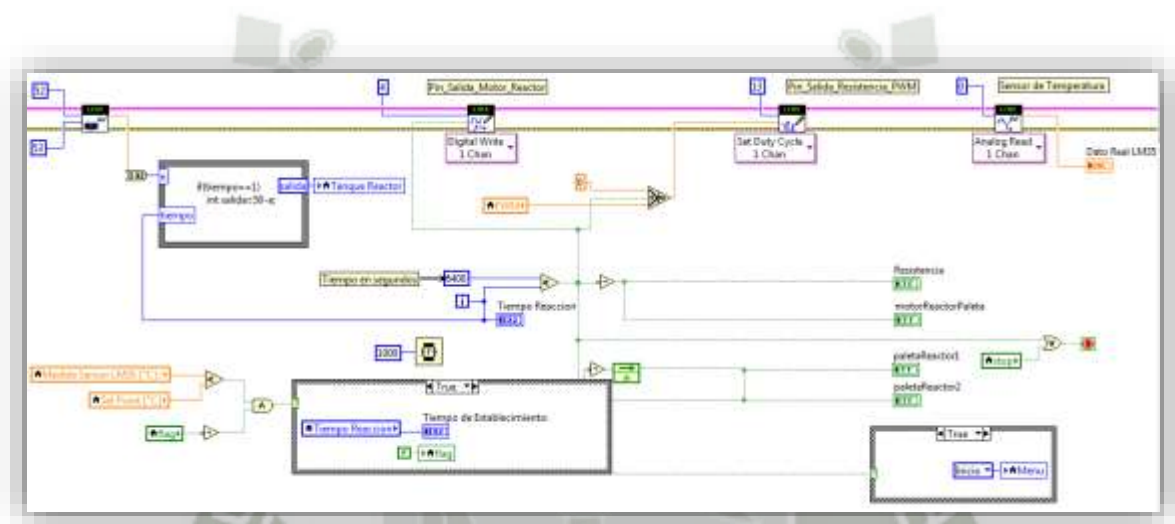
Fuente: Elaboración propia

4.3.3.3. Reactor

Para la reacción química en el reactor le damos un tiempo de 90 minutos que equivale a 5400 segundos, cada iteración ha sido programada cada 1 segundo, durante ese tiempo entra en funcionamiento el motor del reactor, la resistencia y el sensor ultrasónico y el de temperatura como se muestra en la Figura 131.

Figura 132.

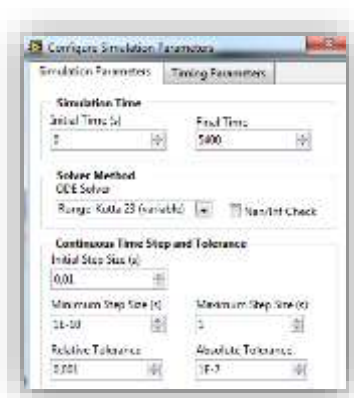
Implementación del reactor en labview



Fuente: Elaboración propia

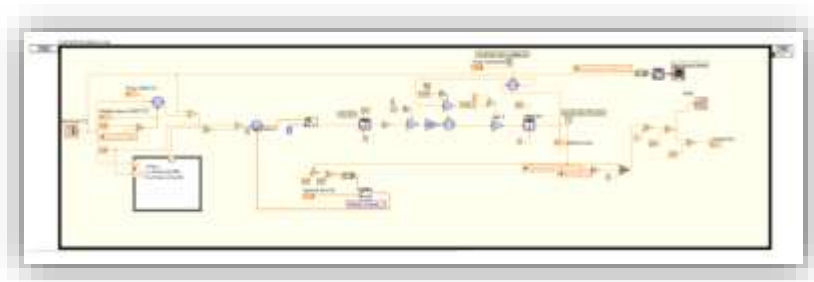
El control temperatura optimo por medio de la resistencia debe estar sincronizado con el tiempo previamente establecido a 5400 para ello utilizamos el Control & Simulation Loop y en configuración le damos el tiempo final de 5400 segundos como se muestra en la Figura 125 y su implementación del control optimo en el diagrama de bloques de labview como se muestra en la Figura 132.

Figura 133.
Propiedades del Control & Simulation Loop



Fuente: Elaboración propia

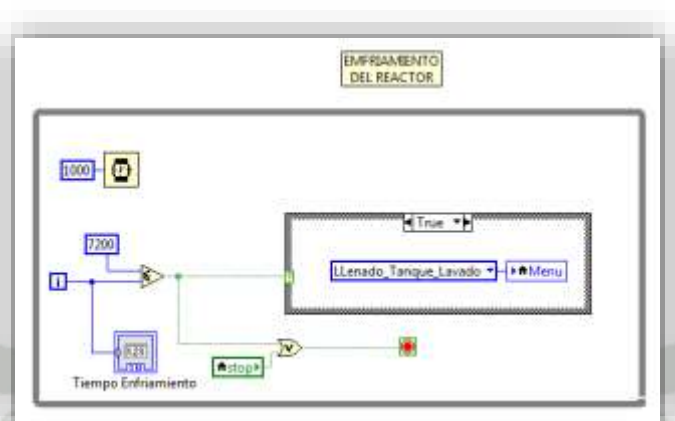
Figura 134.
Implementación del proceso de control optimo dentro del Control & Simulation Loop en Labview



Fuente: Elaboración propia

4.3.3.4. Enfriamiento

Una vez concluida la reacción química pasamos a la siguiente secuencia, donde le damos un tiempo de enfriamiento de 2 horas que equivale a 7200 segundos, mientras ese valor se ha menor o igual al valor de la cuenta, ya que cada iteración equivale a 1 segundo, el líquido del reactor se enfriara, cuando la cuenta se ha mayor al tiempo establecido pasara a la siguiente secuencia como se muestra en la Figura 134.

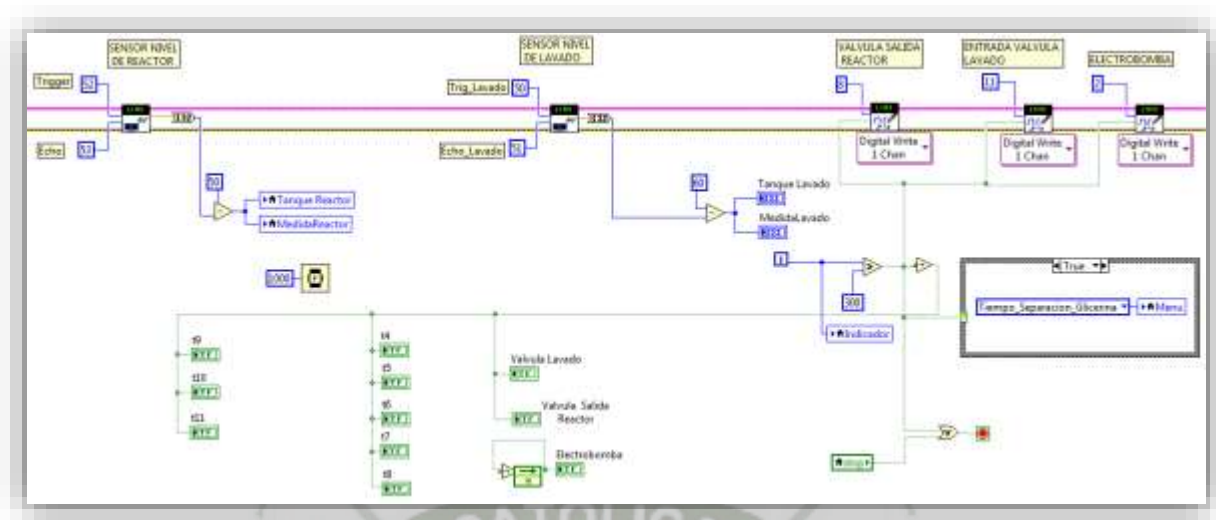
Figura 135.
Implementación de la etapa de Enfriamiento en Labview

Fuente: Elaboración propia

4.3.3.5. Llenado Tanque Lavado

Procedemos a llenar el líquido del tanque reactor al tanque de lavado, previamente se ha tomado el tiempo que demoraría en vaciar todo el líquido del tanque, mientras el conteo que se incrementa cada 1 segundo se ha mayor al tiempo de 5 minutos, que equivale a 300 segundos se activara las válvula de salida del reactor, válvula de entrada del lavado y la electrobomba. Los sensores de nivel nos muestran de manera visual en el panel de control, el nivel del tanque reactor y del lavado. Una vez que se alcanzó la cuenta se desactivara cada uno de los actuadores y sensores, y pasara a la siguiente secuencia como se muestra en la Figura 135.

Figura 136.

Implementación de llenado de tanque de lavado en labview



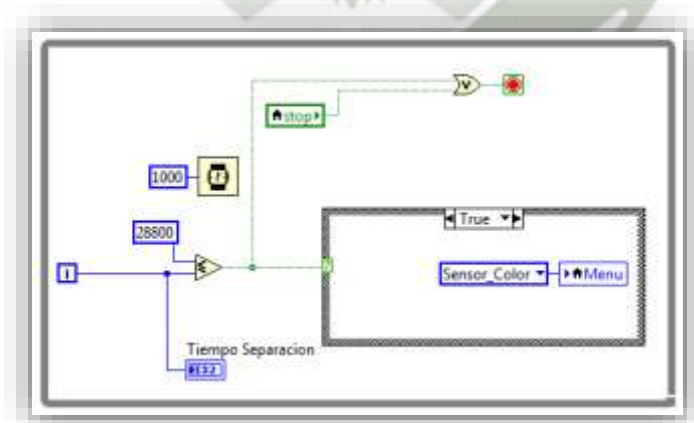
Fuente: Elaboración propia

4.3.3.6. Tiempo de Separación

Para la separación de la glicerina con el biodiesel se ha considerado un tiempo de 8 horas que equivale a 28800 segundos, una vez que el conteo llegue a esa cifra pasara a la siguiente etapa como se muestra en la Figura 136.

Figura 137.

Implementación de tiempo de separación en Labview



Fuente: Elaboración propia

4.3.3.7. Numero Lavadas

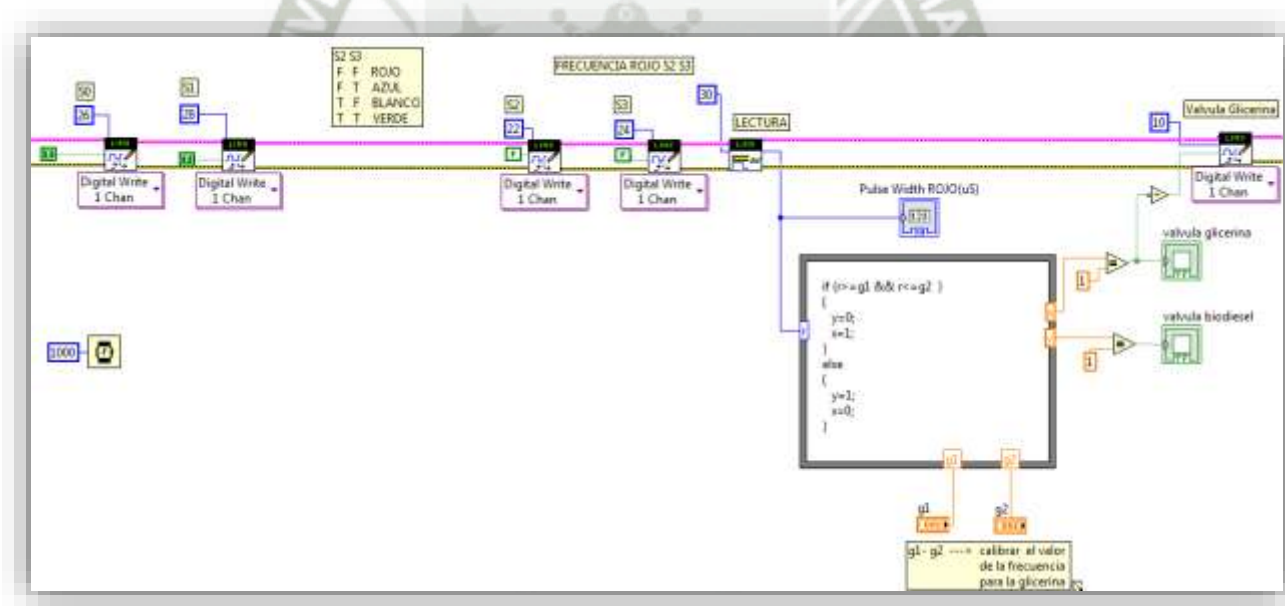
Hemos considerado 3 lavadas el cual combinadas con agua nos dará un biodiesel mucho más claro que cumpla con los estándares de calidad.

4.3.3.7.1 Sensor de Color

Se tomó como lectura una sola frecuencia el color rojo a un 100%, el sensor de color detectara si hay glicerina en la base del tanque lavado, será glicerina si está dentro de los valores $g1$ y $g2$ que será calibrado previamente, se abrirá la válvula de glicerina donde la glicerina ira hacia un recipiente, y se cerrara la válvula hasta que detecte biodiesel, la cual está fuera del rango calibrado, su implementación en Labview como se muestra en la Figura 137.

Figura 138.

Implementación de lectura del sensor de color en labview



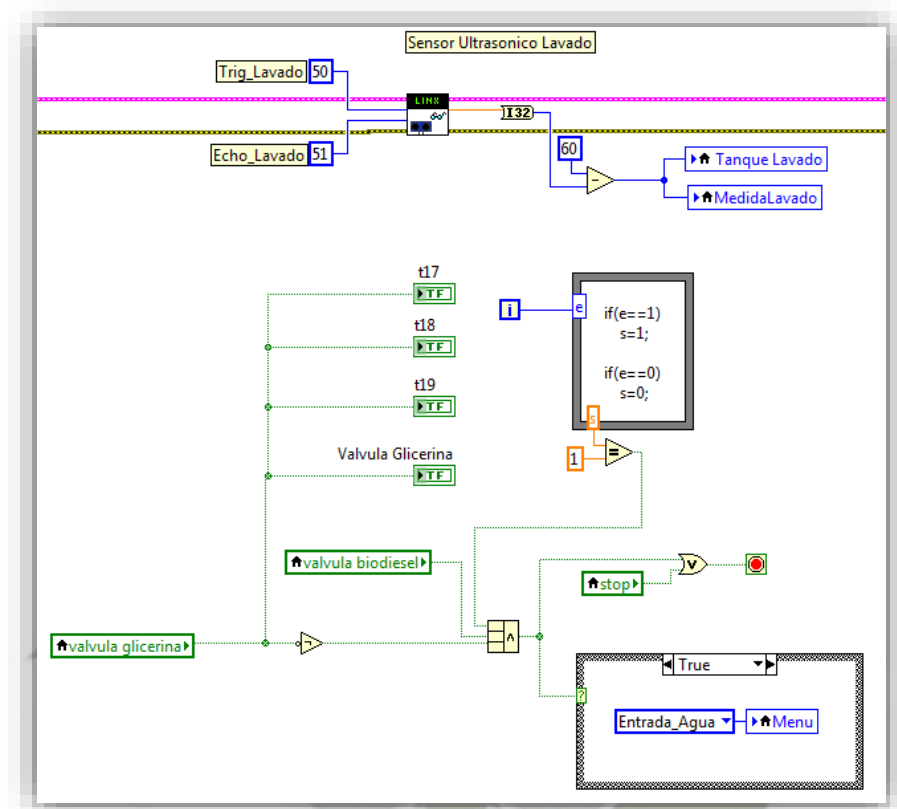
Fuente: Elaboración propia

Una vez detectado biodiesel el indicador se activara, mientras el indicador de la glicerina esta desconectado y en un tiempo de 1 segundo para su lectura, hará que se active las 3 entradas de la compuerta AND para que la

salida este activo, y pasar a la siguiente etapa, su implantación en labview como se muestra en la Figura 138.

Figura 139.

Implementación de la detección de biodiesel en Labview



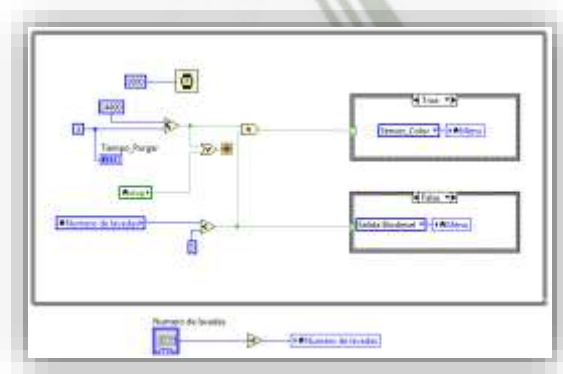
Fuente: Elaboración propia

4.3.3.7.2 Entrada de Agua

Mientras el conteo se incrementa cada 1 segundo y no alcance los 30 segundos, se activara la válvula de entrada de agua hasta llegar a un nivel de 1/4 del nivel del producto, y se activara el motor lavado para su mezcla, una vez alcanzado el valor predefinido se cierra la válvula de agua y se desactivara el motor del lavado, su implementación en Labview como se muestra en la Figura 139.

4.3.3.7.3 Tiempo de Reposo

Figura 141.
Implementación del tiempo de reposo en Labview



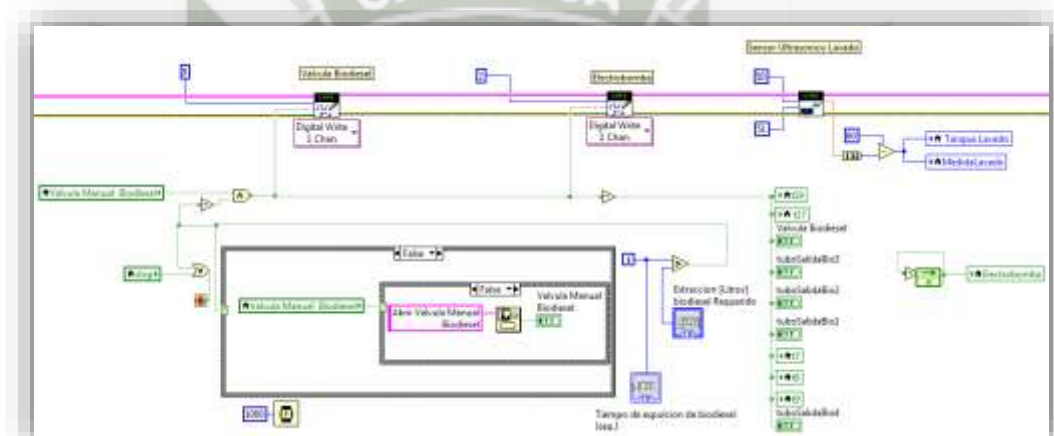
163

4.3.3.8. Salida Biodiesel

Al entrar en esta etapa se abrirá una ventana y el programa se detendrá, indicándome que debo de abrir la válvula manual biodiesel, una vez abierta la válvula manual presionar el botón ok, el cual activara la válvula de biodiesel y la electrobomba por 60 segundos, una vez que el conteo se ha mayor que el valor ya predefinido el proceso terminara volviendo la secuencia a inicio, su implementación en Labview como se muestra en la Figura 141.

Figura 142.

Implementación de la salida de biodiesel en labview



Fuente: Elaboración propia

4.4. Diseño de la Interfaz en Labview

4.4.1. Interfaz

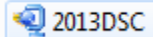
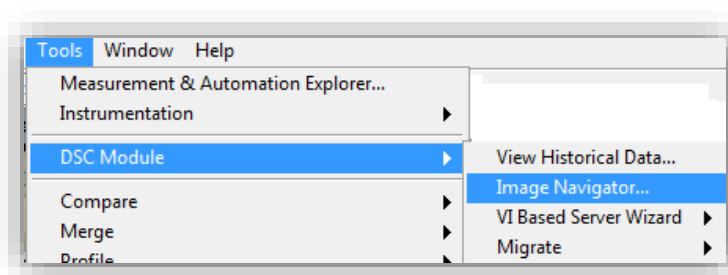
Para el diseño de la interfaz se utilizó el módulo DCS  que se ha instalado previamente, donde encontraremos toda clase de objetos para la animación. Lo ubicamos haciendo clic derecho en el menú Tools (panel frontal o diagrama de bloques) y seleccionamos DSC module y Image Navigator como se muestra en la Figura 142.

Figura 143.

Ubicación de DSC Module en Labview

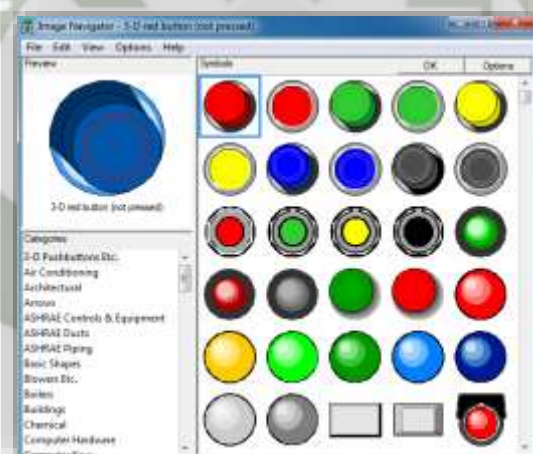


Fuente: Elaboración propia

Se nos abrirá una ventana con todos los objetos como se muestra en la Figura 143.

Figura 144.

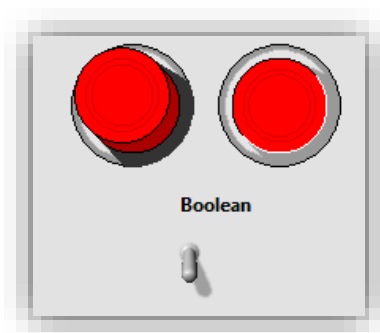
Ventana de Image Navegator



Fuente: Elaboración propia

Para la animación del stop hemos utilizado 2 objetos, que simularan un pulsador y un interruptor de tipo booleano que será el control como se muestra en la Figura 144.

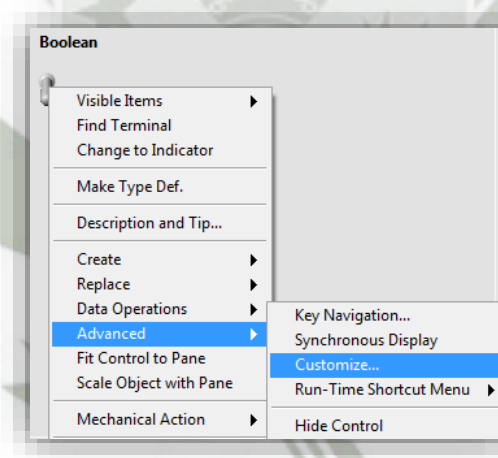
Figura 145.
Animación con 2 objetos



Fuente: Elaboración propia

En el control clic derecho Advanced y seleccionamos Customize como se muestra en la Figura 145.

Figura 146.
Ubicación de Customize en un control Boolean

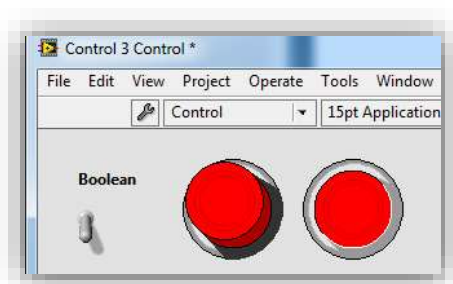


Fuente: Elaboración propia

Se nos abrirá 1 ventana donde podremos personalizar el objeto como se muestra en la Figura 146.

Figura 147.

Ventana donde personalizaremos el control Boolean

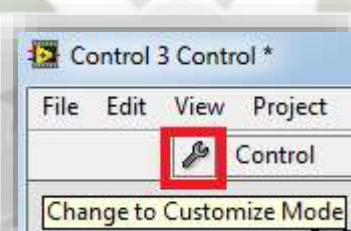


Fuente: Elaboración propia

Hacemos clic en cambiar modo personalizado como se muestra en la Figura 147.

Figura 148.

Cambiar a modo personalizado



Fuente: Elaboración propia

En el modo personalizado podremos copiar el objeto que simula que el pulsador no ha sido pulsado, haciendo clic derecho del mouse y seleccionamos Copy to Clipboard como se muestra en la Figura 148.

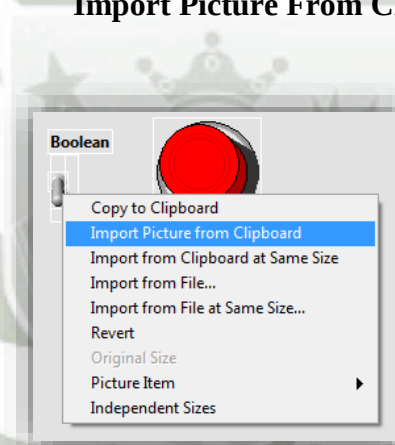
Figura 149.
Copy to Clipboard



Fuente: Elaboración propia

Tenemos que importar el objeto en el interruptor apagado como se muestra en la Figura 149.

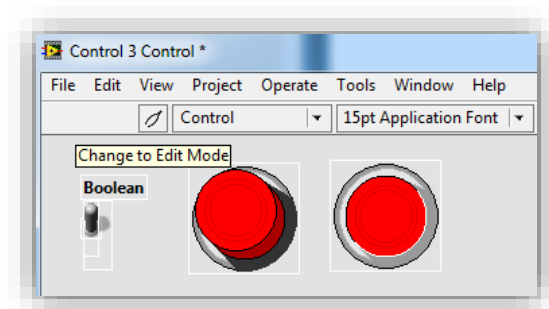
Figura 150.
Import Picture From Clipboard



Fuente: Elaboración propia

A hora cambiamos de modo customize a modo editar para colocar el interruptor en modo encendido como se muestra en la Figura 150.

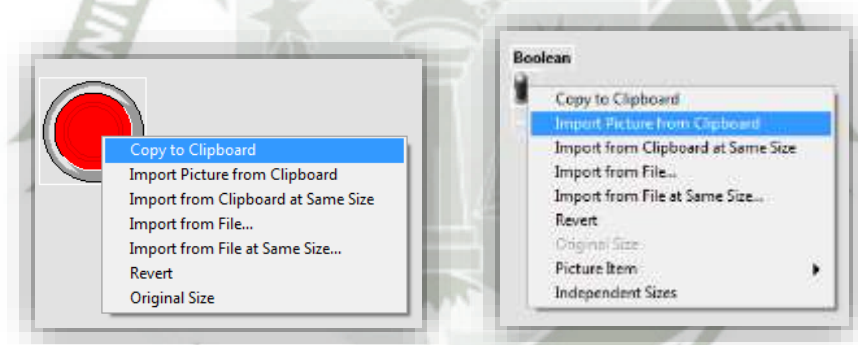
Figura 151.
Cambiar a modo editar



Fuente: Elaboración propia

Volvemos a modo Customize y copeamos el objeto que hace la simulación de haberse pulsado y lo importamos en el interruptor encendido como se muestra en la Figura 151.

Figura 152.
Copy to Clipboard e Import Picture From Clipboard



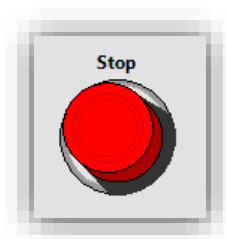
Fuente: Elaboración propia

Para comprobar su funcionamiento cambiamos a modo edit y le cambiamos el nombre a Stop, comprobamos los resultados como se muestra en la Figura 152, Figura 153.

Sin pulsar:

Figura 153.

Simulación sin pulsar el control



Fuente: Elaboración propia

Pulsado:

Figura 154.

Simulación pulsando el control



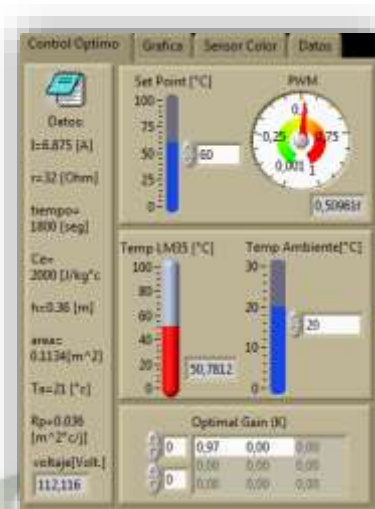
Fuente: Elaboración propia

4.4.2. Partes de la Interfaz

4.4.2.1. Configuración del Proceso y control Óptimo

Configuramos el set point a 60°C y la temperatura ambiente a 20°C, visualizamos el ciclo de trabajo del pwm, voltaje de la resistencia, ganancia óptima y datos que obtenemos de nuestro diseño, como se muestra en la Figura 154.

Figura 155.
Configuración del Proceso y control Óptimo

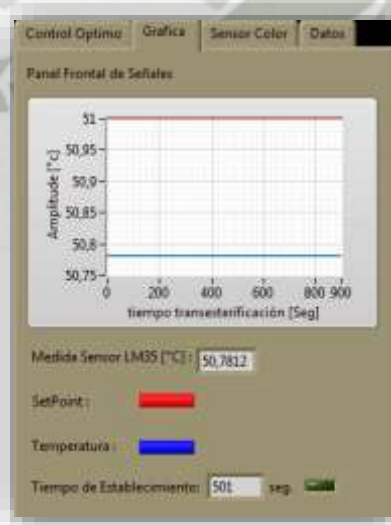


Fuente: Elaboración propia

4.4.2.2. Gráfica del Proceso

En la gráfica visualizamos el set point, la medida del sensor y el tiempo de establecimiento en segundos donde alcanzara su valor deseado como se muestra en la Figura 155.

