



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
ENCENDIDO AUTOMÁTICO PARA UN GENERADOR DE  
VOLTAJE ACCIONADO POR MÚSCULOS ELÉCTRICOS PARA  
EL CENTRO DE ACOPIO “TAHUALAG”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES  
INDUSTRIALES**

**AUTORES:** CHAPALBAY CHUNGATA DORIS PAMELA  
CHILUISA CABEZAS JOSÉ IGNACIO  
**TUTOR:** ING. JORGE LUIS PAUCAR SAMANIEGO

Riobamba-Ecuador  
2016

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**INGENIERÍA DE ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de investigación: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENCENDIDO AUTOMÁTICO PARA UN GENERADOR DE VOLTAJE ACCIONADO POR MÚSCULOS ELÉCTRICOS PARA EL CENTRO DE ACOPIO “TAHUALAG””, de responsabilidad de la señorita Doris Pamela Chapalbay Chungata y el señor José Ignacio Chiluisa Cabezas, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Titulación, quedando autorizada su presentación.

<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Washington Luna E. <b>DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA</b>	.....	.....
Ing. Freddy Chávez V. <b>DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES</b>	.....	.....
Ing. Jorge Luis Paucar S. <b>DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN.</b>	.....	.....
Ing. Edwin Altamirano S. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL.</b>	.....	.....
<b>NOTA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN:</b>	.....	

Nosotros **DORIS PAMELA CHAPALBAY CHUNGATA** y **JOSÉ IGNACIO CHILUISA CABEZAS**, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis, y el patrimonio intelectual de la misma pertenece a la **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

.....

Doris Pamela Chapalbay Chungata

.....

José Ignacio Chiluisa Cabezas

## AGRADECIMIENTO

Mis sinceros agradecimientos están dirigidos a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a mis profesores de la carrera de ingeniería electrónica en control y redes industriales por transmitirme sus conocimientos.

A mis padres Washington y Rosa por sus sabios consejos y enseñanzas, por el apoyo incondicional de Monserrath, Evelyn, Erika y Emilia. Y sobre todas las cosas a mi padre Dios por nutrirme de sabiduría e inteligencia porque camina junto a mí.

*Doris*

Agradezco a mi familia que me ha apoyado en toda mi formación académica, a mis maestros que me han guiado por el mejor camino para cumplir mis metas y a mis amigos que siempre han estado conmigo en las buenas y malas.

*José*

## TABLA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO .....	iv
TABLA DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
SUMMARY .....	xvi
INTRUDUCCIÓN.....	1
<b>CAPITULO I</b>	
<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....</b>	<b>7</b>
1.1 Centro de Acopio de Leche Tahualag .....	7
1.2 Generador de Corriente Alterna .....	8
1.2.1 <i>Estructura del Generador .....</i>	<i>9</i>
1.2.2 <i>Principio de Funcionamiento del Generador.....</i>	<i>10</i>
1.2.3 <i>Tipos de Generadores de Corriente Alterna .....</i>	<i>12</i>
1.3 Grupo Electrónico de Emergencia.....	14
1.3.1 <i>Partes Principales de los Grupos Electrónicos.....</i>	<i>14</i>
1.3.2 <i>Clasificación de los Grupos Electrónicos .....</i>	<i>17</i>
1.3.3 <i>Grupos Electrónicos Automáticos .....</i>	<i>17</i>
1.4 Músculos Eléctricos.....	18
1.4.1 <i>Nitinol .....</i>	<i>19</i>
1.4.2 <i>Calentamiento Eléctrico.....</i>	<i>20</i>
1.4.3 <i>Curva de Histéresis.....</i>	<i>21</i>
1.5 Comunicación GSM (Sistema Global para Comunicaciones Móviles) .....	21
<b>CAPITULO II</b>	
<b>2. MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>23</b>
2.1 Grupo Electrónico de Combustión Interna .....	24

<b>2.1.1</b>	<b><i>Generador Eléctrico a Diésel Preston</i></b> .....	<b>24</b>
<b>2.2</b>	<b>Controlador Lógico Programable (PLC)</b> .....	<b>27</b>
<b>2.2.1</b>	<b><i>Controlador DEEP SEA PLC</i></b> .....	<b>27</b>
<b>2.2.2</b>	<b><i>Características DSE7320</i></b> .....	<b>28</b>
<b>2.2.3</b>	<b><i>Entradas y Salidas</i></b> .....	<b>29</b>
<b>2.2.4</b>	<b><i>Conexiones del Controlador</i></b> .....	<b>29</b>
<b>2.2.5</b>	<b><i>Operación del Controlador</i></b> .....	<b>30</b>
<b>2.2.6</b>	<b><i>Configuración del Controlador</i></b> .....	<b>31</b>
<b>2.3</b>	<b>Automatización Programable del Sistema de Transferencia</b> .....	<b>31</b>
<b>2.3.1</b>	<b><i>Lenguaje de Programación DEEP SEA PLC</i></b> .....	<b>31</b>
<b>2.3.2</b>	<b><i>Edición de Configuración del Menú Principal</i></b> .....	<b>33</b>
<b>2.3.3</b>	<b><i>Configuración Programable para el Arranque Automático</i></b> .....	<b>34</b>
<b>2.3.3.1</b>	<b><i>Gráfico Secuencial de Funciones (GRAFCET)</i></b> .....	<b>34</b>
<b>2.3.3.2</b>	<b><i>Selección del Motor</i></b> .....	<b>36</b>
<b>2.3.3.3</b>	<b><i>Entradas del Sistema</i></b> .....	<b>36</b>
<b>2.3.3.4</b>	<b><i>Salidas del Sistema</i></b> .....	<b>38</b>
<b>2.3.3.5</b>	<b><i>Configuración del Generador</i></b> .....	<b>39</b>
<b>2.3.3.6</b>	<b><i>Conexión a la Red Eléctrica Pública</i></b> .....	<b>40</b>
<b>2.4</b>	<b>Acoplamiento del Músculo Eléctrico con el Controlador</b> .....	<b>41</b>
<b>2.5</b>	<b>Diseño del Tablero de Transferencia de Energía</b> .....	<b>41</b>
<b>2.5.1</b>	<b><i>Dimensionamiento de Contactores</i></b> .....	<b>43</b>
<b>2.6</b>	<b>Músculo Eléctrico</b> .....	<b>43</b>
<b>2.6.1</b>	<b><i>Dimensionamiento del calibre y alimentación del músculo</i></b> .....	<b>44</b>
<b>2.6.2</b>	<b><i>Diseño Mecánico del Dedo para el Músculo Eléctrico</i></b> .....	<b>47</b>
<b>2.7</b>	<b>Sistema de Comunicación para el Monitoreo Remoto</b> .....	<b>48</b>
<b>2.7.1</b>	<b><i>Conexión del Sistema de Comunicación con el Sistema de Transferencia</i></b> .....	<b>49</b>
<b>2.7.2</b>	<b><i>Configuración del Módulo de Comunicación DSE890</i></b> .....	<b>49</b>
<b>2.7.3</b>	<b><i>Registro del Sistema de Transferencia con DSEWEBNET</i></b> .....	<b>51</b>

### **CAPITULO III**

<b>3.</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS .....</b>	<b>53</b>
<b>3.1</b>	<b>Implementación del Tablero de Transferencia de Energía .....</b>	<b>53</b>
<i>3.1.1</i>	<i>Selección de Contactores .....</i>	<i>53</i>
<i>3.1.2</i>	<i>Selección del fusible del Controlador .....</i>	<i>54</i>
<i>3.1.3</i>	<i>Resultados de la Implementación del Tablero de Transferencia .....</i>	<i>55</i>
<b>3.2</b>	<b>Integración del Circuito de Control con el Circuito de Fuerza del Sistema de Transferencia de Energía .....</b>	<b>56</b>
<b>3.3</b>	<b>Ejecución de la Fase de Transferencia de Energía Automatizado .....</b>	<b>57</b>
<i>3.3.1</i>	<i>Puesta en Marcha del Sistema Automático .....</i>	<i>58</i>
<i>3.3.2</i>	<i>Resultados de la Automatización Programable .....</i>	<i>60</i>
<b>3.4</b>	<b>Ejecución de la Fase Automática mediante el Músculo Eléctrico.....</b>	<b>61</b>
<b>3.5</b>	<b>Implementación del Sistema de Comunicación y Monitoreo Remoto .....</b>	<b>64</b>
<b>3.6</b>	<b>Resultados del Sistema de Transferencia de Energía .....</b>	<b>68</b>

**CONCLUSIONES**

**RECOMENDACIONES**

**BIBLIOGRAFÍA**

**ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b> Composición y funcionamiento Generador .....	9
<b>Tabla 2-1:</b> Tipos de generadores .....	12
<b>Tabla 3-1:</b> Distribución de los elementos de un grupo electrógeno .....	15
<b>Tabla 1-2:</b> Características Técnicas .....	24
<b>Tabla 2-2:</b> Partes del Generador Prestol PRG20L .....	26
<b>Tabla 3-2:</b> Arranque Manual del Generador para la Transferencia de Energía .....	30
<b>Tabla 1-3:</b> Características del Contactor .....	53
<b>Tabla 2-3:</b> Lista de componentes tablero de transferencia.....	55
<b>Tabla 3-3:</b> Sistema de alimentación para la transferencia de energía .....	56
<b>Tabla 4-3:</b> Distribución de elementos del sistema de control .....	58
<b>Tabla 5-3:</b> Distribución de elementos del músculo eléctrico .....	62
<b>Tabla 6-3:</b> Componentes del módulo de comunicación DSE890 .....	64
<b>Tabla 7-3:</b> Cuadro de Resultados del Accionamiento del Sistema .....	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b> Localización del Proyecto.....	7
<b>Figura 2-1:</b> Funcionamiento generador.....	8
<b>Figura 3-1:</b> Partes principales generador .....	9
<b>Figura 4-1:</b> Composición básica del generador .....	10
<b>Figura 5-1:</b> Funcionamiento básico del generador.....	10
<b>Figura 6-1:</b> Posición del campo magnético.....	11
<b>Figura 7-1:</b> Diagrama de funcionamiento del alternador.....	11
<b>Figura 8-1:</b> Esquema corriente monofásico .....	12
<b>Figura 9-1:</b> Esquema corriente bifásico .....	13
<b>Figura 10-1:</b> Esquema corriente trifásico.....	13
<b>Figura 11-1:</b> Partes de un grupo electrógeno .....	14
<b>Figura 12-1:</b> Músculo robótico .....	18
<b>Figura 13-1:</b> Transformación entre fases del Nitinol.....	19
<b>Figura 14-1:</b> Reacción del Nitinol .....	20
<b>Figura 15-1:</b> Circuito eléctrico básico .....	20
<b>Figura 16-1:</b> Respuesta al calor del Nitinol .....	21
<b>Figura 17-1:</b> Comunicación estándar con otros dispositivos o monitorización remota GSM ...	22
<b>Figura 1-2:</b> Automatización de Procesos .....	23
<b>Figura 2-2:</b> Generador Instalado .....	24
<b>Figura 3-2:</b> Placa Técnica del Generador .....	25
<b>Figura 4-2:</b> Partes del Generador Preston.....	25
<b>Figura 5-2:</b> Sensor de presión de Aceite.....	26
<b>Figura 6-2:</b> Sensor de Temperatura .....	26
<b>Figura 7-2:</b> Función de un Controlador Lógico Programable (PLC).....	27
<b>Figura 8-2:</b> Controlador Deep Sea (Vista Frontal) .....	28
<b>Figura 9-2:</b> Controlador Deep Sea (Vista Posterior).....	28

<b>Figura 10-2:</b> Fusibles de Protección .....	28
<b>Figura 11-2:</b> Diagrama de Conexión .....	30
<b>Figura 12-2:</b> Arranque Manual del Módulo.....	31
<b>Figura 13-2:</b> Sistema de Navegación del Menú.....	31
<b>Figura 14-2:</b> Suite de Configuración PLC .....	32
<b>Figura 15-2:</b> Menú Principal de Navegación.....	32
<b>Figura 16-2:</b> Menú de Entradas y Salidas .....	33
<b>Figura 17-2:</b> Diseño de Pantalla.....	33
<b>Figura 18-2:</b> Esquema General de Automatización .....	34
<b>Figura 19-2:</b> Estructura General del GRAFCET .....	34
<b>Figura 20-2:</b> GRAFCET del Sistema de Automatización.....	35
<b>Figura 21-2:</b> Selección del Motor .....	36
<b>Figura 22-2:</b> Configuración del sensor de presión de aceite.....	36
<b>Figura 23-2:</b> Acondicionamiento de la señal del sensor de presión de aceite.....	37
<b>Figura 24-2:</b> Configuración del sensor de temperatura.....	37
<b>Figura 25-2:</b> Acondicionamiento de la señal del sensor de temperatura .....	38
<b>Figura 26-2:</b> Configuración de salidas digitales principales.....	38
<b>Figura 27-2:</b> Configuración de salida secundaria para accionar el músculo eléctrico.....	38
<b>Figura 28-2:</b> Configuración del arreglo de Corriente Alterna .....	39
<b>Figura 29-2:</b> Configuración de alarmas del generador .....	40
<b>Figura 30-2:</b> Diseño del Circuito de Control .....	41
<b>Figura 31-2:</b> Diseño del circuito de Fuerza.....	42
<b>Figura 32-2:</b> Circuito de Excitación del Músculo Eléctrico .....	44
<b>Figura 33-2:</b> Señal generada por el circuito PWM .....	45
<b>Figura 34-2:</b> Diseño PCB.....	45
<b>Figura 35-2:</b> Alambre de Nitinol .....	47
<b>Figura 36-2:</b> Diseño de la Prótesis.....	47
<b>Figura 37-2:</b> Movimiento del Dedo .....	48

<b>Figura 38-2:</b> Resultado final de la Prótesis.....	48
<b>Figura 39-2:</b> Conexión del controlador principal con el módulo de comunicación.....	49
<b>Figura 40-2:</b> Información General del módulo de comunicación.....	50
<b>Figura 41-2:</b> Estatus de la red GSM.....	50
<b>Figura 42-2:</b> Configuración de la red móvil.....	50
<b>Figura 43-2:</b> Identificación del Controlador Principal.....	51
<b>Figura 44-2:</b> Interfaz de monitoreo del sistema.....	51
<b>Figura 45-2:</b> Instrumentación de las variables dependientes del sistema.....	52
<b>Figura 46-2:</b> Control de entradas y salidas del sistema.....	52
<b>Figura 47-2:</b> Sistema Scada.....	52
<b>Figura 1-3:</b> Características principales del contactor.....	53
<b>Figura 2-3:</b> Implementación del circuito de fuerza.....	54
<b>Figura 3-3:</b> Componentes del Tablero de Transferencia.....	55
<b>Figura 4-3:</b> Sistema de alimentación automático.....	56
<b>Figura 5-3:</b> Conexión del circuito de fuerza con el de control.....	57
<b>Figura 6-3:</b> Conexión de sensores, indicadores y suministro de red eléctrica y generador.....	57
<b>Figura 7-3:</b> Sistema de Control.....	58
<b>Figura 8-3:</b> Estado de la red pública.....	58
<b>Figura 9-3:</b> Fallo del suministro de la red pública.....	59
<b>Figura 10-3:</b> Preparación del Generador.....	59
<b>Figura 11-3:</b> Seccionamiento de carga al generador.....	59
<b>Figura 12-3:</b> Finalización del proceso de transferencia.....	60
<b>Figura 13-3:</b> Instrumentación del sistema.....	61
<b>Figura 14-3:</b> Implementación del músculo eléctrico.....	62
<b>Figura 15-3:</b> Implementación de los Actuadores.....	62
<b>Figura 16-3:</b> Simulación del corte de energía.....	63
<b>Figura 17-3:</b> Pulsación del botón de arranque del generador.....	63
<b>Figura 18-3:</b> Pulsación del botón de paro del generador.....	63

<b>Figura 19-3:</b> DSE890 módulo de comunicación.....	64
<b>Figura 20-3:</b> Parte Interna del Módulo GSM.....	65
<b>Figura 21-3:</b> Programación DSE890.....	66
<b>Figura 22-3:</b> Módulo de comunicación.....	66
<b>Figura 23-3:</b> Interfaz de Inicio del Sistema de Comunicación.....	67
<b>Figura 24-3:</b> Interfaz del Controlador Remoto .....	67
<b>Figura 25-3:</b> Control Remoto del Sistema de Transferencia.....	68
<b>Figura 26-3:</b> Notificaciones del Sistema.....	68

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A. MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA  
TAHUALAG**

**ANEXO B. DIAGRAMA DE CONEXIONES DEEP SEA PLC**

**ANEXO C. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CONTROLADOR DEEP SEA PLC**

**ANEXO D. INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN DEEP SEA PLC**

**ANEXO E. CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO DE COMUNICACIÓN DEEP SEA 890**

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>A</b>	Amperaje
<b>AC</b>	Corriente Alterna
<b>AWG</b>	American Wire Gauge
<b>CC</b>	Corriente Continua
<b>DSE</b>	Deep Sea Electronics
<b>FEM</b>	Fuerza Electromotriz
<b>GIZ</b>	Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
<b>GSM</b>	Global System for Mobile Communications
<b>Hz</b>	Hercios
<b>J</b>	Joule
<b>KVA</b>	Kilo voltamperios
<b>KVAR</b>	Kilo voltamperio Reactivo
<b>LCD</b>	Liquid Crystal Display
<b>MAGAP</b>	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca
<b>N/C</b>	Normalmente Cerrado
<b>N/O</b>	Normalmente Abierto
<b>Ni</b>	Niquel
<b>PLC</b>	Programmable Logic Controller
<b>PYMES</b>	Pequeñas y medianas empresas
<b>RMS</b>	Root Mean Square
<b>RPM</b>	Revolución por Minuto
<b>SCADA</b>	Supervisory Control and Data Acquisition
<b>TC</b>	Transformador de Corriente
<b>Ti</b>	Titanio
<b>USB</b>	Universal Serial Bus
<b>V</b>	Voltaje
<b>VT</b>	Transformador de Voltaje
<b>W</b>	Vatio

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo diseñar e implementar un nuevo modelo de accionamiento automático para un generador de voltaje, utilizando músculos eléctricos en el Centro de Acopio de leche Tahualag. La necesidad de estudiar el comportamiento y aplicaciones de los músculos eléctricos a nivel de laboratorio ha incentivado a construir nuevos modelos de activación automática de los equipos industriales. El sensado de la red de energía pública permitirá el encendido y apagado del generador de voltaje, para lo cual se diseñó un tablero que ayuda a detectar el flujo del voltaje (220VAC red pública o generador), cuenta con un módulo de transferencia automática convencional, acompañado de un controlador Deep Sea PLC que permite la comunicación entre el tablero de transferencia y el sistema de control del equipo. El controlador contiene una programación que ayuda a la identificación de anomalías de los sensores que actúan en el sistema (velocidad del motor, presión de aceite, temperatura, voltaje generado, potencia, frecuencia, nivel de combustible en el tanque y horas de funcionamiento del motor), además es un factor clave para la comunicación entre el músculo eléctrico y el sistema de control automatizado. El sistema de control posee una comunicación GSM, que indica el encendido y apagado del generador eléctrico mediante un mensaje y un control remoto que puede ser manipulado por el usuario a través de un computador o dispositivo móvil. Finalmente la implementación dio como resultado una correcta automatización durante la transferencia de energía del generador sin intervención humana, y evitar que existan paralizaciones durante el proceso de refrigeración de la leche e introduciendo nuevas tecnologías robóticas en el ámbito industrial. Al ser nuevos sistemas implementados en microempresas lecheras rurales se recomienda realizar capacitaciones a los encargados del Centro de Acopio de leche, sobre el manejo y mantenimiento de los nuevos dispositivos instalados y manuales de usuario con información clara para un buen entendimiento.

**Palabras clave:** <TECNOLOGIA Y CIENCIAS DE LA INGENIERIA> <INGENIERIA DEL CONTROL AUTOMATICO> <MÚSCULOS ELÉCTRICOS> <TRANSFERENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA> <AUTOMATIZACIÓN> <DEEP SEA PLC (CONTROLADOR)> <COMUNICACIÓN GSM> <DISPOSITIVO MÓVIL (CELULAR)> <ROBÓTICA>

## **SUMMARY**

The Research aimed to design and implement a new model for automatic operation for a voltage generator using electronic muscles in the Collection Center of milk in Tualang. The need to study the performance and applications of electronic muscles in the laboratory has encouraged to build new models of automatic activation for industrial equipment. The installation of sensors in the public power grid allow start and off the designed. It has a module of conventional automatic transfer and a Deep driver Sea PLC driver which allows communication between the board transfer and control system of the equipment. The controller has a program that helps identify defects in sensors operating in the system (motor speed, oil pressure, temperature, generated voltage, power, frequency and hours of operation of the motor), it is also a key factor for communication between electrical muscle and automated control system. The control system has GSM communication, indicating the start and off the electric generator by a message and a remote control that can be manipulated by the user through a computer or a mobile device. Finally, the implementation resulted in a correct automation during the transfer of power from the generator without human intervention, and avoiding this way shutdowns during milk cooling and introducing new robotic technologies in industry. As they are new system implemented in rural milk micro-enterprises training in recommended to those in charge of milk collection center on the management and maintenance of the newly installed device and user manuals with clear information for a good understanding.

**KEYWORDS:** <TECHNOLOGY AND ENGINEERING SCIENCES>  
<AUTOMATIC CONTROL ENGINEERING> <ELECTRICAL MUSCLE>  
<TRANSFER OF POWER> <AUTOMATION> <DEEP SEA PLC (controller)>  
<COMMUNICATION GSM> <DEVICE MOBILE (CELLULAR)> <ROBOTICS>

## **INTRUDUCCIÓN**

Debido al constante crecimiento de la demanda eléctrica, como base para el funcionamiento de diferentes dispositivos eléctricos en el uso industrial y doméstico, la energía eléctrica se ha convertido en un factor importante para el desarrollo tecnológico. Desde su descubrimiento en 1831, se la ha utilizado para un gran número de aplicaciones para el desarrollo de la sociedad, siendo la industria la mayor beneficiada por poseer un gran número de máquinas.

En la actualidad existen grupos electrógenos de emergencia que permiten la generación auxiliar de energía en caso de existir algún fallo eléctrico en las instalaciones industriales o domiciliarias, el sistema de emergencia está formado por un generador eléctrico, un controlador lógico programable (PLC) y sensores que permiten conocer el estado del generador durante su funcionamiento.

Debido al gran costo de adquisición del sistema de transferencia de energía automático, las industrias han optado por implementar solo sistemas manuales, generando así un nuevo problema para las mismas. En el momento de existir un fallo en la red principal de alimentación de las empresas, los procesos que se estén ejecutando en ese momento se detendrán hasta que un operador ponga en marcha el Sistema auxiliar de Energía.

El presente trabajo tiene por objetivo automatizar el arranque del generador por medio de un músculo eléctrico (alambre muscular), un actuador capaz de almacenar aleaciones con memoria de la forma, esta propiedad permite reemplazar la intervención humana y el controlador en el programa de automatización del sistema de generación.

La automatización es complementado con un sistema de comunicación que permite el monitoreo remoto del Sistema de Transferencia de Energía, además de la interacción para puesta en marcha y paro del generador eléctrico en caso de emergencia.

## **ANTECEDENTES**

Los miembros de la Asociación de Productores Agropecuarios de la comunidad de Tualag, del cantón Guano, provincia de Chimborazo, poseen un centro de acopio de leche por parte del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), a través del Programa Nacional Red Lechera y la Dirección Provincial Agropecuaria de Chimborazo. El centro fue construido con aportes del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), del Gobierno Autónomo Parroquial de San Andrés, la Cooperación Alemana GIZ y Visión Mundial.

El centro de acopio está ubicado en la comunidad de Tاهualag Centro, tiene un área de 74.95 metros cuadrados, dispone de un laboratorio para pruebas de proteína y grasas, análisis de leche, medio baño, closet, una bodega donde funcionará un generador de energía y una oficina para la recepción de todas las muestras de leche.

En San Andrés, el 50,35% de la población tiene ingresos económicos provenientes de la actividad pecuaria, mientras que el 35,51% se dedica a la actividad agrícola. Siendo un alrededor de 15 comunidades de la parroquia San Andrés las beneficiadas con el funcionamiento del centro de acopio en Tاهualag. (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2014, <http://www.agricultura.gob.ec/chimborazo-inauguran-centro-de-acopio-de-leche-en-tاهualag>)

Al presentarse el corte de energía de la red pública el centro cuenta con un generador eléctrico de emergencia y un tablero de transferencia, pero debido a un error de activación el suministro de energía por parte de la red eléctrica queda enclavado, presentando un fallo en la transferencia de energía para que los equipos sigan funcionando con normalidad.

El tratamiento y enfriamiento de leche debe estar a 3.5°C para establecerse dentro de la calidad para el consumo humano, al momento de que deje de refrigerarse el producto de tres a cuatro horas se puede echar a perder por completo. Dentro del Centro de Acopio han existido ocasiones que el fallo eléctrico ha ocurrido en las horas de la madrugada, paralizando el funcionamiento del refrigerador. Según datos del centro, al momento que entra en proceso de mantenimiento el costo del litro de leche es de 46 centavos y el diario de recolección es de dos mil litros, dando un costo de producción diaria de 920 dólares americanos. La pérdida económica a los productores del sector lechero sin el sistema de automatización sería de 11040 dólares americanos anual.

La automatización del sistema de transferencia de energía ayuda a la eliminar las paralizaciones de refrigeración y tratamiento de leche en los centros de acopio existentes en la provincia de Chimborazo. Al implementar un nuevo sistema automatizado en el centro de acopio de Tاهualag, se da paso a la vinculación de nuevas tecnologías con los pequeños productores, el mismo que se convertirá en el primer centro en implementar un sistema de transferencia automática de energía por el bien de una comunidad rural, apoyando así al pequeño productor en sus labores de producción.

## **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Es posible diseñar e implementar un sistema de encendido automático para un generador de voltaje accionado por músculos eléctricos para el centro de acopio “Tاهualag”?

## **SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuántos centros de acopio del programa nacional “Red Lechera” cuentan con sistemas automáticos de transferencia de energías auxiliares?

¿Qué tipos de sistemas auxiliares de transferencia de energía emplean los centros de acopio de leche para mantener el uso constante de sus equipos durante la ausencia de energía eléctrica?

¿Es posible el accionamiento eficiente del generador sin la necesidad de la intervención humana?

¿Es posible implementar un sistema de transferencia de energía auxiliar sin la necesidad del uso de programadores lógicos controlados (PLC)?

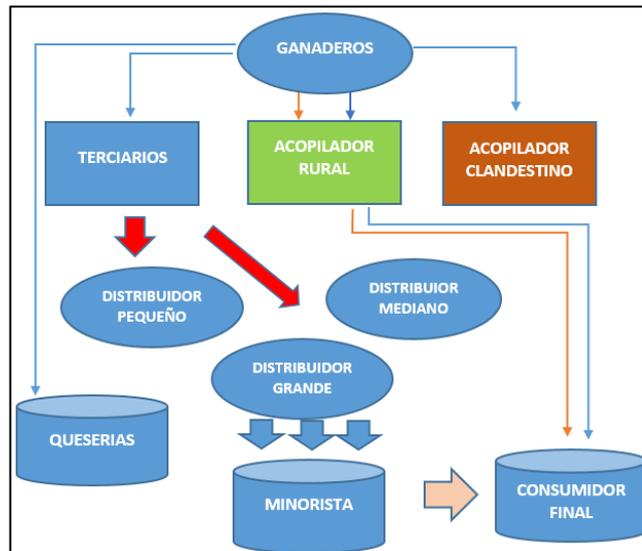
## **JUSTIFICACIÓN**

### **JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

El sector de lácteos por ser uno de los que más influencia ha tenido en la economía de las parroquias y cantones de la provincia de Chimborazo, ha sentido la necesidad de organizarse formando por cantón algunas asociaciones y grupos organizados, por ello, 242.344 de los 509.352 habitantes optaron por dedicarse a la ganadería. A pesar que la agricultura en la provincia aún es la actividad más recurrente, la producción lechera tiende cada vez más a ser rentable y menos riesgosa.

De acuerdo al segundo foro de consorcio de lácteos, la provincia de Chimborazo cuenta con alrededor de mil cien microprocesadores de lácteos quienes elaboran quesos de mala calidad, la producción total de leche en la provincia es de 277.294 litros por día. De este total aproximadamente 120000 son entregados al procesamiento industrial y automatizado, los litros restantes son procesados por las PYMES, los mismos que por su entorno tienen diferente modo de recolección y reconocimiento, esta diferencia causa que el consumidor final está expuesto a diferentes tipos de calidad, por lo cual se ha optado por la construcción de cadenas de centros de acopio de leche para generar producción de buena calidad.

Para el mejor entendimiento de la adquisición y procesamiento industrial de leche en los centros de acopios presentes en el programa red lechera que existen en la comunidad de Tawalag en la provincia de Chimborazo, se presenta en el siguiente cuadro:



Cadena para el Acopio de Leche

Realizado por: Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

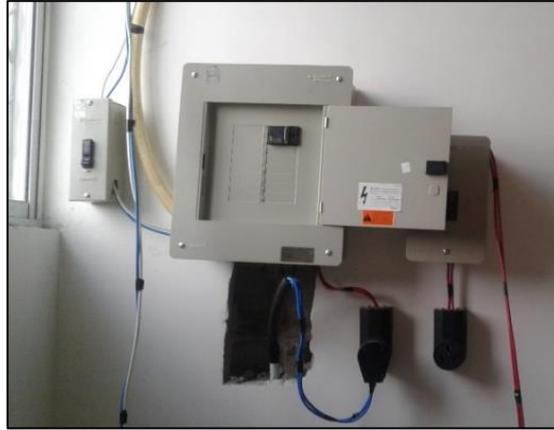
Debido al constante crecimiento de la demanda eléctrica existente en las comunidades rurales de la provincia de Chimborazo para centros de tratamiento de alimentos y de acuerdo a su ubicación geográfica, a la poca accesibilidad de técnicos y falta de insumos para el mantenimiento tecnológico, el continuo flujo de corriente eléctrica puede ser afectado con mayor facilidad por parte de agentes naturales o por intervención humana, por lo cual requieren una fuente externa de alimentación que permita llevar con normalidad el funcionamiento de los equipos, sin perder su continua producción.

Por lo tanto la automatización para el sistema de transferencia de energía eléctrica, contará con un sensor de voltaje que permitirá la detección de la red pública, un controlador que interpreta los datos adquiridos por el sensor, un actuador que ejecuta el accionamiento del generador y un sistema de comunicación que notificará al encargado del centro sobre las anomalías existentes durante el proceso de transferencia.

## JUSTIFICACIÓN APLICATIVA

El centro de Acopio de leche Tاهualag está equipado con un 90 por ciento de infraestructura adecuada para el procesamiento de leche, con un tanque enfriador con capacidad para dos mil litros, laboratorio con una máquina para el análisis de la densidad de proteína, midiendo la cantidad de agua agregada así como la cantidad de los sólidos agregados y la densidad de los grados de acidez, para ofrecer al mercado una leche en óptimas condiciones y completamente limpia para el consumo humano.

El sensor de voltaje instalado en las líneas de la acometida principal del centro, al detectar anomalías dentro de la red este efectuará su funcionamiento correspondiente enviando una señal al controlador lógico programable, el mismo que dará paso al disyuntor. El disyuntor está a cargo de seleccionar la alimentación dirigida al sistema de enfriamiento de leche.



Seccionador de Alimentación a la Carga

**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

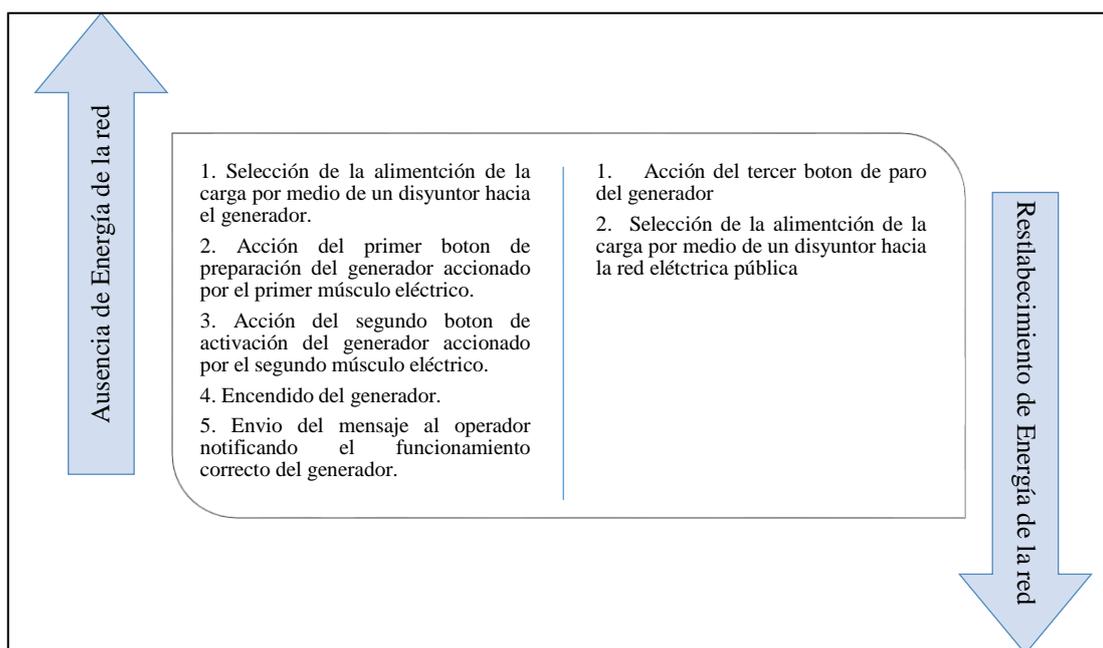
Al ser seleccionada la fuente correcta de alimentación, el controlador accionará el funcionamiento de tres músculos eléctricos. El primer músculo eléctrico pulsará el botón de preparación del generador, segundo músculo presionará el botón de marcha del generador y el tercer músculo se encarga de pulsar el botón de paro del generador.



Controlador Lógico Programable del Generador

**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

Cada actuador contará con un tiempo de espera de activación y un mensaje de comunicación, adquiridas en la ejecución del sistema de transferencia, los mismos que serán enviados al operador encargado del centro para garantizar el funcionamiento del sistema de transferencia de energía y a su vez optimizar la utilización de recursos que son necesarios en el proceso.



### Proceso del Accionamiento del Generador

**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

Por medio del proyecto se podrá demostrar la evolución tecnológica de los sistemas de transferencia de energía automatizados, dando buenos resultados económicos hacia el beneficio de los pequeños productores rurales.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un sistema de encendido automático para un generador de voltaje accionado por músculos eléctricos para el centro de acopio “Tahualag”.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar un mecanismo adecuado empleando músculos eléctricos para el accionamiento automático de un generador.
- Desarrollar un sistema de comunicación en tiempo real para la notificación de anomalías en el sistema de alimentación de energía.
- Programar un control que evite las activaciones o arranques falsos del generador.
- Contribuir con el proceso óptimo de tratamiento y producción de leche en beneficio de los productores de la comunidad de Tahualag.

## CAPITULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1 Centro de Acopio de Leche Tahualag

De acuerdo al Art. 281 de la Soberanía Alimentaria del Buen Vivir desarrollado por el Gobierno Nacional del Ecuador (Ley Orgánica del Régimen de Soberanía Alimentaria., 2009, <http://www.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/ec/ec046es.pdf>) impulsa al Proyecto Nacional Red Lechera, con el propósito de garantizar a las comunidades, pueblos y nacionalidades una autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente, impulsar la producción agroalimentaria de las pequeñas y medianas unidades de producción comunitarias.

El Centro de Acopio de Leche Tahualag está ubicado en el cantón Guano, parroquia de San Andrés. El centro tiene una producción de 2000 litros diarios, de acuerdo a la tabla de calidad y tratamiento de leche del Ministerio de Agricultura, Tahualag tiene un precio de 0,37 centavos por litro para sus recolectores. Su leche tratada es entregada a la empresa El Ordeño S.A. a un precio de 0,43 centavos por litro. (Ródas, 2016)



**Figura 1-1:** Localización del Proyecto

Realizado por: Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

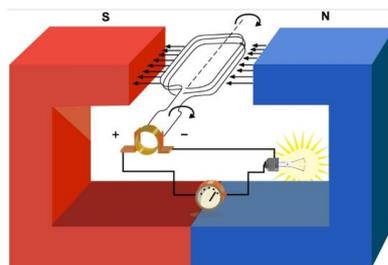
El centro consta de un tanque de enfriamiento, un generador, una refrigeradora, una incubadora, kits para pruebas de antibiótico, detergente para la limpieza de instalaciones y tanques, equipo de laboratorio necesario para realizar pruebas de campo, así como un laboratorio para pruebas de proteína y grasas. (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, 2014, <http://www.agricultura.gob.ec/chimborazo-inauguran-centro-de-acopio-de-leche-en-tahualag>)

Son alrededor de 140 productores de la parroquia San Andrés, las beneficiadas con el funcionamiento del centro de acopio en Tahuallag desde su inauguración en el 2014.

## 1.2 Generador de Corriente Alterna

El generador de corriente alterna se encarga de convertir la energía mecánica en energía eléctrica, denominándolo también como alternador o dínamo. El funcionamiento del generador eléctrico se basa en dos principios físicos:

- En 1831 Michael Faraday promueve el principio de inducción donde establece que si un conductor se mueve a través de un campo magnético o se localiza en las proximidades de un circuito de conducción fija con intensidad variada, obteniendo una inducción de corriente en el conductor. (Velazquez, 2010, <https://sites.google.com/site/fisicacbtis162/services/3-2-8-generador-de-corriente-alterna-y-corriente-continua-1>)
- La oposición a este principio fue dictado en 1820 por el físico André Marie Ampere, donde indica que si la corriente recorre a través de un inductor dentro de un campo magnético, este ejercerá una fuerza mecánica sobre el mismo. (Velazquez, 2010, <https://sites.google.com/site/fisicacbtis162/services/3-2-8-generador-de-corriente-alterna-y-corriente-continua-1>)



**Figura 2-1:** Funcionamiento generador

Fuente: <http://www.endsaeduca.com/> -funcionamiento-básico-de-generadores

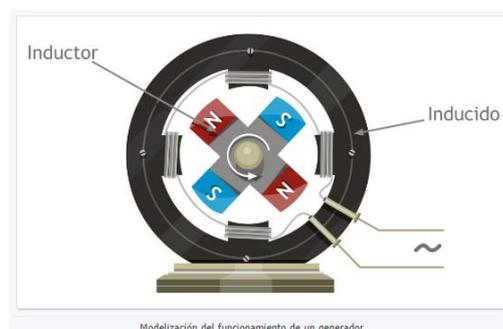
El campo magnético se los encuentra comúnmente en los imanes debido a su fuerza de atracción, por ello, los electroimanes son empleados en máquinas grandes. De la misma manera los generadores poseen un campo magnético (electroimán con sus bobinas) y una armadura (estructura que sostiene al conductor y transporta la corriente inducida, también llamado estator). Si mecánicamente se produce un movimiento relativo entre los conductores y el campo, por lo tanto se genera una fuerza electromotriz (conocida como FEM).

El campo magnético se los encuentra comúnmente en los imanes debido a su fuerza de atracción, por ello, los electroimanes son empleados en máquinas grandes. De la misma manera los generadores poseen un campo magnético (electroimán con sus bobinas) y una armadura (estructura que sostiene al conductor y transporta la corriente inducida, también llamado estator). Si mecánicamente se produce un movimiento relativo entre los conductores y el campo, por lo tanto se genera una fuerza electromotriz (conocida como FEM).

### 1.2.1 Estructura del Generador

La estructura principal de un generador de corriente alterna consta de dos partes principales, según lo manifiesta el Ingeniero Tomás Bruzos en una publicación:

La creación del campo magnético está a cargo del inductor y la parte del inducido o también conocido como el conductor, es atravesada por las líneas de dicho campo.



**Figura 3-1:** Partes principales generador

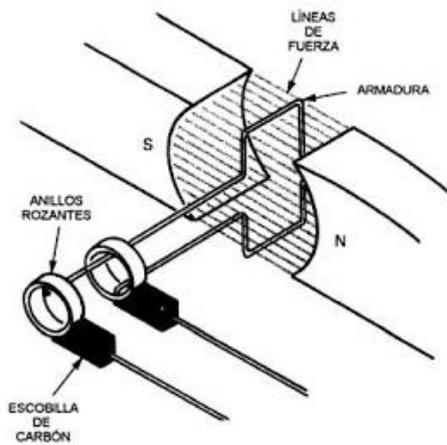
Fuente: [www.endsaeduca.com/funcionamiento-basico-de-generadores](http://www.endsaeduca.com/funcionamiento-basico-de-generadores)

**Tabla 1-1:** Composición y funcionamiento Generador

INDUCTOR	INDUCIDO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El rotor en las máquinas generadoras de electricidad coinciden con el inductor.               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se encarga del giro del alternador (la energía mecánica se obtiene mediante el giro).</li> <li>• Posee un número de pares de polos fijos (formados por imanes).</li> </ul> </li> <li>• Los alternadores autoexcitados se encargan de rectificar la corriente alterna para obtener la corriente continua.</li> <li>• El anillo rozante se encuentra conectado a los terminales del bobinado de los imanes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contiene una serie de pares de polos distribuidos de forma alterna (la corriente alterna se genera en los polos del inducido).</li> <li>• La armadura es un núcleo de hierro dulce laminado, donde se enrollan los cables conductores.</li> </ul>

Fuente: Endsaeduca

Realizado por: Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

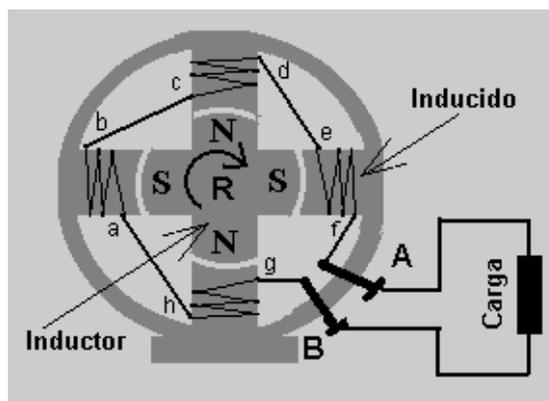


**Figura 4-1:** Composición básica del generador  
 Fuente: Gilberto Harper Enriquez

### 1.2.2 Principio de Funcionamiento del Generador

El funcionamiento de un generador de corriente alterna, se basa principalmente en la inducción de voltaje a un conductor, el mismo que se encuentra en movimiento cuando atraviesa por un campo magnético. El generador de corriente alterna constituida principalmente de dos factores fundamentales para un adecuado funcionamiento: inductor e inducido.

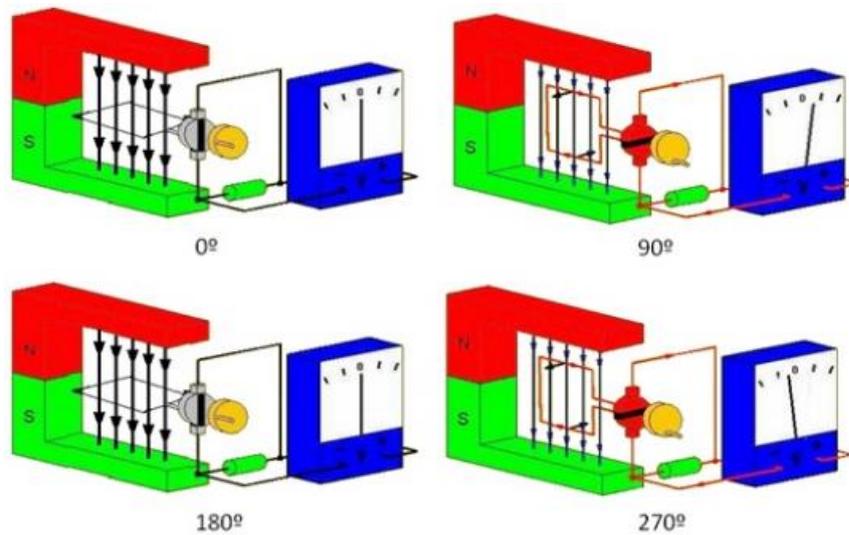
El inductor está conformado por el rotor (dotado por cuatro piezas magnéticas cada una con su polaridad), y el inducido formado por el estator (bobinas de alambre enrolladas en las zapatas polares).



**Figura 5-1:** Funcionamiento básico del generador  
 Fuente: Ingeniero Tomás Bruzos

En la gráfica podemos observar los cuatro bobinados (a-b, c-d, e-f y g-h) que se encuentran enrollados sobre zapatas polares, ambos serán magnetizados bajo la acción de los imanes del inductor. Es decir, el inductor estará girando a través de un campo magnético inducido por las zapatas polares, y estas cambian de sentido cuando el rotor gira 90° (polo Norte a polo Sur).

Mientras tanto la intensidad llega a su máximo cuando las piezas están enfrentadas, y a su mínimo cuando los polos N y S se encuentran separadas de las piezas de hierro.



**Figura 6-1:** Posición del campo magnético

Fuente: [www.endesaeduca.com/funcionamiento-básico-de-generadores](http://www.endesaeduca.com/funcionamiento-básico-de-generadores)

La variación del sentido y de la intensidad del campo magnético inducirá una diferencia de potencia en las cuatro bobinas, sin interrumpir el ritmo del campo. La frecuencia emitida por la corriente se puede encontrar en los terminales A-B, además se podrá obtener mediante la siguiente fórmula:

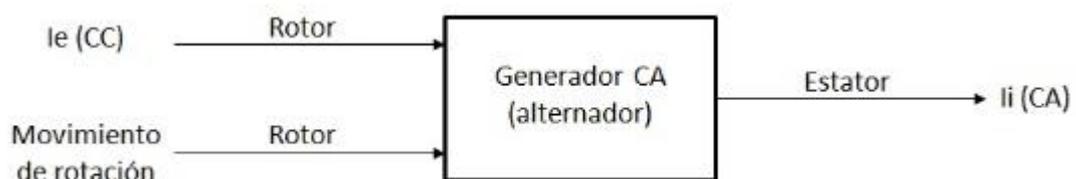
$$n = \frac{60 * f}{P}$$

Donde:

$P$ : Número de pares de polos del inducido.