Figura 156.
Gráfica del Proceso



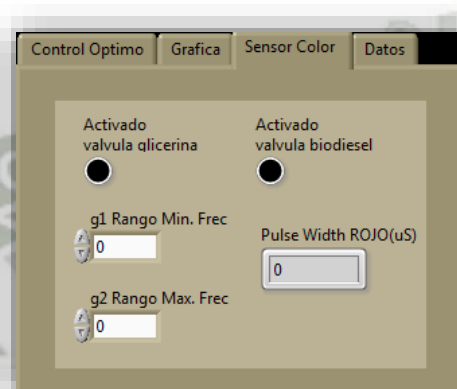
Fuente: Elaboración propia

4.4.2.3. Frecuencia del sensor de color

Visualizamos el ancho de pulso del sensor de color en frecuencia(Pulse Width Rojo) y de acuerdo al color de la glicerina que se obtuvo previamente le damos un rango, si esa frecuencia está dentro del rango o fuera de ella, se activara el led ya se ha glicerina o biodiesel como se muestra en la Figura 156.

Figura 157.

Frecuencia del Sensor de Color



Fuente: Elaboración propia

4.4.2.4. Variables del proceso

Las variables del proceso como se muestra en la Figura 157.

Figura 158.

Variables del proceso



Fuente: Elaboración propia

4.4.2.5. Retardos del proceso

Tiempos para nuestro proceso como se muestra en la Figura 158.

Figura 159.
Tiempos del Proceso



Fuente: Elaboración propia

4.4.2.6. Visualización de Soluciones químicas

De acuerdo a los litros de aceite visualizamos la cantidad necesaria de metílico e hidróxido de potasio para la reacción química para nuestro proceso como se muestra en la Figura 159.

Figura 160.
Visualización de soluciones químicas



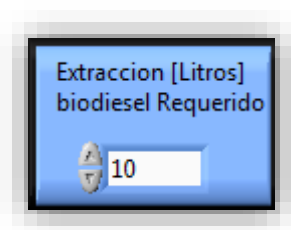
Fuente: Elaboración propia

4.4.2.7. Tiempo de extracción de biodiesel

Tiempo de extracción de biodiesel como se muestra en la Figura 160.

Figura 161.

Tiempo de extracción de biodiesel



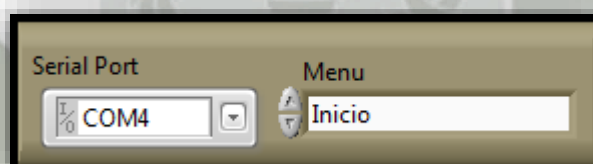
Fuente: Elaboración propia

4.4.2.8. Comunicación con Arduino

Configuramos Serial Port por donde vamos a comunicarnos con el arduino mega 2560 y tenemos como control un menú por donde podremos seleccionar alguna etapa del proceso como se muestra en la Figura 161.

Figura 162.

Configuración de Serial Port e Menú



Fuente: Elaboración propia

4.4.2.9. Inicializando el proceso

Para iniciar o parar el proceso tenemos la siguiente interfaz como se muestra en la Figura 162.

Figura 163.
Start y Stop del proceso

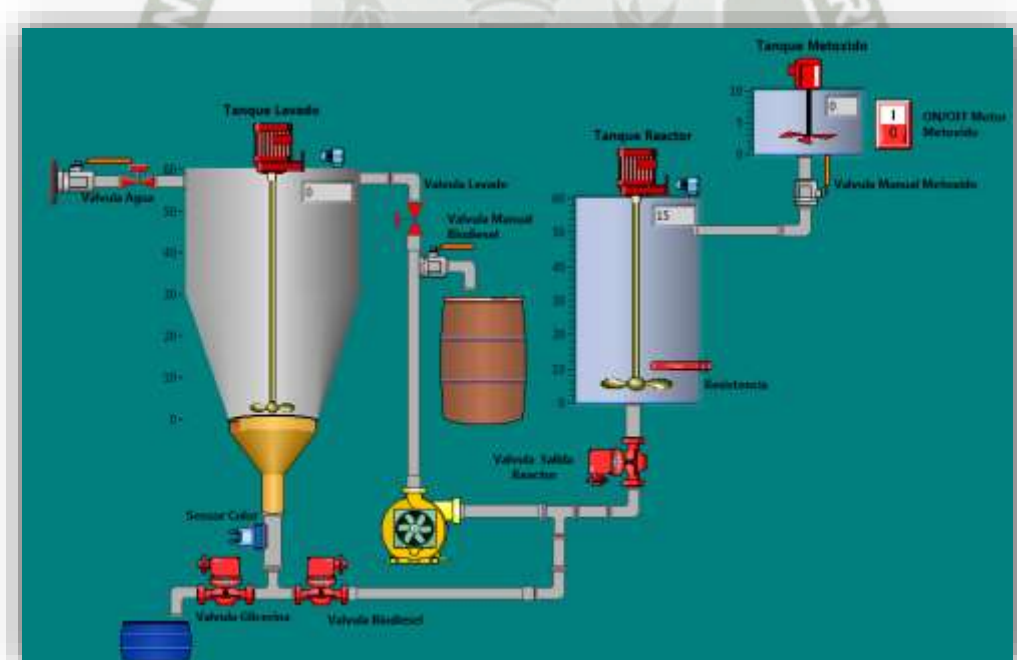


Fuente: Elaboración propia

4.4.2.10. Etapas del proceso

La interfaz del proceso comprende 3 etapas la del metoxido, Reactor y el de lavado como se muestra en la Figura 163.

Figura 164.
Etapas de la Interfaz del proceso



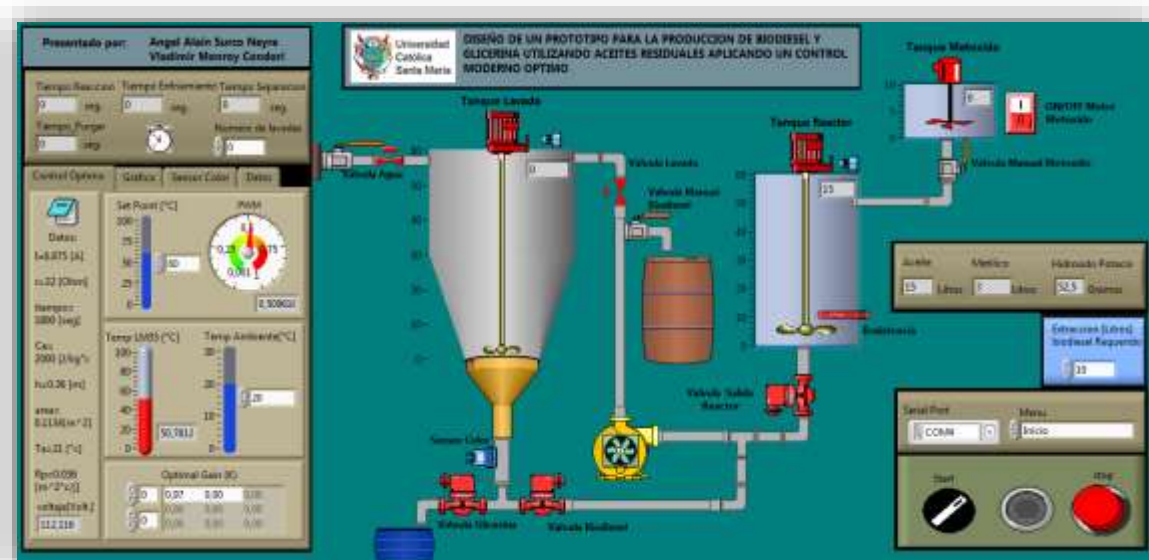
Fuente: Elaboración propia

4.4.3. Diseño Final

La interfaz diseñada para nuestro proyecto como se muestra en la Figura 164.

Figura 165.

Diseño final



Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 5



5. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DESARROLLADO

5.1. Pruebas eléctricas.

El sistema de control, como las líneas eléctricas del módulo y electrónica tanto para los sensores, válvulas, resistencia eléctrica, motor, y todos los dispositivos que cumplen su función específica, para cada etapa se realizó la verificación de los voltajes, corrientes adecuados, satisfaciendo los requisitos especificados y tomando en cuenta siempre el orden y seguridad, de tal manera que no exista cortos circuitos o daños en el equipo que podrían dañar al operario o personas que manipulen el equipo como se muestra en la Figura 165.

Figura 166.

Pruebas eléctricas



Fuente: Elaboración propia

5.2. Pruebas de hardware

A medida que se instalaban los dispositivos y controlador, se fueron realizando las pruebas de hardware, para así observar que todo va funcionando correctamente respecto a las especificaciones y requerimientos planteados, y si hubiese algún error, corregirlo inmediatamente. Fue importante escalar apropiadamente los sensores, ya que son los elementos que captan la señal del proceso.

5.2.1. Prueba de funcionamiento del sensor de nivel ultrasónico

Primero se verifico el funcionamiento del sensor ultrasónico y se hizo introduciendo liquido en el tanque y a medida que se llenaba calibrarlo a la escala del tanque que era en centímetros. El calibrado del sensor fue escalarlo mediante la altura del tanque, como muestra la tabla.

Tabla 1.
Escalada del sensor en litros

litros	Nivel del líquido (Cm)
0	0
1	1
2	1
3	3
4	4
5	5
6	6

Fuente: Elaboración propia

5.2.2. Prueba del sensor de temperatura

El LM35 es un sensor que tiene una precisión calibrada de 1°C y su rango abarca desde -55 a +150°C, para su calibración se comparó su temperatura con los valores ya establecidos.

Tabla 2.
Medidas escaladas para el sensor de temperatura

VALORES MEDIDOS	
Temperatura (°C)	Voltaje (V)
21	189.214
25	183.335
60	132

Fuente: Elaboración propia

5.2.3. Prueba de la resistencia eléctrica

Para calibrar la resistencia eléctrica, el calor generado por este dispositivo de observo que le corresponde una medida en voltaje. Este valor se comparó con el voltaje de entrada a la resistencia eléctrica. Y la temperatura generada por este dispositivo en el tanque. Se observó una variación en la toma de lecturas de voltaje mediante en multímetro. Y el software.

Tabla 3.

Medidas comparadas (Labview e multímetro)

Voltaje observado en el Labview (V)	Voltaje observado en el multímetro (V)
189	187-191
183.335	182-185
132	130-135

Fuente: Elaboración propia

5.2.4. Pruebas con el sensor de color

La frecuencia que detecto el sensor de color para la glicerina oscilaba entre 56 a 57 microsegundos, con este valor detectado se activa la electroválvula permitiendo la salida de glicerina. Como se muestra en la Figura 166.

Figura 167.
Sensor de Color



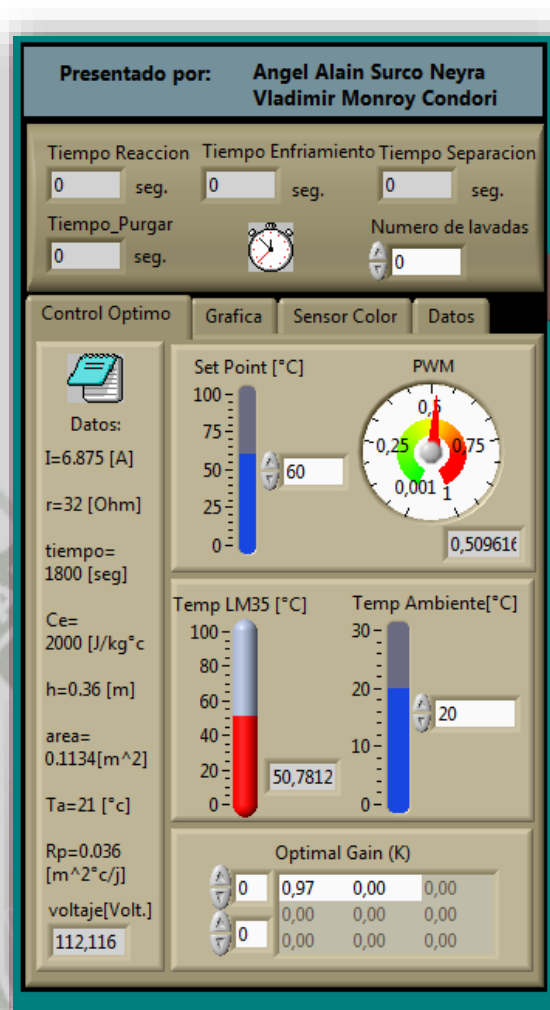
Fuente: Elaboración propia

Verificamos que el sensor de color funciona satisfactoria mente de acuerdo a las frecuencias establecidas por el fabricante que como se ve en la Figura a tomar los datos y visualizarlos en el LAVBIEW.

5.3. Pruebas de Software

El funcionamiento del software y la comunicación con los actuadores cumplieron satisfactoriamente lo requerido al introducir los datos como el set point, la ganancia optima, temperatura ambiente, donde se visualiza el funcionamiento del PWM, el voltaje en la resistencia eléctrica y el sensor de temperatura en el tanque reactor correspondientes en la simulación como se muestra en la Figura 167.

Figura 168.
Pruebas de Software



Fuente: Elaboración propia

5.4. Evaluación Software

Para el diseño de software se tomó en cuenta tres partes importantes.

5.4.1. Evaluación de la Secuencia

En cada etapa del proceso se verifico y comprobó el funcionamiento de los actuadores y sensores simulados de manera remota mediante labview.

5.4.2. Evaluación Control Óptimo

El diseño del control nos permitió obtener un resultado que satisface el funcionamiento del proceso, reduciendo el tiempo de reacción al incrementar la temperatura del líquido mediante la resistencia eléctrica.

5.4.2.1. Comparación resultados control optimo con PID simulado

Para comprobar la efectividad del controlador diseñado, es necesario realizar pruebas que permitan verificar su desempeño.

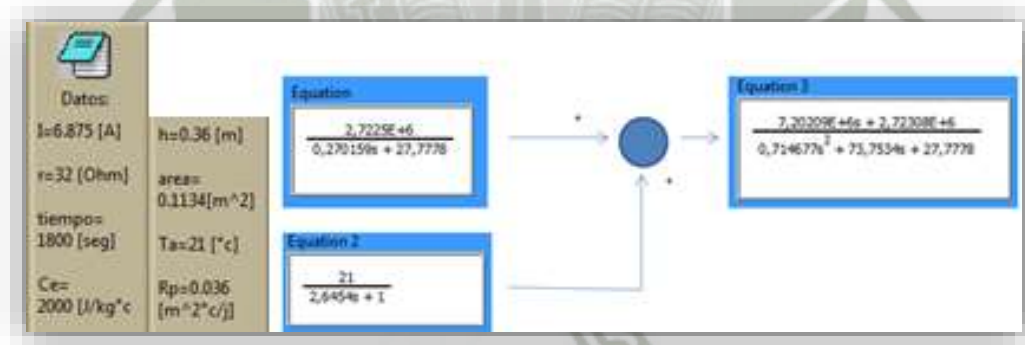
Adicionalmente a los esquemas planteados se presenta una comparación entre los sistemas de control clásico y avanzado (óptimo), representados por un sistema de control PID y Óptimo cuadrático respectivamente. Ingresando los datos para ambos casos como se muestra en la Figura 168.

Simulación de PID en Labview.

Paralelo Figura 168.

Figura 169.

Ecuación en paralelo del sistema



Fuente: Elaboración propia

Serie Figura 169.

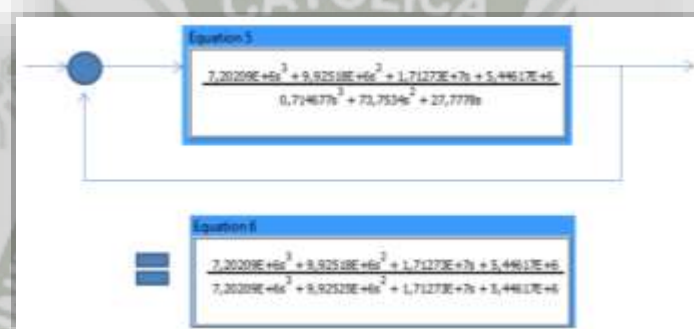
Figura 170.
Ecuación en serie del sistema



Fuente: Elaboración propia

Feedback Figura 170.

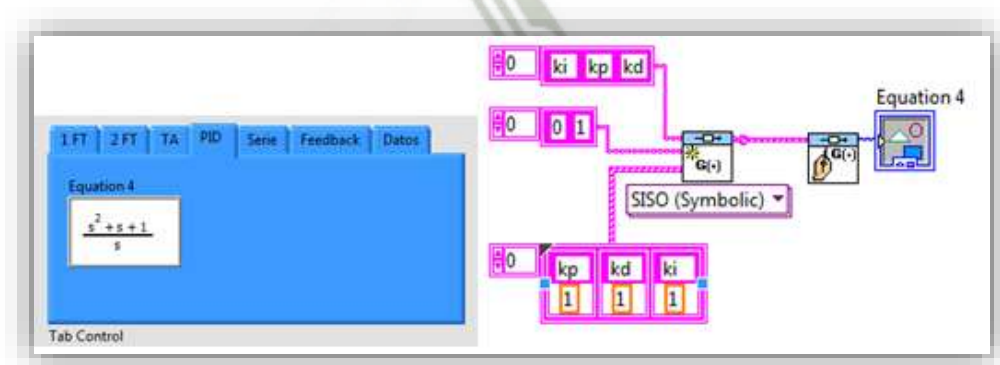
Figura 171.
Ecuacion de retroalimentacion del sistema



Fuente: Elaboración propia

Función de transferencia e implementación del PID en diagramas de bloque en labview como se muestra en la Figura 171, 172 respectivamente.

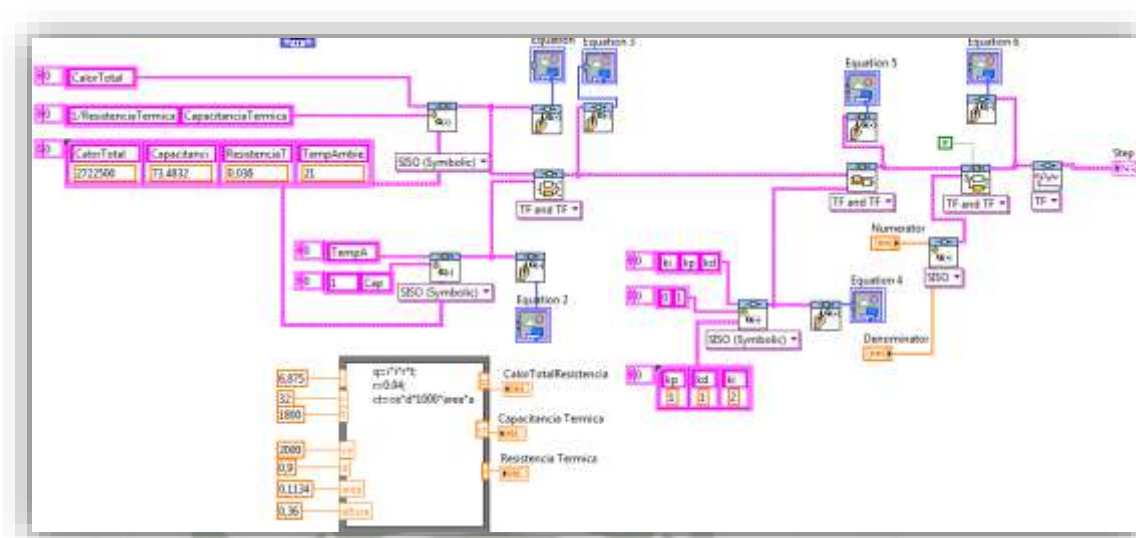
Figura 172.
Función de transferencia del PID



Fuente: Elaboración propia

Figura 173

Implementación de PID en diagrama de bloques en labview

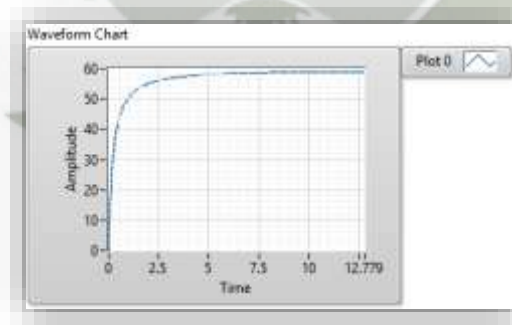


Fuente: Elaboración propia

En la comparación de resultados del control PID Figura 173 y control óptimo Figura 174 como se puede observar el tiempo de establecimiento de la señal controlada es menor.

Figura 174.

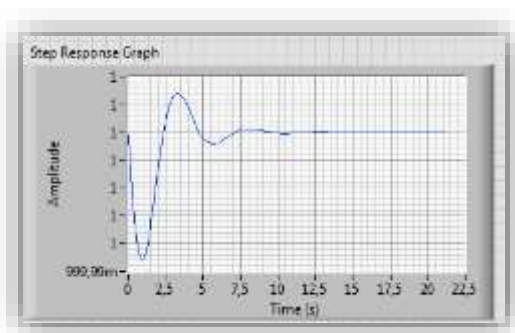
Tiempo de establecimiento 7.5 segundos en control óptimo



Fuente: Elaboración propia

Figura 175.

Tiempo de establecimiento 10 segundos en control PID



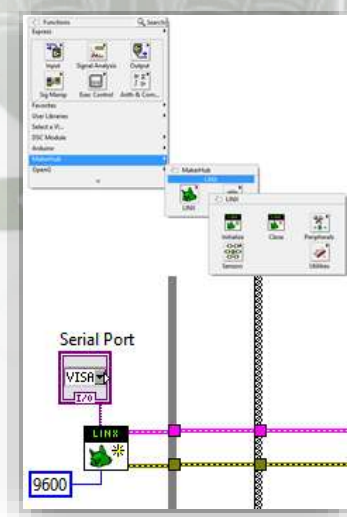
Fuente: Elaboración propia

5.4.3. Evaluación de comunicación de software

El Toolkits de  de Labview aplicado e implementado para la comunicación remota con el Arduino mostro resultados satisfactorios en cuanto a la transferencia y recepción de datos entre el Labview y el Arduino mostramos en la Figura 175 la ubicación del lix en Labview.

Figura 176.

Linx



Fuente: Elaboración propia

5.5. Evaluación de los resultados de biodiesel y glicerina

El biodiesel obtenido tiene un color más claro que el de glicerina, observamos los resultados obtenidos en la siguiente Figura 176.

Figura 177.
Obtención de biodiesel y glicerina



Fuente: Elaboración propia

5.5.1. Comparación según norma técnica peruana B100² (NTP) y norma americana

Establece que el índice de ácidos no debe exceder de 0.8. A continuación mostramos los resultados obtenidos en la Figura 177.

Figura 178.
Pasos para el análisis del biodiesel



Fuente: Elaboración propia



CAPÍTULO 6

6. ANÁLISIS ECONÓMICO

A continuación, presentamos los costos aproximados y los materiales que intervienen en la construcción del proyecto.

NOTA:

El software de Labview y los Toolkits utilizados, puede ser descargado desde la página de Labview <http://www.ni.com/labview/esa/>.

6.1. Actuadores y sensores.

Tabla 4.
Costo de actuadores y sensores

1	SENSORES	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (s/.)	COSTO TOTAL (s/.)
	Sensor de Temperatura LM35	2	7.50	15.00
	Sensor de Nivel Ultrasónico HC-SR04	2	40.00	80.00
	Sensor de Color TCS3200	1	50.00	50.00
			SUBTOTAL	145.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.
Costo de motores

2	MOTORES	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (s/.)	COSTO TOTAL (s/.)
	Bomba Centrifuga EPLI ½ HP	1	400.00	400.00
	Motor AC (Taladro)	1	100.00	100.00
	Motor AC Nutone	1	100.00	100.00
	Motor AC EPLI	1	100.00	100.00
			SUBTOTAL	700.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.
Costo de válvulas

3	VÁLVULAS	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (s/.)	COSTO TOTAL (s/.)
	Solenoide KLOD 2/2 Vías 220 AC	3	250.00	750.00
	Solenoide 24 DC	2	30.00	60.00
	Llave Manual tipo bola	2	25.00	50.00
			SUBTOTAL	860.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.
Costo del tanque reactor y armazón

4	TANQUE Y ARMAZÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (s/.)	COSTO TOTAL (s/.)
	Reactor de Acero Inoxidable 55 litros	1	700.00	700.00
	Metoxido de Acero Inoxidable	1	300.00	300.00
	Bidón Industrial 67 litros	1	100.00	100.00
	Varilla Metálica de 40x40mm	2	45.00	90.00
	Tuercas y tornillos (paquete)	1	15.00	15.00
	Ruedas	4	6.00	24.00
	Otros	1	20.00	20.00
			SUBTOTAL	1249.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.
Costo de material PVC

5	ACCESORIOS PVC	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (s/.)	COSTO TOTAL (s/.)
	Tubo PVC 2 metros ¼ “	1	22.00	22.00
	Reductor PVC 2” a ¼”	6	2.50	15.00
	Nipples PVC ¼”	27	1.00	27.00
	Codo PVC 90° ¼”	7	2.50	17.50
	Codo PVC 45° ¼°	4	2.50	20.00
	Te PVC ¼”	6	3.00	18.00
	Unión PVC ¼”	2	2.50	5.00
	Unión Universal 1/4”	5	4.00	20.00
	Tapón PVC ¼”	6	1.50	9.00
	Teflón	15	1.50	22.5
			SUBTOTAL	175.50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.
Costo de accesorios electrónicos

6	ACCESORIOS ELECTRICOS	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (s/.)	COSTO TOTAL (s/.)
	Termo magnéticos CHINT 16A	7	24.00	168.00
	Termo magnéticos CHINT 40A	1	35.00	35.00
	Contactador NA 220 V	1	37.00	37.00
	Rele Térmico	1	45.0	45.00
	Cable eléctrico Rojo 16	15 m	1.20	18
	Cable eléctrico Negro 16	15 m	1.20	18
	Tubo Curro gado	10 m	2.00	20.00
	Canaletas	3m	7.00	15.00
	Borneras	14	1.50	21.00
	Terminal	50	0.25	12.50
	Riel	1m	5.00	5.00
	Selector Industrial	1	9.00	9.00
	Lámpara Industrial	1	5.00	5.00
	Pulsador Industrial Emergencia	1	12.00	12.00
	Tablero	1	140.00	140.00
	Caja de paso	1	3.00	3.00
	Sujetadores (paquete)	1	2.00	2.00
	Cable Industrial	3m	2.50	7.50
	Resistencia Eléctrica	1	12.00	12.00
	Otros	1	20.00	20.00
			SUBTOTAL	576.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10.
Costo de dispositivos electrónicos

7	DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (s/.)	COSTO TOTAL (s/.)
	Arduino Mega 2560	1	80.00	80.00
	Relé de 8	1	42.00	42.00
	Conectores	30	1.00	30.00
	Fuente de Alimentación	1	50.00	50.00
	Relé de 2	1	24.00	24.00
	Cable Arduino	3m	12.00	12.00
			SUBTOTAL	238

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11.
Costo de la implementación del circuito cruce por cero

8	PLACA DE CIRCUITO CRUCE POR CERO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (s/.)	COSTO TOTAL (s/.)
	Placa de PBC	1	3.50	3.50
	Optocoplador MOC3041	1	2.50	2.50
	Condensadores	1	2.50	2.50
	Borneras	3	0.50	1.50
	Transistor BTA41600b	1	7.00	7.00
	Resistencias	4	0.10	0.40
	Fusibles	1	2.00	2.00
	Disipador	1	2.00	2.00
	Estaño	1m	1.00	1.00
			SUBTOTAL	19.90

Fuente: Elaboración propia

TOTAL DEL HARDWARE=S/.3963.4 soles.

TOTAL DEL SOFTWARE=S/.3000.0 soles.

TOTAL DEL MANO DE OBRA=S/.2000soles.