$n$ : Número de vueltas por segundo.

El voltaje generado dependerá de la fuerza que emiten los imanes (intensidad del campo), de la cantidad de vueltas de alambre de los bobinados y de la velocidad de rotación. El sentido de la intensidad se podrá calcular mediante la Ley de Lenz (el sentido viene dado por el movimiento de los portadores de cargas positivos).



**Figura 7-1:** Diagrama de funcionamiento del alternador

Fuente: [www.endesaeduca.com/funcionamiento-básico-de-generadores](http://www.endesaeduca.com/funcionamiento-básico-de-generadores)

### 1.2.3 Tipos de Generadores de Corriente Alterna

La clasificación de los generadores de corriente alterna se basa según su composición física (rotor y estator).

**Tabla 2-1:** Tipos de generadores

Tipo de Generador	Definición
<b>Generadores de campo magnético estático</b>	Su parte física tiene similitud al generador de corriente continua. En este tipo de generadores la fuerza electromotriz se convierte en continua o alterna mediante un conmutador (la FEM se entrega sin transformador).
<b>Generadores de campo magnético rotativo</b>	La corriente se entrega directamente del armazón a la carga (la parte donde se produce el voltaje es estático), se debe a que el estator se encuentra conformado de un núcleo de hierro laminado con arrollamientos.

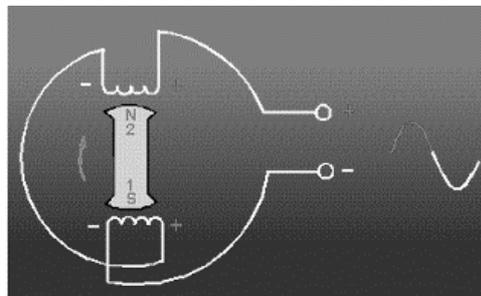
Fuente: Antonio Sánchez

Realizado por: Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

Los generadores aparte de su diversa estructura poseen diferentes prototipos de corriente alterna, por tal motivo se define una clasificación según la generación de corriente alterna.

#### Generadores monofásicos

Poseen la configuración más básica de los generadores, y producen una corriente que se alterna continuamente (monofásica).

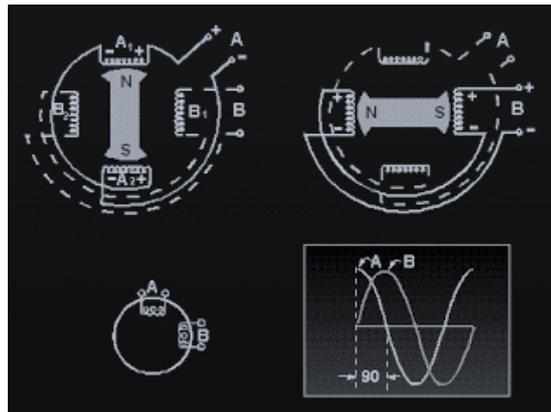


**Figura 8-1:** Esquema corriente monofásico

Fuente: Antonio Sánchez

## Generadores bifásicos

Debido a la configuración del rotor, este tipo de generador puede lograr el trabajo de dos. Mientras que la parte del estator para realizar el trabajo necesita de una doble pastillas de arrollamientos en él. Su configuración está formada de tres cables de salida, para obtener una configuración estándar (cortocircuito masa A y B) de un generador bifásico de tres terminales.

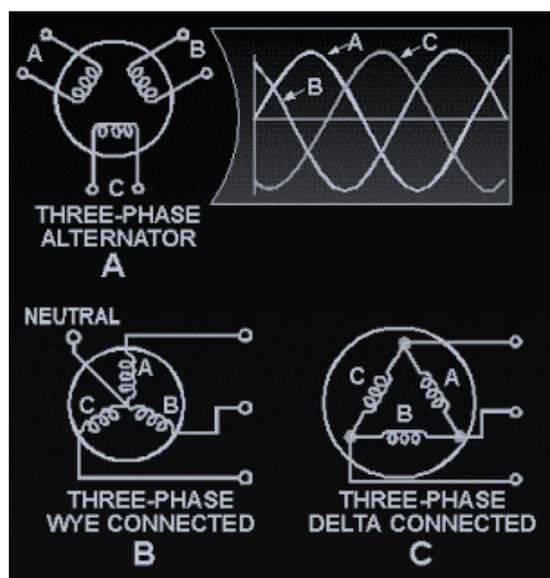


**Figura 9-1:** Esquema corriente bifásico

Fuente: Antonio Sánchez

## Generadores trifásicos

Los generadores trifásicos poseen dos configuraciones de conexión estrella y triángulo (con cuatro terminales), con voltajes desfasados a  $120^\circ$  entre ellos. Son muy utilizadas en las industrias que requieren de gran potencia.



**Figura 10-1:** Esquema corriente trifásico

Fuente: Antonio Sánchez

### 1.3 Grupo Electrónico de Emergencia

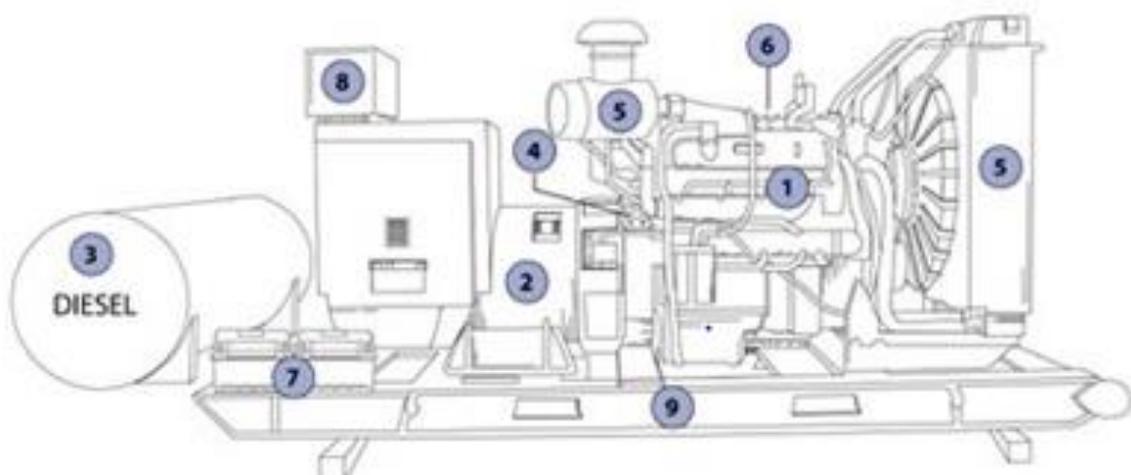
El grupo electrónico ofrece un máximo rendimiento en reserva de la red principal de suministro eléctrico, poseen una amplia gama de aplicaciones dirigidas a diferentes tipos de instalaciones auxiliares. “Los grupos electrónicos transforman la energía térmica precedente de un combustible en energía mecánica mediante el giro de un eje, y ésta en energía eléctrica en forma de corriente alterna” (Compañía Española de Compensadores S.A., 2013, <http://www.sacome.com/productos/compensadores-de-dilatacion/compensadores-de-dilatacion-para-sistemas-de-escape-de-grupos-electrogenos/>)

Los grupos electrónicos dedicados al servicio de emergencia energético utilizan sistemas de distribución modernos que utilizan dos o más fuentes de alimentación, para conceder seguridad de las instalaciones que requieren una continuidad eléctrica.

Para una mejor fiabilidad del servicio los equipos deben tener un funcionamiento automático cuando se produce un fallo en la red eléctrica, además de optimizar la carga eléctrica a través del diseño del panel de control, que permite adaptarse a las necesidades del suministro eléctrico. Debido a su diversidad de beneficios y garantías son comúnmente utilizados en industrias, viviendas, hoteles, hospitales, aeropuertos, entre otros.

#### 1.3.1 Partes Principales de los Grupos Electrónicos

A continuación se detallará la construcción y elementos básicos de los grupos electrónicos presentes en un grupo electrónico.



**Figura 11-1:** Partes de un grupo electrónico

**Fuente:** [www.sacome.com/productos/compensadores-de-dilatacion/compensadores-de-dilatacion-para-sistemas-de-escape-de-grupos-electrogenos/](http://www.sacome.com/productos/compensadores-de-dilatacion/compensadores-de-dilatacion-para-sistemas-de-escape-de-grupos-electrogenos/)

**Tabla 3-1:** Distribución de los elementos de un grupo electrógeno

<b>Elemento</b>	<b>Descripción</b>
1	Motor
2	Alternador
3	Depósito de Combustible
4	Regulador de Voltaje
5	Sistema de Escape y Enfriamiento
6	Sistema de Lubricación
7	Cargador de Batería
8	Panel de Control
9	Bancada

Fuente: Sacome

Realizado por: Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

## **Motor**

El motor se encarga de proporcionar la energía mecánica necesaria para el funcionamiento del equipo, la energía también es utilizada por el alternador para la generación de electricidad (fuente de energía en la salida del equipo). Del mismo modo el motor puede funcionar con gasolina, gas natural, diésel o propano, la elección del combustible va a depender de la potencia que requiera el grupo electrógeno o ámbito aplicativo (residencial, comercial e industrial).

## **Sistema eléctrico del motor**

La mayoría de los sistemas eléctricos de los motor son de 12 Voltios de corriente continua, pero existen algunos que son alimentados a 24 voltios. Además están constituidos por un alternador (carga la batería auto excitado), y la mayoría de los grupos electrógenos cuentan con acumuladores ácido – plomo. Sus principales componentes son:

- Rotor (piezas polares).
- Estator (inducido).
- Carcaza.
- Puente rectificador (puente de diodos).

## **Sistema de refrigeración**

Se encarga de enfriar el motor y está constituido por aire donde el ventilador de gran capacidad permite el paso del aire frío a lo largo del motor. Además el enfriamiento se puede realizar por medio de agua o aceite en donde el calor es evacuado por el radiador. El aire adecuado para el motor debe ser limpio y frío que será entregado por el filtro de aire del motor, en casos especiales cuando existe polvo o calor se debe instalar un aire externo (colocado a fuera del sistema). Y son:

- Radiador.
- Termostato.
- Ventilador.

## **Alternador**

Produce la energía eléctrica de salida por medio de un alternador apantallado protegido, auto excitado, autorregulado y acoplado al motor con precisión.

## **Depósito de combustible y bancada**

La bancada es de acero y de gran resistencia donde se acopla y monta el motor y el alternador, esta bancada también está constituido por un depósito de combustible. El sistema de combustible debe ser capaz de entregar el combustible limpio y continuo, de acuerdo a la potencia del equipo.

## **Generador de corriente alterna**

El generador sincrónico de corriente alterna está formado de un inductor principal, inducido principal, inductor de la excitatriz, inducido de la excitatriz, puente de rectificador trifásico rotativo, regulador de voltaje estático y caja de conexiones.

## **Silenciador y sistema de escape**

Ayuda en la reducción de ruido que son emitidos o producidos por el motor.

## **Sistema de control**

Controla las operaciones del grupo electrógeno ayudando a la eficiencia del equipo en sus aplicaciones, principalmente ayuda en la detección de posibles fallos en el funcionamiento.

### ***1.3.2 Clasificación de los Grupos Electrógenos***

Los grupos electrógenos auxiliares con motores de combustión interna se clasifican de la siguiente manera (IGSA, 2011, <http://es.slideshare.net/kbeman/manual-mantenimiento-plantas-electricas-diesel>)

- i. De acuerdo al tipo de combustible.
  - a. Motor a gas o natural.
  - b. Motor a gasolina.
  - c. Motor a diésel.
  - d. Sistema Bifuel (diésel/gas).
  
- ii. De acuerdo a su instalación.
  - a. Estacionarias.
  - b. Móviles.
  
- iii. Por su operación.
  - a. Manual.
  - b. Semiautomático.
  - c. Automático.
  
- iv. Por su aplicación.
  - a. Emergencia.
  - b. Continua.

### ***1.3.3 Grupos Electrógenos Automáticos***

El sistema automático de los grupos electrógenos cuenta con un control capaz de manejar funciones de sincronía para realizar las funciones de operación y supervisión del dispositivo, el proceso permite el emparellamiento del grupo y red o viceversa. Existen dos tipos de sincronía encargada de manejar las funciones del dispositivo sincronía abierta o cerrada.

#### **Sincronía abierta**

Permite la transferencia y retransferencia cuando existen interrupciones de energía en la carga (falla de la red normal). El sistema de sincronía abierta reduce el tiempo en el momento de la

retransferencia de forma controlada, además de la sincronización de ambas fuentes y cerrando los interruptores (fuentes de alimentación) simultáneamente.

### **Sincronía cerrada**

También conocido como Peak Shaving, es un sistema encargado de reducir los costos del consumo de energía eléctrica en el horario pico. La sincronía cerrada se encarga de programar un tiempo en el horario pico, dejando a la red sin carga y entrando en un periodo de enfriamiento o en sentido inverso, es decir se sincroniza el grupo electrógeno con la red.

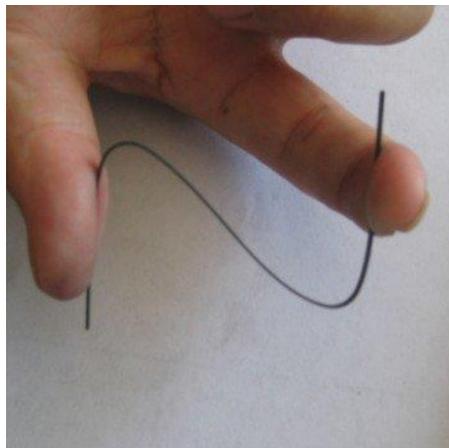
Durante el proceso no existe corte de energía, en conclusión evita la interrupción en el proceso.

## **1.4 Músculos Eléctricos**

Los músculos eléctricos son alambres termo contraíbles usados como músculos robóticos con capacidad de aleación con memoria de la forma (SMA - Shape Memory Alloy), es decir su aleación permite recordar una forma en particular.

Los experimentos con este tipo de aleaciones se dan desde 1932, pero en 1962 salen del laboratorio. El ingeniero metalúrgico William Beuhler quien trabajaba en los laboratorios navales de Estados Unidos intentaba desarrollar un tipo de material que sea capaz de resistir calor y corrosión. Tras varios intentos logran crear una aleación con memoria de la forma, compuesta de níquel (55%) y titanio (45%), debido a su composición química el grupo lo bautizaron como Alambre Nitinol. (Varela, 2014, <http://divulgadores.com/nitinol-un-material-con-memoria-de-forma/>)

La mezcla química de níquel y titanio permite que el nuevo material sea barato y más seguro (no tóxico), además de poseer la temperatura de transición estable y repetible.



**Figura 12-1:** Músculo robótico

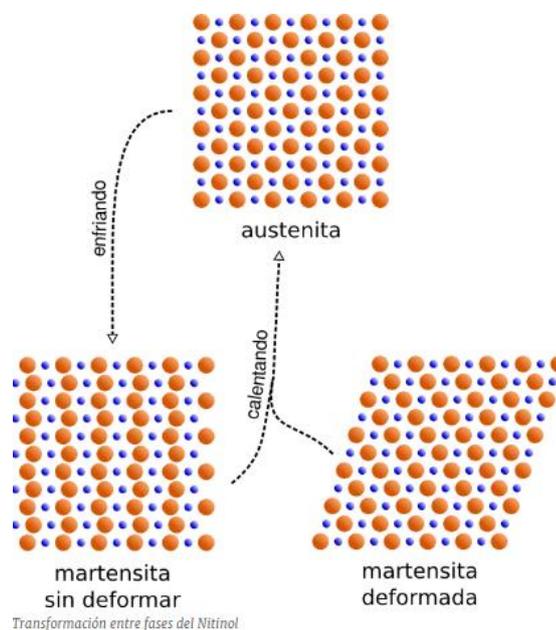
**Fuente:** [spanish.alibaba.com/product-detail/tini-memory-alloy-flat-wire-280099116.html](http://spanish.alibaba.com/product-detail/tini-memory-alloy-flat-wire-280099116.html)

### 1.4.1 Nitinol

Nitinol es una aleación de la forma de memoria compuesta de níquel y titanio, es primer material que contiene un efecto de memoria de forma de gran alcance. El efecto de memoria de forma nace de la existencia de dos estructuras cristalinas dependientes de la temperatura con propiedades: martensita (alta temperatura) y austenita (baja temperatura), las mismas que se pueden observar en el acero.

El nitinol es martensítica cuando los bonos (separación parcial atómica) son libres de moverse sin lograr una ruptura y dando la impresión de que la muestra se está deformando. Es austenita cuando los bonos se han roto y toman una forma cúbica, produciendo una muestra rígida y elástica. (Kelloggsresearchlabs, 2016, <https://www.kelloggsresearchlabs.com/FAQ>)

Cuando se enfría el nitinol pasa de austenita a martensita y si se calienta esta última posee una transformación inversa, al existir fuerza sobre martensita se puede deformar y opta fácilmente otra estructura estable en la que permanece al finalizar la fuerza. Al calentar las dos martensitas (la deformada y sin deformar) se transforman en una sola austenita, y al enfriar la austenita se convierte en martensita no deformada. (Varela, 2014, <http://divulgadores.com/nitinol-un-material-con-memoria-de-forma/>)



**Figura 13-1:** Transformación entre fases del Nitinol

**Fuente:** divulgadores.com/nitinol-un-material-con-memoria-de-forma

La forma del nitinol cambio (deforma) cuando se le aplica calor directo, pero vuelve a tomar a su forma original cuando se enfría. El accionamiento del calor puede darse a través de una llama,

agua caliente, luz del sol o ante una variación de temperatura del aire. Otra opción para su funcionamiento es mediante el uso de electricidad para calentar el cable y logrando una transición de temperatura para que logre su transformación.

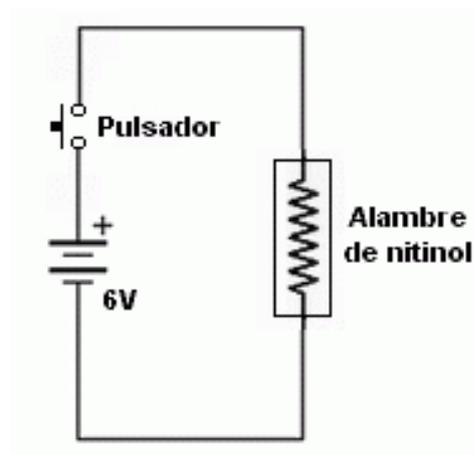


**Figura 14-1:** Reacción del Nitinol

Fuente: [www.timefornano.eu/nanokit](http://www.timefornano.eu/nanokit)

#### 1.4.2 Calentamiento Eléctrico

El calentamiento mediante corriente eléctrica para accionar el nitinol se basa en el principio físico efecto Joule, calcula con precisión la cantidad de corriente que se requiere para accionar el dispositivo y la cantidad de tiempo (ciclos cortos). Comúnmente el alambre de nitinol utiliza bajos voltajes de entre 6 y 12 voltios, cuando se utiliza corriente continua es importante no mantenerlo demasiado tiempo debido a que esta corriente puede sobrecalentar y degradar sus propiedades. (Carletti, 2014, [http://robots-argentina.com.ar/Actuadores\\_musculosalambre.htm](http://robots-argentina.com.ar/Actuadores_musculosalambre.htm))



**Figura 15-1:** Circuito eléctrico básico

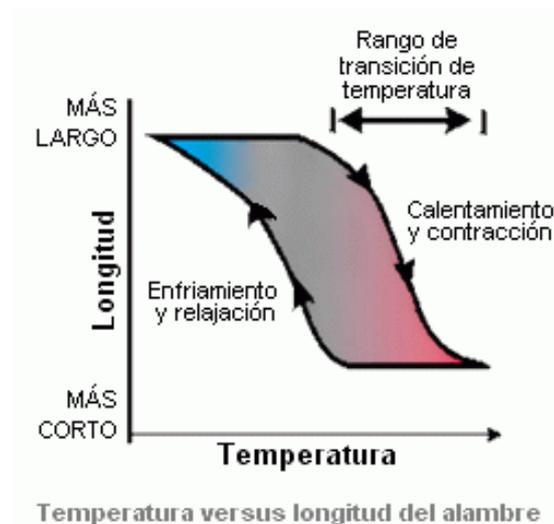
Fuente: [robots-argentina.com.ar/Actuadores\\_musculosalambre.htm](http://robots-argentina.com.ar/Actuadores_musculosalambre.htm)

La corriente continua no calienta el alambre de forma pareja, por tal motivo se debe realizar un circuito de modulación de ancho de pulso para poder logra un correcto calentamiento del nitinol, debido a que el circuito de ancho de pulso enciende y apaga con gran rapidez la corriente emitida.

El diseño del circuito de activación se basará principalmente del diámetro del alambre para evitar pérdidas en sus propiedades de aleaciones.

### 1.4.3 Curva de Histéresis

Cuando existe una respuesta del nitinol hacia el calor se puede observar una curva de histéresis. La relación de temperatura-contracción es más rápida cuando se eleva la temperatura, pero al descender la misma temperatura presenta un relajamiento menor al que se podría esperar si la curva fuese lineal. La siguiente figura se podrá observar este efecto de retraso producido por la viscosidad o fricción interna de la estructura cristalina.



**Figura 16-1:** Respuesta al calor del Nitinol

Fuente: robots-argentina.com.ar/Actuadores\_musculosalambre.htm

## 1.5 Comunicación GSM (Sistema Global para Comunicaciones Móviles)

La tecnología GSM revolucionó en el área de la comunicación móvil en los años 90, el sistema se creó debido a la necesidad de obtener una red uniforme y estándar global que permita a los usuarios realizar diversas funciones con su telefonía móvil y no solo se limite a llamadas, ante esta situación se creó un sistema estándar completamente dirigido a la comunicación entre teléfonos móviles basados en la tecnología digital. Al ser un sistema digital e inalámbrico, permite al usuario conectarse a través de su teléfono móvil a su PC, interactuar por e-mail, acceder al internet, acceso a redes LAN o Intranet, pero sobre todo el envío de mensajes de texto (SMS). (Ingeniatic, 2014, <http://ingeniatic.euitt.upm.es/index.php/tecnologias/item/471-gsm-sistema-global-para-las-telecomunicaciones-m%C3%B3viles>)

El sistema GSM proporciona al módem una transferencia de datos por las líneas telefónicas o transmisión, por lo que permite que los datos puedan transferirse desde cualquier lugar dentro del área de cobertura de los proveedores que brindan el servicio de telefonía GSM. Para las compañías que brindan este servicio ven a esta tecnología mucho más competente a un menor costo de operación, esto se debe a que el costo de infraestructura es menor y su instalación era más fácil y con un alto grado de flexibilidad y eficiencia espectral.