COSTO TOTAL =S/.8963.4 soles

CONCLUSIONES

1. Si fue posible diseñar e implementar una planta piloto para producir biodiesel utilizando aceites residuales de cocina aplicando un control óptimo.
2. El control óptimo redujo el tiempo de operación en el proceso de transesterificación química del reactor.
3. Se logró realizar la supervisión remota del proceso de producción de biodiesel.
4. Se logró automatizar y optimizar el proceso del biodiesel.
5. No se presentaron problemas en el monitoreo y adquisición del proceso.
6. El monitoreo y mediciones de las variables del proceso se realizaron satisfactoriamente en cada etapa del proceso.
7. Los dispositivos electrónicos utilizados en el diseño no presentaron problemas en la comunicación y supervisión del proceso.
8. Se logró obtener una visualización en tiempo real del sistema de producción de biodiesel.
9. La planta piloto de producción de biodiesel funcionó satisfactoriamente sin presentar ningún problema en el proceso.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar accesorios seguridad como guantes, lentes, bozal, lentes de protección para evitar el contacto con los aditivos químicos.
2. Se recomienda realiza la molienda del catalizador hidróxido de sodio para su fácil disolución.
3. Se recomienda hacer un pre tratamiento del aceite para eliminar los residuos cárnicos mediante la filtración.
4. Se recomienda utilizar un medidor de PH para medir la acides del biodiesel.
5. Se recomienda utilizar acero inoxidable “INOX” industrial para los tanques para evitar su corrosión.
6. El sistema de comunicación del sensor ultrasónico de Arduino fue fluido más se debe tener cuidado en espacios limitados y que en la transmisión y recepción de la frecuencia no debe ver obstáculos.
7. Para el mantenimiento de los conectores se recomienda revisar y deshabilitar los termo magnéticos para su manipulación.
8. En el sistema se está utilizando equipos con tensiones de 220v y 12v, así como también sistemas mecánicos que podrían causar lesiones hasta incluso la muerte, por lo que se recomienda leer los manuales de usuario de los equipos de fuerza y seguir las instrucciones de seguridad antes de manipular cualquier dispositivo en el presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Castro, Paula, Opciones para la producción y uso del biodiesel en el Perú, Lima: Soluciones prácticas-ITDG, 2007.
- [2] Pedro Nel Benjumea Hernández, Biodiesel Producción, calidad y caracterización, Colombia: Universidad de Antioquia, 2009.
- [3] Fernando Acosta, Paula Castro, Elsa Cortijo, Manual de construcción y uso del reactor para la producción de biodiesel a pequeña escala, Perú: Soluciones prácticas-ITDG, 2008.
- [4] A. Barba Juan, C. Clausell Terol, Reactores químicos y bioquímicos, Universitat Jaume, 2014.
- [5] Federico Ganduglia, Manual de Biocombustibles, Uruguay: ni IICA ni ARPEL, 2009.
- [6] Jean F. Dulhoste, Teoría de control, Venezuela: ULA.
- [7] E. Freacks, «<http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf>,» [En línea]. [Último acceso: 23 5 2016].
- [8] Guillermo Lehmann, Microcontroladores PIC 16f628A, Departamento de Electrónica, 2010.
- [9] Enrique Palacios, Fernando Remiro, Lucas J. López, Microcontrolador PIC16f84, Madrid: Alfaomega, 2004.
- [10] Zenon Cucho M., Freri Orihuela Q., Rolando Sánchez P., Laureano Rodríguez P., Microcontroladores Atmega8, Lima, 2007.
- [11] Colin Flores Abraham, *Tesis desarrollo de un sistema embebido para el control luminotécnico con tecnología led*, México, 2013.
- [12] Arduino, «<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>,» [En línea].

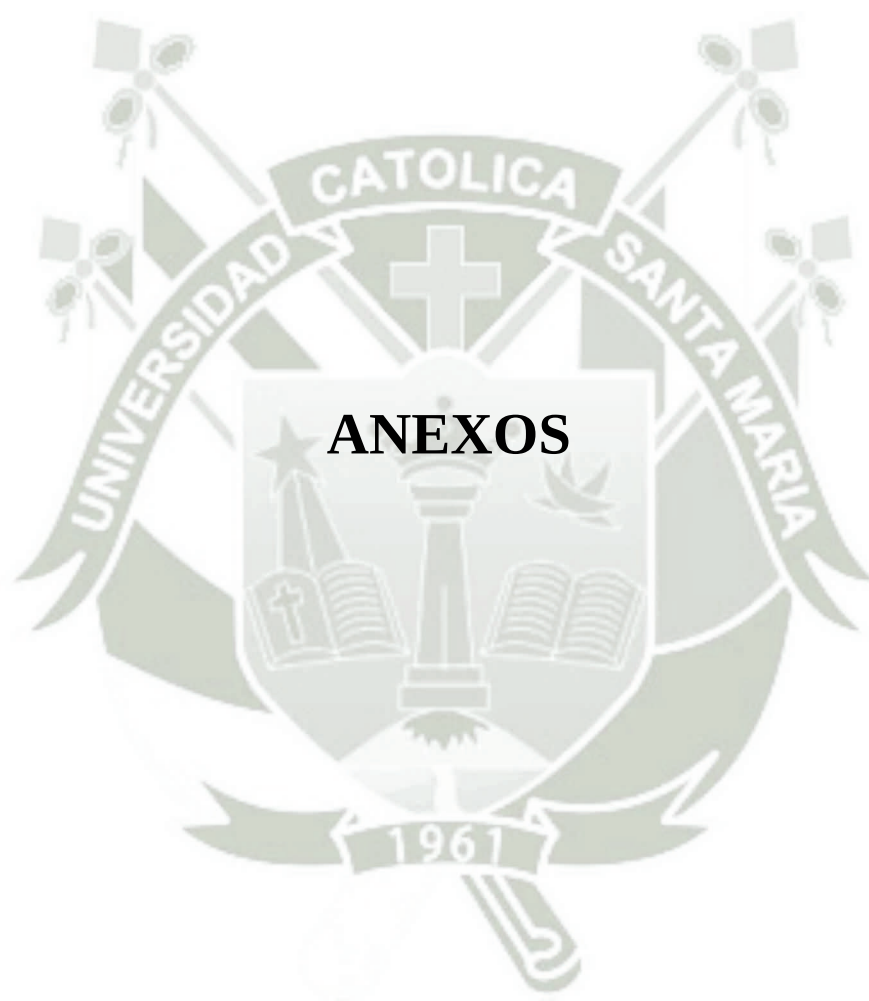
- [Último acceso: 20 6 2016].
- [13] ECDA cajon de arduino, «<http://www.ebay.es/itm/Modulo-rele-8-canales-5V-AC250V-10A-optoacoplador-arduino-Raspberry-/331374815192>,» [En línea]. [Último acceso: 12 6 2016].
- [14] Sergio Gallardo Vazquez, Configuración de instalaciones domóticas y automáticas, Madrid: Ediciones Paraninfo, SA, 2013.
- [15] Mediciones Industriales, «<http://medicionesindustriales2007i.blogspot.pe/2007/05/tema-ii-clasificacin-de-los-sensores.html>,» 2013. [En línea]. [Último acceso: 12 06 2016].
- [16] Sensor de proximidad, «<http://sensoresdeproximidad.blogspot.pe/p/sensor-fin-de-carrera-el-final-de.html>,» [En línea]. [Último acceso: 18 05 2016].
- [17] Pablo E. Garzia, Manuel Hidalgo, jORGE I. loza, Joge Muños, Practicas con arduino edubasica, Albacete, 2013.
- [18] micropik, «<http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf>,» [En línea]. [Último acceso: 14 05 2016].
- [19] J. L. R. Josep Balcells, Automatas Programables, Marcombo, S.A., 2005.
- [20] Guemisa, «<http://www.guemisa.com/articul/html/sensores.htm>,» [En línea]. [Último acceso: 8 06 2016].
- [21] ElectroCrea, «<https://electrocrea.com/blogs/tutoriales/33303747-sensor-de-color-tcs3200>,» [En línea]. [Último acceso: 10 05 2016].
- [22] Dataship Texas Instruments, «LM35 Sensors Temperature Precicion,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>. [Último acceso: 05 05 2016].
- [23] Dataship Texas Instruments, «LM35 Sensors Temperature Precicion,» 2016. [En línea]. [Último acceso: 05 05 2016].

- [24] Salvador Millan, Automatizacion Neumatica y electroneumatica, Madrid: Norgren Biblioteca Tecnica.
- [25] archivos, Aula, «http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/4750/4917/html/2_actuadores_neumaticos.html,» [En línea]. [Último acceso: 26 05 2016].
- [26] H. y. Neumaticos, «<http://circuitos-hidraulicos-y-neumaticos.blogspot.pe/p/21-produccion-y-distribucion-del-aire.html>,» [En línea]. [Último acceso: 16 05 2016].
- [27] Electronicaembajadores, «<http://www.electronicaembajadores.com/Noticias/Detalle/18/actuadores-lineales>,» [En línea]. [Último acceso: 22 06 2016].
- [28] Timothy J. Maloney, Electronica Industrial Moderna, Mexico: Pearson Educacion, 2006.
- [29] industrial, Boletin, «<http://www.boletinindustrial.com/producto-imagen.aspx?pid=53242>,» [En línea]. [Último acceso: 23 05 2016].
- [30] Manuel Viejo Zubicata, Javier Alvarez Fernandez, Bombas, Mexico: Limusa, S.A, 2004.
- [31] mrelectromecanica, «<http://mrelectromecanica.blogspot.pe/2010/12/diagnostico-de-fallas-en-bombas.html>,» [En línea]. [Último acceso: 12 05 2016].
- [32] nettbee, «<http://www.nettbee.com/bomba-electrica-para-agua-periferica-1-2-hp-truper.html>,» [En línea]. [Último acceso: 3 06 2016].
- [33] Jose Rafael Lajara Vizcaino, Labview entorno grafico de programacion, Barcelona: Marcombo S.A., 2011.
- [34] Jose Miguel Molina Martinez, Programacion grafica para ingenieros, Barcelona: Marcombo S.A., 2010.

- [35] Marco Schwartz, Oliver Manickum, Programming Arduino, USA: Packt Publishing, 2015.
- [36] labviewmakerhub,
«<https://www.labviewmakerhub.com/doku.php?id=libraries:linx:start>,» [En línea].
[Último acceso: 4 05 2016].
- [37] CUPER CANSAYA HERRERA, Desarrollo de una interfaz usb para el control de estaciones de radio HF y VHF para comunicacion de datos, Lima, 2005.
- [38] Convertidor usb-serie, «<http://panamahitek.com/arduino-mega-caracteristicas-capacidades-y-donde-conseguirlo-en-panama/>,» [En línea]. [Último acceso: 11 5 2016].
- [39] Andres Aguirre, Pablo Fernandez, Carlos Grossy, Interfaz USB generica para comunicacion con dispositivos electronicos, 2007.
- [40] S. Ulstrsonico, «<http://www.monografias.com/trabajos99/a-que-es-liquido/a-que-es-liquido.shtml>,» [En línea]. [Último acceso: 12 04 2016].
- [41] Katsuhiko Ogata, Ingenieria de Control Moderna, Madrid: Pearson Educacion.s.a., 2010.
- [42] cerrado, sistemas-de control lazo abierto y,
«<http://eet602ei.blogspot.pe/2012/05/sistemas-de-control-lazo-abiertocerrado.html>,»
[En línea]. [Último acceso: 19 04 2016].
- [43] J. Acedo Sanchez, Control Avanzado de Procesos, Madrid: Dias de Santos, 2003.
- [44] Simbologia,
«http://www.escuelassj.com/pluginfile.php/37027/mod_resource/content/0/materials_comuns/simbologia_electrica_normalizada/simbologia_electrica_4n.html,» [En línea].
[Último acceso: 3 02 2016].
- [45] Peter Bastian, Walter Eichler, Franz Huber, Norbert Jaufmann, Electrotecnia, Madrid:

Akal Ediciones, 2001.

- [46] Simbología del contactor,
«<http://www.areatecnologia.com/electricidad/contactor.html>,» [En línea]. [Último acceso: 23 2016].
- [47] MOC3041, «<http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet/motorola/MOC3042.pdf>,» [En línea]. [Último acceso: 28 5 2016].
- [48] [En línea].
- [49] instrumets, National, «<http://sine.ni.com>,» [En línea]. Available:
<http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/212478>.
- [50] Guemisa, «<http://www.guemisa.com/articul/html/sensores.htm>,» [En línea]. [Último acceso: 23 05 2016].
- [51] Pablo E. Garzia, Manuel Hidalgo, jORGE l. loza, Joge Muños, Practicas con arduino edubasica, Albacete, 2013.

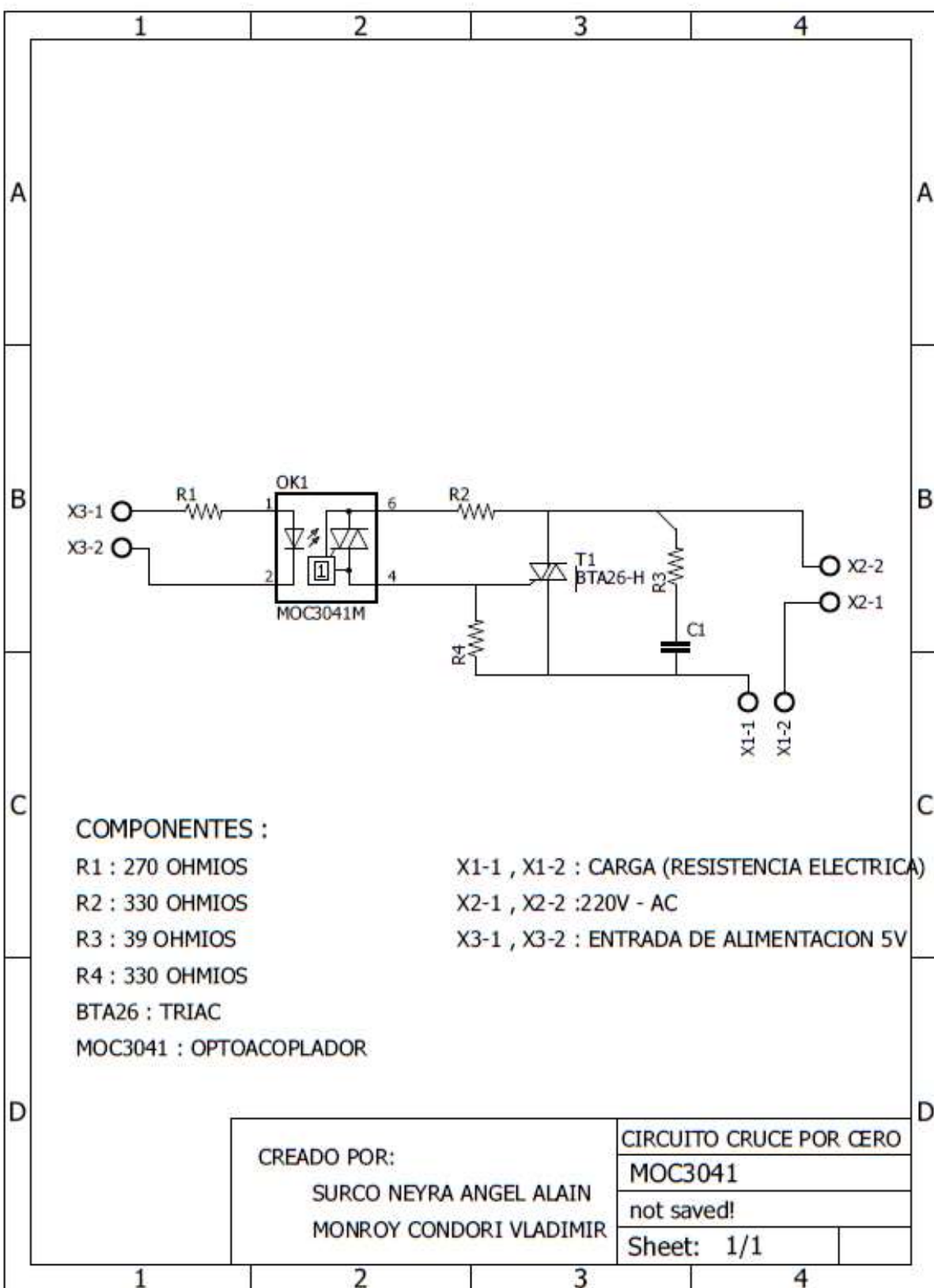


ANEXOS

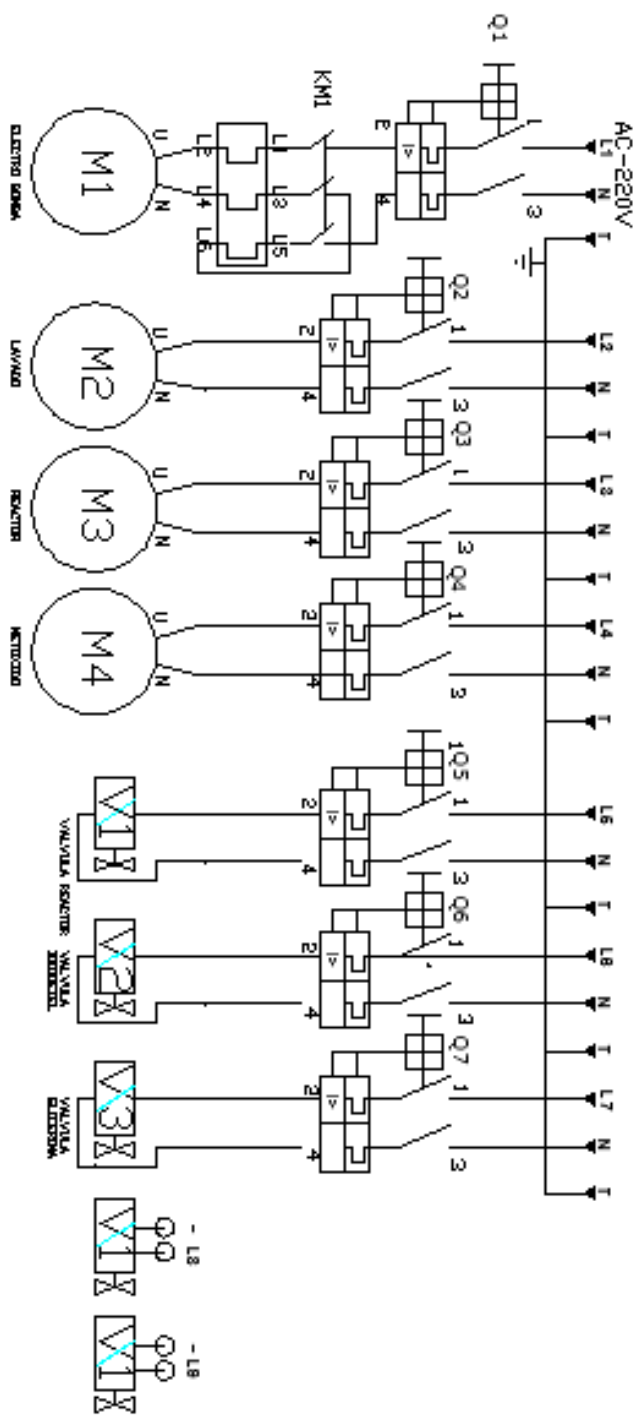
ANEXO N°1.
PLANOS DE DISEÑO

PLANTA PROTOTIPO PARA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL



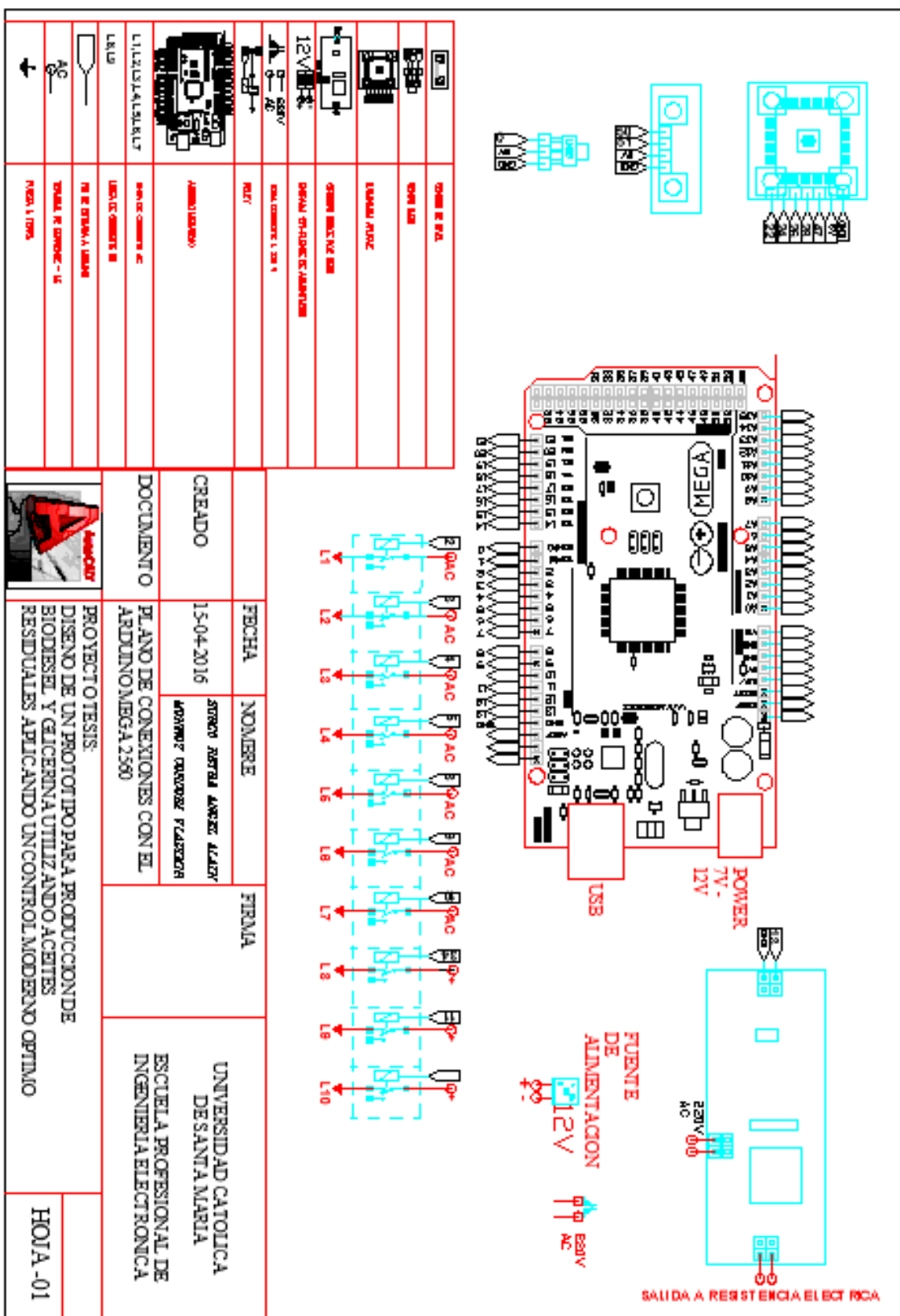


ANEXO plano de conexiones motores y valvulas

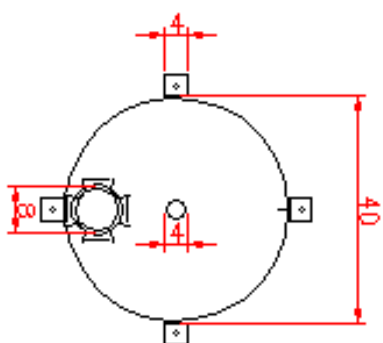
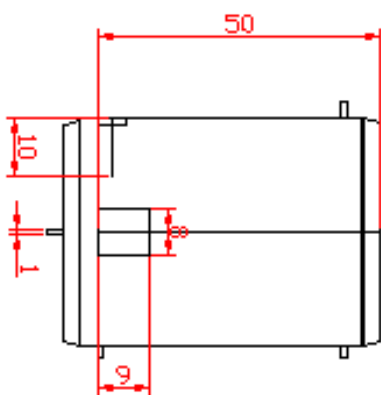
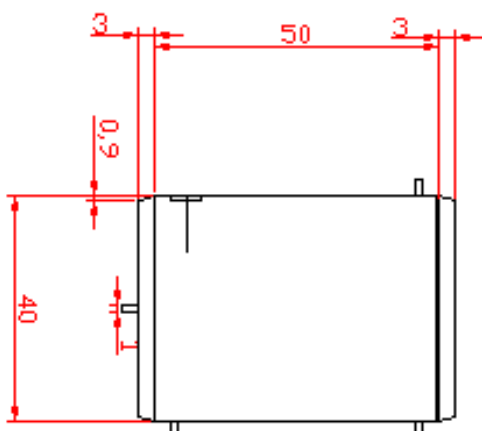


	RED 3 FASES 220V - 60Hz
	RELAY TERMICO 10A - 12A
	CIRCUIT BREAKER 10A - 12A
	MOTOR 0.75 kW - 230V
	VALVULA 1/2" - 1/4"
	COIL 1/2" - 1/4"
	TERMINAL BLOCK 1/2" - 1/4"
	GROUND 1/2" - 1/4"

FECHA	15-04-2016	NOMBRE	SEBASTIAN ANTONIO ALVARO	FIRMA	
DOCUMENTO	PLANO DE CONEXIONES MOTORES Y VALVULAS				
PROYECTO TESIS:	DISEÑO DE UN PROTOTIPO PARA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL Y GLICERINA UTILIZANDO ACEITES RESIDUALES APLICANDO UN CONTROL MODERNO OPTIMO				
	UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRONICA				
	HOLA -02				

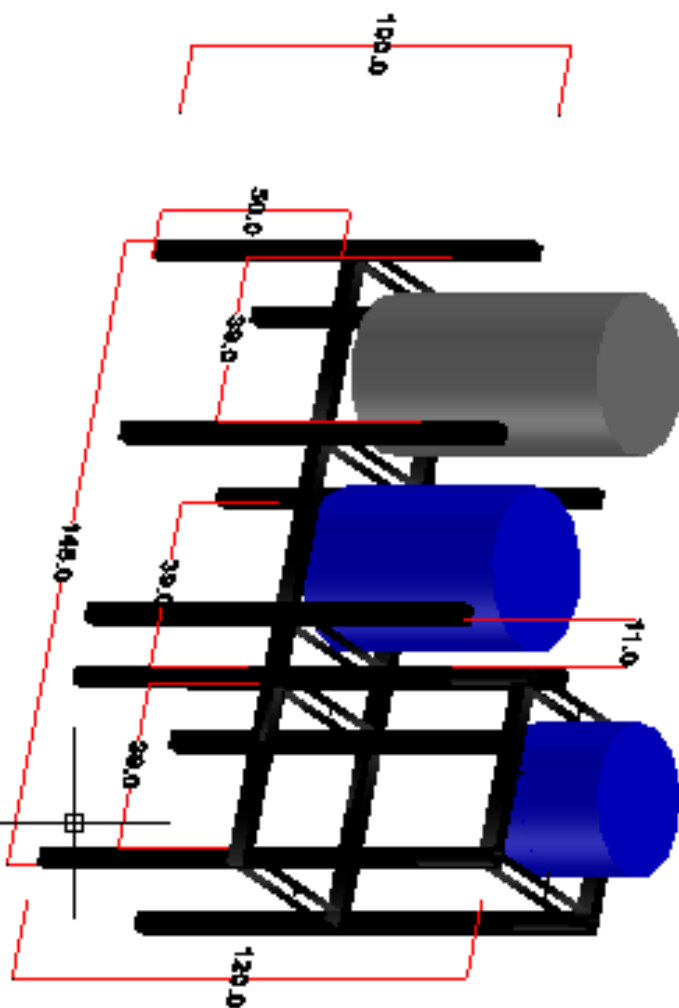


ANEXO plano Medidas del tanque reactor

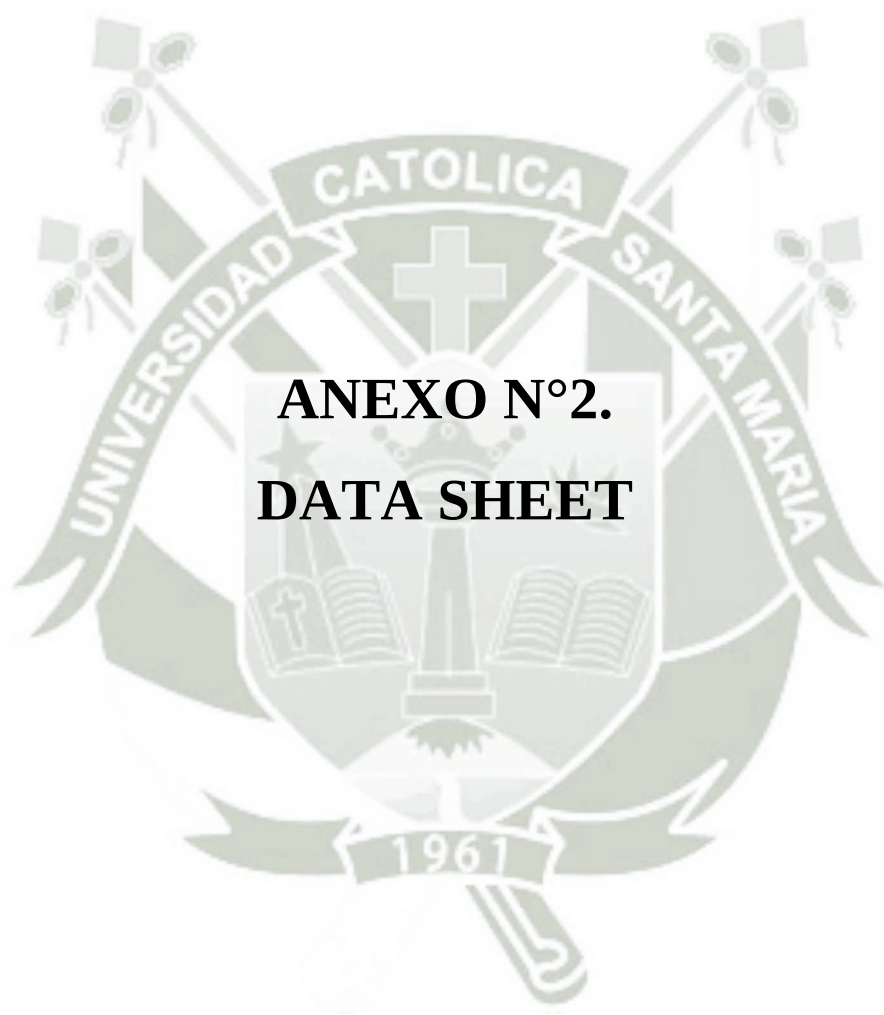


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	
CREADO	15-04-2016	GERARDO VENTURA AYVARE ALARCON		
DOCUMENTO	PLANO DE MEDIDAS DEL TANQUE REACTOR			
	PROYECTO TESIS: DISEÑO DE UN PROTOTIPO PARA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL Y GLICERINA UTILIZANDO ACEITES RESIDUALES APLICANDO UN CONTROL MODERNO OPTIMO			
			UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA	
			ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRONICA	
				Hoja -04

ANEXO Medidas del armazon



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	
CREADO	15-04-2016	Surco Neyra Angel Alain		
DOCUMENTO		Monroy Condori Vladimir		
	MEDIDAS DEL ARMAZON		UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA	
	PROYECTO TESIS: DISEÑO DE UN PROTOTIPO PARA PRODUCCION DE BIODIESEL Y GESTION DE UN PROTOTIPO PARA PRODUCCION DE BIODIESEL Y CONTROL MODERNO OPTIMO		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRONICA	
				HOJA -06



ANEXO N°2.
DATA SHEET

Evolution of Arduino

2005 2006 2007 2008

Old-style RS-232 serial port rather than USB.

Designed to be built on a home-etched PCB.

Single-Sided Serial

USB

First board to bear the Arduino name.

NG (New Generation)

Severino (aka S343)

In 2005, a group at Italy's Interaction Design Institute Ivrea developed Arduino as a low-cost, easy-to-use electronics platform for students and artists. It borrows its name from nearby watering hole Bar di Re Arduino. Since exploding onto the maker scene, Arduino has cultivated a flourishing community of inventors, engineers, and hackers dedicated to sharing code and developing hardware under an open-source banner.

Atmel's 8-bit megaAVR microcontroller family is an Arduino signature.

ATmega8

The ATmega168 doubles on-board memory to 16KB, but is otherwise nearly identical to the ATmega8.

ATmega168

Large 28-pin Plastic Dual In-line Package (PDIP-28) for through-hole soldering.

Thin Quad Flat Package (TQFP) designed for surface-mount soldering.

Very thin Quad Flat No-lead (VQFN) package replaces leads with underside pads.

ATmega328

On-chip memory doubles again to 32KB.

LilyPad Simple

LilyPad Simple Snap

Replaces sew-through contacts with button snaps.

ATmega32u4

Integrates USB controller into processor chip.

First dual-core model, combining ATmega32u4 with MIPS embedded Linux machine (expected late 2013).

First to ship with ATmega168.

Sew-through contact pads for connecting conductive thread.

First board to use surface-mount processor.

Auto-selects power supply. First to ship with ATmega328.

Designed for semipermanent installation.

Mini form-factor compatible.

ATmega1280

The Mega took Arduino to a new level, quadrupling on-chip memory to 128KB and more than tripling the total number of I/O and input pins in a significantly larger form factor.

ATmega2560

With the Mega2560, memory doubled again to 256KB. Though larger, the new form factor remains pin-compatible with the standard Arduino shield footprint.

ATSAM3X8E

The Due marks Arduino's first departure from the AVR architecture. The ATSAM3X8E is an ARM Cortex M3 processor with twice the memory and four times the clock speed of the ATmega2560.

Official reference model for Arduino platform.

Emulates mouse and keyboard over USB.

Mega update for use with Android Accessory Development Kit (ADK).

Co-founder Blazakis interviewed on TWIT.

Arduino IDE begins rapid development.

300,000 Arduinos "in the wild"

First Arduino to mount 32-bit processor. Runs at 3.3V rather than 5V.

2009 2010 2011 2012 2013

Make:

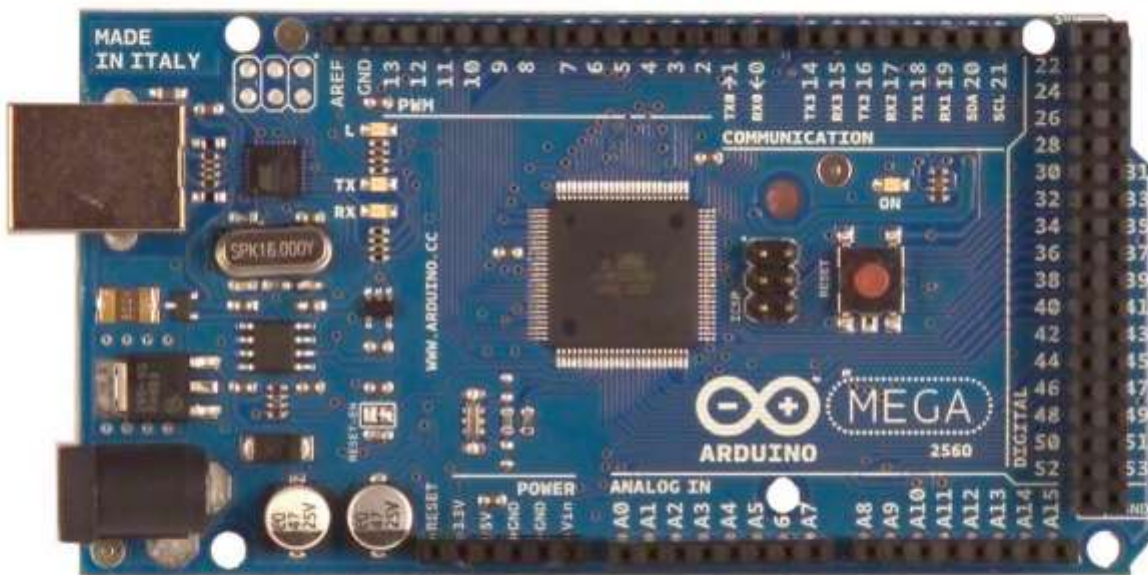


www.robotshop.com

La robotique à votre service! - Robotics at your service!



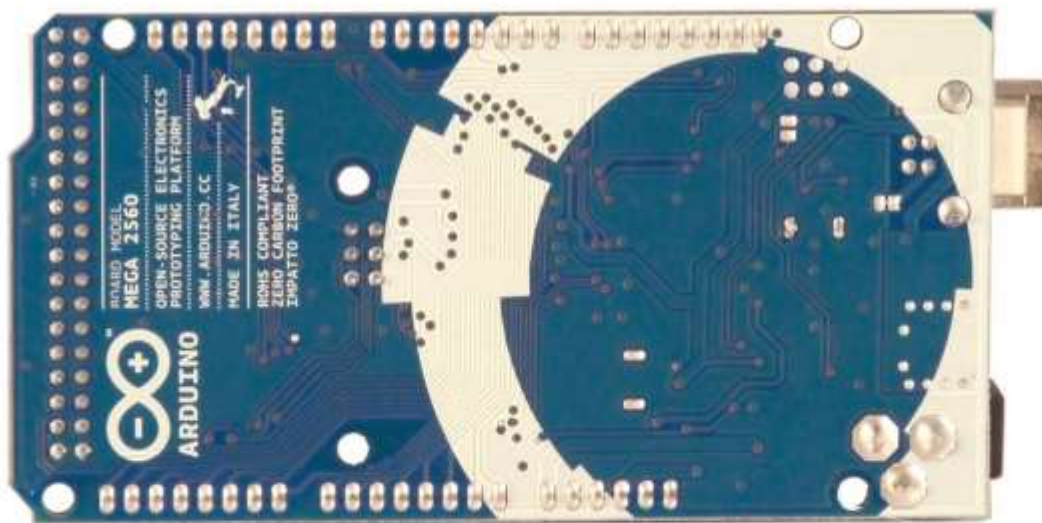
Arduino Mega 2560 Datasheet





www.robotshop.com

La robotique à votre service! - Robotics at your service!



Overview

The Arduino Mega 2560 is a microcontroller board based on the ATmega2560 ([datasheet](#)). It has 54 digital input/output pins (of which 14 can be used as PWM outputs), 16 analog inputs, 4 UARTs (hardware serial ports), a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Mega is compatible with most shields designed for the Arduino Duemilanove or Diecimila.

Schematic & Reference Design

EAGLE files: [arduino-mega2560-reference-design.zip](#)



www.robotshop.com



La robotique à votre service! - Robotics at your service!

Schematic: [arduino-mega2560-schematic.pdf](#)

Summary

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

Power

The Arduino Mega can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The Mega2560 differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.



www.robotshop.com



La robotique à votre service! - Robotics at your service!

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The ATmega2560 has 256 KB of flash memory for storing code (of which 8 KB is used for the bootloader), 8 KB of SRAM and 4 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 54 digital pins on the Mega can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) and 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) and 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) and 14 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. Pins 0 and 1 are also connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts: 2 (interrupt 0), 3 (interrupt 1), 18 (interrupt 5), 19 (interrupt 4), 20 (interrupt 3), and 21 (interrupt 2).** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 0 to 13.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS).** These pins support SPI communication using the [SPI library](#). The SPI pins are also broken out on the ICSP header, which is physically compatible with the Uno, Duemilanove and Diecimila.
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH



www.robotshop.com



La robotique à votre service! - Robotics at your service!

value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

- **I²C: 20 (SDA) and 21 (SCL).** Support I²C (TWI) communication using the [Wire library](#) (documentation on the Wiring website). Note that these pins are not in the same location as the I²C pins on the Duemilanove or Diecimila.

The Mega2560 has 16 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though is it possible to change the upper end of their range using the AREF pin and `analogReference()` function.

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

Communication

The Arduino Mega2560 has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega2560 provides four hardware UARTs for TTL (5V) serial communication. An ATmega8U2 on the board channels one of these over USB and provides a virtual com port to software on the computer (Windows machines will need a .inf file, but OSX and Linux machines will recognize the board as a COM port automatically. The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the ATmega8U2 chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Mega2560's digital pins.

The ATmega2560 also supports I²C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I²C bus; see the [documentation on the Wiring website](#) for details. For SPI communication, use the [SPI library](#).

Programming

The Arduino Mega can be programmed with the Arduino software ([download](#)). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega2560 on the Arduino Mega comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It



www.robotshop.com



La robotique à votre service! - Robotics at your service!

communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)). You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Mega2560 is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2 is connected to the reset line of the ATmega2560 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload. This setup has other implications. When the Mega2560 is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Mega2560. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

The Mega2560 contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see [this forum thread](#) for details.

USB Overcurrent Protection

The Arduino Mega2560 has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

Physical Characteristics and Shield Compatibility



www.robotshop.com

La robotique à votre service! - Robotics at your service!



The maximum length and width of the Mega2560 PCB are 4 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Three screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.

The Mega2560 is designed to be compatible with most shields designed for the Uno, Diecimila or Duemilanove. Digital pins 0 to 13 (and the adjacent AREF and GND pins), analog inputs 0 to 5, the power header, and ICSP header are all in equivalent locations. Further the main UART (serial port) is located on the same pins (0 and 1), as are external interrupts 0 and 1 (pins 2 and 3 respectively). SPI is available through the ICSP header on both the Mega2560 and Duemilanove / Diecimila. *Please note that I²C is not located on the same pins on the Mega (20 and 21) as the Duemilanove / Diecimila (analog inputs 4 and 5).*



Catalogo de Productos

HANSA
Div. Industria & Construcción

CHINT
MATERIAL ELECTRICO



Certificados:



NB1

DISYUNTORES TERMOMAGNETICOS

CARACTERISTICAS:

Elevado poder de corte, hasta 10kA.

Conexiones para barras tipo busbar o cables.

Terminales especialmente proyectados garantizan una operación segura.

Larga vida útil debido al mecanismo almacenador de energía.

Bloques auxiliares modulares aseguran instalaciones rápidas y fáciles.

Caja y partes funcionales hechos en plástico especial, resistente al calor y retardante de llamas, de alta resistencia al impacto.

Elevada capacidad de limitación de corriente.

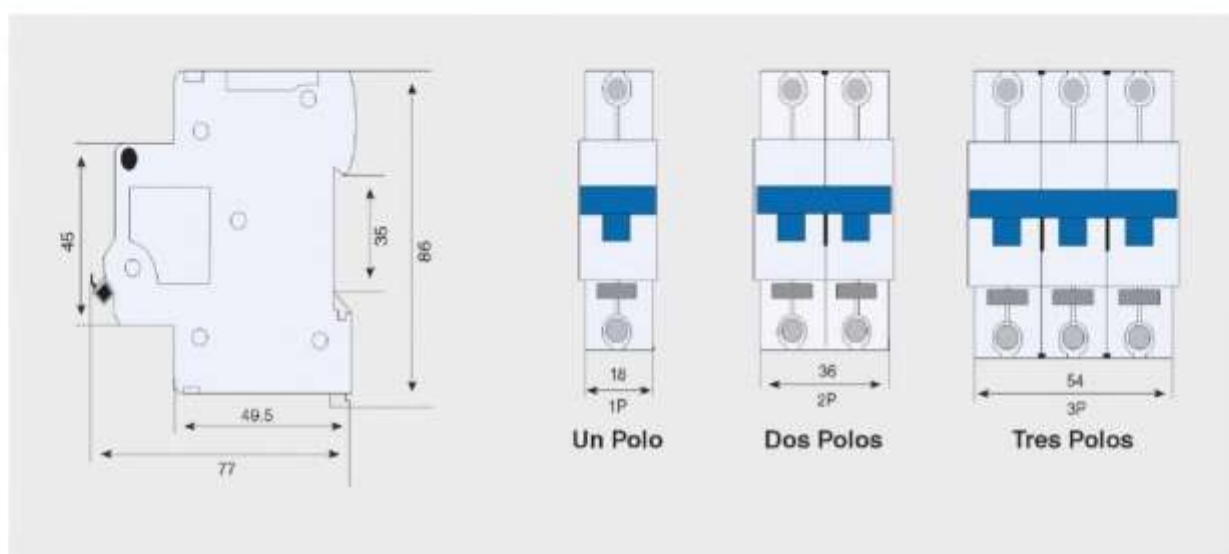
INFORMACION GENERAL

- Indicador de la posición de los contactos: ROJO y VERDE
- Avanzada Tecnología de control de sobre intensidad
- Chimenea de Ventilación para mejor enfriamiento
- NB1-63: Poder de Corte de acuerdo a IEC 60898-1 → 6 KA
- NB1-63H: Poder de Corte de acuerdo a IEC 60898-1 → 10 KA
- Tensión de Operación U_e :
 - AC: 230-400V 50/60Hz (1P, 2P, 3P,)
 - DC: 115/125V (1P, 2P)
- Grado de protección: IP 20
- Curva de Disparo: C
- Tensión de Aislamiento U_i : 500V
- Tensión Nominal soportada al Impulso (1,2/50) U_{imp} : 4000V
- Conexión: Entrada lado superior y salida lado inferior o viceversa
- Montaje: Fijación rápida a riel DIN
- Puede ser conexionado mediante cable convencional o peine puenteador tipo U.

CARACTERISTICAS TECNICAS

NORMA		IEC60898- 1	IEC60947-2	UL 1077	UL 1077
Corriente nominal I_n	A	1,2,4,6,10,16,20,25,32,40,50,63		1,2,4,6,10,16,20,25,32,40,50,63	
Polos		1P, 2P, 3P			1P, 2P
Tensión nominal U_e	V	230/400	240/415	277/480	110/125
Frecuencia nominal	Hz	AC 50/60			DC
Poder de corte	KA	6/10	6	5	10
Clase de limitación de energía		3			
Impulso de tensión máxima nominal (1.2/50) U_{imp}	V	4000			
Curvas de desconexión		C			7-14 I_n
Vida eléctrica		4.000			
Vida mecánica		20.000			
Montaje		Sobre carril Din EN60715 (35mm) mediante garras de fijación rápida			
Conexión		Entrada lado superior y salida lado inferior o viceversa			

DIMENSIONES (mm)



DISYUNTORES TERMOMAGNETICOS (Código de Pedido)

Disyuntores termomagnéticos de 6KA			
Disyuntores termomagnéticos	Tipo	Código de pedido	Descripción
	NB1-63 1P C1	0104010202-1001754	Disyuntor termomagnético, 1P, 6kA, 1A
	NB1-63 1P C2	0104010202-1001755	Disyuntor termomagnético, 1P, 6kA, 2A
	NB1-63 1P C4	0104010202-1001756	Disyuntor termomagnético, 1P, 6kA, 4A
	NB1-63 1P C6	0104010202-1001757	Disyuntor termomagnético, 1P, 6kA, 6A
	NB1-63 1P C10	0104010202-1001758	Disyuntor termomagnético, 1P, 6kA, 10A
	NB1-63 1P C16	0104010202-1001759	Disyuntor termomagnético, 1P, 6kA, 16A
	NB1-63 1P C20	0104010202-1001760	Disyuntor termomagnético, 1P, 6kA, 20A
	NB1-63 1P C25	0104010202-1001761	Disyuntor termomagnético, 1P, 6kA, 25A
	NB1-63 1P C32	0104010202-1001762	Disyuntor termomagnético, 1P, 6kA, 32A
	NB1-63 1P C40	0104010202-1001763	Disyuntor termomagnético, 1P, 6kA, 40A
	NB1-63 1P C50	0104010202-1001764	Disyuntor termomagnético, 1P, 6kA, 50A
	NB1-63 1P C63	0104010202-1001765	Disyuntor termomagnético, 1P, 6kA, 63A
	NB1-63 2P C6	0104010202-1001773	Disyuntor termomagnético, 2P, 6kA, 6A
	NB1-63 2P C10	0104010202-1001774	Disyuntor termomagnético, 2P, 6kA, 10A
	NB1-63 2P C16	0104010202-1001775	Disyuntor termomagnético, 2P, 6kA, 16A
	NB1-63 2P C20	0104010202-1001776	Disyuntor termomagnético, 2P, 6kA, 20A
	NB1-63 2P C25	0104010202-1001777	Disyuntor termomagnético, 2P, 6kA, 25A
	NB1-63 2P C32	0104010202-1001778	Disyuntor termomagnético, 2P, 6kA, 32A
	NB1-63 2P C40	0104010202-1001779	Disyuntor termomagnético, 2P, 6kA, 40A
	NB1-63 2P C50	0104010202-1001780	Disyuntor termomagnético, 2P, 6kA, 50A
	NB1-63 2P C63	0104010202-1001781	Disyuntor termomagnético, 2P, 6kA, 63A
	NB1-63 3P C6	0104010202-1001789	Disyuntor termomagnético, 3P, 6kA, 6A
	NB1-63 3P C10	0104010202-1001790	Disyuntor termomagnético, 3P, 6kA, 10A
	NB1-63 3P C16	0104010202-1001791	Disyuntor termomagnético, 3P, 6kA, 16A
	NB1-63 3P C20	0104010202-1001792	Disyuntor termomagnético, 3P, 6kA, 20A
	NB1-63 3P C25	0104010202-1001793	Disyuntor termomagnético, 3P, 6kA, 25A
	NB1-63 3P C32	0104010202-1001794	Disyuntor termomagnético, 3P, 6kA, 32A
	NB1-63 3P C40	0104010202-1001795	Disyuntor termomagnético, 3P, 6kA, 40A
	NB1-63 3P C50	0104010202-1001796	Disyuntor termomagnético, 3P, 6kA, 50A
	NB1-63H 1P C6	0104010203-1002757	Disyuntor termomagnético, 1P, 10kA, 6A
	NB1-63H 1P C10	0104010203-1002758	Disyuntor termomagnético, 1P, 10kA, 10A
	NB1-63H 1P C16	0104010203-1002759	Disyuntor termomagnético, 1P, 10kA, 16A
	NB1-63H 1P C20	0104010203-1002760	Disyuntor termomagnético, 1P, 10kA, 20A
	NB1-63H 1P C25	0104010203-1002761	Disyuntor termomagnético, 1P, 10kA, 25A
	NB1-63H 1P C32	0104010203-1002762	Disyuntor termomagnético, 1P, 10kA, 32A
	NB1-63H 1P C40	0104010203-1002763	Disyuntor termomagnético, 1P, 10kA, 40A
	NB1-63H 1P C50	0104010203-1002764	Disyuntor termomagnético, 1P, 10kA, 50A
	NB1-63H 1P C63	0104010203-1002765	Disyuntor termomagnético, 1P, 10kA, 63A
	NB1-63H 3P C6	0104010203-1002766	Disyuntor termomagnético, 3P, 10kA, 6A
	NB1-63H 3P C10	0104010203-1002767	Disyuntor termomagnético, 3P, 10kA, 10A
	NB1-63H 3P C16	0104010203-1002768	Disyuntor termomagnético, 3P, 10kA, 16A
	NB1-63H 3P C20	0104010203-1002769	Disyuntor termomagnético, 3P, 10kA, 20A
	NB1-63H 3P C25	0104010203-1002770	Disyuntor termomagnético, 3P, 10kA, 25A
	NB1-63H 3P C32	0104010203-1002771	Disyuntor termomagnético, 3P, 10kA, 32A
	NB1-63H 3P C40	0104010203-1002772	Disyuntor termomagnético, 3P, 10kA, 40A
	NB1-63H 3P C50	0104010203-1002773	Disyuntor termomagnético, 3P, 10kA, 50A
	NB1-63H 3P C63	0104010203-1002774	Disyuntor termomagnético, 3P, 10kA, 63A
Accesorios			
	XF9	0104010204-1001803	Contacto auxiliar conmutable P/NB1, 6A-240VAC, 1NA +1NC



Certificados:



NC1

CONTACTOR DE POTENCIA DE 9 ~ 95A

Los Contactores de la serie NC1 son dispositivos con capacidad de cortar elevadas intensidades de corriente eléctrica de un motor o carga, con la posibilidad de ser accionado a distancia. Capaces de conectar motores hasta 95A. Las dimensiones y su diseño fueron mejorados para tener un producto final superior.

INFORMACION GENERAL

- Certificaciones: CE, KEMA, VDE, EK, UKrSEPRO, GOST, RCC, UL
- Rango eléctrico: AC50/60Hz, hasta 690V, hasta 95A
- Aplicación: son aplicables para apertura y cierre de circuitos remotamente, protección de circuitos de sobrecarga, ensamblado con su propio relé térmico de sobre carga
- Categoría de utilización: AC-3, AC-4
- Rango de temperaturas ambiente: -5 °C ~ +40 °C
- Categoría de montaje: III
- Condiciones de montaje: inclinación de montaje plano y en plano vertical no debe exceder los $\pm 5^\circ$
- Normas: IEC/EN 60947-4-1

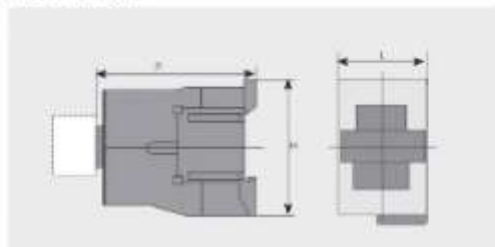
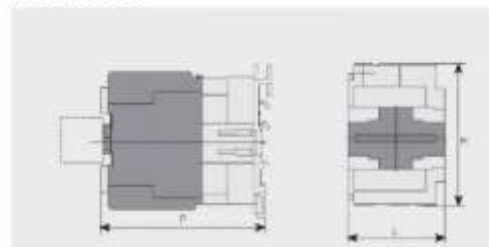
CARACTERISTICAS TECNICAS

Modelo			NC1-09	NC1-12	NC1-18	NC1-25	NC1-32	NC1-40	NC1-50	NC1-65	NC1-80	NC1-95
Corriente termica Ith AC1 (A)			20	20	32	40	50	60	80	80	95	95
Corriente nominal (A)	380/400V	AC-3	9	12	18	25	32	40	50	65	80	95
		AC-4	3,5	5	7,7	8,5	12	18,5	24	28	37	44
	660/690V	AC-3	6,6	8,9	12	18	21	34	39	42	49	49
		AC-4	1,5	2	3,8	4,4	7,5	9	12	14	17,3	21,3
Tension de aislamineto (V)			690									
Contactos auxiliares		3P	1NA	1NA	1NA	1NA	1NA	1NA+1NC	1NA+1NC	1NA+1NC	1NA+1NC	1NA+1NC
Potencia de motores trifasicos de jaula (AC3)	kw	220/230V	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	25
		380/400V	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30	37	45
		660/690V	5,5	7,5	10	15	18,5	30	37	45	45	45
	hp	220V	3	5	7,5	7,5	10	15	15	20	25	30
		240V	3	5	7,5	10	15	20	20	25	30	30
		400V	5	7,5	10	15	20	25	30	40	40	50
		600V	5	7,5	10	15	20	25	30	40	40	50
		eléctrica	AC-3	1200	1200	1200	1200	600	600	600	600	600
AC-4	300		300	300	300	300	300	300	300	300	300	
mecánica			3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	
Vida eléctrica (x10 ³ maniobras) AC3	AC-3		1000	1000	1000	1000	800	600	600	600	600	600
	AC-4		200	200	200	200	200	150	150	150	100	10
Vida mecánica (x10 ⁶ maniobras) AC3			10	10	10	10	8	8	8	8	6	6
Fusible recomendado			RT16-20	RT16-20	RT16-32	RT16-40	RT16-50	RT16-63	RT16-80	RT16-80	RT16-100	RT16-125

Atención al cliente 800 10 0014

DIMENSIONES (mm)

Contactores NC1

NC1-12-32

NC1-40-95


	Contadores	L max	P max	H max
	NC1-9 - NC1-12(Z)	47	82(116)	120.5(154.5)
	NC1-18(Z)	47	87(122)	125.5(160.5)
	NC1-25(Z)	57	95(131)	133.5(169.5)
	NC1-32	57	100(138)	138.5(176.5)
	NC1-40 NC1-65 (Z) 3P	77	116(173)	154.5(211.5)
	NC1-40 NC1-65 (Z) 4P	84	116(173)	154.5(211.5)
	NC1-80 NC1-95(Z) 3P	87	127(188)	165.5(246.5)
	NC1-80 NC1-95(Z) 4P	96	127(183)	160.5(221.5)

CONTACTORES NC (Código de Pedido)

Contadores	Tipo	Código de pedido	Descripción
	NC1-09 10	0104020102-1001844	Contactador NC1, 9A-AC3, 220VAC (1NA)
	NC1-12 10	0104020102-1001845	Contactador NC1, 12A-AC3, 220VAC (1NA)
	NC1-18 10	0104020102-1001846	Contactador NC1, 18A-AC3, 220VAC (1NA)
	NC1-25 10	0104020102-1001847	Contactador NC1, 25A-AC3, 220VAC (1NA)
	NC1-32 10	0104020102-1001848	Contactador NC1, 32A-AC3, 220VAC (1NA)
	NC1-40 11	0104020102-1001849	Contactador NC1, 40A-AC3, 220VAC (1NA + 1NC)
	NC1-50 11	0104020102-1001850	Contactador NC1, 50A-AC3, 220VAC (1NA + 1NC)
	NC1-65 11	0104020102-1001851	Contactador NC1, 65A-AC3, 220VAC (1NA + 1NC)
	NC1-80 11	0104020102-1001852	Contactador NC1, 80A-AC3, 220VAC (1NA + 1NC)
	NC1-95 11	0104020102-1001853	Contactador NC1, 95A-AC3, 220VAC (1NA + 1NC)
	NC1-18 10-Z	0104020103-1001865	Contactador NC1, 18A-AC3, 24VDC (1NA)
	NC1-32 10-Z	0104020103-1003351	Contactador NC1, 32A-AC3, 24VDC (1NA)

Certificados:



NR2



RELE TERMICO REGULABLE

CARACTERISTICAS:

LA familia NR2 son equipos destinado a la protección de los motores a distancia contra sobre cargas térmicas, esta debe ser regulada a la corriente nominal del Motor. Disponible hasta 500A.