**Figura 17-1:** Comunicación estándar con otros dispositivos o monitorización remota GSM

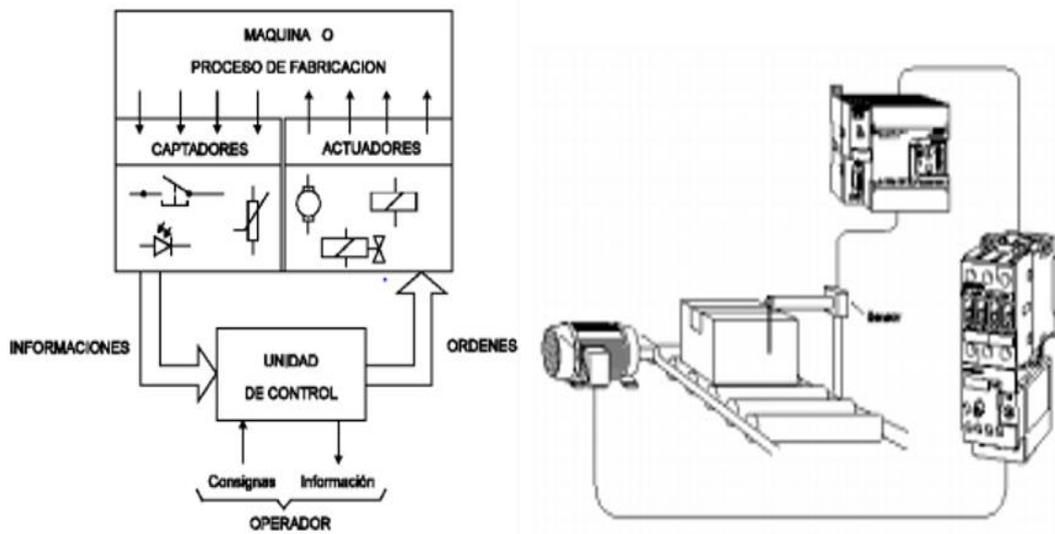
**Fuente:** [www.sensorstecnic.net/eu/productos/category/223/instrumentacion-y-control/automas/micro-PLCs-modulares-con-comunicacion-SMS/Gsm](http://www.sensorstecnic.net/eu/productos/category/223/instrumentacion-y-control/automas/micro-PLCs-modulares-con-comunicacion-SMS/Gsm)

## CAPITULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

La automatización de procesos está dirigida principalmente a la fase de producción, para que la misma logre ser gobernada por el operador mediante un sistema de mando. En los últimos años la industrial ha adoptado tecnología de automatismos programados (PLC), debido a que el sistema brinda facilidad en la introducción de nuevos elementos, minimizan espacio, mantenimiento rápido y sencillo, y sobre todo está diseñado para controlar en tiempo real los procesos secuenciales.

Al ser un sistema muy fiable y cómodo para los operarios posee un costo elevado de implementación, lo cual ocasiona que muchas microempresas no opten por un cambio de tecnología segura o simplemente compren los dispositivos necesarios para su trabajo, obteniendo un proceso tecnológico incompleto.



**Figura 1-2:** Automatización de Procesos

Fuente: [www.infopl.net/files/documentacion/automatas/infoPLC\\_net\\_1\\_Intro\\_Automatas.pdf](http://www.infopl.net/files/documentacion/automatas/infoPLC_net_1_Intro_Automatas.pdf)

Para el correcto desarrollo de nuestro sistema de transferencia de energía se empleará un análisis de la situación actual del sistema identificando cada uno de los elementos que conforma el generador instalado en el centro de acopio de Tahuallag, y los materiales que serán necesario para el sistema de automatización en la transferencia de energía (generador eléctrico/red pública) con un menor costo de automatización.

## 2.1 Grupo Electrónico de Combustión Interna

Los generadores eléctricos de combustión interna son equipos capaces de convertir fácilmente su combustible (diésel) en energía, gracias a su motor que desarrolla un movimiento por el generador, el cual transforma el movimiento en electricidad a través de un electromagnetismo. Por tal motivo se convierten en equipos ideales en cualquier aplicación industrial, además de brindar fiabilidad, durabilidad, bajos costos de operación y disponibilidad de piezas originales en el mercado.

### 2.1.1 Generador Eléctrico a Diésel Preston

El centro de acopio Tualag cuenta con un generador de motor de combustión interna a diésel de 4 polos, con velocidad de régimen de 1800 RPM, una potencia de 20 KVA, un voltaje de salida de 120/208 VAC, provocando una corriente de 60A y una frecuencia de 60Hz. Posee un sistema de enfriamiento por agua, de esta forma permite que el radiador mantenga la temperatura adecuada del motor y un conducto ideal para la evacuación de los gases que se genera durante la combustión.



**Figura 2-2:** Generador Instalado

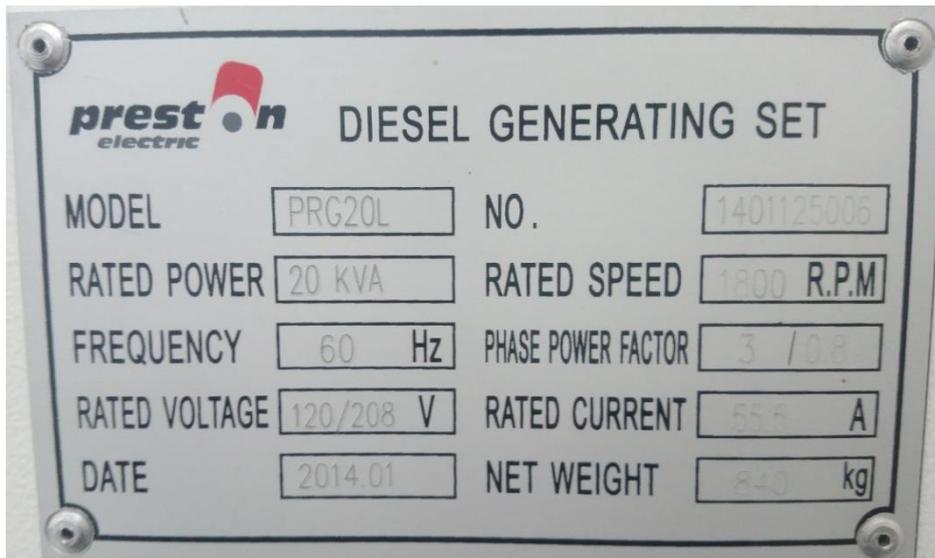
Fuente: [www.pintulac.com.ec/generadores/docs/generador-preston-prg20l.pdf](http://www.pintulac.com.ec/generadores/docs/generador-preston-prg20l.pdf)

**Tabla 1-2:** Características Técnicas

Marca	Preston Electric
Modelo	PRG20L
RPM	1800
Potencia de Salida	20KVA – 16KW
A/C Voltaje	110-127/208-220 VAC
A/C Frecuencia	60Hz
Tipo de Motor	Motor Diésel
Potencia del Motor	26.8 HP
Encendido	Eléctrico
Módulo de Control	Deep Sea 7320

Fuente: Pintulac

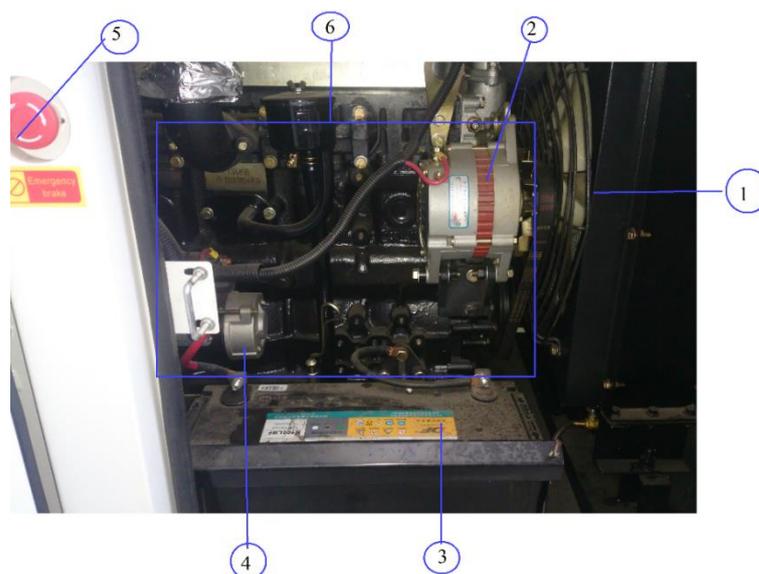
Realizado por: Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016



**Figura 3-2:** Placa Técnica del Generador  
**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

El sistema cuenta con una batería de 24V a 100A, el mismo permite el encendido eléctrico por medio de un motor de arranque del generador, además suministra el voltaje adecuado al PLC. La batería recupera la carga por medio de un alternador, el cual se acciona cuando el generador se encuentra en marcha.

Dentro de la composición física del generador se encuentran sensores que se encargan de la instrumentación de los diferentes estados y cambios que sufre el sistema durante su funcionamiento, los mismos que permiten obtener una correcta automatización garantizando la continuidad de la energía eléctrica en el centro de acopio.



**Figura 4-2:** Partes del Generador Preston  
**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

**Tabla 2-2:** Partes del Generador Prestol PRG20L

Numeración	Detalle
1	Sistema de Ventilación
2	Alternador de Corriente
3	Batería
4	Motor de Arranque
5	Paro de Emergencia
6	Motor de Combustión

**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

Las variables generadas por los sensores (controlables) son: velocidad del motor, presión de aceite, temperatura, voltaje generado, potencia, frecuencia, nivel de combustible en el tanque y horas de funcionamiento del motor.



**Figura 5-2:** Sensor de presión de Aceite

**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

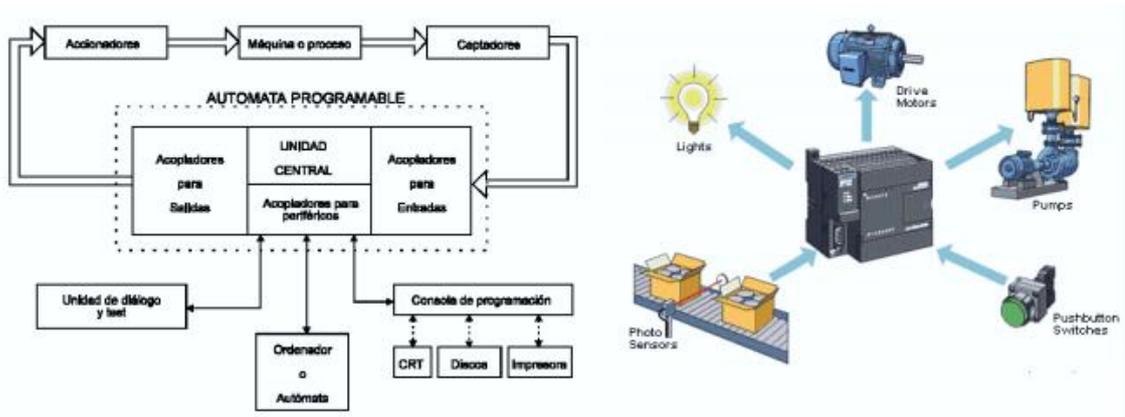


**Figura 6-2:** Sensor de Temperatura

**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

## 2.2 Controlador Lógico Programable (PLC)

El equipo electrónico PLC está diseñado para operar de forma digital mediante el uso de una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones como: funciones lógicas, secuencias, registro y control de tiempos (tiempo real), a través de módulos de entradas/salidas digitales o analógicas. La información con la que trabaja el PLC se obtiene de sensores y programas lógicos internos, que actúan sobre los actuadores de la instalación.



**Figura 7-2:** Función de un Controlador Lógico Programable (PLC)

Fuente: [www.infoplc.net/files/documentacion/automatas/infoPLC\\_net\\_1\\_Intro\\_Automatas.pdf](http://www.infoplc.net/files/documentacion/automatas/infoPLC_net_1_Intro_Automatas.pdf)

### 2.2.1 Controlador DEEP SEA PLC

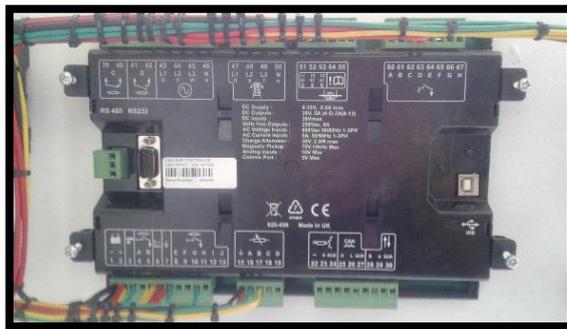
Deep Sea PLC es un módulo de control de arranque Automático con falla de red con capacidad de monitorear la fuente de alimentación principal (arranque y paro del generador), además cuenta con un diseño en el menú de funciones fáciles de configurar. Entre las características principales del módulo tenemos un reloj en tiempo real para el mejoramiento de los registros de operación.

El monitoreo remoto durante la operación del generador se la puede realizar a través de la comunicación Ethernet a un bajo costo. El módulo posee algunos beneficios como: un software libre de licencia, puede configurarse los periodos de mantenimiento, display de fácil lectura y sobre todo el PLC puede ser integrado en los sistemas de administración de la industria.

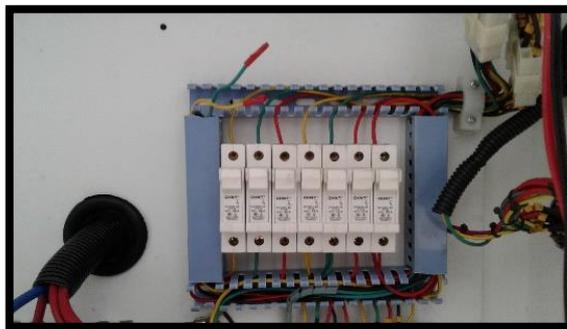
El Deep Sea PLC DSE7230 con el que se trabajó, se encuentra en el gabinete del generador, diseñado para sistemas de transferencia de energía eléctrica, se diferencia de los otros controladores porque sus herramientas están diseñadas para este tipo de sistemas lo que reduce los recursos en la implementación. Además el generador cuenta con un gabinete extra que permite la implementación de las protecciones que requiere el controlador para la alimentación y la instrumentación del voltaje producido por la red y el generador cuando se encuentre funcionando.



**Figura 8-2:** Controlador Deep Sea (Vista Frontal)  
**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016



**Figura 9-2:** Controlador Deep Sea (Vista Posterior)  
**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016



**Figura 10-2:** Fusibles de Protección  
**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

### 2.2.2 Características DSE7320

La empresa DSE Control nos presenta las siguientes características físicas de la serie DSE7310 y DSE7320:

- Reloj en tiempo real.
- Pantalla LCD de 132x64 pixeles.
- Conectividad USB.

- Registro de eventualidades con fecha y hora.
- Salidas de combustible y marcha configurable.
- Transferencia de carga automática.
- Entradas digitales y analógicas configurables.
- Salidas configurables.
- Configuración mediante software.
- Mensajes SMS.
- Comunicación seleccionable por el usuario RS232 y RS485.
- Alarmas y temporizadores configurables.

### ***2.2.3 Entradas y Salidas***

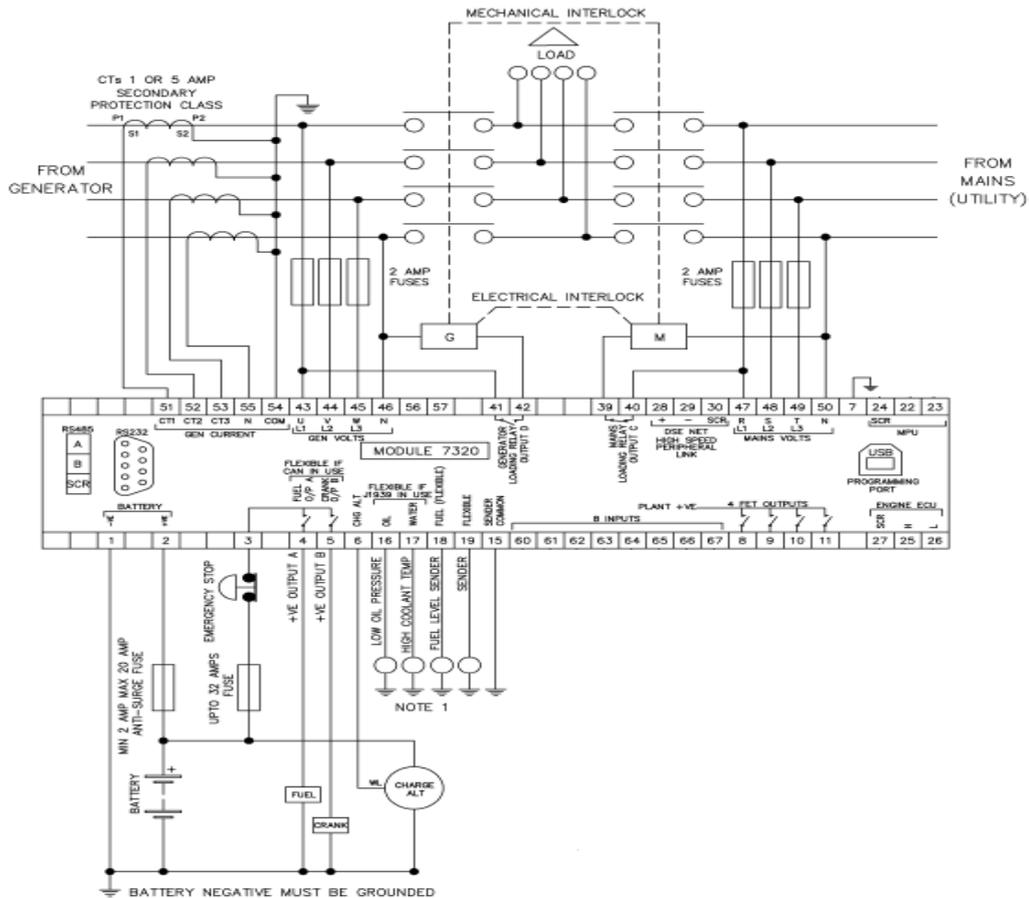
El sistema controlador lógico programable (PLC) posee entradas analógicas para presión de aceite, temperatura y nivel de combustible, los mismos que se encuentran conectados con los sensores resistivos que están montados en el motor convencional del equipo, a través del cual obtenemos los datos de monitoreo y funciones de protección.

El módulo además cuenta con cuatro salidas configurables, estas salidas poseen una amplia gama de diversidad de funciones, condiciones o alarmas que serán configuradas mediante un software para PC, los datos serán seleccionados de acuerdo a la instrumentación que requiera saber el operario encargado, en este caso el centro de acopio requiere específicamente saber el estado de arranque del generador cuando exista un fallo eléctrico.

### ***2.2.4 Conexiones del Controlador***

El controlador cuenta con un esquema eléctrico claramente especificado en la vista posterior del controlador (figura 9-2), permitiendo al usuario un fácil reconocimiento de los terminales y conexiones que se deben realizar antes de implementar el sistema, es importante tener en cuenta el dimensionamiento del cable y las terminales que se utilizará para realizar las respectivas conexiones de los sensores, actuadores, botones y comunicaciones, una mala conexión puede llevar a generar un fallo de arranque del sistema.

Es muy importante realizar un estudio de los controladores Deep Sea PLC, para lo cual se recomienda revisar el esquema eléctrico para la identificación y distribución de los elementos que serán necesarios para la automatización del sistema de transferencia, de la misma manera el dimensionamiento de los elementos dependerá del estudio sobre el funcionamiento del sistema, antes de empezar a realizar las conexiones para la transferencia de energía.



**Figura 11-2:** Diagrama de Conexión  
**Fuente:** Anthony Manton (DSE72/7300 Series configuration suite)

### 2.2.5 Operación del Controlador

El módulo posee botones de arranque, paro, auto, manual y de prueba, ubicados en la parte frontal del panel, los botones nos permiten generar el arranque manual así como el arranque automático. El centro (operador) para el arranque del generador lo realiza manualmente, pero a través de la programación y un tablero de transferencia, el módulo podrá efectuar el encendido automático del equipo.

**Tabla 3-2:** Arranque Manual del Generador para la Transferencia de Energía

Encendido	Apagado
Girar la llaves para el encendido del generador	Bajar el breaker
Pulsar el botón de control manual	Pulsar el botón de control detener o establecer
Pulsar el botón de control de arranque	Girar la llaves para el apagado del generador
Levantar el breaker	

**Fuente:** Pintulac  
**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016



**Figura 12-2:** Arranque Manual del Módulo

Realizado por: Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

El menú del sistema se puede manejar utilizando los 5 botones de navegación que se encuentran ubicados al lado izquierdo de la pantalla (LCD). Donde además podemos observar las notificaciones que son emitidas por los sensores.



**Figura 13-2:** Sistema de Navegación del Menú

Realizado por: Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

### **2.2.6 Configuración del Controlador**

El módulo puede ser configurado de dos maneras:

- Usando los botones de navegación que se encuentran en el panel frontal.
- Mediante el software Deep Sea PLC para PC y un cable USB para transmitir los datos configurados del software.

## **2.3 Automatización Programable del Sistema de Transferencia**

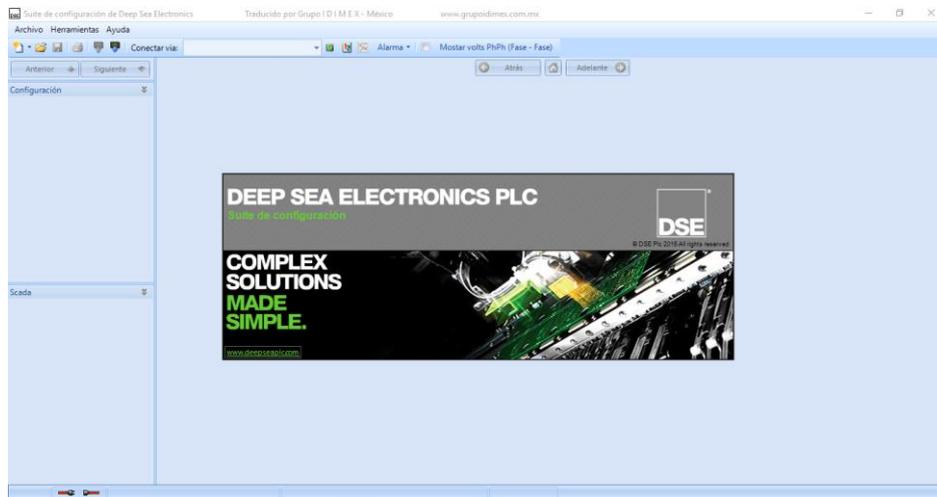
### **2.3.1 Lenguaje de Programación DEEP SEA PLC**

La automatización del módulo se realizó mediante el software PLC de Deep Sea Electronics v2.9.9, es un programa desarrollado especialmente para sistemas de transferencias automáticas de energía, poseen herramientas directas de programación que permiten que el usuario programe

de manera adecuada y eficiente para el accionamiento automático del generador cuando exista un fallo eléctrico y permita realizar la transferencia de energía en tiempo real.

La suite de configuración debe ser estudiada antes de realizar cualquier manipulación o cambios en el sistema, posteriormente a la configuración de la suite conectaremos a la PC con el módulo mediante un cable USB. Este Software permite el fácil acceso a los controladores del módulo para conocer los valores de los mismos, además al ser configurado el PLC ayuda a obtener con mayor facilidad un monitoreo de diagnóstico del equipo.

La instalación del Software es fácil y sencilla, siempre y cuando la suite de configuración sea descargada desde la página oficial Deep Sea PLC, conjuntamente con su manual de operación.