INFORMACION GENERAL

- Características de utilización : 50/60Hz, hasta 690V
- Rango de Corriente regulable a 690V/AC3: 0.1 a 500A
- Clase de disparo: 10 A
- Norma: UNE-EN60947-5-1
- Rango de temperatura ambiente: -5 °C – +40 °C
- Los relés térmicos de la serie NR2 son aplicables a la protección a distancia de motores contra sobre cargas térmicas
- Ensamblables con contactores NC1 , NC2 y NC6 para obtener un guardamotor
- Características generales:
 - 3 fases bimetálicas
 - Rango Continuo ajustable de Corriente
 - Compensación de la temperatura ambiente
 - Indicador de disparo
 - Botones de prueba y de desconexión
 - Botón para ajuste manual- automático
 - Contactos 1NA+1NC separados eléctricamente

CARACTERISTICAS TECNICAS

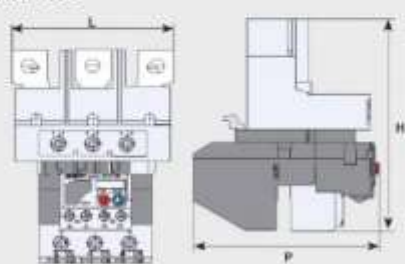
Modelo	NR2-11,5										NR2-25										NR2-36									
Corriente térmica Ith AC1 (A)	13										25										36									
Protección por fallo de fase	SI										SI										SI									
Reset automático y manual	SI										SI										SI									
Compensación de temperatura	SI										SI										SI									
Botones de prueba y desconexión	SI										SI										SI									
Montaje	enchufable										SI										SI									
	independiente										SI										SI									
Número de contactos	1NA+1NC										1NA+1NC										1NA+1NC									
Contactos	AC15-220V										2,73										2,73									
Auxiliares	AC15-380V										1,58										1,58									
Corriente [A]	DC13-220V										0,2										0,2									
Rango ajustable de corriente	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	1	1,3	1,6	3	4	6	7	9	12	17	23	28													
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓													
	0,16	0,3	0,4	0,6	1	2	2	2,5	4	6	8	10	13	18	25	32	36													

CARACTERISTICAS TECNICAS

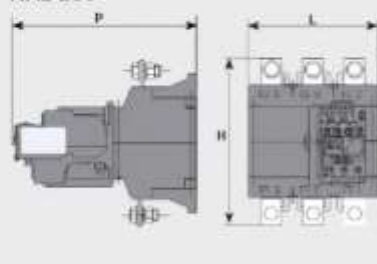
Modelo	NR2-93	NR2-150	NR2-200	NR2-630
Corriente termica Ith AC1 (A)	93	150	200	630
Proteccion por fallo de fase	SI	SI	SI	SI
Reset automatico y manual	SI	SI	SI	SI
Compensacion de temperatura	SI	SI	SI	SI
Botones de prueba y desconexión	SI	SI	SI	SI
Montaje	enchufable	SI	NO	NO
	independiente	SI	SI	SI
Numero de contactos	1NA+1NC	1NA+1NC	1NA+1NC	1NA+1NC
Contactos AC15-220V	2,73	2,73	2,73	2,73
Auxiliares AC15-380V	1,58	1,58	1,58	1,58
Corriente [A] DC13-220V	0,2	0,2	0,2	0,2
Rango Ajustable de Corriente	23 30 37 48 55 63 80	80 95 100 80 95 100	80 100 125 160 200 250 315	160 200 250 315 400 500
	↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓
	32 40 50 65 70 80 93	104 120 150 125 160 200 250	315 400 500	

DIMENSIONES (mm)

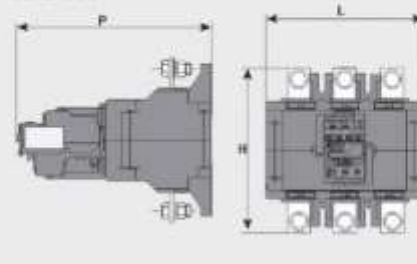
NR2-150



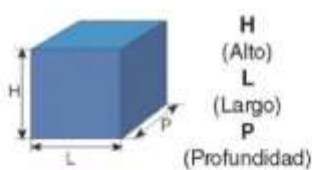
NR2-200



NR2-630



Tipo	Rango de corriente	Modelo		
		NR2-150	NR2-200	NR2-630
Dimensiones externas	L	141	181	215
	H	117	160	180/194*
	P	102	126	171



RELE TERMICO REGULABLE (Código de Pedido)

Relés térmicos	Tipo	Código de pedido	Descripción
	NR2-11.5 /1	0104020201-1001879	Relé term. Reg. 0.63 - 1.0 A., P/NC6
	NR2-11.5 /1.6	0104020201-1001880	Relé term. Reg. 1.1 - 1.6 A., P/NC6
	NR2-11.5 /2	0104020201-1001881	Relé term. Reg. 1.25 - 2.0 A., P/NC6
	NR2-11.5 /2.5	0104020201-1001882	Relé term. Reg. 1.6 - 2.5 A., P/NC6
	NR2-11.5 /4	0104020201-1001883	Relé term. Reg. 2.5 - 4.0 A., P/NC6
	NR2-11.5 /6	0104020201-1001884	Relé term. Reg. 4.0 - 6.0 A., P/NC6
	NR2-11.5 /8	0104020201-1001885	Relé term. Reg. 5.5 - 8.0 A., P/NC6
	NR2-11.5 /10	0104020201-1001886	Relé term. Reg. 7.0 - 10.0 A., P/NC6
	NR2-25 /1.6	0104020201-1001909	Relé term. Reg. 1.0 - 1.6A., P/NC1-09/32
	NR2-25 /2	0104020201-1001910	Relé term. Reg. 1.25 - 2.0A., P/NC1-09/32
	NR2-25 /2.5	0104020201-1001887	Relé term. Reg. 1.6 - 2.5A., P/NC1-09/32
	NR2-25 /4	0104020201-1001888	Relé term. Reg. 2.5 - 4.0A., P/NC1-09/32
	NR2-25 /6	0104020201-1001889	Relé term. Reg. 4.0 - 6.0A., P/NC1-09/32
	NR2-25 /8	0104020201-1001890	Relé term. Reg. 5.5 - 8.0A., P/NC1-09/32
	NR2-25 /10	0104020201-1001891	Relé term. Reg. 7 - 10A., P/NC1-09/32
	NR2-25 /13	0104020201-1001892	Relé term. Reg. 9 - 13 A., P/NC1-09/32
	NR2-25 /18	0104020201-1001893	Relé term. Reg. 12 - 18A., P/NC1-09/32
	NR2-25 /25	0104020201-1001894	Relé term. Reg. 17 - 25A., P/NC1-09/32
	NR2-36 /32	0104020201-1001895	Relé term. Reg. 23 - 32A., P/NC1-32
	NR2-36 /36	0104020201-1001896	Relé term. Reg. 28 - 36A., P/NC1-32
	NR2-93 /40	0104020201-1001897	Relé term. Reg. 30 - 40A., P/NC1-40/95
	NR2-93 /50	0104020201-1001898	Relé term. Reg. 37 - 50A., P/NC1-40/95
	NR2-93 /65	0104020201-1001899	Relé term. Reg. 48 - 65A., P/NC1-40/95
	NR2-93 /70	0104020201-1001900	Relé term. Reg. 55 - 70A., P/NC1-40/95
	NR2-93 /80	0104020201-1001901	Relé term. Reg. 63 - 80A., P/NC1-40/95
	NR2-93 /93	0104020201-1001902	Relé term. Reg. 80 - 93 A., P/NC1-40/95
	NR2-150 /120	0104020201-1001903	Relé term. Reg. 95 - 120A., P/NC2-115/150
	NR2-150 /150	0104020201-1001904	Relé term. Reg. 110 - 150A., P/NC2/115/150
	NR2-200 /200	0104020201-1001905	Relé term. Reg. 125 - 200A., P/NC2-185/400
	NR2-630 /315	0104020201-1001906	Relé term. Reg. 200 - 315A., P/NC2-185/400
	NR2-630 /400	0104020201-1001907	Relé term. Reg. 250 - 400A., P/NC2-185/400
	NR2-630 /500	0104020201-1001908	Relé term. Reg. 315 - 500A., P/NC2-185/400



November 2000

LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors

General Description

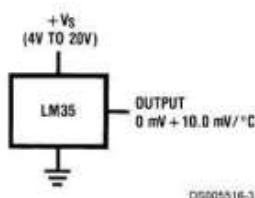
The LM35 series are precision integrated-circuit temperature sensors, whose output voltage is linearly proportional to the Celsius (Centigrade) temperature. The LM35 thus has an advantage over linear temperature sensors calibrated in ° Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from its output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of $\pm 1/4^{\circ}\text{C}$ at room temperature and $\pm 3/4^{\circ}\text{C}$ over a full -55 to $+150^{\circ}\text{C}$ temperature range. Low cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The LM35's low output impedance, linear output, and precise inherent calibration make interfacing to readout or control circuitry especially easy. It can be used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As it draws only $60\text{ }\mu\text{A}$ from its supply, it has very low self-heating, less than 0.1°C in still air. The LM35 is rated to operate over a -55° to $+150^{\circ}\text{C}$ temperature range, while the LM35C is rated for a -40° to $+110^{\circ}\text{C}$ range (-10° with improved accuracy). The LM35 series is available pack-

aged in hermetic TO-46 transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D are also available in the plastic TO-92 transistor package. The LM35D is also available in an 8-lead surface mount small outline package and a plastic TO-220 package.

Features

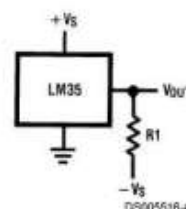
- Calibrated directly in ° Celsius (Centigrade)
- Linear $+10.0\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ scale factor
- 0.5°C accuracy guaranteeable (at $+25^{\circ}\text{C}$)
- Rated for full -55° to $+150^{\circ}\text{C}$ range
- Suitable for remote applications
- Low cost due to wafer-level trimming
- Operates from 4 to 30 volts
- Less than $60\text{ }\mu\text{A}$ current drain
- Low self-heating, 0.08°C in still air
- Nonlinearity only $\pm 1/4^{\circ}\text{C}$ typical
- Low impedance output, $0.1\text{ }\Omega$ for 1 mA load

Typical Applications



DS005516-3

FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor
($+2^{\circ}\text{C}$ to $+150^{\circ}\text{C}$)



DS005516-4

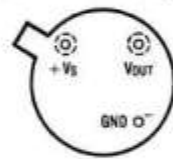
Choose $R_1 = -V_S/50\text{ }\mu\text{A}$
 $V_{\text{OUT}} = +1,500\text{ mV at } +150^{\circ}\text{C}$
 $= +250\text{ mV at } +25^{\circ}\text{C}$
 $= -550\text{ mV at } -55^{\circ}\text{C}$

FIGURE 2. Full-Range Centigrade Temperature Sensor

LM35

Connection Diagrams

TO-46
Metal Can Package*



BOTTOM VIEW
DS005516-1

*Case is connected to negative pin (GND)

Order Number LM35H, LM35AH, LM35CH, LM35CAH or
LM35DH
See NS Package Number H03H

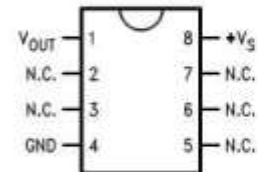
TO-92
Plastic Package



BOTTOM VIEW
DS005516-2

Order Number LM35CZ,
LM35CAZ or LM35DZ
See NS Package Number Z03A

SO-8
Small Outline Molded Package

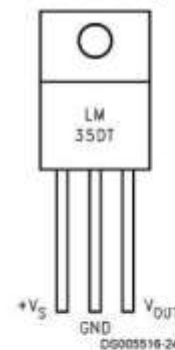


DS005516-21

N.C. = No Connection

Top View
Order Number LM35DM
See NS Package Number M08A

TO-220
Plastic Package*



DS005516-24

*Tab is connected to the negative pin (GND).

Note: The LM35DT pinout is different than the discontinued LM35DP.

Order Number LM35DT
See NS Package Number TA03F

Absolute Maximum Ratings (Note 10)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage	+35V to -0.2V
Output Voltage	+6V to -1.0V
Output Current	10 mA
Storage Temp.:	
TO-46 Package,	-60°C to +180°C
TO-92 Package,	-60°C to +150°C
SO-8 Package,	-65°C to +150°C
TO-220 Package,	-65°C to +150°C
Lead Temp.:	
TO-46 Package,	
(Soldering, 10 seconds)	300°C

TO-92 and TO-220 Package, (Soldering, 10 seconds)	260°C
SO Package (Note 12)	
Vapor Phase (60 seconds)	215°C
Infrared (15 seconds)	220°C
ESD Susceptibility (Note 11)	2500V
Specified Operating Temperature Range: T_{MIN} to T_{MAX} (Note 2)	
LM35, LM35A	-55°C to +150°C
LM35C, LM35CA	-40°C to +110°C
LM35D	0°C to +100°C

Electrical Characteristics

(Notes 1, 6)

Parameter	Conditions	LM35A			LM35CA			Units (Max.)
		Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	
Accuracy (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.2	± 0.5		± 0.2	± 0.5		°C
	$T_A = -10^\circ\text{C}$	± 0.3			± 0.3		± 1.0	°C
	$T_A = T_{MAX}$	± 0.4	± 1.0		± 0.4	± 1.0		°C
	$T_A = T_{MIN}$	± 0.4	± 1.0		± 0.4		± 1.5	°C
Nonlinearity (Note 8)	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	± 0.18		± 0.35	± 0.15		± 0.3	°C
Sensor Gain (Average Slope)	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	$+10.0$	$+9.9$, $+10.1$		$+10.0$		$+9.9$, $+10.1$	mV/°C
Load Regulation (Note 3) $0 \leq I_L \leq 1$ mA	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.4	± 1.0		± 0.4	± 1.0		mV/mA
	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	± 0.5		± 3.0	± 0.5		± 3.0	mV/mA
Line Regulation (Note 3)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.01	± 0.05		± 0.01	± 0.05		mV/V
	$4V \leq V_S \leq 30V$	± 0.02		± 0.1	± 0.02		± 0.1	mV/V
Quiescent Current (Note 9)	$V_S = +5V$, $+25^\circ\text{C}$	56	67		56	67		μA
	$V_S = +5V$	105		131	91		114	μA
	$V_S = +30V$, $+25^\circ\text{C}$	56.2	68		56.2	68		μA
	$V_S = +30V$	105.5		133	91.5		116	μA
Change of Quiescent Current (Note 3)	$4V \leq V_S \leq 30V$, $+25^\circ\text{C}$	0.2	1.0		0.2	1.0		μA
	$4V \leq V_S \leq 30V$	0.5		2.0	0.5		2.0	μA
Temperature Coefficient of Quiescent Current		$+0.39$		$+0.5$	$+0.39$		$+0.5$	μA/°C
Minimum Temperature for Rated Accuracy	In circuit of Figure 1, $I_L = 0$	+1.5		+2.0	+1.5		+2.0	°C
Long Term Stability	$T_J = T_{MAX}$, for 1000 hours	± 0.08			± 0.08			°C

LM35

Electrical Characteristics

(Notes 1, 6)

Parameter	Conditions	LM35			LM35C, LM35D			Units (Max.)
		Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	
Accuracy, LM35, LM35C (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.4	± 1.0		± 0.4	± 1.0		$^\circ\text{C}$
	$T_A = -10^\circ\text{C}$	± 0.5			± 0.5		± 1.5	$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MAX}}$	± 0.8	± 1.5		± 0.8		± 1.5	$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MIN}}$	± 0.8		± 1.5	± 0.8		± 2.0	$^\circ\text{C}$
Accuracy, LM35D (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$				± 0.6	± 1.5		$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MAX}}$				± 0.9		± 2.0	$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MIN}}$				± 0.9		± 2.0	$^\circ\text{C}$
Nonlinearity (Note 8)	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	± 0.3		± 0.5	± 0.2		± 0.5	$^\circ\text{C}$
Sensor Gain (Average Slope)	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	$+10.0$	$+9.8$, $+10.2$		$+10.0$		$+9.8$, $+10.2$	mV/ $^\circ\text{C}$
Load Regulation (Note 3) $0 \leq I_L \leq 1\text{ mA}$	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.4	± 2.0		± 0.4	± 2.0		mV/mA
	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	± 0.5		± 5.0	± 0.5		± 5.0	mV/mA
Line Regulation (Note 3)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.01	± 0.1		± 0.01	± 0.1		mV/V
	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}$	± 0.02		± 0.2	± 0.02		± 0.2	mV/V
Quiescent Current (Note 9)	$V_S = +5\text{V}$, $+25^\circ\text{C}$	56	80		56	80		μA
	$V_S = +5\text{V}$	105		158	91		138	μA
	$V_S = +30\text{V}$, $+25^\circ\text{C}$	56.2	82		56.2	82		μA
	$V_S = +30\text{V}$	105.5		161	91.5		141	μA
Change of Quiescent Current (Note 3)	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}$, $+25^\circ\text{C}$	0.2	2.0		0.2	2.0		μA
	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}$	0.5		3.0	0.5		3.0	μA
Temperature Coefficient of Quiescent Current		$+0.39$		$+0.7$	$+0.39$		$+0.7$	$\mu\text{A}/^\circ\text{C}$
Minimum Temperature for Rated Accuracy	In circuit of Figure 1, $I_L = 0$	$+1.5$		$+2.0$	$+1.5$		$+2.0$	$^\circ\text{C}$
Long Term Stability	$T_J = T_{\text{MAX}}$, for 1000 hours	± 0.08			± 0.08			$^\circ\text{C}$

Note 1: Unless otherwise noted, these specifications apply: $-55^\circ\text{C} \leq T_J \leq +150^\circ\text{C}$ for the LM35 and LM35A; $-40^\circ\text{C} \leq T_J \leq +110^\circ\text{C}$ for the LM35C and LM35CA; and $0^\circ\text{C} \leq T_J \leq +100^\circ\text{C}$ for the LM35D. $V_S = +5\text{Vdc}$ and $I_{\text{LOAD}} = 50\text{ }\mu\text{A}$, in the circuit of Figure 2. These specifications also apply from $+2^\circ\text{C}$ to T_{MAX} in the circuit of Figure 1. Specifications in **boldface** apply over the full rated temperature range.

Note 2: Thermal resistance of the TO-46 package is 400°C/W junction to ambient, and 24°C/W junction to case. Thermal resistance of the TO-92 package is 180°C/W junction to ambient. Thermal resistance of the small outline molded package is 220°C/W junction to ambient. Thermal resistance of the TO-220 package is 90°C/W junction to ambient. For additional thermal resistance information see table in the Applications section.

Note 3: Regulation is measured at constant junction temperature, using pulse testing with a low duty cycle. Changes in output due to heating effects can be computed by multiplying the internal dissipation by the thermal resistance.

Note 4: Tested Limits are guaranteed and 100% tested in production.

Note 5: Design Limits are guaranteed (but not 100% production tested) over the indicated temperature and supply voltage ranges. These limits are not used to calculate outgoing quality levels.

Note 6: Specifications in **boldface** apply over the full rated temperature range.

Note 7: Accuracy is defined as the error between the output voltage and $10\text{mV}/^\circ\text{C}$ times the device's case temperature, at specified conditions of voltage, current, and temperature (expressed in $^\circ\text{C}$).

Note 8: Nonlinearity is defined as the deviation of the output-voltage-versus-temperature curve from the best-fit straight line, over the device's rated temperature range.

Note 9: Quiescent current is defined in the circuit of Figure 1.

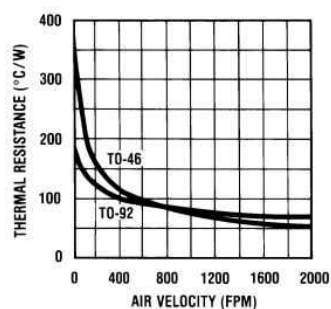
Note 10: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its rated operating conditions. See Note 1.

Note 11: Human body model, 100 pF discharged through a $1.5\text{ k}\Omega$ resistor.

Note 12: See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" or the section titled "Surface Mount" found in a current National Semiconductor Linear Data Book for other methods of soldering surface mount devices.

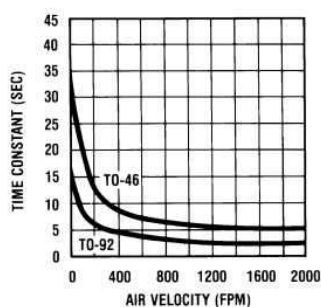
Typical Performance Characteristics

**Thermal Resistance
Junction to Air**



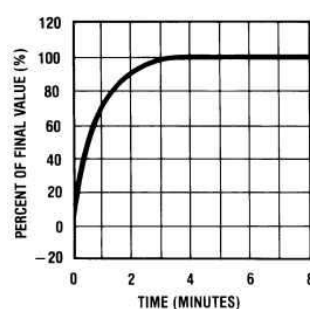
DS005516-25

Thermal Time Constant



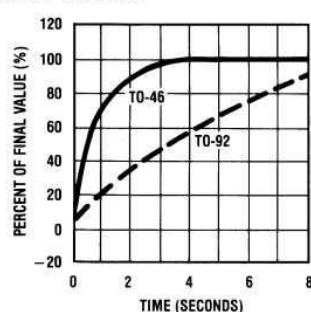
DS005516-26

**Thermal Response
in Still Air**



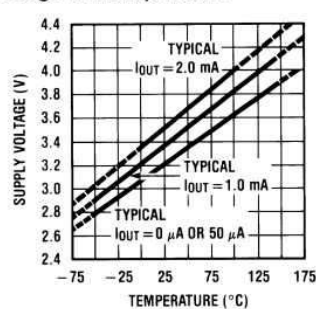
DS005516-27

**Thermal Response in
Stirred Oil Bath**



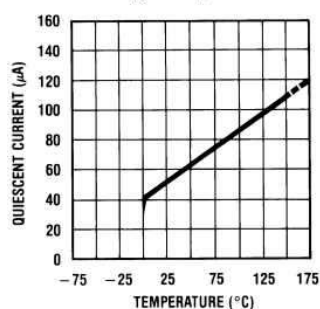
DS005516-28

**Minimum Supply
Voltage vs. Temperature**



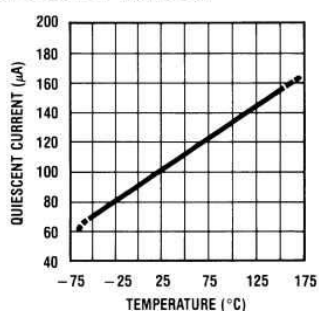
DS005516-29

**Quiescent Current
vs. Temperature
(In Circuit of Figure 1.)**



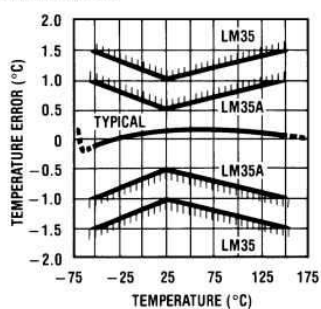
DS005516-30

**Quiescent Current
vs. Temperature
(In Circuit of Figure 2.)**



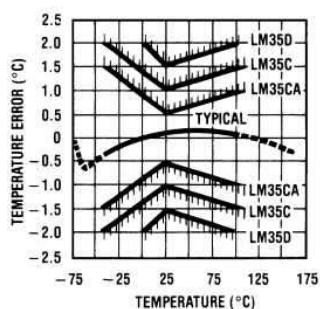
DS005516-31

**Accuracy vs. Temperature
(Guaranteed)**



DS005516-32

**Accuracy vs. Temperature
(Guaranteed)**

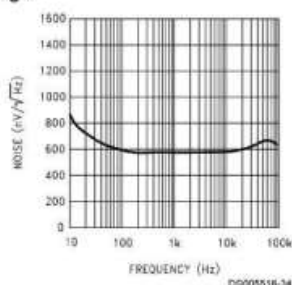


DS005516-33

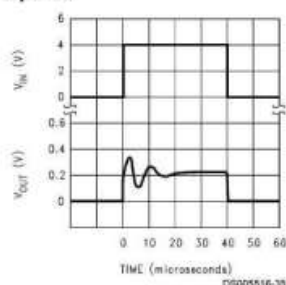
LM35

Typical Performance Characteristics (Continued)

Noise Voltage



Start-Up Response



Applications

The LM35 can be applied easily in the same way as other integrated-circuit temperature sensors. It can be glued or cemented to a surface and its temperature will be within about 0.01°C of the surface temperature.

This presumes that the ambient air temperature is almost the same as the surface temperature; if the air temperature were much higher or lower than the surface temperature, the actual temperature of the LM35 die would be at an intermediate temperature between the surface temperature and the air temperature. This is especially true for the TO-92 plastic package, where the copper leads are the principal thermal path to carry heat into the device, so its temperature might be closer to the air temperature than to the surface temperature.

To minimize this problem, be sure that the wiring to the LM35, as it leaves the device, is held at the same temperature as the surface of interest. The easiest way to do this is to cover up these wires with a bead of epoxy which will insure that the leads and wires are all at the same temperature as the surface, and that the LM35 die's temperature will not be affected by the air temperature.

The TO-46 metal package can also be soldered to a metal surface or pipe without damage. Of course, in that case the V- terminal of the circuit will be grounded to that metal. Alternatively, the LM35 can be mounted inside a sealed-end metal tube, and can then be dipped into a bath or screwed into a threaded hole in a tank. As with any IC, the LM35 and accompanying wiring and circuits must be kept insulated and dry, to avoid leakage and corrosion. This is especially true if the circuit may operate at cold temperatures where condensation can occur. Printed-circuit coatings and varnishes such as Humiseal and epoxy paints or dips are often used to insure that moisture cannot corrode the LM35 or its connections.

These devices are sometimes soldered to a small light-weight heat fin, to decrease the thermal time constant and speed up the response in slowly-moving air. On the other hand, a small thermal mass may be added to the sensor, to give the steadiest reading despite small deviations in the air temperature.

Temperature Rise of LM35 Due To Self-heating (Thermal Resistance, θ_{JA})

	TO-46, no heat sink	TO-46*, small heat fin	TO-92, no heat sink	TO-92**, small heat fin	SO-8 no heat sink	SO-8**, small heat fin	TO-220 no heat sink
Still air	400°C/W	100°C/W	180°C/W	140°C/W	220°C/W	110°C/W	90°C/W
Moving air	100°C/W	40°C/W	90°C/W	70°C/W	105°C/W	90°C/W	25°C/W
Still oil	100°C/W	40°C/W	90°C/W	70°C/W			
Stirred oil	50°C/W	30°C/W	45°C/W	40°C/W			
(Clamped to metal, infinite heat sink)		(24°C/W)				(55°C/W)	

*Wakefield type 201, or 1" disc of 0.020" sheet brass, soldered to case, or similar.

**TO-92 and SO-8 packages glued and leads soldered to 1" square of 1/16" printed circuit board with 2 oz. foil or similar.

Typical Applications

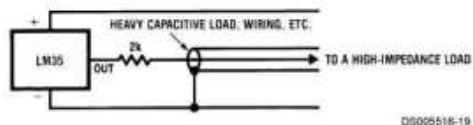


FIGURE 3. LM35 with Decoupling from Capacitive Load

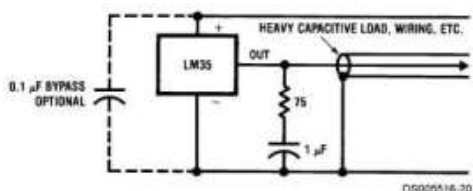


FIGURE 4. LM35 with R-C Damper

CAPACITIVE LOADS

Like most micropower circuits, the LM35 has a limited ability to drive heavy capacitive loads. The LM35 by itself is able to drive 50 pF without special precautions. If heavier loads are anticipated, it is easy to isolate or decouple the load with a resistor; see Figure 3. Or you can improve the tolerance of capacitance with a series R-C damper from output to ground; see Figure 4.

When the LM35 is applied with a 200 Ω load resistor as shown in *Figure 5*, *Figure 6* or *Figure 8* it is relatively immune to wiring capacitance because the capacitance forms a bypass from ground to input, not on the output. However, as with any linear circuit connected to wires in a hostile environment, its performance can be affected adversely by intense electromagnetic sources such as relays, radio transmitters, motors with arcing brushes, SCR transients, etc., as its wiring can act as a receiving antenna and its internal junctions can act as rectifiers. For best results in such cases, a bypass capacitor from V_{IN} to ground and a series R-C damper such as 75 Ω in series with 0.2 or 1 μ F from output to ground are often useful. These are shown in *Figure 13*, *Figure 14*, and *Figure 16*.

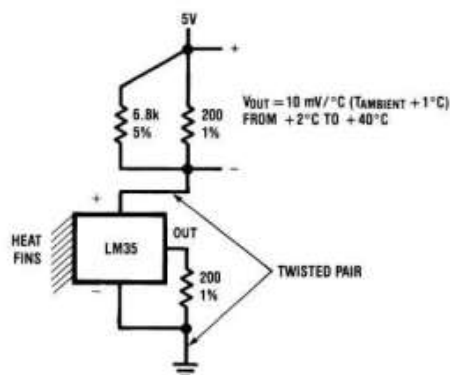
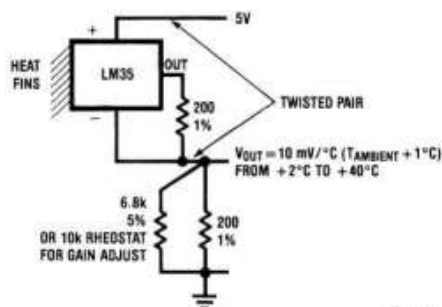


FIGURE 5. Two-Wire Remote Temperature Sensor (Grounded Sensor)



**FIGURE 6. Two-Wire Remote Temperature Sensor
(Output Referred to Ground)**

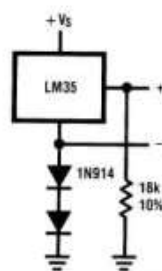


FIGURE 7. Temperature Sensor, Single Supply, -55° to +150°C

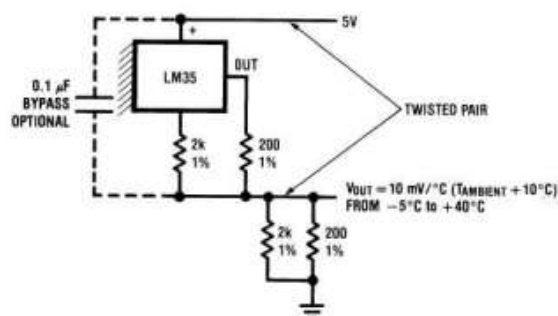


FIGURE 8. Two-Wire Remote Temperature Sensor (Output Referred to Ground)

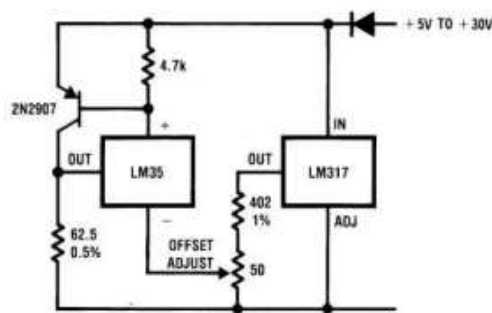


FIGURE 9. 4-To-20 mA Current Source (0°C to +100°C)

LM35

Typical Applications (Continued)

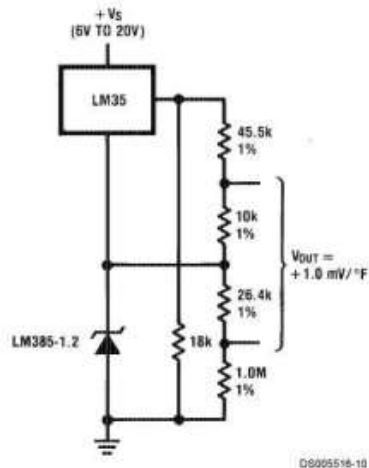


FIGURE 10. Fahrenheit Thermometer

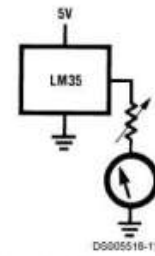


FIGURE 11. Centigrade Thermometer (Analog Meter)

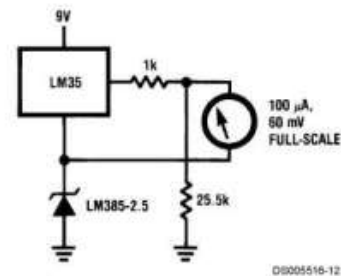


FIGURE 12. Fahrenheit Thermometer Expanded Scale Thermometer (50° to 80° Fahrenheit, for Example Shown)

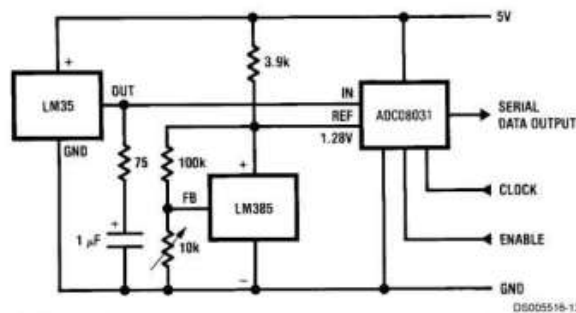


FIGURE 13. Temperature To Digital Converter (Serial Output) (+128°C Full Scale)

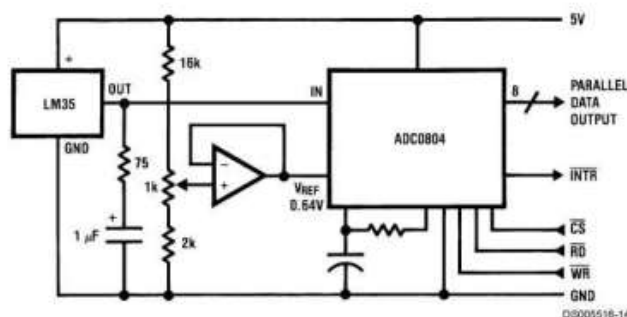
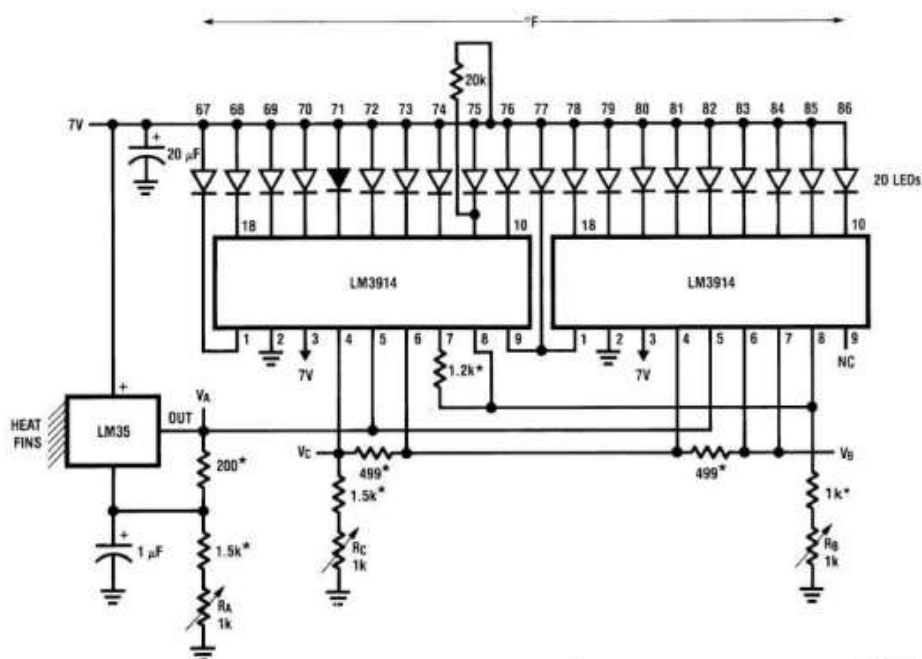


FIGURE 14. Temperature To Digital Converter (Parallel TRI-STATE™ Outputs for Standard Data Bus to μP Interface) (128°C Full Scale)

Typical Applications (Continued)

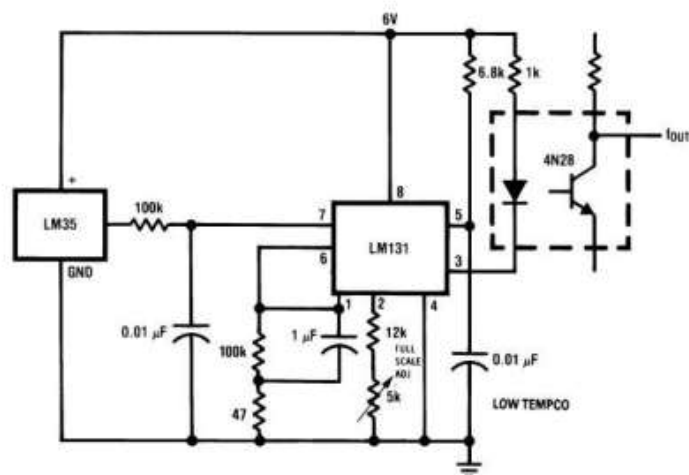
LM35



DS005515-18

*=1% or 2% film resistor
Trim R_B for $V_B=3.075V$
Trim R_C for $V_C=1.955V$
Trim R_A for $V_A=0.075V + 100mV/^\circ C \times T_{ambient}$
Example, $V_A=2.275V$ at $22^\circ C$

FIGURE 15. Bar-Graph Temperature Display (Dot Mode)

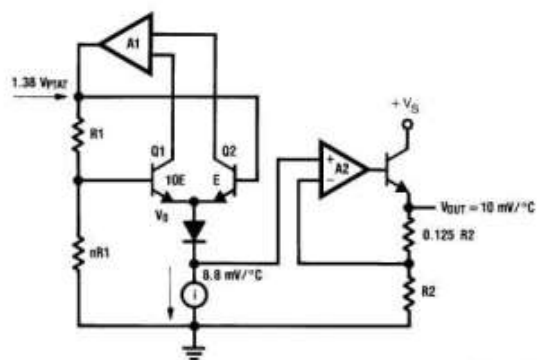


DS005515-15

FIGURE 16. LM35 With Voltage-To-Frequency Converter And Isolated Output
($2^\circ C$ to $+150^\circ C$; 20 Hz to 1500 Hz)

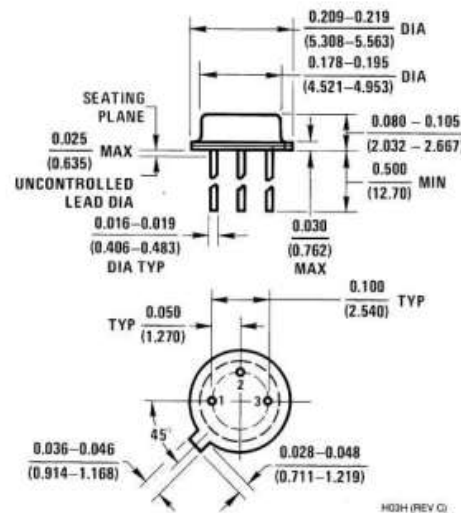
LM35

Block Diagram

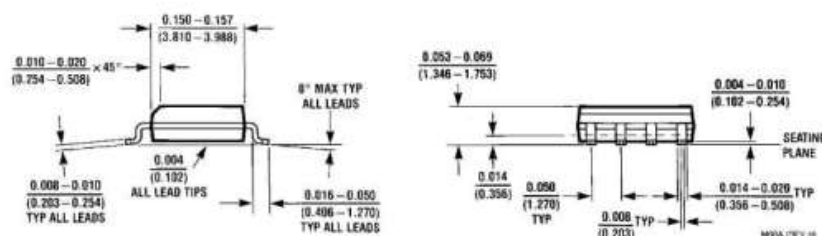
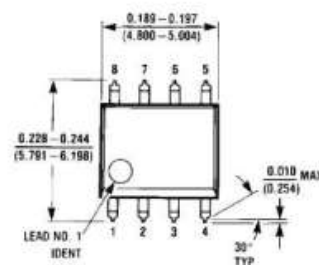


LM35

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



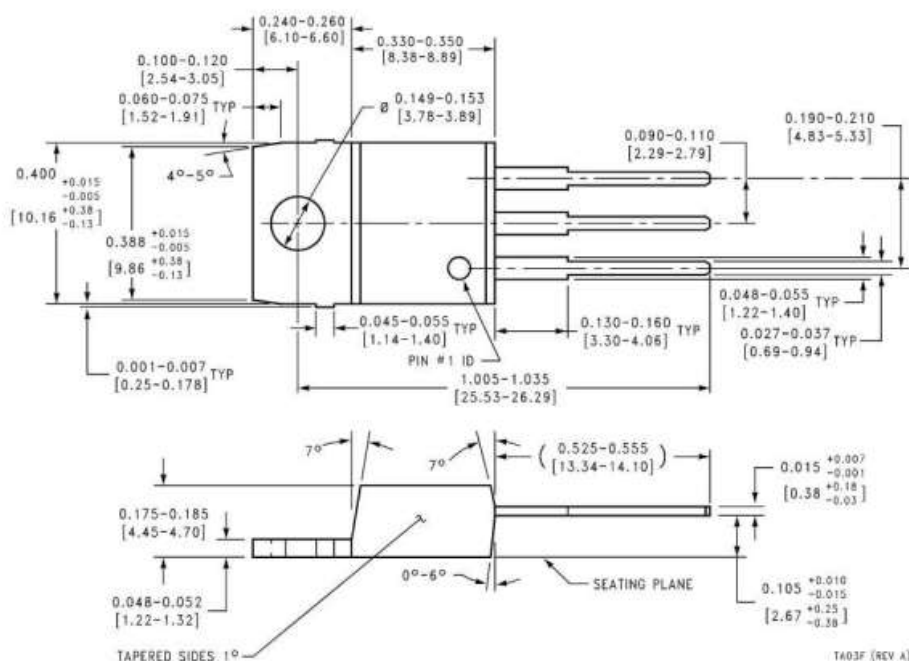
TO-46 Metal Can Package (H)
Order Number LM35H, LM35AH, LM35CH,
LM35CAH, or LM35DH
NS Package Number H03H



SO-8 Molded Small Outline Package (M)
Order Number LM35DM
NS Package Number M08A

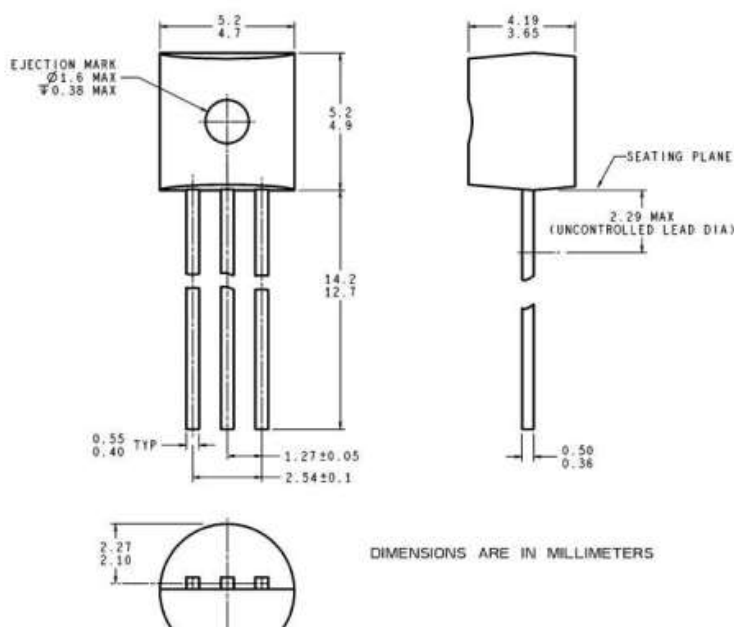
LM35

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



Power Package TO-220 (T)
Order Number LM35DT
NS Package Number TA03F

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



TO-92 Plastic Package (Z)
Order Number LM35CZ, LM35CAZ or LM35DZ
NS Package Number Z03A

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT AND GENERAL COUNSEL OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

National Semiconductor Corporation
Americas
Tel: 1-800-272-9959
Fax: 1-800-737-7018
Email: support@nsc.com
www.national.com

National Semiconductor Europe
Fax: +49 (0) 180-530 85 86
Email: europe.support@nsc.com
Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

National Semiconductor Asia Pacific Customer Response Group
Tel: 65-2544466
Fax: 65-2504466
Email: ap.support@nsc.com

National Semiconductor Japan Ltd.
Tel: 81-3-5639-7560
Fax: 81-3-5639-7507

National does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.



Tech Support: services@elecfreaks.com

Ultrasonic Ranging Module HC - SR04

Product features:

Ultrasonic ranging module HC - SR04 provides 2cm - 400cm non-contact measurement function, the ranging accuracy can reach to 3mm. The modules includes ultrasonic transmitters, receiver and control circuit. The basic principle of work:

- (1) Using IO trigger for at least 10us high level signal,
- (2) The Module automatically sends eight 40 kHz and detect whether there is a pulse signal back.
- (3) IF the signal back, through high level , time of high output IO duration is the time from sending ultrasonic to returning.

Test distance = (high level time×velocity of sound (340M/S) / 2,

Wire connecting direct as following:

- 5V Supply
- Trigger Pulse Input
- Echo Pulse Output
- 0V Ground

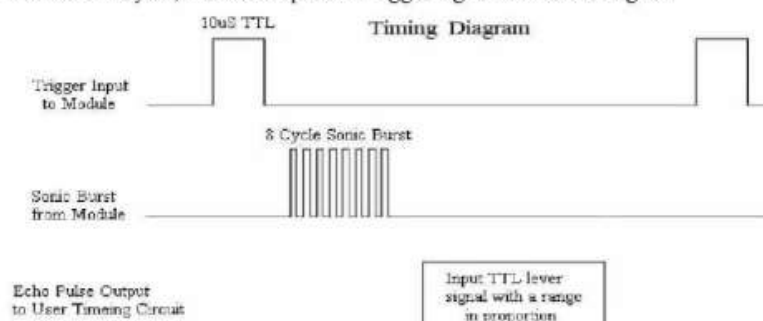
Electric Parameter

Working Voltage	DC 5 V
Working Current	15mA
Working Frequency	40Hz
Max Range	4m
Min Range	2cm
MeasuringAngle	15 degree
Trigger Input Signal	10uS TTL pulse
Echo Output Signal	Input TTL lever signal and the range in proportion
Dimension	45*20*15mm



Timing diagram

The Timing diagram is shown below. You only need to supply a short 10uS pulse to the trigger input to start the ranging, and then the module will send out an 8 cycle burst of ultrasound at 40 kHz and raise its echo. The Echo is a distance object that is pulse width and the range in proportion. You can calculate the range through the time interval between sending trigger signal and receiving echo signal. Formula: $\mu\text{S} / 58 = \text{centimeters}$ or $\mu\text{S} / 148 = \text{inch}$; or: the range = high level time * velocity (340M/S) / 2; we suggest to use over 60ms measurement cycle, in order to prevent trigger signal to the echo signal.



Attention:

- The module is not suggested to connect directly to electric, if connected electric, the GND terminal should be connected the module first, otherwise, it will affect the normal work of the module.
- When tested objects, the range of area is not less than 0.5 square meters and the plane requests as smooth as possible, otherwise ,it will affect the results of measuring.

www.ElecFreaks.com





November 2000

LM35

Precision Centigrade Temperature Sensors

General Description

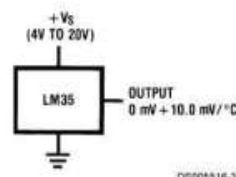
The LM35 series are precision integrated-circuit temperature sensors, whose output voltage is linearly proportional to the Celsius (Centigrade) temperature. The LM35 thus has an advantage over linear temperature sensors calibrated in $^{\circ}$ Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from its output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of $\pm 1/4^{\circ}\text{C}$ at room temperature and $\pm 3/4^{\circ}\text{C}$ over a full -55 to $+150^{\circ}\text{C}$ temperature range. Low cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The LM35's low output impedance, linear output, and precise inherent calibration make interfacing to readout or control circuitry especially easy. It can be used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As it draws only $60\text{ }\mu\text{A}$ from its supply, it has very low self-heating, less than 0.1°C in still air. The LM35 is rated to operate over a -55° to $+150^{\circ}\text{C}$ temperature range, while the LM35C is rated for a -40° to $+110^{\circ}\text{C}$ range (-10° with improved accuracy). The LM35 series is available pack-

aged in hermetic TO-46 transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D are also available in the plastic TO-92 transistor package. The LM35D is also available in an 8-lead surface mount small outline package and a plastic TO-220 package.

Features

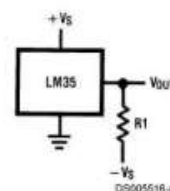
- Calibrated directly in $^{\circ}$ Celsius (Centigrade)
- Linear $+10.0\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ scale factor
- 0.5°C accuracy guaranteeable (at $+25^{\circ}\text{C}$)
- Rated for full -55° to $+150^{\circ}\text{C}$ range
- Suitable for remote applications
- Low cost due to wafer-level trimming
- Operates from 4 to 30 volts
- Less than $60\text{ }\mu\text{A}$ current drain
- Low self-heating, 0.08°C in still air
- Nonlinearity only $\pm 1/4^{\circ}\text{C}$ typical
- Low impedance output, $0.1\text{ }\Omega$ for 1 mA load

Typical Applications



DS005516-3

FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor
($+2^{\circ}\text{C}$ to $+150^{\circ}\text{C}$)



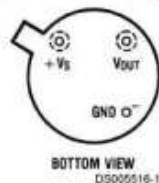
Choose $R_1 = -V_S/50\text{ }\mu\text{A}$
 $V_{OUT} = +1,500\text{ mV at } +150^{\circ}\text{C}$
 $= +250\text{ mV at } +25^{\circ}\text{C}$
 $= -550\text{ mV at } -55^{\circ}\text{C}$

FIGURE 2. Full-Range Centigrade Temperature Sensor

LM35

Connection Diagrams

TO-46
Metal Can Package*



*Case is connected to negative pin (GND)

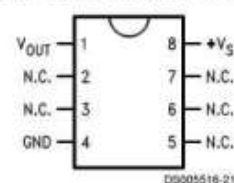
Order Number LM35H, LM35AH, LM35CH, LM35CAH or
LM35DH
See NS Package Number H03H

TO-92
Plastic Package



Order Number LM35CZ,
LM35CAZ or LM35DZ
See NS Package Number Z03A

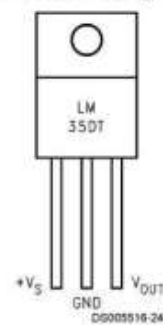
SO-8
Small Outline Molded Package



N.C. = No Connection

Top View
Order Number LM35DM
See NS Package Number M08A

TO-220
Plastic Package*



*Tab is connected to the negative pin (GND).

Note: The LM35DT pinout is different than the discontinued LM35DP.

Order Number LM35DT
See NS Package Number TA03F

Absolute Maximum Ratings (Note 10)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage	+35V to -0.2V
Output Voltage	+6V to -1.0V
Output Current	10 mA
Storage Temp.:	
TO-46 Package,	-60°C to +180°C
TO-92 Package,	-60°C to +150°C
SO-8 Package,	-65°C to +150°C
TO-220 Package,	-65°C to +150°C
Lead Temp.:	
TO-46 Package,	
(Soldering, 10 seconds)	300°C

TO-92 and TO-220 Package, (Soldering, 10 seconds)	260°C
SO Package (Note 12)	
Vapor Phase (60 seconds)	215°C
Infrared (15 seconds)	220°C
ESD Susceptibility (Note 11)	2500V
Specified Operating Temperature Range: T_{MIN} to T_{MAX} (Note 2)	
LM35, LM35A	-55°C to +150°C
LM35C, LM35CA	-40°C to +110°C
LM35D	0°C to +100°C

Electrical Characteristics

(Notes 1, 6)

Parameter	Conditions	LM35A			LM35CA			Units (Max.)
		Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	
Accuracy (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.2	± 0.5		± 0.2	± 0.5		$^\circ\text{C}$
	$T_A = -10^\circ\text{C}$	± 0.3			± 0.3		± 1.0	$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{MAX}$	± 0.4	± 1.0		± 0.4	± 1.0		$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{MIN}$	± 0.4	± 1.0		± 0.4		± 1.5	$^\circ\text{C}$
Nonlinearity (Note 8)	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	± 0.18		± 0.35	± 0.15		± 0.3	$^\circ\text{C}$
Sensor Gain (Average Slope)	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	$+10.0$	$+9.9$, $+10.1$		$+10.0$		$+9.9$, $+10.1$	mV/ $^\circ\text{C}$
Load Regulation (Note 3) $0 \leq I_L \leq 1 \text{ mA}$	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.4	± 1.0		± 0.4	± 1.0		mV/mA
	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	± 0.5		± 3.0	± 0.5		± 3.0	mV/mA
Line Regulation (Note 3)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.01	± 0.05		± 0.01	± 0.05		mV/V
	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}$	± 0.02		± 0.1	± 0.02		± 0.1	mV/V
Quiescent Current (Note 9)	$V_S = +5\text{V}$, $+25^\circ\text{C}$	56	67		56	67		μA
	$V_S = +5\text{V}$	105		131	91		114	μA
	$V_S = +30\text{V}$, $+25^\circ\text{C}$	56.2	68		56.2	68		μA
	$V_S = +30\text{V}$	105.5		133	91.5		116	μA
Change of Quiescent Current (Note 3)	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}$, $+25^\circ\text{C}$	0.2	1.0		0.2	1.0		μA
	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}$	0.5		2.0	0.5		2.0	μA
Temperature Coefficient of Quiescent Current		$+0.39$		$+0.5$	$+0.39$		$+0.5$	$\mu\text{A}/^\circ\text{C}$
Minimum Temperature for Rated Accuracy	In circuit of Figure 1, $I_L = 0$	$+1.5$		$+2.0$	$+1.5$		$+2.0$	$^\circ\text{C}$
Long Term Stability	$T_J = T_{MAX}$, for 1000 hours	± 0.08			± 0.08			$^\circ\text{C}$

LM35

Electrical Characteristics

(Notes 1, 6)

Parameter	Conditions	LM35			LM35C, LM35D			Units (Max.)
		Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	
Accuracy, LM35, LM35C (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.4	± 1.0		± 0.4	± 1.0		$^\circ\text{C}$
	$T_A = -10^\circ\text{C}$	± 0.5			± 0.5		± 1.5	$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MAX}}$	± 0.8	± 1.5		± 0.8		± 1.5	$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MIN}}$	± 0.8		± 1.5	± 0.8		± 2.0	$^\circ\text{C}$
Accuracy, LM35D (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$				± 0.6	± 1.5		$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MAX}}$				± 0.9		± 2.0	$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MIN}}$				± 0.9		± 2.0	$^\circ\text{C}$
Nonlinearity (Note 8)	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	± 0.3		± 0.5	± 0.2		± 0.5	$^\circ\text{C}$
Sensor Gain (Average Slope)	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	$+10.0$	$+9.8,$ $+10.2$		$+10.0$		$+9.8,$ $+10.2$	mV/°C
Load Regulation (Note 3) $0 \leq I_L \leq 1 \text{ mA}$	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.4	± 2.0		± 0.4	± 2.0		mV/mA
	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	± 0.5		± 5.0	± 0.5		± 5.0	mV/mA
Line Regulation (Note 3)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.01	± 0.1		± 0.01	± 0.1		mV/V
	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}$	± 0.02		± 0.2	± 0.02		± 0.2	mV/V
Quiescent Current (Note 9)	$V_S = +5\text{V}, +25^\circ\text{C}$	56	80		56	80		μA
	$V_S = +5\text{V}$	105		158	91		138	μA
	$V_S = +30\text{V}, +25^\circ\text{C}$	56.2	82		56.2	82		μA
	$V_S = +30\text{V}$	105.5		161	91.5		141	μA
Change of Quiescent Current (Note 3)	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}, +25^\circ\text{C}$	0.2	2.0		0.2	2.0		μA
	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}$	0.5		3.0	0.5		3.0	μA
Temperature Coefficient of Quiescent Current		$+0.39$		$+0.7$	$+0.39$		$+0.7$	$\mu\text{A}/^\circ\text{C}$
Minimum Temperature for Rated Accuracy	In circuit of Figure 1, $I_L = 0$	$+1.5$		$+2.0$	$+1.5$		$+2.0$	$^\circ\text{C}$
Long Term Stability	$T_J = T_{\text{MAX}}$, for 1000 hours	± 0.08			± 0.08			$^\circ\text{C}$

Note 1: Unless otherwise noted, these specifications apply: $-55^\circ\text{C} \leq T_J \leq +150^\circ\text{C}$ for the LM35 and LM35A; $-40^\circ\text{C} \leq T_J \leq +110^\circ\text{C}$ for the LM35C and LM35CA; and $0^\circ\text{C} \leq T_J \leq +100^\circ\text{C}$ for the LM35D. $V_S = +5\text{Vdc}$ and $I_{\text{LOAD}} = 50 \mu\text{A}$, in the circuit of Figure 2. These specifications also apply from $+2^\circ\text{C}$ to T_{MAX} in the circuit of Figure 1. Specifications in **boldface** apply over the full rated temperature range.

Note 2: Thermal resistance of the TO-46 package is 400°C/W , junction to ambient, and 24°C/W junction to case. Thermal resistance of the TO-92 package is 180°C/W junction to ambient. Thermal resistance of the small outline molded package is 220°C/W junction to ambient. Thermal resistance of the TO-220 package is 90°C/W junction to ambient. For additional thermal resistance information see table in the Applications section.

Note 3: Regulation is measured at constant junction temperature, using pulse testing with a low duty cycle. Changes in output due to heating effects can be computed by multiplying the internal dissipation by the thermal resistance.

Note 4: Tested Limits are guaranteed and 100% tested in production.

Note 5: Design Limits are guaranteed (but not 100% production tested) over the indicated temperature and supply voltage ranges. These limits are not used to calculate outgoing quality levels.

Note 6: Specifications in **boldface** apply over the full rated temperature range.

Note 7: Accuracy is defined as the error between the output voltage and $10\text{mV}/^\circ\text{C}$ times the device's case temperature, at specified conditions of voltage, current, and temperature (expressed in $^\circ\text{C}$).

Note 8: Nonlinearity is defined as the deviation of the output-voltage-versus-temperature curve from the best-fit straight line, over the device's rated temperature range.

Note 9: Quiescent current is defined in the circuit of Figure 1.

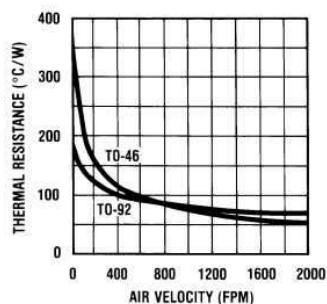
Note 10: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its rated operating conditions. See Note 1.

Note 11: Human body model, 100 pF discharged through a $1.5 \text{ k}\Omega$ resistor.

Note 12: See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" or the section titled "Surface Mount" found in a current National Semiconductor Linear Data Book for other methods of soldering surface mount devices.