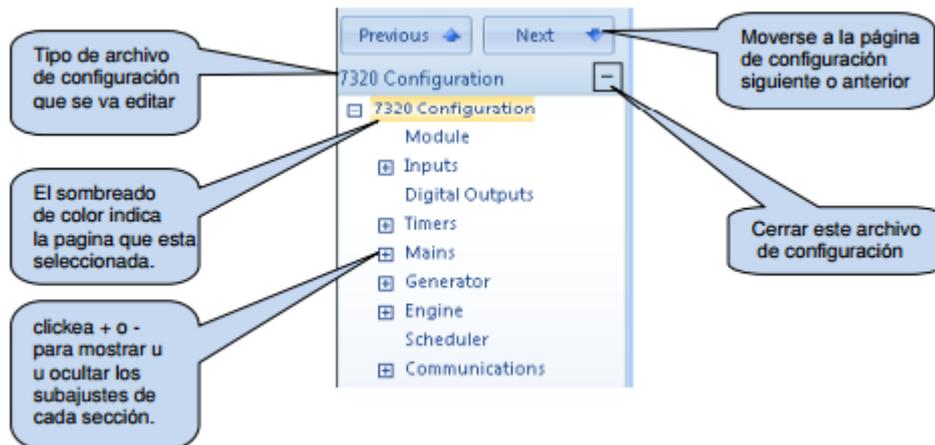
**Figura 14-2:** Suite de Configuración PLC  
**Fuente:** Suite de configuración de Deep Sea Electronics



**Figura 15-2:** Menú Principal de Navegación  
**Fuente:** Suite de configuración de Deep Sea Electronics

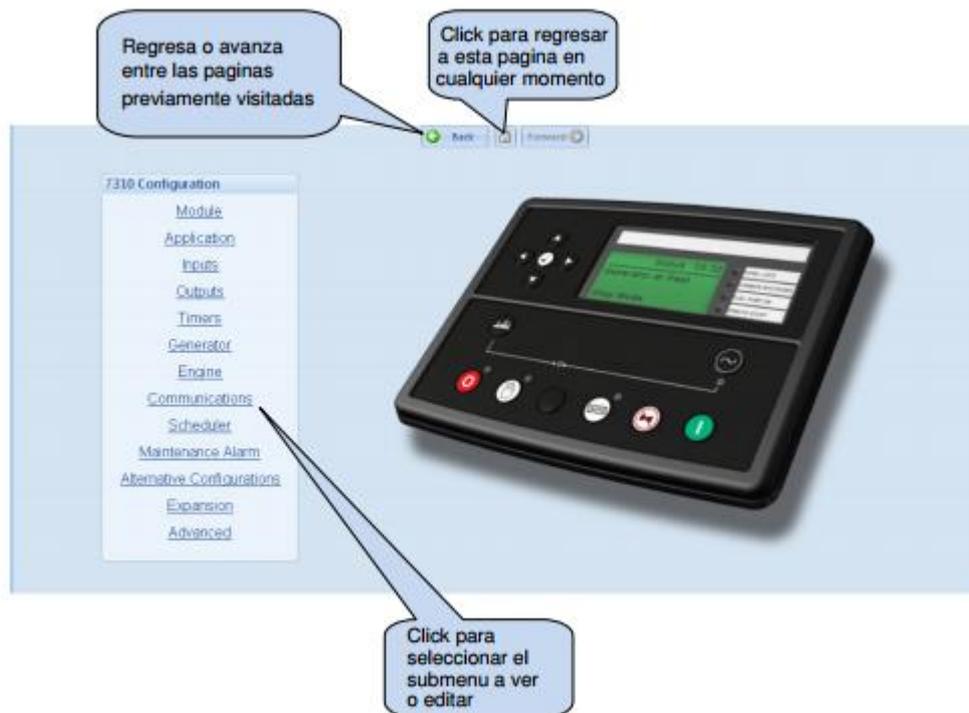
### 2.3.2 Edición de Configuración del Menú Principal

El menú principal de la suite de configuración nos muestra las entradas, salidas, Leds, temporizadores del sistema, y ajustes de nivel (configuración particular).



**Figura 16-2:** Menú de Entradas y Salidas

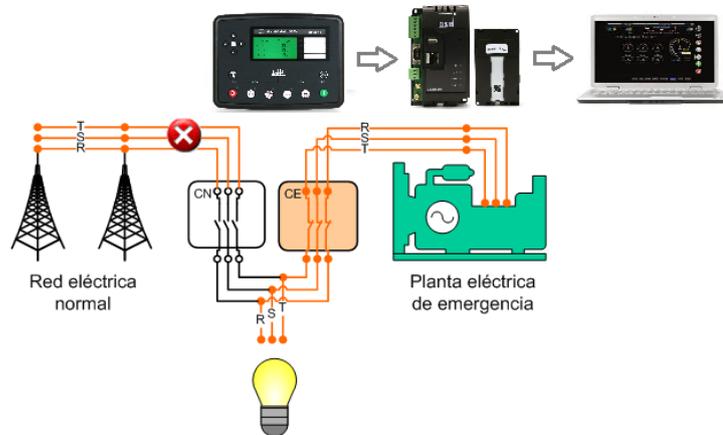
Fuente: Anthony Manton (DSE72/7300 Series configuration suite)



**Figura 17-2:** Diseño de Pantalla

Fuente: Anthony Manton (DSE72/7300 Series configuration suite)

### 2.3.3 Configuración Programable para el Arranque Automático



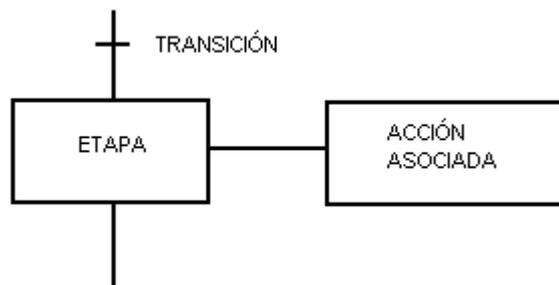
**Figura 18-2:** Esquema General de Automatización  
Realizado por: Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

#### 2.3.3.1 Gráfico Secuencial de Funciones (GRAFCET)

El gráfico secuencial de funciones se encarga de describir los pasos a automatizar mediante un diagrama secuencial de bloques, teniendo en cuenta las acciones a realizar y los procesos que provocan dichas acciones. (José Manuel Gea, 2006)

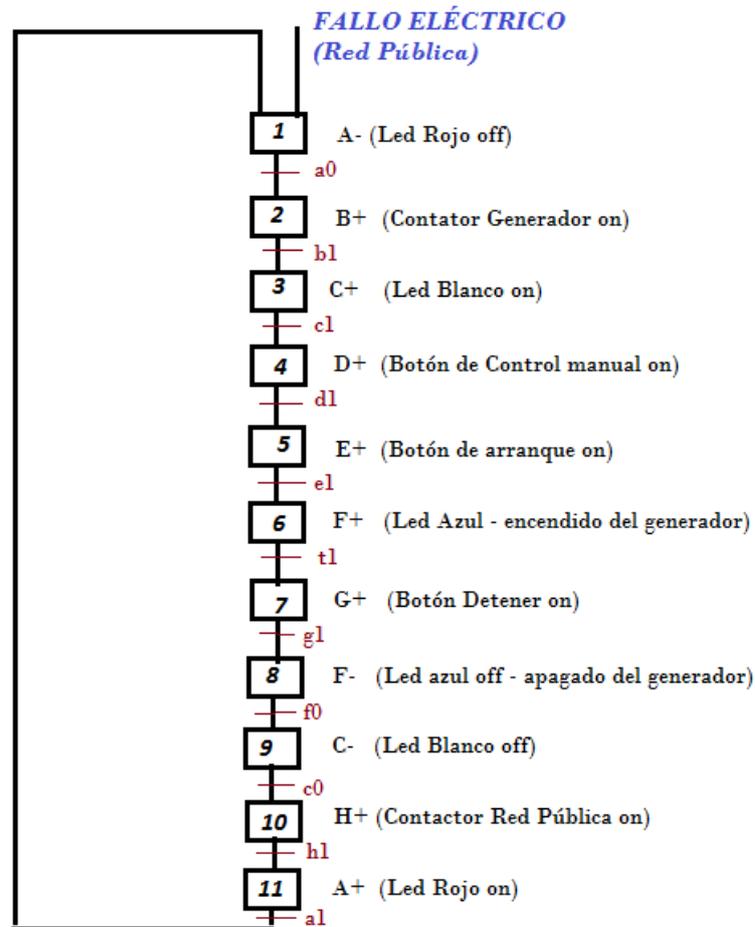
Un GRAFCET está compuesto de:

- Etapa: Indica el estado en el que se encuentra el automatismo.
- Acción asociada: Indica la acción a realizar.
- Transición: Es la evolución del GRAFCET (indica la etapa anterior y la siguiente).



**Figura 19-2:** Estructura General del GRAFCET  
Fuente: José Manuel Gea

El sistema de transferencia de energía automatizada requiere de diferentes dispositivos que actúen en un tiempo real como se puede observar en la gráfica 2-18, a continuación se presenta el GRAFCET de la secuencia de procesos que debe seguir la automatización:



**Figura 20-2:** GRAFCET del Sistema de Automatización  
Realizado por: Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

$$M1 = \text{Fallo Eléctrico} + a1M11 + M1\overline{M2}$$

$$M2 = a0M1 + M2\overline{M3}$$

$$M3 = b1M2 + M3\overline{M4}$$

$$M4 = c1M3 + M4\overline{M5}$$

$$M5 = d1M4 + M5\overline{M7}$$

$$M6 = e1M5 + M6\overline{M7}$$

$$M7 = t1M6 + M7\overline{M8}$$

$$M8 = g1M7 + M8\overline{M9}$$

$$M9 = f0M8 + M9\overline{M10}$$

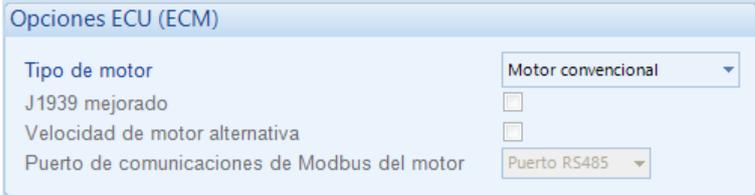
$$M10 = c0M9 + M10\overline{M11}$$

$$M11 = h1M10 + M11\overline{M1}$$

Donde **t1** indica el restablecimiento del fallo eléctrico de la red pública.

### 2.3.3.2 Selección del Motor

En esta sección seleccionaremos el tipo de generador que se utiliza en el sistema de transferencia, que consiste en un motor convencional a diésel con encendido electrónico simple. Para ello seleccionamos la opción correspondiente como se muestra en la siguiente figura:



Opciones ECU (ECM)

Tipo de motor: Motor convencional

J1939 mejorado:

Velocidad de motor alternativa:

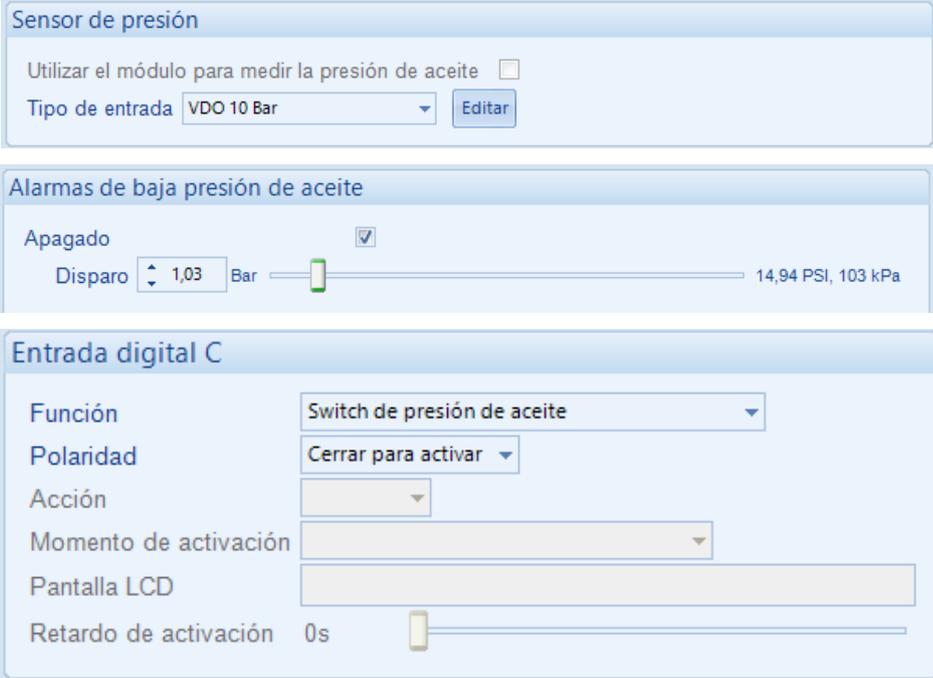
Puerto de comunicaciones de Modbus del motor: Puerto RS485

**Figura 21-2:** Selección del Motor

Fuente: Suite de configuración de Deep Sea Electronics

### 2.3.3.3 Entradas del Sistema

Para el control de la presión de aceite se llevará a cabo mediante el uso del sensor VDO 10 Bar que permite el paro del sistema si la presión baja menos del 14,94 PSI se configura en la entrada digital C para que se cierre al activar como se muestra en las siguientes figuras.



Sensor de presión

Utilizar el módulo para medir la presión de aceite:

Tipo de entrada: VDO 10 Bar [Editar]

Alarmas de baja presión de aceite

Apagado:

Disparo: 1,03 Bar (14,94 PSI, 103 kPa)

Entrada digital C

Función: Switch de presión de aceite

Polaridad: Cerrar para activar

Acción: [ ]

Momento de activación: [ ]

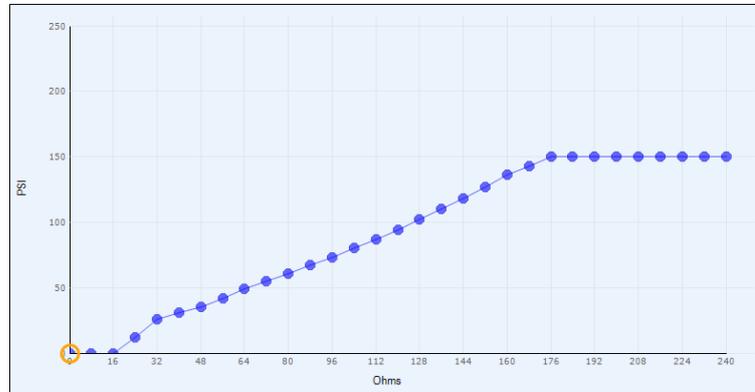
Pantalla LCD: [ ]

Retardo de activación: 0s

**Figura 22-2:** Configuración del sensor de presión de aceite

Fuente: Suite de configuración de Deep Sea Electronics

Como el sensor es un elemento piezo resistivo es necesario un acondicionamiento de la señal producido para que el controlador pueda proporcionar una lectura adecuada de la presión de aceite, para ello editamos la curva proporcionada por la plataforma de programación.



**Figura 23-2:** Acondicionamiento de la señal del sensor de presión de aceite  
**Fuente:** Suite de configuración de Deep Sea Electronics

Para el controlador de la temperatura se empleó un sensor VDO 120 ° C que proporciona una lectura de la temperatura del motor y lo apagará en caso de exceder los 96 ° C además de una pre-alarma a los 94 ° C , este sensor se lo configura en la entrada digital D.

**Sensor de temperatura**

Utilizar el módulo para medir la temperatura de refrigerante

Tipo de entrada VDO 120 ° C Editar

---

**Alarmas de alta temperatura de refrigerante**

Apagado

Disparo 96 ° C 205 ° F

Pre-alarma

Disparo 94 ° C 201 ° F

Retorno 92 ° C 198 ° F

---

**Entrada digital D**

Función Switch de temperatura de refrigerante

Polaridad Cerrar para activar

Acción

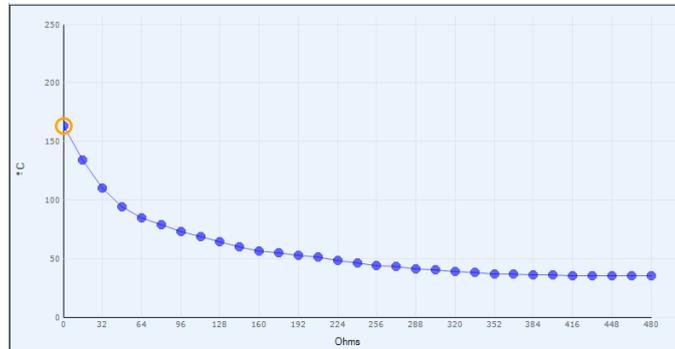
Momento de activación

Pantalla LCD

Retardo de activación 0s

**Figura 24-2:** Configuración del sensor de temperatura  
**Fuente:** Suite de configuración de Deep Sea Electronics

De la misma manera el acondicionamiento de la señal producida por el sensor se la puede editar para que el controlador varíe su resistividad de acuerdo a la temperatura y esta pueda dar una lectura adecuada.



**Figura 25-2:** Acondicionamiento de la señal del sensor de temperatura  
**Fuente:** Suite de configuración de Deep Sea Electronics

#### 2.3.3.4 Salidas del Sistema

Una de las ventajas que presentan estos tipos de controladores para el sistema de transferencia de energía es la de reducción de recursos, el controlador cuenta con salidas tipo relevador que, son contactos normalmente abiertos y normalmente cerrados. Estas salidas se emplean para conectar directamente las bobinas de los contactores y así cumplir con el seccionamiento de carga cuando exista una transferencia de energía.

Salidas a relevador (Volt Free)		
	Fuente	Polaridad
Salida C (N/C)	Cierre del breaker de red normal	Des-energizar
Salida D	Cierre del breaker del Gen.	Energizar

**Figura 26-2:** Configuración de salidas digitales principales  
**Fuente:** Suite de configuración de Deep Sea Electronics

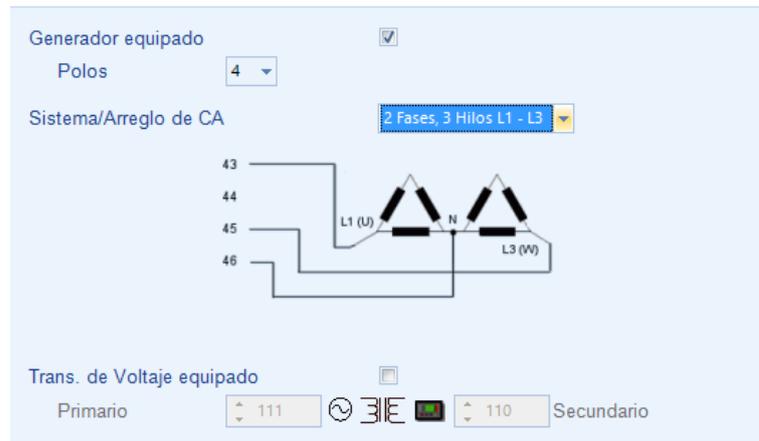
El empleo de una salida secundaria (Salida E) es importante en nuestro sistema, porque este va a permitir el accionamiento del músculo eléctrico, el cual se lo configura posterior al terminar de configurar los demás parámetros del sistema.

Salidas a relevador (Sin corriente directa)		
	Fuente	Polaridad
Salida E	Control remoto 1	Energizar
Salida F	No utilizado	Energizar
Salida G	Energizar para parar	Energizar
Salida H	No utilizado	Energizar

**Figura 27-2:** Configuración de salida secundaria para accionar el músculo eléctrico  
**Fuente:** Suite de configuración de Deep Sea Electronics

### 2.3.3.5 Configuración del Generador

El grupo electrógeno instalado en el centro proporciona un sistema de corriente alterna trifásica de 120/208V, en esta sección el software proporciona una configuración muy flexible sobre los arreglos que puede manejar el sistema de transferencia, acomodándose a la instalación eléctrica del centro de acopio Tuhualag. El centro cuenta con equipos que funcionan con un sistema bifásico de alimentación para ello el arreglo adecuado a seleccionar es como se encuentra en la figura 28-2.



**Figura 28-2:** Configuración del arreglo de Corriente Alterna  
Fuente: Suite de configuración de Deep Sea Electronics

De acuerdo a la configuración el controlador permite que la lectura de las líneas de entrada por parte de la red eléctrica pública y la red eléctrica del generador no genere un error al momento de su conexión, porque solo detectara dos líneas de fase y una de la toma neutra. Además se debe configurar alarmas para detectar fallos como bajo voltaje, sobre voltaje, voltaje de carga, frecuencia, corriente y potencia, para que el sistema pueda trabajar correctamente.

Alarmas de bajo voltaje			
Alarma	<input checked="" type="checkbox"/>	Acción: Paro	
Disparo	<input type="checkbox"/>	184 V PhPh	83,6 %
Pre-alarma	<input checked="" type="checkbox"/>	Disparo: 190 V PhPh	86,4 %

Alarmas de sobre voltaje			
Pre-alarma	<input checked="" type="checkbox"/>	Retorno: 240 V PhPh	109,1 %
Disparo	<input type="checkbox"/>	244 V PhPh	110,9 %
Apagado	<input type="checkbox"/>	Disparo: 250 V PhPh	113,6 %

### Alarmas de baja frecuencia

Alarma

Acción Paro

Disparo 54,0 Hz 90,0 %

Pre-alarma

Disparo 55,0 Hz 91,7 %

### Alarmas de sobre frecuencia

Pre-alarma

Retorno 64,5 Hz 107,5 %

Disparo 65,0 Hz 108,3 %

Apagado

Disparo 66,0 Hz 110,0 %

### Alarma de sobre corriente

Advertencia inmediata

Alarma IDTM

Disparo 120 % 62 A

Multiplicador de tiempo 36

Acción Advertencia

### Corto circuito

Habilitado

Acción Disparo eléctrico

Disparo 300 % 156 A

Multiplicador de tiempo 0,10

### Protección por sobre carga

Habilitar

Acción Paro

Disparo 100 % 12 kW

Retorno 90 % 10 kW

Retardo 5s

**Figura 29-2:** Configuración de alarmas del generador  
Fuente: Suite de configuración de Deep Sea Electronics

#### 2.3.3.6 Conexión a la Red Eléctrica Pública

En esta sección como la red ya está establecida por la empresa eléctrica, simplemente se configura las alarmas que proporcionaran al sistema un conocimiento del estado de la misma, lo que permitirá la activación del generador en caso de existir un fallo eléctrico. Las variables de las alarmas de la red son las mismas que las del generador.