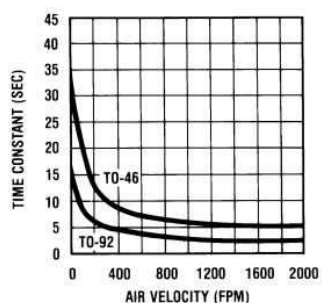
Typical Performance Characteristics

**Thermal Resistance
Junction to Air**



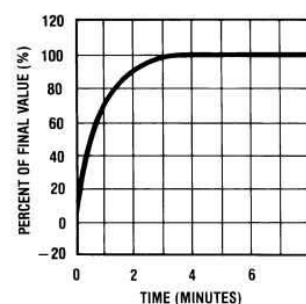
DS005516-25

Thermal Time Constant



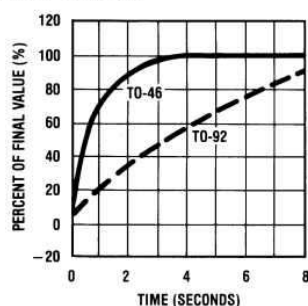
DS005516-26

**Thermal Response
in Still Air**



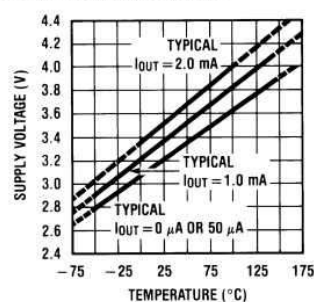
DS005516-27

**Thermal Response in
Stirred Oil Bath**



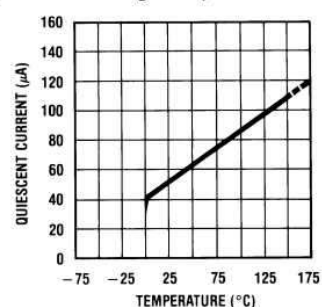
DS005516-28

**Minimum Supply
Voltage vs. Temperature**



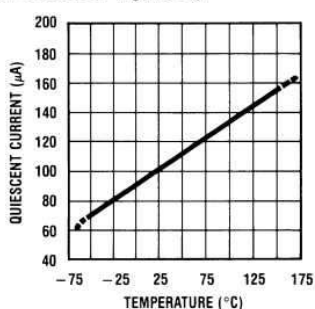
DS005516-29

**Quiescent Current
vs. Temperature
(In Circuit of Figure 1.)**



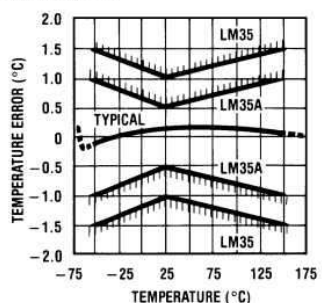
DS005516-30

**Quiescent Current
vs. Temperature
(In Circuit of Figure 2.)**



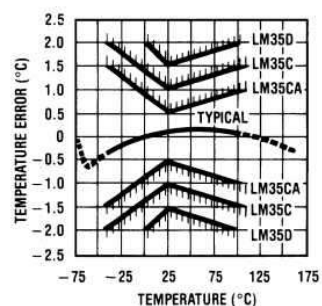
DS005516-31

**Accuracy vs. Temperature
(Guaranteed)**



DS005516-32

**Accuracy vs. Temperature
(Guaranteed)**

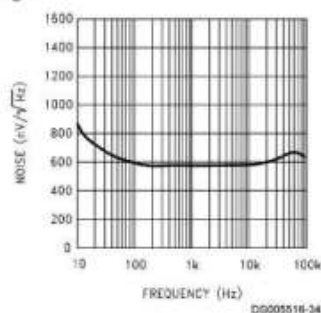


DS005516-33

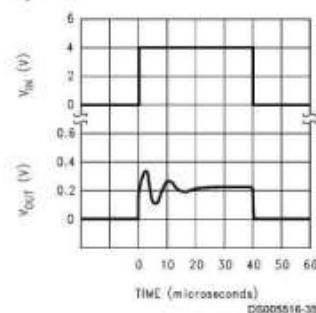
LM35

Typical Performance Characteristics (Continued)

Noise Voltage



Start-Up Response



Applications

The LM35 can be applied easily in the same way as other integrated-circuit temperature sensors. It can be glued or cemented to a surface and its temperature will be within about 0.01°C of the surface temperature.

This presumes that the ambient air temperature is almost the same as the surface temperature; if the air temperature were much higher or lower than the surface temperature, the actual temperature of the LM35 die would be at an intermediate temperature between the surface temperature and the air temperature. This is especially true for the TO-92 plastic package, where the copper leads are the principal thermal path to carry heat into the device, so its temperature might be closer to the air temperature than to the surface temperature.

To minimize this problem, be sure that the wiring to the LM35, as it leaves the device, is held at the same temperature as the surface of interest. The easiest way to do this is to cover up these wires with a bead of epoxy which will insure that the leads and wires are all at the same temperature as the surface, and that the LM35 die's temperature will not be affected by the air temperature.

The TO-46 metal package can also be soldered to a metal surface or pipe without damage. Of course, in that case the V- terminal of the circuit will be grounded to that metal. Alternatively, the LM35 can be mounted inside a sealed-end metal tube, and can then be dipped into a bath or screwed into a threaded hole in a tank. As with any IC, the LM35 and accompanying wiring and circuits must be kept insulated and dry, to avoid leakage and corrosion. This is especially true if the circuit may operate at cold temperatures where condensation can occur. Printed-circuit coatings and varnishes such as Humiseal and epoxy paints or dips are often used to insure that moisture cannot corrode the LM35 or its connections.

These devices are sometimes soldered to a small light-weight heat fin, to decrease the thermal time constant and speed up the response in slowly-moving air. On the other hand, a small thermal mass may be added to the sensor, to give the steadiest reading despite small deviations in the air temperature.

Temperature Rise of LM35 Due To Self-heating (Thermal Resistance, θ_{JA})

	TO-46, no heat sink	TO-46*, small heat fin	TO-92, no heat sink	TO-92**, small heat fin	SO-8 no heat sink	SO-8**, small heat fin	TO-220 no heat sink
Still air	400°C/W	100°C/W	180°C/W	140°C/W	220°C/W	110°C/W	90°C/W
Moving air	100°C/W	40°C/W	90°C/W	70°C/W	105°C/W	90°C/W	25°C/W
Still oil	100°C/W	40°C/W	90°C/W	70°C/W			
Stirred oil	50°C/W	30°C/W	45°C/W	40°C/W			
(Clamped to metal, infinite heat sink)		(24°C/W)				(55°C/W)	

*Wakefield type 201, or 1" disc of 0.020" sheet brass, soldered to case, or similar.

**TO-92 and SO-8 packages glued and leads soldered to 1" square of 1/16" printed circuit board with 2 oz. foil or similar.

Typical Applications

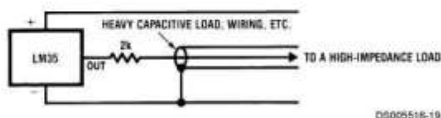


FIGURE 3. LM35 with Decoupling from Capacitive Load

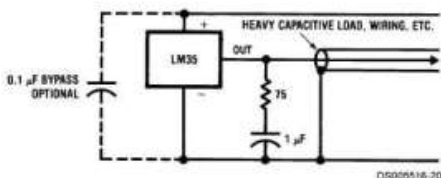


FIGURE 4. LM35 with R-C Damper

CAPACITIVE LOADS

Like most micropower circuits, the LM35 has a limited ability to drive heavy capacitive loads. The LM35 by itself is able to drive 50 pF without special precautions. If heavier loads are anticipated, it is easy to isolate or decouple the load with a resistor; see Figure 3. Or you can improve the tolerance of capacitance with a series R-C damper from output to ground; see Figure 4.

When the LM35 is applied with a 200Ω load resistor as shown in Figure 5, Figure 6 or Figure 8 it is relatively immune to wiring capacitance because the capacitance forms a bypass from ground to input, not on the output. However, as with any linear circuit connected to wires in a hostile environment, its performance can be affected adversely by intense electromagnetic sources such as relays, radio transmitters, motors with arcing brushes, SCR transients, etc., as its wiring can act as a receiving antenna and its internal junctions can act as rectifiers. For best results in such cases, a bypass capacitor from V_{IN} to ground and a series R-C damper such as 75Ω in series with 0.2 or 1 μF from output to ground are often useful. These are shown in Figure 13, Figure 14, and Figure 16.

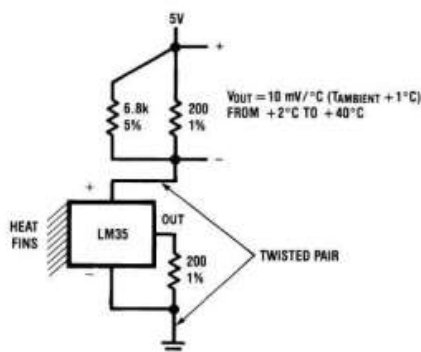


FIGURE 5. Two-Wire Remote Temperature Sensor (Grounded Sensor)

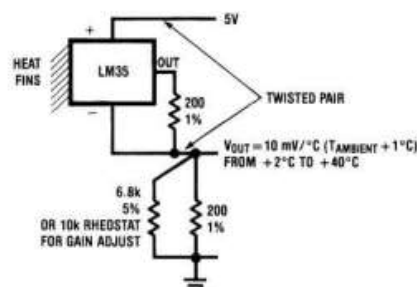


FIGURE 6. Two-Wire Remote Temperature Sensor (Output Referred to Ground)

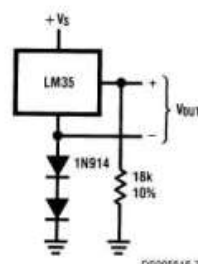


FIGURE 7. Temperature Sensor, Single Supply, -55° to +150°C

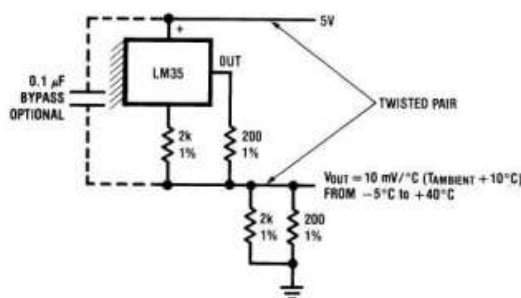


FIGURE 8. Two-Wire Remote Temperature Sensor (Output Referred to Ground)

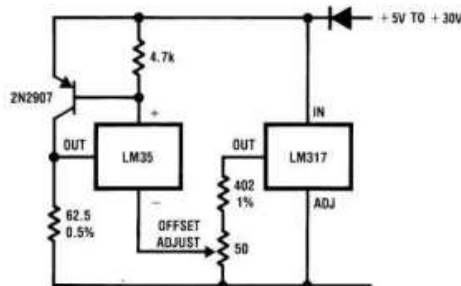


FIGURE 9. 4-To-20 mA Current Source (0°C to +100°C)

LM35

Typical Applications (Continued)

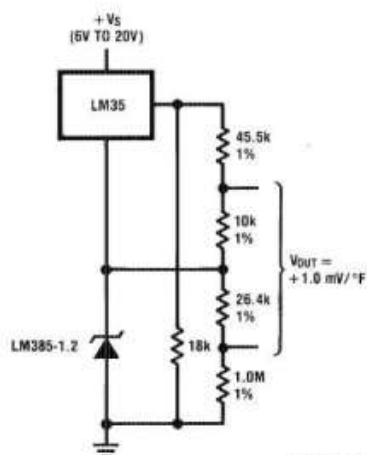


FIGURE 10. Fahrenheit Thermometer

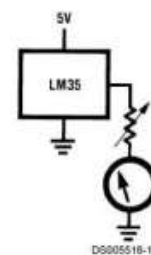


FIGURE 11. Centigrade Thermometer (Analog Meter)

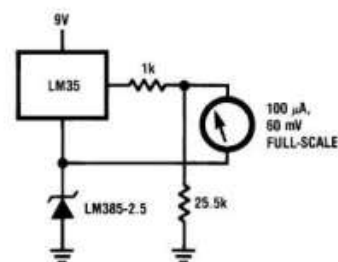


FIGURE 12. Fahrenheit Thermometer Expanded Scale
Thermometer
(50° to 80° Fahrenheit, for Example Shown)

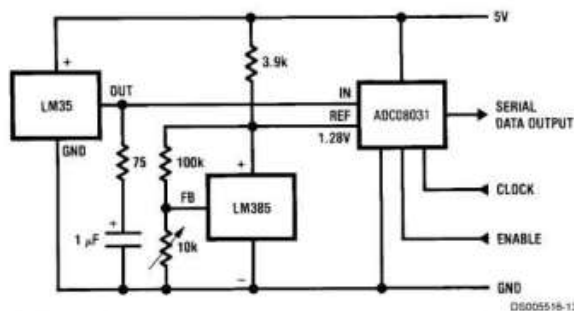


FIGURE 13. Temperature To Digital Converter (Serial Output) (+128°C Full Scale)

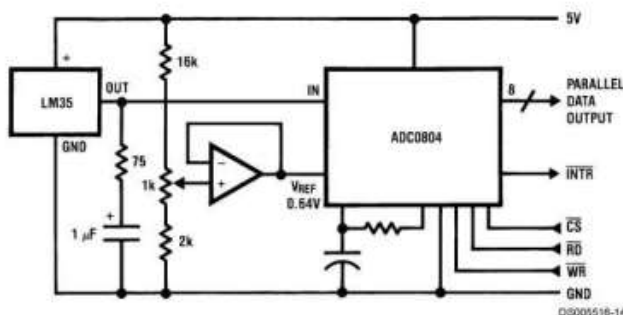
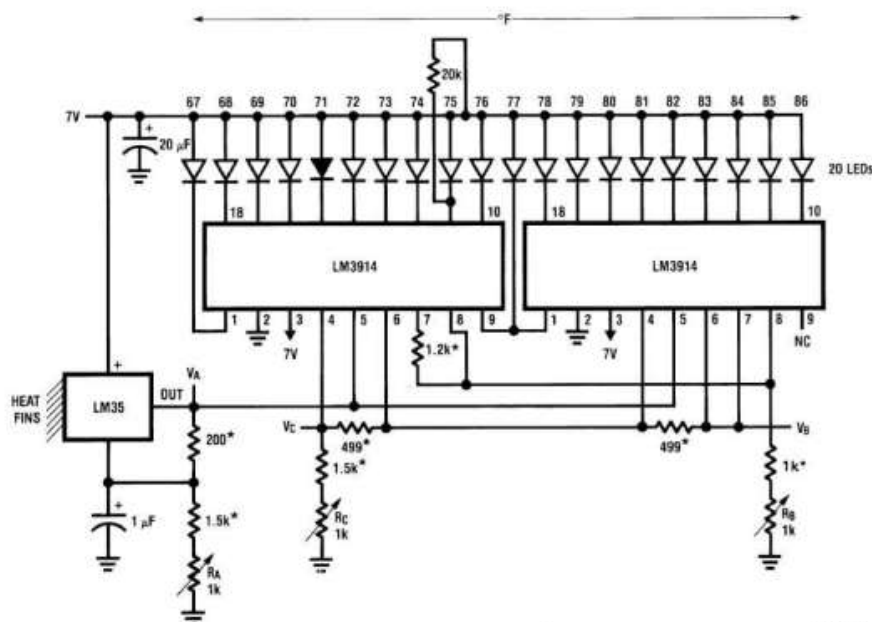


FIGURE 14. Temperature To Digital Converter (Parallel TRI-STATE™ Outputs for
Standard Data Bus to μP Interface) (128°C Full Scale)

Typical Applications (Continued)

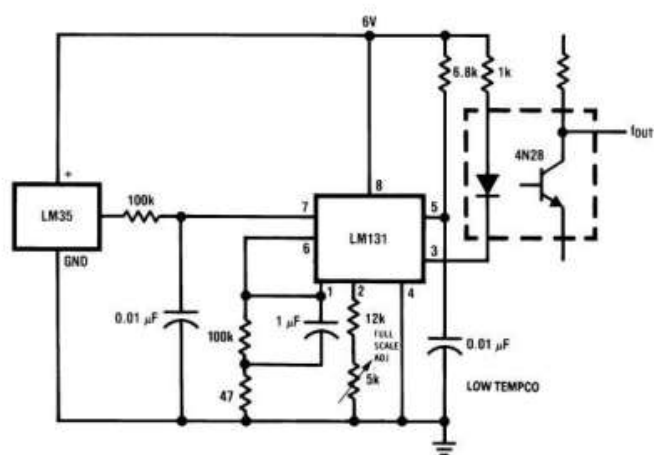
LM35



DS005516-18

*=1% or 2% film resistor
Trim R_B for $V_B=3.075V$
Trim R_C for $V_C=1.955V$
Trim R_A for $V_A=0.075V + 100mV/^\circ C \times T_{ambient}$
Example, $V_A=2.275V$ at $22^\circ C$

FIGURE 15. Bar-Graph Temperature Display (Dot Mode)

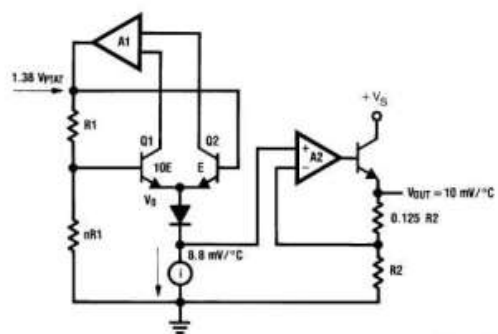


DS005516-15

FIGURE 16. LM35 With Voltage-To-Frequency Converter And Isolated Output
($2^\circ C$ to $+150^\circ C$; 20 Hz to 1500 Hz)

LM35

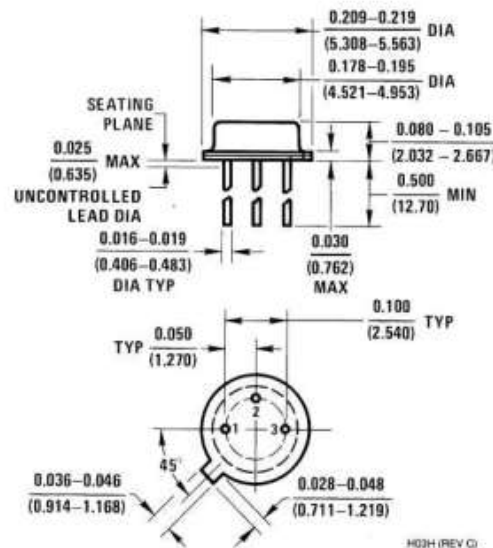
Block Diagram



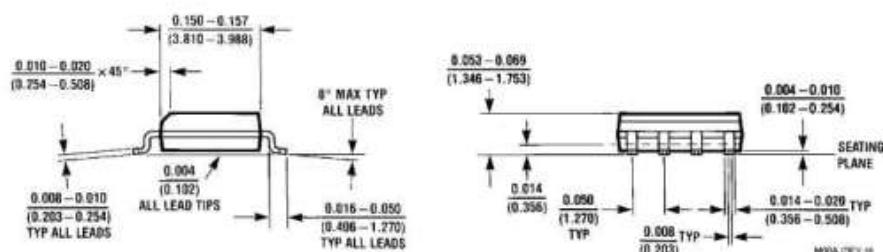
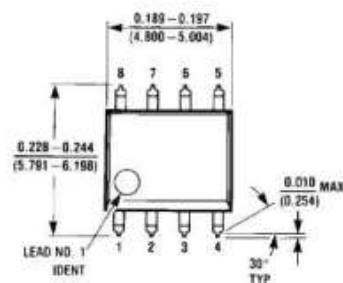
D8005516-23

LM35

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



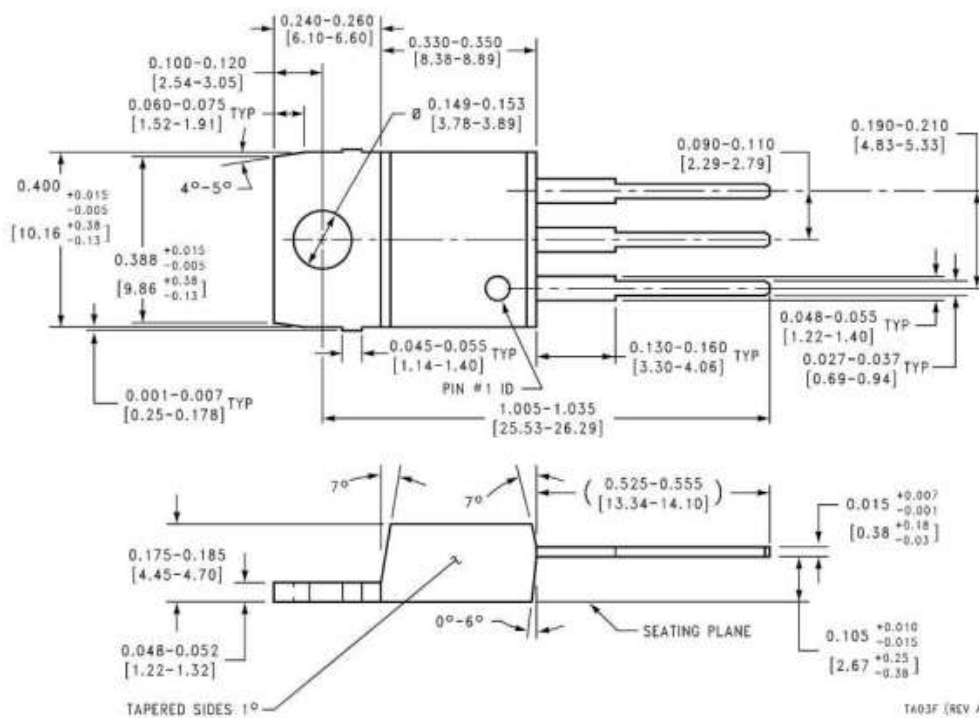
TO-46 Metal Can Package (H)
Order Number LM35H, LM35AH, LM35CH,
LM35CAH, or LM35DH
NS Package Number H03H



SO-8 Molded Small Outline Package (M)
Order Number LM35DM
NS Package Number M08A

LM35

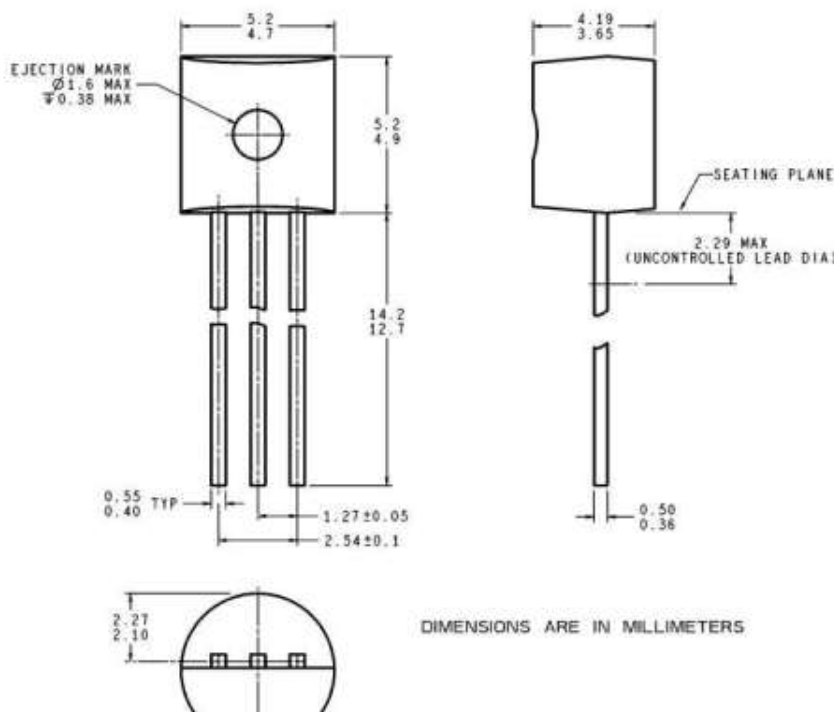
Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



Power Package TO-220 (T)
Order Number LM35DT
NS Package Number TA03F

TA03F (REV A)

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



Z03A (Rev. G)

TO-92 Plastic Package (Z)
Order Number LM35CZ, LM35CAZ or LM35DZ
NS Package Number Z03A

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT AND GENERAL COUNSEL OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.



National Semiconductor Corporation
Americas
Tel: 1-800-272-9959
Fax: 1-800-737-7018
Email: support@nsc.com
www.national.com

National Semiconductor Europe
Fax: +49 (0) 180-530 85 86
Email: europe.support@nsc.com
Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

National Semiconductor Asia Pacific Customer Response Group
Tel: 65-2544466
Fax: 65-2504466
Email: ap.support@nsc.com

National Semiconductor Japan Ltd.
Tel: 81-3-5639-7560
Fax: 81-3-5639-7507

ANEXO N°3.
NORMA DE CALIDAD DEL BIODIESEL

Nº	PROPIEDAD	PRINCIPALES NORMAS			
		PNTP 321.125:2007	ASTM D 6751 - 7	EN 14214:2002	UNIDADES
1	Contenido de calcio y magnesio, combinado	5 máx	5 máx		ppm (µg/g)
2	Punto de inflamación (copa cerrada)	93 mín	130.0 mín	120.0 mín.	°C
3	Control de alcohol				
	1. Contenido de metanol	0.2 máx		0.2 máx	% volumen
	2. Punto de inflamación	130.0 mín			°C
4	Agua y sedimento	0.050 máx	0.050 máx		% volumen
5	Viscosidad cinemática a 40 °C	1.9 - 6.0	1.9 - 6.0	5.00 máx	mm ² /s
6	Ceniza sulfatada	0.020 máx	0.020 máx	0.020 máx	% masa
7	Azufre	0.0015 máx	0.05 máx	0.001 máx	% masa (ppm)
8	Corrosión a la lamina de cobre	Nº 1	Nº 3 máx	Nº 1	
9	Número de cetano	47 mín	47 mín	51.0 mín	
10	Punto de nube	reportar	reportar		°C
11	Residuo de carbón	0.050 máx	0.050 máx	0.30 máx	% masa
12	Número de acidez	0.50 máx	0.50 máx	0.50 máx	Mg KOH
13	Glicerina libre	0.020 máx	0.020 máx	0.02 máx	% masa
14	Glicerina total	0.240 máx	0.240 máx	0.250 máx	% masa
15	Contenido de fósforo	0.001 máx	0.001 máx	0.0001 máx	% masa
16	Temperatura de destilación, 90% recuperado	360 máx	360 máx		°C
17	Contenido de sodio y potasio, combinado	5 máx	5 máx	6.0 mín	ppm (µg/g)
18	Estabilidad a la oxidación	3 mín	3 mín		horas
19	Contenido de éster			96.5 mín	%(m/m)



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 382038 ANEXO 1166
✉ laboratorioensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Aptdo. 1350
AREQUIPA - PERU



INFORME DE ENSAYO
Nº DE INFORME: ANA25G16.002292

Nombre del Cliente	: ANGEL SURCO NEYRA
Dirección del Cliente	: URB SANTA FE C-8 SACHACA
RUC	: NO CORRESPONDE
Condición del Muestreado	: POR EL CLIENTE
Descripción	: BIODIESEL
Tamaño de muestra	: 100 mL
Fecha de Recepción	: 25/07/2016
Fecha de Inicio del Ensayo	: 25/07/2016
Fecha de Emisión de Informe	: 05/08/2016
Página	: 1 de 1

I. ANALISIS FISICO – QUIMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
DETERMINACION DE ACIDEZ LIBRE (% ACIDO OLEICO) NTP 209.005:1968 ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. Método para la determinación de la acidez libre	0,27

OBSERVACIONES:

- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL –DA.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad


Q.F. Ricardo A. Abril Ramírez
CQFDA 00624
ESPECIALISTA EN CONTROL DE
CALIDAD LECC



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD



Biodiesel (all grades)

Sección 1. Identificación

Identificador de producto usado en la etiqueta : Biodiesel (all grades)

Otros medios de identificación : Biocombustóleo #2, biocombustóleo, biodiesel B100

Tipo del producto : Líquido.

Uso recomendado y restricciones

Usos identificados

Combustible.

Proveedor/Fabricante : Colonial Pipeline Company
1185 Sanctuary Parkway
Suite 100
Alpharetta, GA 30009
Tel.: 678-762-2200
Toll Free: 800-275-3004
Fax: 678-762-2466
Email: info@colpipe.com
Web site: http://www.colpipe.com/

Número de teléfono de emergencias (con horas de funcionamiento) : CHEMTREC, U.S. : 1-800-424-9300
International: +1-703-527-3887
Horas de servicio: 24 horas/día, 7 días/semana

Sección 2. Identificación de los riesgos

Clasificación de la sustancia o mezcla : LÍQUIDOS INFLAMABLES - Categoría 3
TOXICIDAD AGUDA: INHALACIÓN - Categoría 4
MUTAGENICIDAD EN CÉLULAS GERMINALES - Categoría 1B
CARCINOGENICIDAD - Categoría 1A
TOXICIDAD ESPECÍFICA DE ÓRGANOS DIANA (EXPOSICIONES REPETIDAS) - Categoría 2
PELIGRO POR ASPIRACIÓN - Categoría 1
TOXICIDAD (CRÓNICA) PARA EL MEDIO AMBIENTE ACUÁTICO - Categoría 2

Ingredientes de toxicidad desconocida : Porcentaje de la mezcla consistente de ingrediente(s) de toxicidad desconocida: 5%

Ingredientes de ecotoxicidad desconocida : Porcentaje de la mezcla consistente de ingrediente(s) con peligros desconocidos para el medio ambiente acuático: 5%

Elementos de las etiquetas del SGA

Pictogramas de peligro



Palabra de advertencia : Peligro



KMK Regulatory Services

Tel : +1-888-GHS-7769 (447-7769) / +1-450-GHS-7767 (447-7767)
www.kmkregservices.com www.askdrinc.com www.ghsmart.com

1/13



Biodiesel (all grades)

Sección 16. Datos complementarios

Aviso al lector

De lo que tenemos entendido, la información contenida es exacta. No obstante, el proveedor antedicho ni ninguna de sus subsidiarias asumen responsabilidad alguna en cuanto a la exactitud o integridad de la información contenida. La determinación final para determinar si el material sirve es la responsabilidad exclusiva del usuario. Todos los materiales pueden presentar peligros desconocidos y deben usarse con cautela. Si se describen ciertos peligros, no podemos garantizar que éstos sean los únicos que existan.