## 2.4 Acoplamiento del Músculo Eléctrico con el Controlador

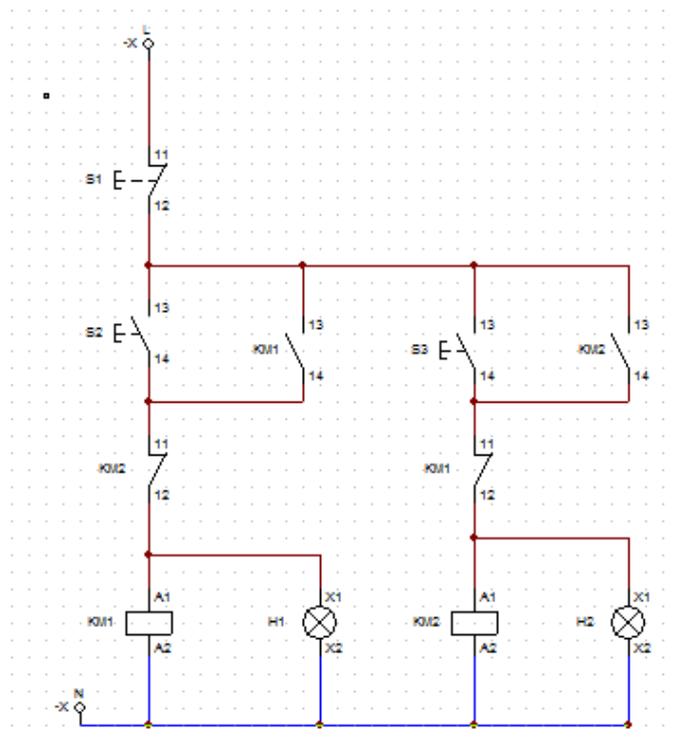
Como es de conocimiento la automatización del sistema de transferencia instalado en el centro de acopio de leche Tahuallaga es manual, el trabajo consiste en implementar un músculo eléctrico que permita el accionamiento del sistema para que funcione automáticamente, para ello se utilizó una salida digital (Salida E, F) del controlador para proporcionar una señal que active el músculo eléctrico.

El control remoto proporcionada por la salida E ,F, energizará el circuito modulador por ancho de pulso implementado en el sistema permitiendo el accionamiento del sistema automáticamente.

## 2.5 Diseño del Tablero de Transferencia de Energía

Una vez identificado las conexiones y luego de haber conectado correctamente los sensores, actuadores e indicadores se procedió a dimensionar el tablero de transferencia con el circuito de control y fuerza, del sistema.

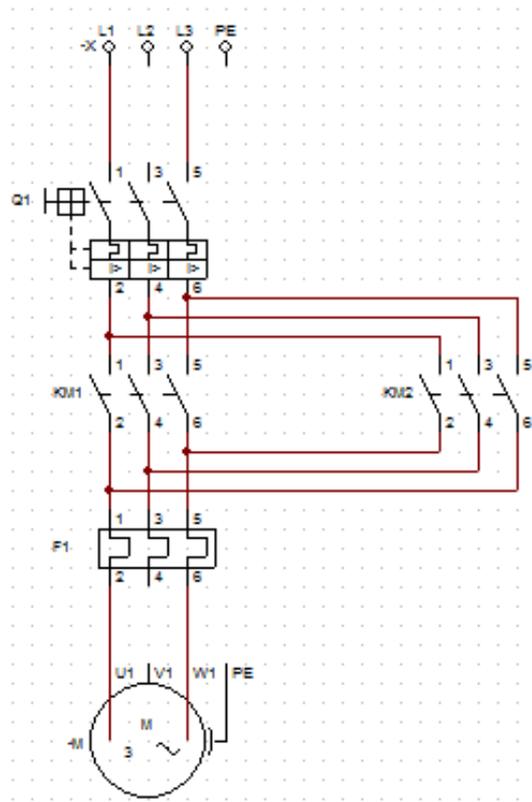
Para el diseño del circuito de control se realizó la simulación en el software CadeSimu, para validar el funcionamiento.



**Figura 30-2:** Diseño del Circuito de Control  
Realizado por: Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

## Nomenclatura

- S2 Contacto normalmente cerrado del controlador DSE7320
- S3 Contacto normalmente abierto del controlador DSE7320
- KM1 (A1 A2) Bobina del contactor de la red pública
- KM2 (A1 A2) Bobina del contactor del generador
- KM1 (11 12) Contacto auxiliar de la bobina del contactor de la red pública
- KM2 (11 12) Contacto auxiliar de la Bobina del contactor del generador
- H1 Indicador luminoso del estado de la red pública
- H2 Indicador luminoso del estado del generador



**Figura 31-2:** Diseño del circuito de Fuerza  
Realizado por: Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

## Nomenclatura

- KM1 Contacto normalmente abiertos principales del contactor
- KM2 Contacto normalmente abiertos principales del contactor
- M Carga del centro de acopio
- P1 Protección
- Q1 Disyuntor de la carga

### 2.5.1 Dimensionamiento de Contactores

Para el cálculo de la corriente de servicio, aplicaremos las siguientes ecuaciones para la obtención de la potencia aparente del sistema:

$$S_{1\phi} = I_c * V \quad (\text{EC. 1})$$

Donde:

$S_{1\phi}$ , es la potencia aparente

$I_c$ : Corriente de servicio

$V$ : Suministro de voltaje

$$I_c = \frac{14000}{220} \quad (\text{EC. 2})$$

$$I_c = 63.63 \text{ A}$$

Para respaldar la instalación de cargas futuras, se debe calcular para más el 5% de la corriente de servicio

$$I_{cp} = I_c * 0.05 \quad (\text{EC. 3})$$

Donde:

$I_{cp}$ : Corriente de servicio proyectada

$$I_{cp} = 63.63 * 0.05$$

$$I_{cp} = 3,18 \text{ A}$$

La corriente de servicio proyectada total  $I_{cpt}$  será:

$$I_{cpt} = I_c + I_{cp} \quad (\text{EC. 4})$$

$$I_{cpt} = 63,63 + 3,18$$

$$I_{cpt} = 66.81 \text{ A}$$

Debido a que no existe un contactor con el valor de  **$I_{cpt}$** , se elegirá el contactor mas próximo con el valor de 75 A.

## 2.6 Músculo Eléctrico

Uno de los mayores impedimentos al momento de implementar la automatización de un sistema de transferencia son los costos, el mercado ofrece una amplia variedad de tableros que cuentan con todo lo necesario, pero muchos de estos están sobredimensionados y no satisfacen de manera completa las necesidades del consumidor.

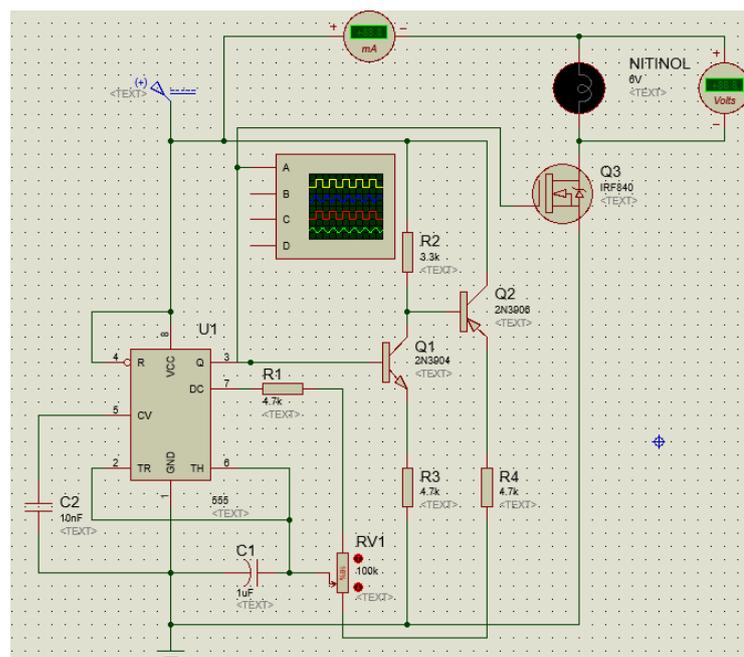
El centro de acopio de Tualag como cuenta con un sistema manual de transferencia de energía y un controlador lógico programable que lamentablemente no cuenta con el código de programación que permita la automatización del sistema.

Como ya se implementó el tablero de transferencia con todos sus elementos correctamente dimensionados la solución más viable es accionando el generador de manera automática empleando un actuador como es el músculo eléctrico. Este tiene la función de presionar los botones que permitirá el arranque del generador de manera correcta al momento de existir una falla eléctrica en el suministro de energía pública.

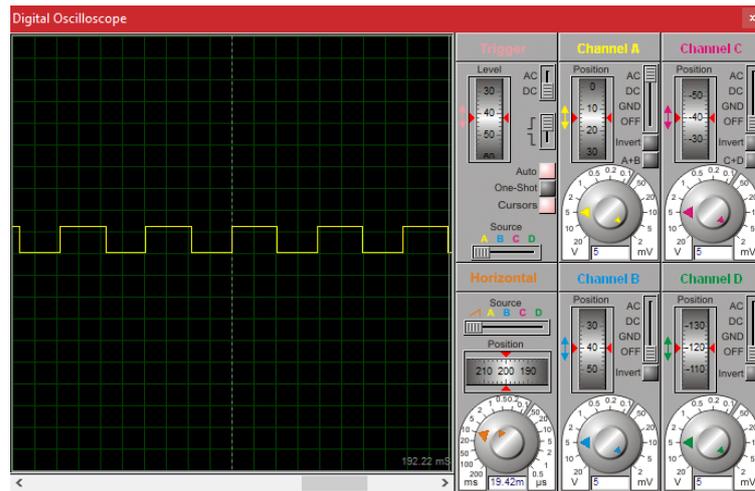
Nitinol mejor conocido como músculo eléctrico es un actuador que permite presionar el botón de puesta en marcha del generador, para ello se llevó a cabo algunas pruebas que permitieron identificar el calibre y la alimentación requerida para que funcione de manera adecuada.

### 2.6.1 Dimensionamiento del calibre y alimentación del músculo

El alambre de nitinol es excitado simplemente por una fuente de calor que permita recuperar la forma original del alambre establecida por el usuario, esta fuente de calor se la proporciona el circuito PWM diseñada para la modulación del ancho de pulso, lo que permite que la distribución de calor a lo largo del alambre sea más uniforme y no genere deterioro del elemento, garantizando así una prolongación en su vida útil.

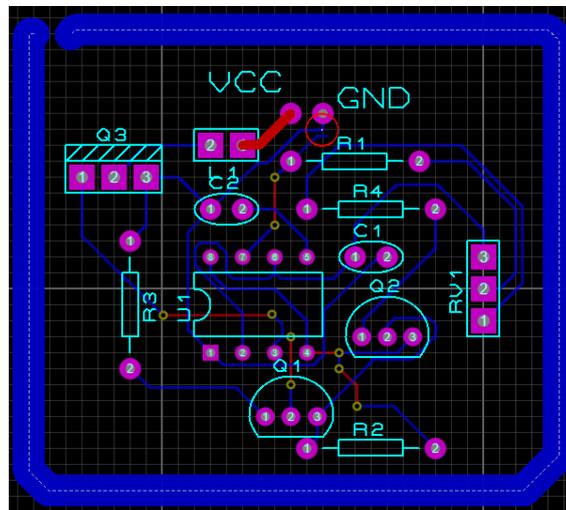


**Figura 32-2:** Circuito de Excitación del Músculo Eléctrico  
Realizado por: Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016



**Figura 33-2:** Señal generada por el circuito PWM  
**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

El ciclo de trabajo proporcionado por el circuito modulador de ancho de pulso proporciona un control muy estable para generar un grado más preciso de la contracción del alambre, es muy utilizado para lugares pequeños en donde un actuador convencional no podría acoplarse. Se debe tomar en cuenta que si la corriente del circuito necesaria para activar el alambre es elevada se debe proporcionar un disipador de calor en el mosfet que activa el músculo.



**Figura 34-2:** Diseño PCB  
**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

El mercado local ofrece únicamente un limitado número de modelos y calibres de los músculos eléctricos, por ello se procedió a la adquisición del alambre de 0.040 pulgadas o un milímetro de diámetro, de acuerdo a la información proporcionada por el fabricante se debe calcular la corriente por el principio básico de calentamiento dictada por la Joule, el cual plantea que:

$$P = I^2 * R * t$$

Dónde:

$P$  es la potencia del circuito.

$I$  es la corriente que circula por el alambre.

$R$  es la resistencia del material (Nitinol).

$t$  es el tiempo que se energiza el alambre.

La resistencia de nuestro alambre se puede obtener mediante propiedad de la resistividad:

$$R = (\rho * L) / A$$

Dónde:

$\rho$  es la resistividad del material. (Para Nitinol  $\rho = 7,6 * 10^{-5}$ )

$L$  es la longitud del alambre.

$A$  es la sección transversal del alambre o diámetro.

Entonces para nuestro caso tenemos que:

$$R = ((7,6 * 10^{-5}) * 0.030) / (0.001)^2$$

$$R = 2.28 \Omega$$

El alambre de nitinol tiene un calor latente de transformación de aproximadamente 20 J / g y un calor específico de 0,01 J / g \* C. La energía necesaria para calentar la muestra de un gramo de alambre durante un segundo desde la temperatura ambiente de 20 ° C a la temperatura de transición de 45 ° C se la determina a partir de la ecuación:

$$E = P/t$$

$$E = (1 * 0.01 * (45 - 20) + 1 * 20)/1$$

$$E = (0.25 W + 20 W)/1$$

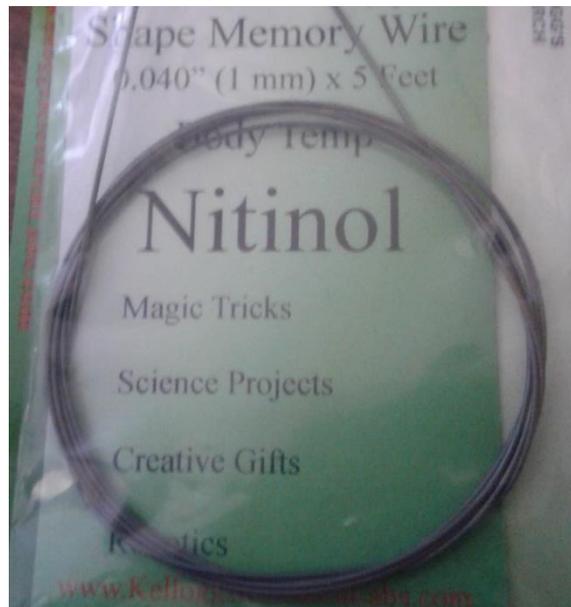
$$E = 20.25 W$$

Finalmente:

$$I = \sqrt{\frac{20,25}{2.28}}$$

$$I = 2.98 A$$

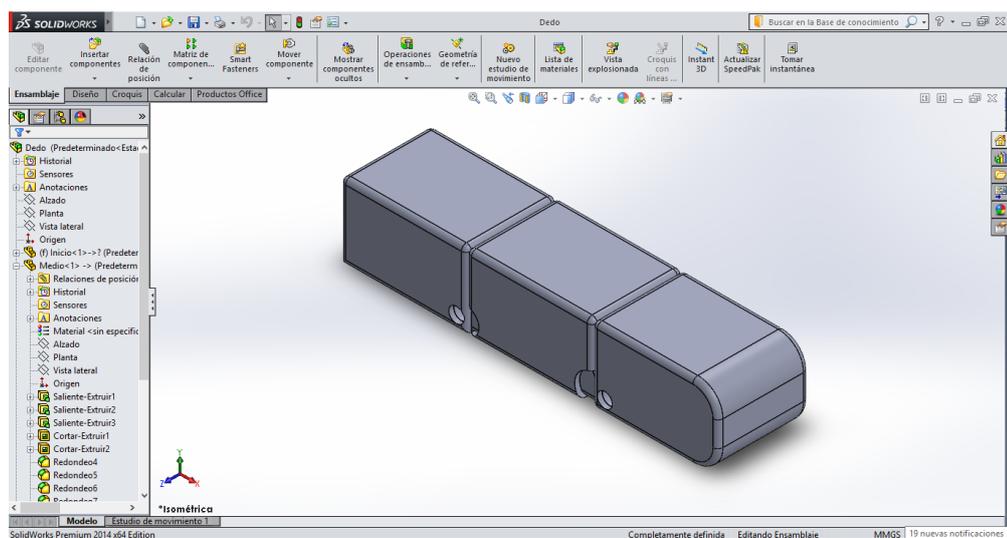
Para el sistema se empleó un alambre con diámetro de un milímetro y un circuito de modulador de ancho de pulso que entregue una potencia de 20,25 W a una intensidad de 2,98 A.



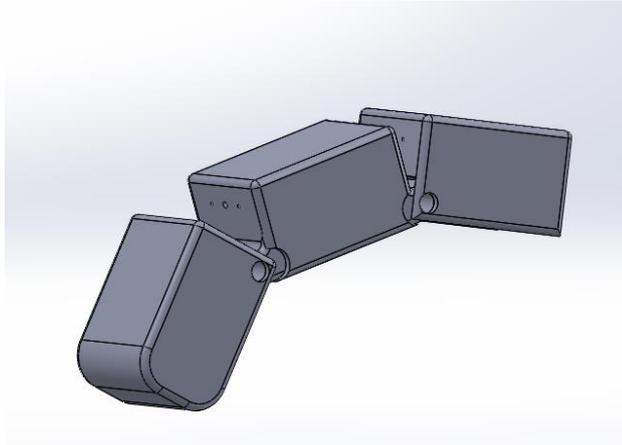
**Figura 35-2:** Alambre de Nitinol  
Realizado por: Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

### 2.6.2 Diseño Mecánico del Dedo para el Músculo Eléctrico

Para accionar de manera correcta el músculo eléctrico y que garantice la pulsación de los diferentes botones, se diseñó una prótesis en el software SolidWorks lo que permitió simular de manera real el movimiento del dedo antes de ser implementado.

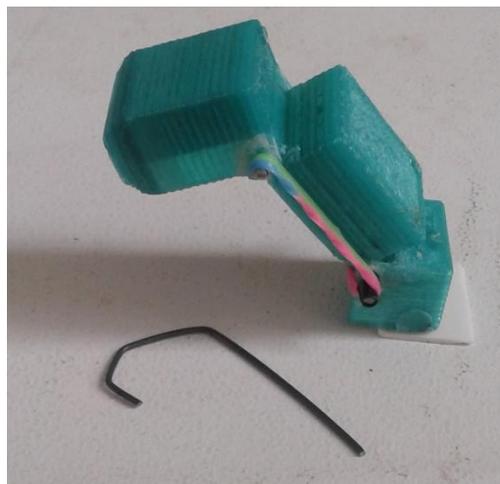


**Figura 36-2:** Diseño de la Prótesis  
Realizado por: Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016



**Figura 37-2: Movimiento del Dedo**  
Realizado por: Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

Luego se procedió a imprimir el dedo utilizando una impresora 3D lo que garantizó la fiabilidad de la prótesis al momento de acoplarlo con el músculo eléctrico.



**Figura 38-2: Resultado final de la Prótesis**  
Realizado por: Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

## 2.7 Sistema de Comunicación para el Monitoreo Remoto

El módulo DSE7320 posee un número de diversas capacidades de comunicación:

- Mensaje SMS: Posee la capacidad de enviar mensajes SMS a números móviles, notificando al operario sobre las eventualidades del generador. Para realizarlo se requiere de un modem GSM y una tarjeta SIM.
- Comunicación Remota: Cuando el módulo detecta una alarma, esta envía una notificación a la PC del usuario sobre la eventualidad. Para su funcionamiento se requiere un Modem.

- Control Remoto: El módulo puede ser controlado por un Modem GSM, Modem LAN o RS485. La particularidad de este tipo de comunicación es que permitirá al usuario controlar el PLC desde cualquier distancia (RS485 tiene una distancia límite de 1km).
- Software para PC: Mediante este tipo comunicación el módulo tiene la capacidad de ser monitoreado desde una PC (Software para PC).

Para una validación del sistema se empleará una comunicación GSM, que permite el control y monitoreo remoto del sistema, el módulo empleado es el DSE890 de Deep Sea Electronics, el mismo que cuenta con una conexión móvil de internet empleando una tecnología 2G o 3G.

### ***2.7.1 Conexión del Sistema de Comunicación con el Sistema de Transferencia***

La conexión entre el módulo de comunicación y el controlador principal se llevará a cabo por medio de cable USB tipo B.

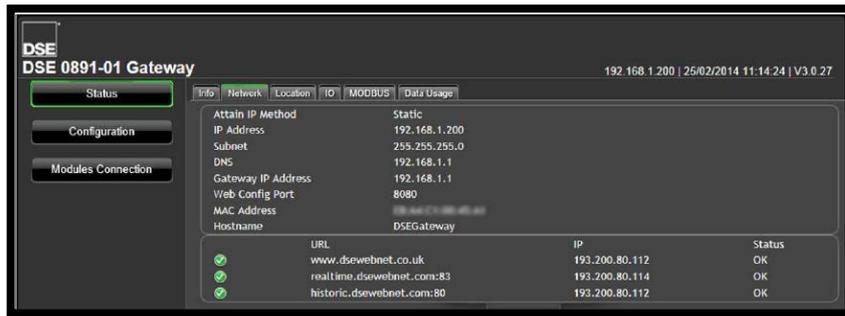


**Figura 39-2:** Conexión del controlador principal con el módulo de comunicación.

**Fuente:** Anthony Manton (DSE890 WebNet Gateway Manual)

### ***2.7.2 Configuración del Módulo de Comunicación DSE890***

La configuración del módulo de comunicación se lo realiza mediante una conexión directa entre el módulo y la computadora utilizando un cable RJ45 (Ethernet). La interfaz precargada en el módulo permite identificar claramente los parámetros empleados para la comunicación, como son: la información, el estatus, el tipo de conexión, su localización, el estado de las entradas y salidas adicionales y los datos transmitidos entre el controlador y el módulo de comunicación.



**Figura 40-2:** Información General del módulo de comunicación  
Fuente: Anthony Manton (DSE890 WebNet Gateway Manual)

Para registrar el módulo en la red móvil de internet se realizó una identificación de la red local privada tenía una mayor cobertura en el sector de la comunidad de Tualag, para garantizar el monitoreo.



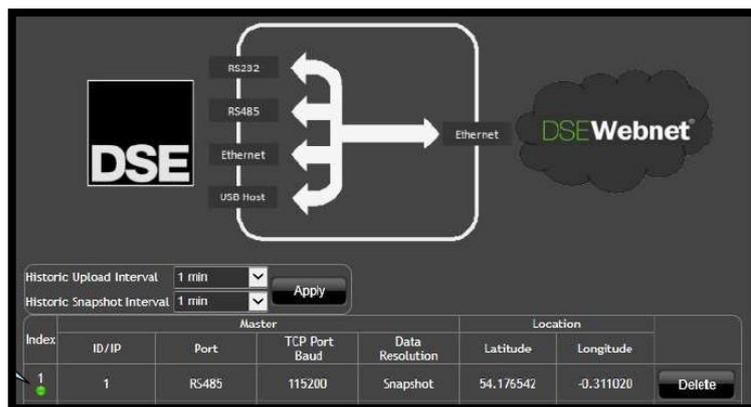
**Figura 41-2:** Estatus de la red GSM  
Fuente: Anthony Manton (DSE890 WebNet Gateway Manual)

La red elegida fue la de Movistar, para ello se adquirió una tarjeta SIM que permitió registrar el módulo para su comunicación.



**Figura 42-2:** Configuración de la red móvil  
Fuente: Anthony Manton (DSE890 WebNet Gateway Manual)

Como se mencionó anteriormente la conexión del módulo se la va a realizar mediante un cable USB, esto se debe detallar en la configuración, sino puede causar problemas al momento de identificar el controlador.



**Figura 43-2:** Identificación del Controlador Principal

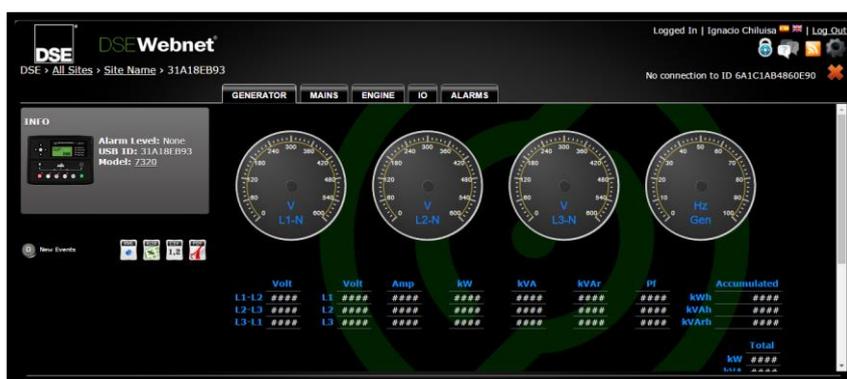
Fuente: Anthony Manton (DSE890 WebNet Gateway Manual)

Como podemos observar el modulo está correctamente conectado esto se conoce porque el indicador está en verde y listo para transmitir datos.

### 2.7.3 Registro del Sistema de Transferencia con DSEWEBNET

Una vez ya configurado correctamente el sistema de transferencia de energía con su módulo de comunicación procederemos a registrarlo en el servidor que proporciona Deep Sea Electronics, por medio de la dirección electrónica: <http://www.dsewebnet.com/index.php>.

Para el registro únicamente se necesita conocer el Gateway ID configurado en el módulo de comunicación y su respectiva contraseña, establecida por el usuario, luego el servidor de DseWebNet lo identificara y creara la interfaz para su control y monitorio.



**Figura 44-2:** Interfaz de monitoreo del sistema

Fuente: <http://www.dsewebnet.com/index.php>



**Figura 45-2:** Instrumentación de las variables dependientes del sistema  
Fuente: <http://www.dsewebnet.com/index.php>



**Figura 46-2:** Control de entradas y salidas del sistema  
Fuente: <http://www.dsewebnet.com/index.php>



**Figura 47-2:** Sistema Scada  
Fuente: <http://www.dsewebnet.com/index.php>

Ya registrado el sistema en el servidor se procede a realizar las pruebas necesarias para validar el sistema de monitoreo y control remoto por medio de pruebas realizadas en el transcurso del tiempo.

## CAPITULO III

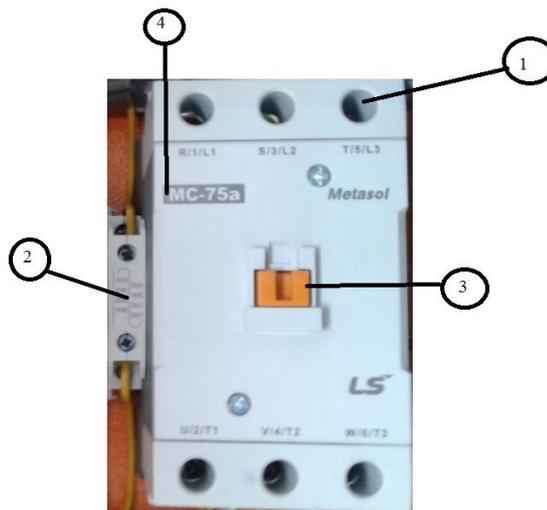
### 3. IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS

#### 3.1 Implementación del Tablero de Transferencia de Energía

Luego de diseñar y dimensionar el tablero de transferencia los elementos principales para la implementación son:

##### 3.1.1 Selección de Contactores

De acuerdo a las características del dimensionamiento presentadas en el postulado 2.5.1, los contactores que se encargaran de la transferencia del sistema de alimentación por parte de la red pública y del generador tendrán las siguientes características:



**Figura 1-3:** Características principales del contactor  
**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

**Tabla 1-3:** Características del Contactador

Numeración	Componente
1	Contactos Principales
2	Contactos Auxiliares
3	Indicador de Enclavamiento
4	Indicador de capacidad

**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

### Características Técnicas

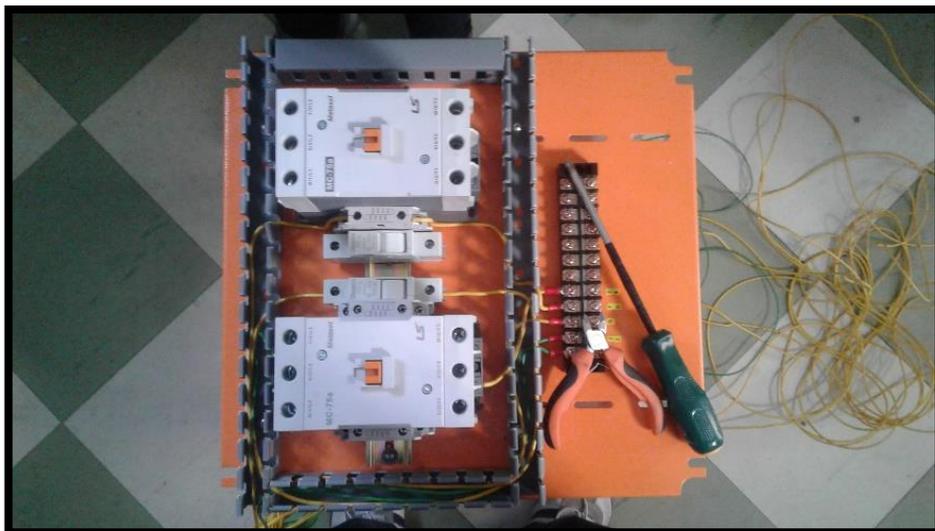
- Marca Metasol
- Contactor serie GMC 75 25
- Potencia 22 KW
- Alimentación de la bobina 220 V
- Frecuencia de 50/60 Hz
- Amperaje de 75 A

#### 3.1.2 Selección del fusible del Controlador

Para una mejor protección del sistema se instalan fusibles de 10 A en serie con la bobina del contactor, de acuerdo a las recomendaciones técnicas del fabricante del controlador DSE7320. El sistema de transferencia va a contar de dos fusibles de protección para el control de la red pública y del generador.

### Características Técnicas

- Marca Camsco
- Modelo RT 14-20
- Voltaje 500 V
- Amperaje de 10 A

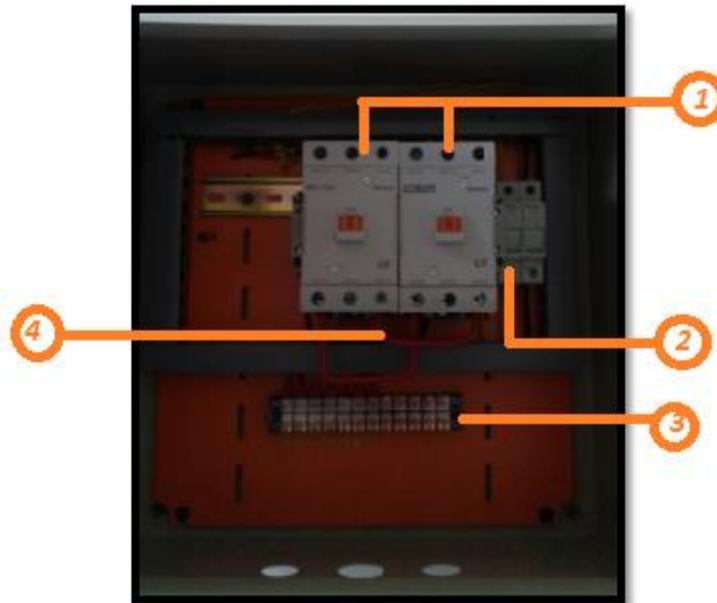


**Figura 2-3:** Implementación del circuito de fuerza

Realizado por: Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

A continuación se detallará los componentes utilizados para el tablero de transferencia:

### 3.1.3 Resultados de la Implementación del Tablero de Transferencia



**Figura 3-3:** Componentes del Tablero de Transferencia  
**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

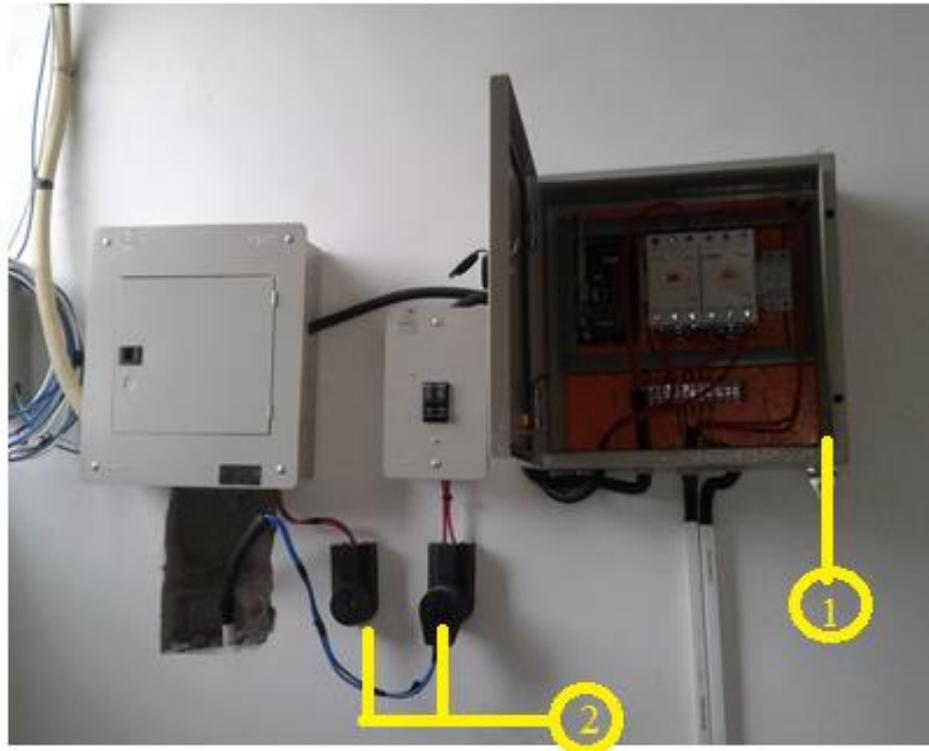
**Tabla 2-3:** Lista de componentes tablero de transferencia

Numeración	Componente	Cantidad
1	Contactador AC 220V a 50/60Hz	2
2	Fusible 10A	2
3	Bornera de 12 terminales	1
4	Cables de Conexión #16AWG	2m

**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

Los contactores seleccionados cumplieron con los parámetros requeridos para el funcionamiento de la carga instalada en el centro. Anteriormente el centro contaba con una selección manual de alimentación que constaba de dos tomacorrientes sobrepuestos en la pared, los mismos que tenían que ser manipulados por el operario cuando existía un fallo eléctrico de la red de alimentación pública.

Al construir el tablero de transferencia garantizamos la transferencia de alimentación de forma automática sin la intervención humana, ayudando de esta forma a obtener un sistema de alimentación con mayor seguridad ante riesgos eléctricos.



**Figura 4-3:** Sistema de alimentación automático

Realizado por: Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

**Tabla 3-3:** Sistema de alimentación para la transferencia de energía

Numeración	Detalle
1	Tablero de transferencia de alimentación automático
2	Sistema de alimentación manual

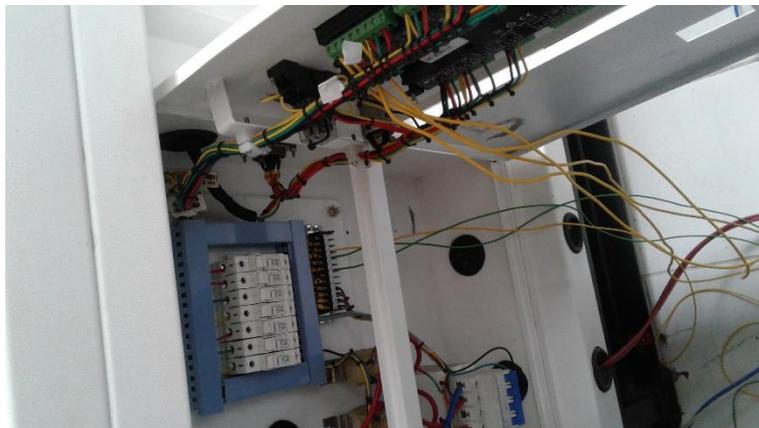
Realizado por: Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

### 3.2 Integración del Circuito de Control con el Circuito de Fuerza del Sistema de Transferencia de Energía

Una vez conectado correctamente los elementos que componen el tablero de transferencia de energía, se procede a integrar el circuito de fuerza con el de control (Tablero/PLC), además de las señales de voltaje, los sensores del grupo electrógeno e indicadores.



**Figura 5-3:** Conexión del circuito de fuerza con el de control  
**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016



**Figura 6-3:** Conexión de sensores, indicadores y suministro de red eléctrica y generador  
**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

Para las conexiones del tablero con el PLC se utilizó cable flexible # 16AWG, de color rojo, amarillo y verde, los diferentes colores de cables ayudarán a evitar confusión entre las conexiones del sistema, se recomienda utilizar indicadores auditivos y luminosos para conocer las eventualidades que se generen durante el proceso de encendido automático.

Una vez realizado las conexiones se procederá a instalar el tablero de transferencia para posteriormente empezar con las pruebas de arranque automático que fueron anteriormente programadas para la ejecución del proceso de transferencia.

### **3.3 Ejecución de la Fase de Transferencia de Energía Automatizado**

En el primer paso, se evidencia el estado actual del sistema, además de los indicadores y actuadores que se encuentran en su posición inicial, esto indica que el sistema está funcionando y listo para trabajar.



**Figura 7-3:** Sistema de Control  
**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

**Tabla 4-3:** Distribución de elementos del sistema de control

Numeración	Detalle
1	Indicadores Leds Blanco: Estado de generador (on/off). Azul: Estado del bobinado del generador. Rojo: Estado de la red pública (on/off).
2	DSE 7320
3	Interruptor tipo llave del generador.

**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

Es muy importante realizar este tipo de prueba para evidenciar las variables que se controlaran durante la ejecución el generador, como se muestra en la figura 7-3, y la función de los indicadores se encuentran detallados en la tabla 4-3.

### 3.3.1 Puesta en Marcha del Sistema Automático

- 1) Verificación del estado de la red pública.



**Figura 8-3:** Estado de la red pública  
**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

- 2) Si existe un fallo de energía el indicador luminoso de color se apagará, y se desactivara el indicador led del panel frontal de la sección de la red pública.



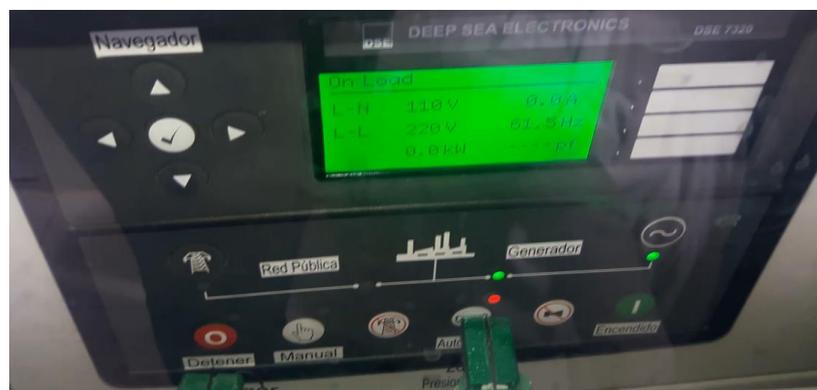
**Figura 9-3:** Fallo del suministro de la red pública  
Realizado por: Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

- 3) El indicador luminoso de la sección del generador se encenderá indicando que el generador se está preparando para su arranque.



**Figura 10-3:** Preparación del Generador  
Realizado por: Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

- 4) Posteriormente se encenderá el indicador led de la sección del generador del panel frontal.



**Figura 11-3:** Seccionamiento de carga al generador  
Realizado por: Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

- 5) Después de la culminación del proceso anterior el generador se encenderá automáticamente.
- 6) Al existir una detección de la red pública el generador se apagará y la transferencia de energía eléctrica volverá a la normalidad.

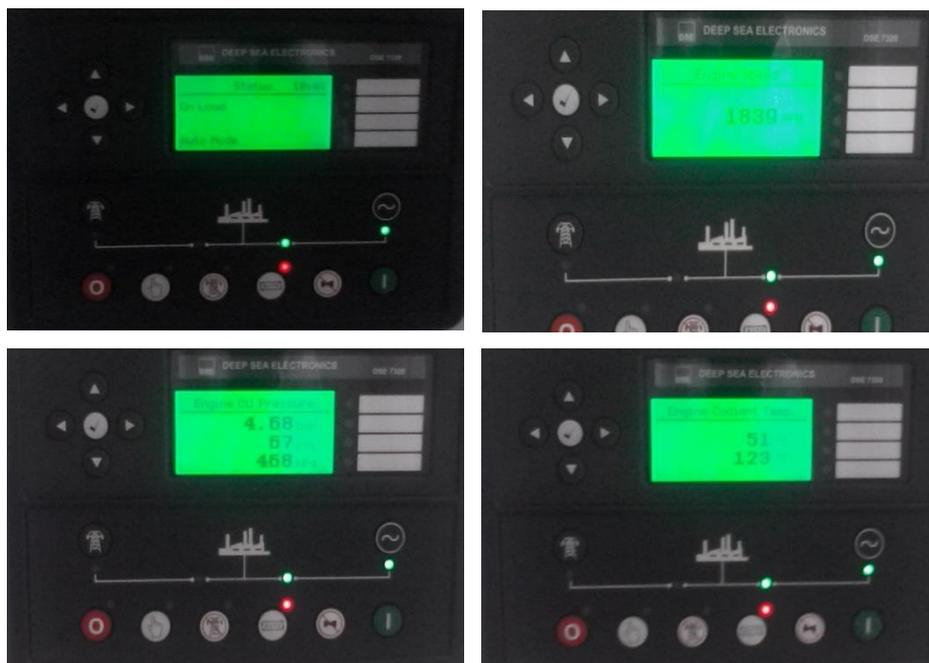


**Figura 12-3:** Finalización del proceso de transferencia  
**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

Es importante mencionar que el generador permanecerá encendido por seguridad, hasta que se enfríe en un periodo de dos minutos.

### 3.3.2 Resultados de la Automatización Programable

En la pantalla del controlador se puede observar los diferentes estados de los sensores conectados, así como sus valores. Las alambres que posee el controlador son auditivas e indican cuando existe alguna anomalía en el sistema. Una vez inspeccionado el sistema de control procedemos a realizar la ejecución del sistema en modo automático.





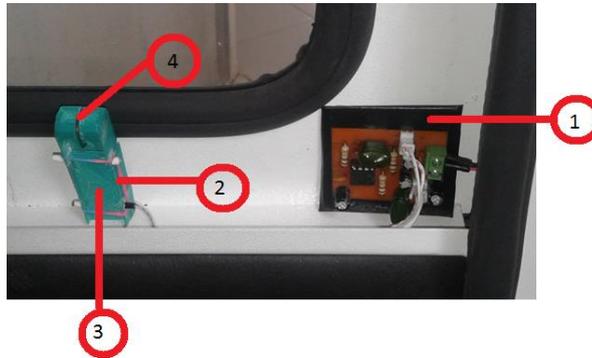
**Figura 13-3:** Instrumentación del sistema  
**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

Los resultados de las pruebas fueron exitosas, donde se consiguió comprobar que la conexión de todos los sensores, actuadores e indicadores estaban correctamente conectados y dimensionados. Cabe resalta que la prueba realizada fue el arranque Automática del sistema, que posteriormente será la base para el acoplamiento del músculo eléctrico y la comunicación GSM del módulo.

### 3.4 Ejecución de la Fase Automática mediante el Músculo Eléctrico

Una vez concluida la fase de prueba automático del sistema se procedió a implementar el músculo eléctrico en la compuerta del generador para que ejecute la secuencia manual para el encendido del generador eléctrico.

El músculo eléctrico está implementado sobre una base de metal, con su respectivo circuito de accionamiento como fue diseñado anteriormente, gracias al reducido tamaño del actuador se convierte en un dispositivo ideal para la ejecución del sistema, que simulará un dedo humano.



**Figura 14-3:** Implementación del músculo eléctrico  
**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

**Tabla 5-3:** Distribución de elementos del músculo eléctrico

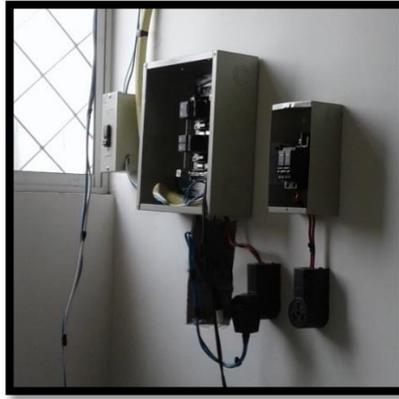
Numeración	Detalle
1	Circuito de excitación del músculo eléctrico
2	Actuador mecánico (Resorte)
3	Carcasa del músculo eléctrico
4	Músculo Eléctrico

**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

Para realizar la prueba se simuló un corte de energía, el mismo que será censado en la parte del controlador, al enviar el censado del fallo eléctrico se acciona la salida digital E lo que permitirá la energización del circuito que acciona el músculo, el mismo que se encargará de realizar la ejecución manual sin la intervención humana (operario) para ejecutar la transferencia de energía.



**Figura 15-3:** Implementación de los Actuadores  
**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016



**Figura 16-3:** Simulación del corte de energía.  
**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

Al recibir la señal, el circuito PWM actuará de manera inmediata excitando el músculo eléctrico y produciendo que la el dedo presione el botón de arranque del generador.



**Figura 17-3:** Pulsación del botón de arranque del generador  
**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

Una vez ejecutado el proceso de encendido se puede apreciar nuevamente las mediciones respectivas de cada uno de los sensores con que cuenta el controlador, es importante conocer que el generador dejará de trabajar una vez que el suministro de la red pública vuelva a la normalidad, de la misma manera que se accionó el generador, el otro actuador apagará mediante el músculo eléctrico presionando el botón de paro y el generador vuelve a su estado de reposo esperando nuevamente la señal de arranque proveniente del músculo.



**Figura 18-3:** Pulsación del botón de paro del generador  
**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

Después de las pruebas realizadas tanto de forma manual, como de forma automática se puede proceder a complementar el sistema con el monitoreo remoto desde cualquier parte donde se encuentre el operador o el encargado del centro.

Este sistema requiere obligatoriamente de una notificación generada por el controlador para garantizar el uso óptimo de los recursos con los que cuenta el centro, como la máquina generadora es a diésel, el grupo electrógeno no necesitará ser activado si este no cuenta con una carga conectada, sería una pérdida económica tanto para el centro como para el medio ambiente, una activación innecesaria puede ser evitada con la ayuda del monitoreo.