KMK Regulatory Services

Tel : +1-888-GHS-7769 (447-7769) / +1-450-GHS-7767 (447-7767)
www.kmkregservices.com www.askdrfu.com www.ghsmart.com

13/13

**Sección 15. Informaciones reglamentarias**

Clean Air Act Section 112(b) Hazardous Air Pollutants (HAPs) : No inscrito

Clean Air Act Section 602 Class I Substances : No inscrito

Clean Air Act Section 602 Class II Substances : No inscrito

DEA List I Chemicals (Precursor Chemicals) : No inscrito

DEA List II Chemicals (Essential Chemicals) : No inscrito

SARA 313

	Nombre del producto	Número CAS	Concentración
Formulario R - Requisitos de informes	Benceno	71-43-2	0.1 - 1
Notificación del proveedor	Benceno	71-43-2	0.1 - 1

Las notificaciones de SARA 313 no se deben remover de las Hojas de seguridad del material MSDS y toda copia y distribución de las mismas debe incluir copia y distribución del aviso adjunto a las copias de MSDS que sean distribuidas.

Reglamentaciones estatales

Massachusetts : Ninguno de los componentes está listado.

Nueva York : Los siguientes componentes están listados: Benceno

New Jersey : Los siguientes componentes están listados: Benceno

Pensilvania : Los siguientes componentes están listados: Benceno

California Prop. 65

ADVERTENCIA: Este producto contiene un químico conocido en el Estado de California como causante de cáncer y defectos congénitos u otros daños reproductivos.

Nombre de ingrediente	Cáncer	Reproductor	Nivel de riesgo no significativo	Nivel Máximo de Dosificación Aceptable
Benceno	Sí.	Sí.	6.4 µg/día (ingestión) 13 µg/día (inhalación)	24 µg/día (ingestión) 49 µg/día (inhalación)

Sección 16. Datos complementarios**Historial**

Fecha de emisión : 07/15/2012

Versión : 1

Preparada por : KMK Regulatory Services Inc.

Explicación de Abreviaturas : ETA = Estimación de Toxicidad Aguda
 FBC = Factor de Bioconcentración
 SGA = Sistema Globalmente Armonizado
 IATA = Asociación de Transporte Aéreo Internacional
 IBC = Contenedor Intermedio para Productos a Granel
 IMDG = Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas
 Log Kow = logaritmo del coeficiente de reparto octanol/agua
 MARPOL 73/78 = Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques, 1973 con el Protocolo de 1978. ("Marpol" = polución marina)
 ONU = Organización de las Naciones Unidas





Sección 14. Información sobre el transporte

	DOT	IMDG	IATA
Número ONU	UN1268	UN1268	UN1268
Designación oficial de transporte según ONU	DESTILADOS DEL PETRÓLEO, N.O.S.	DESTILADOS DEL PETRÓLEO, N.O.S., Contaminante marino (Destilados (petróleo), fracción intermedia de la serie completa de primera destilación)	DESTILADOS DEL PETRÓLEO, N.O.S.
Clase(s) de peligro para el transporte	3 	3  	3  
Grupo de embalaje	III	III	III
Peligros ambientales	No.	Sí.	Sí.
Precauciones especiales para el usuario	No disponible.	No disponible.	No disponible.
Información adicional	-	-	-

Transporte a granel según el Anexo II del convenio MARPOL 73/78 y el código GRG (IBC) : No disponible.

Sección 15. Informaciones reglamentarias

Regulaciones de seguridad, salud y ambientales específicas para el producto : No hay reglamentos nacionales y/o regionales conocidos que se apliquen a este producto (incluyendo sus ingredientes).

Regulaciones Federales de EUA : TSCA 8(a) IUR Exempt/Partial exemption: No determinado
Inventario de Sustancias de los Estados Unidos (TSCA 8b): Todos los componentes están listados o son exentos.
SARA 302/304/311/312 sustancias sumamente peligrosas: No se encontraron productos.
SARA 302/304 planificación y notificación de urgencias: No se encontraron productos.
SARA 302/304/311/312 sustancias peligrosas: Destilados (petróleo), fracción ligera craqueada catalíticamente
SARA 311/312 MSDS distribución - inventario de sustancias químicas - identificación de peligros: Destilados (petróleo), fracción ligera craqueada catalíticamente: Peligro tardío (crónico) para la salud
Acta de limpieza del agua (CWA) 307: Benceno
Acta de limpieza del agua (CWA) 311: Benceno





Sección 11. Información toxicológica

Ruta	Valor ETA (estimación de toxicidad aguda según GHS)
Inhalación (vapores)	11 mg/l

Sección 12. Información sobre la ecología

Toxicidad

Nombre de producto o ingrediente	Resultado	Especies	Exposición
Benceno	Agudo EC50 29000 ug/L Agua fresca Agudo EC50 1600000 ug/L Agua fresca Agudo EC50 9230 ug/L Agua fresca Agudo CL50 21000 ug/L Agua de mar Agudo CL50 5.28 ul/L Agua fresca Crónico NOEC 1.5 a 5.4 ul/L Agua de mar	Algas - Pseudokirchneriella subcapitata Algas - Selenastrum sp. Dafnia - Daphnia magna - Neonato - <=24 horas Crustáceos - Artemia salina - Nauplio Pez - Oncorhynchus gorbuscha - Alevin Pez - Morone saxatilis - Juvenil (Nuevo, Cría, Destetado) - 18.1 cm - 3.39 g	72 horas 96 horas 48 horas 48 horas 96 horas 4 semanas

Persistencia y degradabilidad

No existen datos disponibles.

Potencial de bioacumulación

Nombre de producto o ingrediente	LogP _{ow}	FBC	Potencial
Benceno	2.13	4.265795188	bajo

Movilidad en el suelo

Coefficiente de partición tierra/agua (K_{oc}) : No existen datos disponibles.

Otros efectos nocivos : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.

Sección 13. Consideraciones en el momento de la eliminación

Métodos de eliminación : Se debe evitar o minimizar la generación de desechos cuando sea posible. No se deben eliminar cantidades significativas de desechos del producto hacia los canales de aguas residuales, sino a una planta apropiada de tratamiento de efluentes. Disponga del sobrante y productos no reciclables por medio de un contratista autorizado para la eliminación. La eliminación de este producto, sus soluciones y cualquier derivado deben cumplir siempre con los requisitos de la legislación de protección del medio ambiente y eliminación de desechos y todos los requisitos de las autoridades locales. Los envases desechados se deben reciclar. Sólo se deben contemplar la incineración o el enterramiento cuando el reciclaje no sea factible. Elimínense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles. Se tendrá cuidado cuando se manipulen recipientes vacíos que no se hayan limpiado o enjuagado. Los envases vacíos o los revestimientos pueden retener residuos del producto. El vapor de los residuos del producto puede crear un ambiente altamente inflamable o explosivo dentro del recipiente. No recortar, soldar o triturar los recipientes usados a menos que se hayan limpiado a fondo en su interior. Evite la dispersión del material derramado, su contacto con el suelo, el medio acuático, los desagües y las alcantarillas.





Sección 11. Información toxicológica

Nombre	Categoría	Ruta de exposición	Órganos vitales
destilados (petróleo), fracción intermedia de la serie completa de primera destilación	Categoría 2	No determinado	No determinado
Benceno	Categoría 1	No determinado	No determinado

Peligro de aspiración

Nombre	Resultado
destilados (petróleo), fracción intermedia de la serie completa de primera destilación	PELIGRO POR ASPIRACIÓN - Categoría 1
Benceno	PELIGRO POR ASPIRACIÓN - Categoría 1

Información sobre las posibles vías de exposición : Vías de entrada previsibles: Oral, Dérmica, Inhalación.

Efectos agudos potenciales en la salud

Contacto con los ojos : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.
Inhalación : Nocivo si se inhala.
Contacto con la piel : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.
Ingestión : Puede ser mortal en caso de ingestión y de penetración en las vías respiratorias.

Síntomas relacionados con las características físicas, químicas y toxicológicas

Contacto con los ojos : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.
Inhalación : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.
Contacto con la piel : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.
Ingestión : Los síntomas adversos pueden incluir los siguientes:
náusea o vómito

Efectos inmediatos y retardados así como efectos crónicos producidos por una exposición a corto y largo plazo

Exposición a corto plazo

Efectos potenciales inmediatos : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.
Efectos potenciales retardados : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.

Exposición a largo plazo

Efectos potenciales inmediatos : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.
Efectos potenciales retardados : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.

Efectos crónicos potenciales en la salud

General : Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas.
Carcinogenicidad : Puede provocar cáncer. El riesgo de cáncer depende de la duración y el grado de exposición.
Mutagenicidad : Puede provocar defectos genéticos.
Teratogenicidad : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.
Efectos de desarrollo : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.
Efectos de fertilidad : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.

Medidas numéricas de toxicidad

Estimaciones de toxicidad agudas





Sección 10. Datos sobre la estabilidad y la reactividad

Condiciones que deben evitarse : Evitar todas las fuentes posibles de ignición (chispa o llama). No someta a presión, corte, suelde, suelde con latón, taladre, esmerile o exponga los envases al calor o fuentes térmicas.

Materiales incompatibles : Reactivo o incompatible con los siguientes materiales: materiales oxidantes.

Productos de descomposición peligrosos : Bajo condiciones normales de almacenamiento y uso, no se deben producir productos de descomposición peligrosos.

Sección 11. Información toxicológica

Información sobre efectos toxicológicos

Toxicidad aguda

Nombre de producto o ingrediente	Resultado	Especies	Dosis	Exposición
Destilados (petróleo), fracción ligera craqueada catalíticamente	CL50 Inhalación Vapor	Rata	3400 mg/m ³	4 horas
Benceno	DL50 Oral DL50 Oral	Rata Rata	3200 mg/kg 930 mg/kg	- -

Irritación/Corrosión

Nombre de producto o ingrediente	Resultado	Especies	Puntuación	Exposición	Observación
Destilados (petróleo), fracción ligera craqueada catalíticamente	Piel - Irritante fuerte	Conejo	-	500 mg	-
Benceno	Ojos - Irritante moderado	Conejo	-	88 mg	-
	Piel - Irritante moderado	Conejo	-	24 horas 20 mg	-
	Ojos - Irritante fuerte	Conejo	-	24 horas 2 mg	-
	Piel - Irritante leve	Rata	-	8 horas 60 µL	-
	Piel - Irritante leve	Conejo	-	24 horas 15 mg	-

Sensibilización

Piel : No existen datos disponibles.

Respiratoria : No existen datos disponibles.

Mutagenicidad

No existen datos disponibles.

Carcinogenicidad

No existen datos disponibles.

Grado de riesgo

Nombre de producto o ingrediente	ACGIH	IARP	EPA	NIOSH	NTP	OSHA
Destilados (petróleo), fracción ligera craqueada catalíticamente	-	2A	-	-	-	-
Benceno	A1	1	-	+	Comprobado.	+

Toxicidad reproductiva

No existen datos disponibles.

Teratogenicidad

No existen datos disponibles.

Toxicidad sistémica específica de órganos diana (exposición única)

No existen datos disponibles.

Toxicidad específica de órganos diana (exposiciones repetidas)





Sección 8. Controles de exposición/protección personal

- Otro tipo de protección para la piel** : Antes de manipular este producto se debe elegir el calzado apropiado y cualquier otra medida adicional de protección de la piel basadas en la tarea que se realice y los riesgos asociados, para lo cual se contará con la aprobación de un especialista.
- Protección respiratoria** : Use un respirador purificador de aire o con suministro de aire, que esté ajustado apropiadamente y que cumpla con las normas aprobadas si un avalúo del riesgo indica es necesario. La selección del respirador se debe basar en el conocimiento previo de los niveles, los riesgos de producto y los límites de trabajo de seguridad del respirador seleccionado.

Sección 9. Propiedades físicas y químicas

Apariencia

- Estado físico** : Líquido.
- Color** : Brillante y transparente.
- Olor** : Petróleo.
- Umbral del olor** : No disponible.
- pH** : No aplicable.
- Punto de fusión/congelación** : No disponible.
- Punto/Rango de ebullición** : 148°C (298.4°F)
- Punto de Inflamación** : Vaso cerrado: >51.67°C (>125°F)
- Índice de evaporación** : Lento; varía con las condiciones
- Inflamabilidad (sólido, gas)** : No disponible.
- Límites máximo y mínimo de explosión (inflamabilidad)** : Punto mínimo: 0.5%
Punto máximo: 4.4%
- Presión de vapor** : 0.0027 kPa (0.02 mm Hg) [20°C]
- Densidad de vapor** : No disponible.
- Densidad relativa** : 0.85
- Solubilidad** : Insignificante.
- Coeficiente de partición octanol/agua** : No disponible.
- Temperatura de autoignición** : 260°C (500°F)
- Temperatura de descomposición** : No disponible.
- TDAA** : No disponible.
- Viscosidad** : Cinemática (40°C (104°F)): 0.019 a 0.041 cm²/s (1.9 a 4.1 cSt)

Sección 10. Datos sobre la estabilidad y la reactividad

- Reactividad** : No existen resultados específicos de ensayos respecto a la reactividad del este producto o sus ingredientes.
- Estabilidad química** : El producto es estable.
- Posibilidad de reacciones peligrosas** : En condiciones normales de almacenamiento y uso, no ocurre reacción peligrosa.





Biodiesel (all grades)

Sección 7. Manejo y almacenaje

seguridad adecuado para evitar la contaminación del medio ambiente.

Sección 8. Controles de exposición/protección personal

Parámetros de control

Límites de exposición laboral

Nombre de ingrediente	Límites de exposición
Benceno	ACGIH TLV (Estados Unidos, 2/2010). Absorbido a través de la piel. STEL: 8 mg/m³ 15 minuto(s). STEL: 2.5 ppm 15 minuto(s). TWA: 1.6 mg/m³ 8 hora(s). TWA: 0.5 ppm 8 hora(s). NIOSH REL (Estados Unidos, 6/2009). STEL: 1 ppm 15 minuto(s). TWA: 0.1 ppm 10 hora(s). OSHA PEL (Estados Unidos, 6/2010). STEL: 5 ppm 15 minuto(s). TWA: 1 ppm 8 hora(s). OSHA PEL Z2 (Estados Unidos, 11/2006). AMP: 50 ppm 10 minuto(s). CEIL: 25 ppm TWA: 10 ppm 8 hora(s).

Procedimientos recomendados de control

- Si este producto contiene ingredientes con límites de exposición, puede ser necesaria la supervisión personal, del ambiente de trabajo o biológica para determinar la efectividad de la ventilación o de otras medidas de control y/o la necesidad de usar equipo respiratorio protector.

Controles técnicos apropiados

- Use sólo con ventilación adecuada. Utilizar recintos de proceso, sistemas de ventilación locales, u otros procedimientos de ingeniería para mantener la exposición del obrero a los contaminantes aerotransportados por debajo de todos los límites recomendados o estatutarios. Los controles de ingeniería también deben mantener el gas, vapor o polvo por debajo del menor límite de explosión. Utilizar equipo de ventilación anti-explosión.

Control de la exposición medioambiental

- Emisiones de los equipos de ventilación o de procesos de trabajo deben ser evaluados para verificar que cumplen con los requisitos de la legislación de protección del medio ambiente. En algunos casos será necesario el uso de eliminadores de humo, filtros o modificaciones del diseño del equipo del proceso para reducir las emisiones a un nivel aceptable.

Medidas individuales de protección

Medidas higiénicas

- Lave las manos, antebrazos y cara completamente después de manejar productos químicos, antes de comer, fumar y usar el lavabo y al final del período de trabajo. Usar las técnicas apropiadas para remover ropa contaminada. Lavar las ropas contaminadas antes de volver a usarlas. Verifique que las estaciones de lavado de ojos y duchas de seguridad se encuentren cerca de las estaciones de trabajo.

Protección ojos/cara

- Equipo protector ocular que cumpla con las normas aprobadas debe ser usado cuando una evaluación del riesgo indique que es necesario para evitar toda exposición a salpicaduras del líquido, lloviznas, gases o polvos.

Protección cutánea

Protección de las manos

- Guantes químico-resistentes e impenetrables que cumplen con las normas aprobadas deben ser usados siempre que se manejen productos químicos si una evaluación del riesgo indica que es necesario.

Protección del cuerpo

- Antes de utilizar este producto se debe seleccionar equipo protector personal para el cuerpo basándose en la tarea a ejecutar y los riesgos involucrados y debe ser aprobado por un especialista.



KMK Regulatory Services

Tel.: +1-888-GHS-7769 (447-7769) / +1-450-GHS-7767 (447-7767)
www.kmkregservices.com www.askdrinc.com www.ghsmart.com

6/13



Biodiesel (all grades)

Sección 6. Medidas a tomar en el transcurso de derrames accidentales

Precauciones ambientales : Evite la dispersión del material derramado, su contacto con el suelo, el medio acuático, los desagües y las alcantarillas. Informe a las autoridades pertinentes si el producto ha causado polución medioambiental (alcantarillas, canales, tierra o aire). Material contaminante del agua. Puede ser dañino para el medio ambiente si es liberado en cantidades grandes. Recoger los vertidos.

Métodos y materiales para la contención y limpieza de vertidos

Derrame pequeño : Detener la fuga si esto no presenta ningún riesgo. Retire los envases del área del derrame. Diluir con agua y fregar si es soluble en agua. Alternativamente, o si es insoluble en agua, absorber con un material seco inerte y colocar en un contenedor de residuos adecuado. Use herramientas a prueba de chispas y equipo a prueba de explosión. Disponga por medio de un contratista autorizado para la eliminación.

Gran derrame : Detener la fuga si esto no presenta ningún riesgo. Retire los envases del área del derrame. Aproximarse al vertido en el sentido del viento. Evite la entrada en alcantarillas, canales de agua, sótanos o áreas reducidas. Lave los derrames en una planta de tratamiento de aguas residuales o proceda tal como se indica a continuación. Detener y recoger los derrames con materiales absorbentes no combustibles, como arena, tierra, vermiculita o tierra de diatomeas, y colocar el material en un envase para desecharlo de acuerdo con las normativas locales (ver la sección 13). Use herramientas a prueba de chispas y equipo a prueba de explosión. Disponga por medio de un contratista autorizado para la eliminación. El material absorbente contaminado puede presentar el mismo riesgo que el producto derramado. Nota: Véase la sección 1 para información de contacto de emergencia y la sección 13 para eliminación de desechos.

Sección 7. Manejo y almacenaje

Precauciones que se deben tomar para garantizar una manipulación segura : Use el equipo de protección personal adecuado (vea la Sección 8). Está prohibido comer, beber o fumar en los lugares donde se manipula, almacena o trata este producto. Las personas que trabajan con este producto deberán lavarse las manos y la cara antes de comer, beber o fumar. Quitar la ropa contaminada y el equipo de protección antes de entrar a las áreas de comedor. Evítese la exposición - recábense instrucciones especiales antes del uso. No manipular antes de haber leído y comprendido todas las precauciones de seguridad. Evitar el contacto con los ojos, la piel o la ropa. No respire los vapores o nieblas. No ingerir. No dispersar en el medio ambiente. Use sólo con ventilación adecuada. Llevar un aparato de respiración apropiado cuando el sistema de ventilación sea inadecuado. No entre en áreas de almacenamiento y espacios cerrados a menos que estén ventilados adecuadamente. Mantener en el recipiente original o en uno alternativo autorizado hecho de material compatible, conservar herméticamente cerrado cuando no esté en uso. Mantener alejado del calor, chispas, llamas al descubierto, o de cualquier otra fuente de ignición. Use equipo eléctrico (de ventilación, iluminación y manipulación de materiales) a prueba de explosiones. No utilizar herramientas que produzcan chispas. Evitar la acumulación de cargas electrostáticas. Los envases vacíos retienen residuos del producto y pueden ser peligrosos. No vuelva a usar el envase.

Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas cualesquiera incompatibilidades : Conservar de acuerdo con las normas locales. Almacenar en un área separada y homologada. Almacenar en el recipiente original protegido de la luz directa del sol en un área seca, fresca y bien ventilada, separado de materiales incompatibles (ver sección 10) y comida y bebida. Guardar bajo llave. Eliminar todas las fuentes de ignición. Mantener separado de materiales oxidantes. Mantener el envase bien cerrado y sellado hasta el momento de usarlo. Los envases que han sido abiertos deben cerrarse cuidadosamente y mantenerse en posición vertical para evitar derrames. No almacenar en envases sin etiquetar. Utilícese un envase de



KMK Regulatory Services

Tel : +1-888-GHS-7769 (447-7769) / +1-450-GHS-7767 (447-7767)
www.kmkregservices.com www.askdruc.com www.ghsmart.com

5/13



Biodiesel (all grades)

Sección 4. Primeros auxilios

Protección del personal de primeros auxilios : No se tomará ninguna medida que implique algún riesgo personal o que no contemple el entrenamiento adecuado. Si se sospecha que los vapores continúan presentes, la persona encargada del rescate deberá usar una máscara adecuada o un aparato de respiración autónoma. Sería peligroso a la persona que proporcione ayuda dar resucitación boca-a-boca. Lave bien la ropa contaminada con agua antes de quitársela, o use guantes.

Vea la sección 11 para la Información Toxicológica

Sección 5. Medidas de extinción de incendios

Medios de extinción

Medios apropiados de extinción : Utilizar polvo químico seco, CO₂, agua pulverizada o espuma (neblina).

Medios no apropiados de extinción : No utilice el jet de agua.

Peligros específicos del producto químico

: Líquido y vapores inflamables. Los residuos líquidos que se filtran en el alcantarillado pueden causar un riesgo de incendio o de explosión.

Productos de descomposición térmica peligrosos

: Los productos de descomposición pueden incluir los siguientes materiales: dióxido de carbono monóxido de carbono

Medidas especiales que deben tomar los equipos de lucha contra incendios

: En caso de incendio, aisle rápidamente la zona evacuando a todas las personas de las proximidades del lugar del incidente. No se tomará ninguna medida que implique algún riesgo personal o que no contemple el entrenamiento adecuado. Desplazar los contenedores lejos del incendio si esto puede hacerse sin riesgo. Use agua pulverizada para refrigerar los envases expuestos al fuego.

Equipo de protección especial para los bomberos

: Los bomberos deben llevar equipo de protección apropiado y un equipo de respiración autónoma con una máscara facial completa que opere en modo de presión positiva.

Sección 6. Medidas a tomar en el transcurso de derrames accidentales

Precauciones personales, equipo protector y procedimiento de emergencia

Para personal de no emergencia : No se tomará ninguna medida que implique algún riesgo personal o que no contemple el entrenamiento adecuado. Evacuar los alrededores. No deje que entre el personal innecesario y sin protección. No toque o camine sobre el material derramado. Apagar todas las fuentes de ignición. Ni bengalas, ni humo, ni llamas en el área de riesgo. Evite respirar vapor o neblina. Proporcione ventilación adecuada. Llevar un aparato de respiración apropiado cuando el sistema de ventilación sea inadecuado. Llevar puestos equipos de protección individual adecuados.

Para el personal de respuesta a emergencias : Si fuera necesario usar ropa especial para hacer frente al derrame, se tomará en cuenta la información de la Sección 8 sobre los materiales adecuados y no adecuados. Consultar también la información bajo "Para personal de no emergencia".



KMK Regulatory Services

Tel : +1-888-GHS-7769 (447-7769) / +1-450-GHS-7767 (447-7767)
www.kmkregservices.com www.askdruc.com www.ghsmart.com

4/13



Biodiesel (all grades)

Sección 4. Primeros auxilios

Descripción de los primeros auxilios necesarios

- Contacto con los ojos** : Enjuagar los ojos inmediatamente con mucha agua, levantando ocasionalmente los párpados superior e inferior. Verificar si la víctima lleva lentes de contacto y en este caso, retirárselas. Continúe enjuagando por lo menos por 20 minutos. Procurar atención médica.
- Inhalación** : Transportar la víctima al aire libre y mantenerla en reposo en una posición que le facilite la respiración. Si se sospecha que los vapores continúan presentes, la persona encargada del rescate deberá usar una máscara adecuada o un aparato de respiración autónoma. Si no hay respiración, ésta es irregular u ocurre un paro respiratorio, el personal capacitado debe proporcionar respiración artificial u oxígeno. Sería peligroso a la persona que proporcione ayuda dar resucitación boca-a-boca. Procurar atención médica. Si es necesario, llame a un Centro de Control de Envenenamiento o a un médico. Si está inconsciente, coloque en posición de recuperación y obtenga atención médica inmediatamente. Asegure una buena circulación de aire. Aflojar todo lo que pudiera estar apretado, como el cuello de una camisa, una corbata, un cinturón.
- Contacto con la piel** : Lave la piel contaminada con suficiente agua. Quitese la ropa y calzado contaminados. Lave bien la ropa contaminada con agua antes de quitársela, o use guantes. Continúe enjuagando por lo menos por 20 minutos. Procurar atención médica. Lavar la ropa antes de volver a usarla. Limpiar el calzado completamente antes de volver a usarlo.
- Ingestión** : Obtenga atención médica inmediatamente. Llamar a un Centro de Control de Envenenamiento o a un médico. Lave la boca con agua. Retirar las prótesis dentales si es posible. Transportar la víctima al aire libre y mantenerla en reposo en una posición que le facilite la respiración. Si se ha ingerido el material y la persona expuesta está consciente, proporcione cantidades pequeñas de agua para beber. Deténgase si la persona expuesta se siente descompuesta porque vomitar sería peligroso. Peligro de aspiración si se ingiere. Puede alcanzar los pulmones y causar daños. No induzca al vómito. En caso de vómito, se debe mantener la cabeza baja de manera que el vómito no entre en los pulmones. No suministrar nada por vía oral a una persona inconsciente. Si está inconsciente, coloque en posición de recuperación y obtenga atención médica inmediatamente. Asegure una buena circulación de aire. Aflojar todo lo que pudiera estar apretado, como el cuello de una camisa, una corbata, un cinturón.

Síntomas/efectos más importantes, agudos o retardados

Efectos agudos potenciales en la salud

- Contacto con los ojos** : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.
- Inhalación** : Nocivo si se inhala.
- Contacto con la piel** : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.
- Ingestión** : Puede ser mortal en caso de ingestión y de penetración en las vías respiratorias.

Signos/síntomas de sobreexposición

- Contacto con los ojos** : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.
- Inhalación** : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.
- Contacto con la piel** : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.
- Ingestión** : Los síntomas adversos pueden incluir los siguientes:
náusea o vómito

Indicación de la necesidad de recibir atención médica inmediata y, en su caso, de tratamiento especial

- Notas para el médico** : Tratar sintomáticamente. Contactar un especialista en tratamientos de envenenamientos inmediatamente si se ha ingerido o inhalado una gran cantidad.
- Tratamientos específicos** : No hay un tratamiento específico.



KMK Regulatory Services

Tel : +1-888-GHS-7769 (447-7769) / +1-450-GHS-7767 (447-7767)
www.kmkregservices.com www.askdruc.com www.ghsmart.com

3/13



Biodiesel (all grades)

Sección 2. Identificación de los riesgos

Indicaciones de peligro	- Líquido y vapores inflamables. - Nocivo si se inhala. - Puede provocar defectos genéticos. - Puede provocar cáncer. - Puede ser mortal en caso de ingestión y de penetración en las vías respiratorias. - Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas. - Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.
Consejos de prudencia	
General	Leer la etiqueta antes del uso. Mantener fuera del alcance de los niños. Si se necesita consultar a un médico, tener a mano el recipiente o la etiqueta del producto.
Prevención	Procurarse las instrucciones antes del uso. Usar guantes de protección. Usar protección para los ojos o la cara. Mantener alejado del calor, chispas, llamas abiertas y superficies calientes. – No fumar. Todos los equipos eléctricos, de ventilación, de iluminación y para la manipulación de materiales deben ser antideflagrantes. No dispersar en el medio ambiente. No respirar vapor.
Intervención	EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar la víctima al aire libre y mantenerla en reposo en una posición que le facilite la respiración. EN CASO DE INGESTIÓN: Llamar inmediatamente a un CENTRO DE CONTROL DE ENVENENAMIENTO o a un médico. NO provocar el vómito. EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitar inmediatamente toda la ropa contaminada. Lavar la piel con agua o tomar una ducha.
Almacenamiento	Mantener fresco.
Eliminación	Eliminar el contenido y recipiente conforme a todas las reglamentaciones locales, regionales, nacionales e internacionales.
Otros peligros que no conducen a una clasificación	No disponible.

Sección 3. Composición e información sobre los ingredientes

Sustancia/preparado	: Mezcla
Otros medios de identificación	: Biocombustóleo #2, biocombustóleo, biodiesel B100

Número CAS/otros identificadores

Número CAS	: No aplicable.
Número CE	: Mezcla.
Código del producto	: 28070

Nombre de ingrediente	%	Número CAS
Destilados (petróleo), fracción intermedia de la serie completa de primera destilación	60 - 100	68814-87-9
Destilados (petróleo), fracción ligera craqueada catalíticamente	30 - 60	64741-59-9
Benceno	0.1 - 1	71-43-2

No hay ningún ingrediente adicional presente que, bajo el conocimiento actual del proveedor y en las concentraciones aplicables, sea clasificado como de riesgo para la salud o el medio ambiente y por lo tanto deban ser reportados en esta sección.

Los límites de exposición laboral, en caso de existir, figuran en la sección 8.



KMK Regulatory Services

Tel : +1-888-GHS-7769 (447-7769) / +1-450-GHS-7767 (447-7767)
www.kmkregservices.com www.askdruc.com www.ghsmart.com

2/13