### 3.5 Implementación del Sistema de Comunicación y Monitoreo Remoto

La comunicación del módulo se la realizara a través de tecnología GSM para lo cual se adquirió un módulo de comunicación DSE890 de Deep Sea Electronics, a continuación se detallara la composición física:



**Figura 19-3:** DSE890 módulo de comunicación  
**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

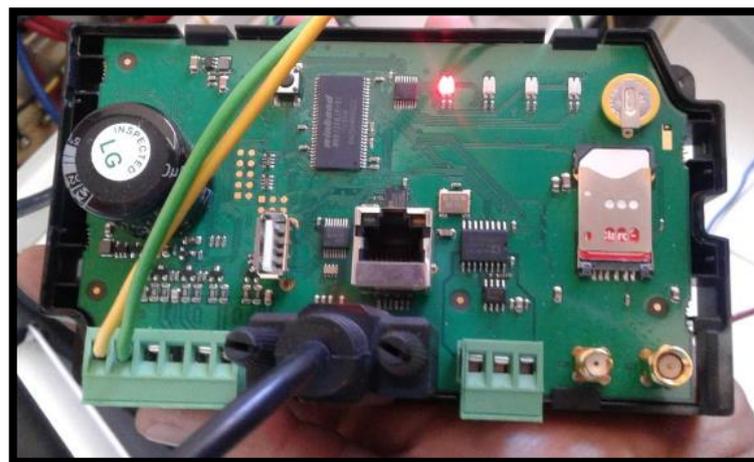
**Tabla 6-3:** Componentes del módulo de comunicación DSE890

Numeración	Detalle
1	Entradas, salidas y alimentación del módulo
2	Puerto RS232
3	Puerto RS485

4	Antena GSM
5	Antena GPS
6	LED4 RS232 Status
7	LED3 RS485 Status
8	LED2 USB Host Status
9	LED1 LINK (Server) Status
10	Botón Reset
11	Puerto ETHERNET
12	Puerto USB

**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

El módulo de comunicación GSM requiere de una tarjeta SIM para la envío de datos al dispositivo remoto (dispositivo móvil o computador), además de un plan de datos para él envío de las eventualidades a un dispositivo móvil (celular), además el plan de datos permite la conexión a internet para el monitoreo remoto en tiempo real desde un computador o dispositivo móvil.



**Figura 20-3:** Parte Interna del Módulo GSM

**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

La tarjeta SIM deber ser colocada en la parte interna del módulo de comunicación, la tarjeta puede ser de cualquier operadora, por tal razón se recomienda realizar un análisis de señal antes de adquirirla. Al momento de introducir la tarjeta se debe tener cuidado al abrir la carcasa del módulo, ya que posee una placa con componentes delicados.

Posteriormente a la colocación de la tarjeta SIM, el módulo de comunicación GSM es programado por la suite de configuración DSE anteriormente explicado en el postulado 2.7. La transferencia de sus datos será mediante la conexión del módulo con la PC por medio del cable

ETHERNET RJ45. Ya programado el módulo se le coloca una antena de alta ganancia, para garantizar una conexión estable.



**Figura 21-3:** Programación DSE890  
**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

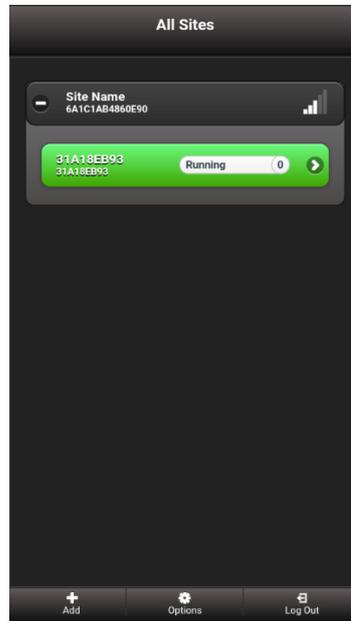
La comunicación remota GSM permite que el operario del centro tenga veracidad sobre el proceso de encendido automático del generador, debido a que posee un módulo de comunicación externa permite que él operario pueda manipular el control del DSE 7320, desde cualquier distancia. El objetivo de la implementación de un sistema remoto es garantizar la fiabilidad del sistema de transferencia y brindar sobre todo comodidad al operario.

Como anteriormente lo manifestamos el control se lo puede realizar por medio de un computador vía Ethernet, y por sistemas móviles para la manipulación del generador y recepción de notificaciones. Una vez realizado el estudio, programación e implementación del módulo de comunicación efectuaremos las pruebas para verificar la correcta emisión de datos hacia cualquier dispositivo.



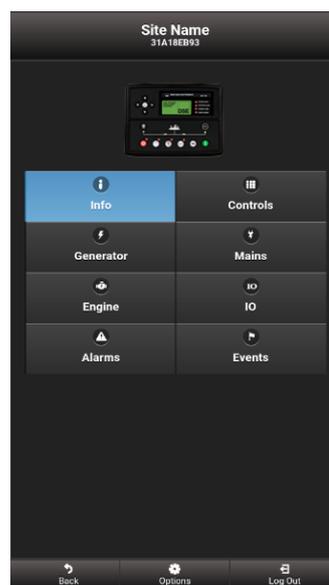
**Figura 22-3:** Módulo de comunicación  
**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

En la implementación solo es necesario conectar el módulo de comunicación con el controlador, sin la necesidad de configurar nuevamente los parámetros necesarios para su enlace. Después de realizar las pruebas se acepta con mucha conformidad la realización del sistema remoto con comunicación GSM.



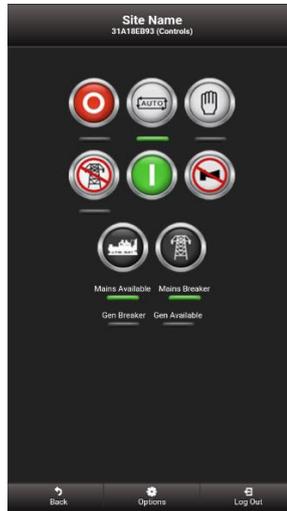
**Figura 23-3:** Interfaz de Inicio del Sistema de Comunicación  
**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

Mediante esta pantalla se selecciona el controlador que va a ser monitoreado en este caso es el DSE7320, cada módulo posee una dirección específica, la misma que servirá para registrar el módulo en DseNetWeb.



**Figura 24-3:** Interfaz del Controlador Remoto  
**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

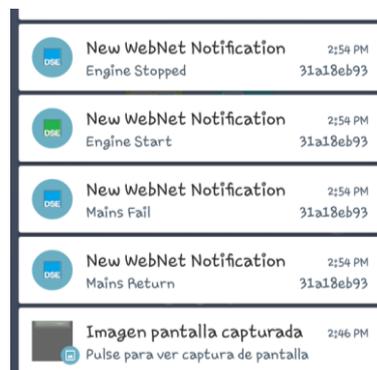
Una vez que el sistema ha registrado el módulo a controlar en su servidor, el sistema de comunicación presentara una interfaz de control remoto con diferentes funciones con las que puede interactuar el usuario (Encargado del Centro). Lo que facilitará al usuario a monitorear el sistema en un tiempo real.



**Figura 25-3:** Control Remoto del Sistema de Transferencia  
**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

### 3.6 Resultados del Sistema de Transferencia de Energía

Para la validación del sistema se evaluaron aspectos como las variables que controla el generador, el tiempo de encendido del generador, las notificaciones emitidas por el controlador hacia el operario o administrador del centro, el control remoto del sistema en caso de ausencia del administrador, el uso eficiente de los recursos empleados en el sistema durante el funcionamiento del generador, el tiempo de reacción del músculo eléctrico con el tiempo de reacción del sistema automático sin el mismo, entre otros. La confiabilidad de los dos sistemas es garantizada, debido a que, se active o no el generador, ya sea con un sistema o con el otro, las notificaciones emitidas permitirán al administrador controlar remotamente el sistema de transferencia.



**Figura 26-3:** Notificaciones del Sistema  
**Realizado por:** Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

Para un mayor detalle de las ventajas y desventajas de los sistemas se presenta un cuadro resumen de operatividad y respuesta de los dos sistemas.

**Tabla 7-3:** Cuadro de Resultados del Accionamiento del Sistema

	<b>Sistema de Transferencia de Energía Automática con uso del músculo eléctrico</b>	<b>Sistema de Transferencia de Energía Automática sin uso del músculo eléctrico</b>	<b>Sistema de comunicación empleado en los sistemas (Observaciones)</b>
<b>Variables del Sistema de transferencia</b>	X	X	Sin importar el sistema las variables van a ser adquiridas por el sistema de monitoreo remoto para su visualización
<b>Arranque del Generador</b>	X	X	El arranque remoto del generador por medio del músculo eléctrico no puede ser muy confiable porque pueden existir ocasiones en las que el administrador o algún encargado del centro manipulen de manera indebida el compartimiento donde se encuentra el actuador, lo que puede generar fallas en su activación.
<b>Notificaciones de eventos de los Sistemas de Transferencia</b>	X	X	Los dos sistemas emitirán notificaciones, alarmas y permitirán su control remoto desde cualquier dispositivo siempre y cuando contengan la aplicación del controlador
<b>Tiempo de reacción de los sistemas</b>		X	El tiempo de reacción del sistema de transferencia sin la utilización del músculo es más eficiente debido a que permite la reacción sin demora del sistema ante un fallo eléctrico. Esto se evidenciará en la aplicación que requerirá de una revisión tanto del actuador como el del sistema en sí.
<b>Control remoto del Sistema de Transferencia</b>	X	X	La activación realizada mediante el uso del músculo eléctrico requerirá de una cantidad mayor de pasos por parte de la aplicación, generando que el operario opte por la utilización del sistema automático sin el empleo del músculo.
<b>Optimización de los recursos durante el funcionamiento del sistema</b>	X	X	Los dos sistemas emitirán datos de consumo de energía. Si la carga presentada por el centro no es lo suficientemente grande, el operario podrá desactivar el generador para ahorrar combustible.

Realizado por: Chapalbay Doris, Chiluisa Ignacio, 2016

Se pudo evidenciar que el sistema de transferencia de energía automática cumplió con todos los requerimientos establecidos por los integrantes de la Asociación del Centro de Acopio de Leche Tahualag, además de garantizar el uso continuo del sistema de alimentación para los equipos instalados. El monitoreo remoto implementado ha permitido ahorrar combustible y tiempo durante el funcionamiento del sistema de transferencia de energía.

## CONCLUSIONES

- Los sistemas de transferencia de energía eléctrica automatizadas son muy utilizados en el campo de la industria, para evitar paralizaciones durante el proceso de producción, ya que nos ayuda a realizar un arranque del generador en un menor tiempo sin intervención humana y a un menor costo mediante la introducción de nuevas tecnologías robóticas como es con la utilización de un músculo eléctrico.
- El diseño e implementación de un nuevo actuador como es el músculo eléctrico está basado en la sustitución de la intervención humana para generar un nuevo sistema manual automático encargado del encendido del generador ante una anomalía de la red, el análisis creado por este actuador ha permitido que nuevos elementos se integren en la automatización.
- La etapa de adquisición de los datos de instrumentación del controlador DSE7320, ha permitido que las eventualidades producidas durante el funcionamiento del generador sean atendidas de una mejor manera, optimizando recursos, tiempo y costo en el mantenimiento del grupo electrógeno. Este monitoreo remoto se basa en la integración de módulos GSM al sistema de control PLC, el alcance de comunicación de este sistema de comunicación es apropiado para las industrias o empresas que se encuentran que se en sectores rurales, debido a que se puede realizar un control por medio de dispositivos móviles o de escritorio como computadores sin importar la distancia en la que se encuentre el sistema a controlar.
- La investigación realizada sobre el controlador ante fallos de corta duración ha permitido que el programador desarrolle un algoritmo de verificación ante cualquier anomalía, basados en la programación de temporizadores que se encargan de clasificar el tipo de anomalía ocurrida en el instante que exista un fallo eléctrico. Dando como resultado un nuevo diseño para el sensado de la red pública.
- El nuevo sistema de automatización implementado en el centro de acopio de Tualag dedicado al tratamiento de leche, ha permitido que este micro empresa posea un sistema que actué en tiempo real sin paralizaciones y pérdidas de su producción, con un menor costo de implementación. Al diseñar nuevos procesos de transferencia de energía automática, estamos contribuyendo con la creación de nuevas tecnologías, ayudando a la comunidad agrícola y empezando a dar oportunidad a nuevos emprendimientos mediante la utilización de nuevos elementos.

## RECOMENDACIONES

- Dimensionar correctamente las protecciones, permite que la vida útil de los elementos que integran el sistema de transferencia de energía se extienda, además de evitar daños en caso de existir sobre voltajes o sobre corrientes.
- Estudiar de manera detallada el controlador instalado en el sistema, permite la optimización de recursos y reducción de costos necesarios para la implementación.
- El dimensionamiento del músculo eléctrico correctamente realizado, permite que el sistema consuma menos cantidad de potencia, lo que permite el desgaste excesivo de la batería.
- El uso de indicadores en cada una de las terminales del tablero de transferencia, facilita la conexión al momento de dar mantenimiento al sistema o de reestructurarlo para adicionar cargas complementarias del centro.
- Elegir de manera minuciosa el operador móvil, que garantice la estabilidad de la comunicación para el monitoreo remoto del sistema de transferencia de energía.
- Capacitar de manera detallada a los encargados del centro de acopio, para que garantice la durabilidad del sistema.

## BIBLIOGRAFÍA

- BROWN, J.** *Nitinol Also called "Muscle Wire"* [En línea]. Irvine: Talkingelectronics, 2013. [Consulta: 18 junio 2016]. Recuperado de: <http://www.talkingelectronics.com/projects/Nitinol/Nitinol-1.html>.
- BRUZOS, T.** *Generador elemental de corriente alterna.* [En línea] 2009. [Consulta: 03 abril 2016]. Recuperado de: <http://www.sabelotodo.org/electrotecnia/generadoralterna.html>.
- CARLETTI, EDUARDO J.** *Músculos de alambre / Alambre termocontraíble Conceptos generales y detalles prácticos.* [En línea]. Desarrolladores de Robots, 2014. [Consulta: 4 mayo 2016]. Recuperado de: [http://robots-argentina.com.ar/Actuadores\\_musculosalambre.htm](http://robots-argentina.com.ar/Actuadores_musculosalambre.htm).
- COMPAÑÍA ESPAÑOLA DE COMPESADORES S.A.** *Compensadores de dilatación para sistemas de escape de grupos electrógenos.* [En línea]. SACOME, 2013. [Consulta: 20 abril 2016]. Recuperado de: <http://www.sacome.com/productos/compensadores-de-dilatacion/compensadores-de-dilatacion-para-sistemas-de-escape-de-grupos-electrogenos/>.
- CORDERO, F.** *Ley Orgánica del Régimen de Soberanía Alimentaria.* [En línea]. Quito: Registro Oficial Suplemento 583, 5 de Mayo del 2009. [Consulta: 30 marzo 2016]. Recuperado de: <http://www.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/ec/ec046es.pdf>.
- CVONLINE.** *Parte de un generador de corriente alterna.* [En línea]. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo: Sistema de Universidad Virtual, 2011. [Consulta: 20 abril 2016]. Recuperado de: [http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/TecEduc/Intro\\_grupos\\_electrogenos/generador\\_de\\_ca\\_parte\\_1.html](http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/TecEduc/Intro_grupos_electrogenos/generador_de_ca_parte_1.html).
- DEEP SEA ELECTRONICS.** *Auto Mains (utility) failure control modules.* [En línea]. Gran Bretaña: Deep Sea, 2015. [Consulta: 10 febrero 2016]. Recuperado de: <https://www.deepseapl.com/genset/auto-mains-utility-failure-control-modules/dse7320/downloads>.
- ENDESAEDUCA.** *Generadores eléctricos* [blog]. Endesa Educa, 22 septiembre, 2014. [Consulta: 14 abril 2016]. Recuperado de: [http://www.endesaeduca.com/Endesa\\_educa/recursos-interactivos/conceptos-basicos/v.-funcionamiento-basico-de-generadores](http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/conceptos-basicos/v.-funcionamiento-basico-de-generadores).

- ENRIQUEZ HARPER, G.** *El Libro Práctico de los Generadores, Transformadores y Motores Electricos*. [En línea]. México DF: Limusa S.A, 2004. [Consulta: 12 de Marzo de 2010]. Recuperado de: <https://www.academia.edu/10753575/126304042-El-Libro-Practico-de-los-Generadores-Transformadores-y-Motores-Electricos-Gilberto-Enriquez-Harper-pdf>
- GONZALEZ, R.** *Sistema Global para Comunicaciones Móviles GSM*. [En línea]. Facultad Bayamon, 2010. [Consulta: 24 junio 2016]. Recuperado de: <http://facultad.bayamon.inter.edu/cgonzalezr/ELEN4618/GSM.pdf>.
- IGSA.** *Manual de operación y mantenimiento de las plantas eléctricas*. [En línea]. IGSA, 28 de Junio de 2011. [Consulta: 30 mayo 2016]. Recuperado de: <http://es.slideshare.net/kbeman/manual-mantenimiento-plantas-electricas-diesel>.
- INFOPLC.** *Automatización con PLCs*. [En línea]. 2009 [Consulta: 26 mayo 2016]. Recuperado de: [http://www.infoplac.net/files/documentacion/automatas/infoPLC\\_net\\_1\\_Intro\\_Automatas.pdf](http://www.infoplac.net/files/documentacion/automatas/infoPLC_net_1_Intro_Automatas.pdf).
- INGENIATIC.** *Sistema Global para las telecomunicaciones móviles*. [En línea]. España: EUIT de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid, 2011. [Consulta: 24 junio 2016]. Recuperado de: <http://ingeniatic.euitt.upm.es/index.php/tecnologias/item/471-gsm-sistema-global-para-las-telecomunicaciones-m%C3%B3viles>.
- INMESOL.** *Grupos Electrógenos Gama Emergencia | 50 hz 1.500 r.p.m. / 60 hz 1.800 r.p.m.* [En línea]. Corvera, Murcia: SolanoGroup 2016. [Consulta: 15 mayo 2016]. Recuperado de: <http://www.inmesol.es/grupos-electrogenos/gamas-grupos-electrogenos-inmesol/gama-emergencia.asp>.
- KELLOGGSRESEARCHLABS.** *Fundamentos de Nitinol*. [En línea]. Estados Unidos: 2015. [Consulta: 15 mayo 2016]. Recuperado de: <https://www.kelloggsresearchlabs.com/FAQ>.
- LUNA, C.** Transferencia y sincronización automática de generadores de emergencia en instalaciones industriales. [En línea]. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 2006. pp. 01-59 [Consulta: 12 abril 2016]. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0617\\_EA.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0617_EA.pdf).
- MANTON, A.** *Manual de la suite de configuración para PC NÚMERO 11*. [En línea] México: Deep Sea Electronics, 2015. [Consulta: 19 mayo 2016]. Recuperado de: <http://www.cramelectro.com/docs/ESP/DSE72xx-DSE73xx-PC-Software-Manual-Spanish-Mexican.pdf>.

**MCGRAW, H.** *Wireless & Cellular Telecommunications*, 3rd Ed. California: Education, octubre 2005 pp. 32

**MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA, ACUACULTURA Y PESCA.** *Chimborazo: Inauguran centro de acopio de leche en Tahualag.* [En línea], 2014, Ecuador, pp. 1 [Consulta: 08 marzo 2016]. Recuperado de: <http://www.agricultura.gob.ec/chimborazo-inauguran-centro-de-acopio-de-leche-en-tahualag/>.

**MONTATIXE, W. & PILLAJO, A.** Construcción de un tablero de transferencia automática de energía eléctrica para la central telefónica de echandía de ANDINATEL SA en la provincia de Bolívar. [En línea]. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2008. pp. 01-70 [Consulta: 23 abril 2016]. Disponible en: [http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2082/1/CD-1738\(2008-10-14-10-26-10\).pdf](http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2082/1/CD-1738(2008-10-14-10-26-10).pdf).

**OCHOA, J. & ESPINOZA, P.** Diseño e implementación de un módulo entrenador para transferencia de energía eléctrica. [En línea]. Universidad Politécnica Salesiana Santiago de Guayaquil, 2012. pp. 01-43 [Consulta: 23 abril 2016]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2594/1/UPS-GT000299.pdf>.

**PINTULAC.** *Preston PRG20L.* [En línea] Quito: 2013. [Consulta: 02 marzo 2016]. Recuperado de: <http://www.pintulac.com.ec/generadores/docs/generador-preston-prg20l.pdf>.

**ROTTIERS, W, & OTROS.** *Shape memory materials and their applications.* [En línea]. Bélgica: Lessius University College, 2011. [Consulta: 25 junio 2016]. Recuperado de: [https://lirias.kuleuven.be/bitstream/123456789/384788/1/PAPER\\_SMM\\_def\\_rottiers\\_vdb\\_peaters\\_arras.pdf](https://lirias.kuleuven.be/bitstream/123456789/384788/1/PAPER_SMM_def_rottiers_vdb_peaters_arras.pdf).

**SÁNCHEZ, A. & IBÁÑEZ, R.** *Electricidad y Magnetismo.* [blog] Córdoba: mayo 2011. [Consulta: 04 abril 2016]. Disponible en: <http://generadorac.blogspot.com/2011/05/el-generador-de-corriente-alterna.html>.

**VARELA, A.** *Nitinol: Un material con memoria de forma.* [En línea] La Coruña: La Ciencia es Divertida, 16 abril 2016. [Consulta: 25 junio 2016]. Recuperado de: <http://divulgadores.com/nitinol-un-material-con-memoria-de-forma/>.

**VELAZQUEZ, S.** *Generador de Corriente Alterna y Corriente Continua* [En línea]. Academia de Física del CBTIS, 2010. [Consulta: 03 marzo 2016]. Recuperado de:

<https://sites.google.com/site/fisicacbtis162/services/3-2-8-generador-de-corriente-alterna-y-corriente-continua-1>.

## ANEXOS

**Anexo A:** Manual de Usuario del Sistema de Transferencia de Energía Tahualag



2016

# SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA AUTOMÁTICA



Ignacio Chiluisa

Doris Chapalbay

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
DE CHIMBORAZO

29-8-2016



**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

## CONTENIDO

CONTENIDO .....	72
PRÓLOGO .....	73
DESCRIPCIÓN DEL CONTROLADOR.....¡Error! Marcador no definido.	
DESCRIPCIÓN DEL TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICO .....	75
DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL TABLERO DE TRANSFERENCIA CON EL CONTROLADOR DEL GENERADOR.....	76
ENCENDIDO Y APAGADO DEL CONTROLADOR .....	77
INTRODUCCIÓN A LA PANTALLA PRINCIPAL .....	77
CÓMO ALTERNAR ENTRE PANTALLAS DE INSTRUMENTACIÓN.....	78
OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA EN MODO MANUAL.....¡Error! Marcador no definido.	
OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA EN MODO AUTOMÁTICO .....	79
DETENER EL MOTOR .....	79
CONTROL Y MONITOREO DEL SISTEMA DE TRASNFERENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN DISPOSITIVO REMOTO .....	79
MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA.....	82
CABLEADO .....	82
BREAKER.....	83
CONTACTORES.....	83
MÓDULO DE COMUNICACIÓN .....	83
ANTES DEL ARRANQUE .....	84
FALLAS DEL SISTEMA.....	84
GARANTÍA .....	85

TÉCNICOS

## PRÓLOGO

Esta guía presenta las características, funciones, controles y mantenimiento del controlador lógico programable (Deep Sea PLC. Figura 1) y del tablero de transferencia de energía automático (Figura 2). Además, incluye las precauciones de seguridad por lo que primero debe leerla para comenzar a manipular el sistema.



Figura 18



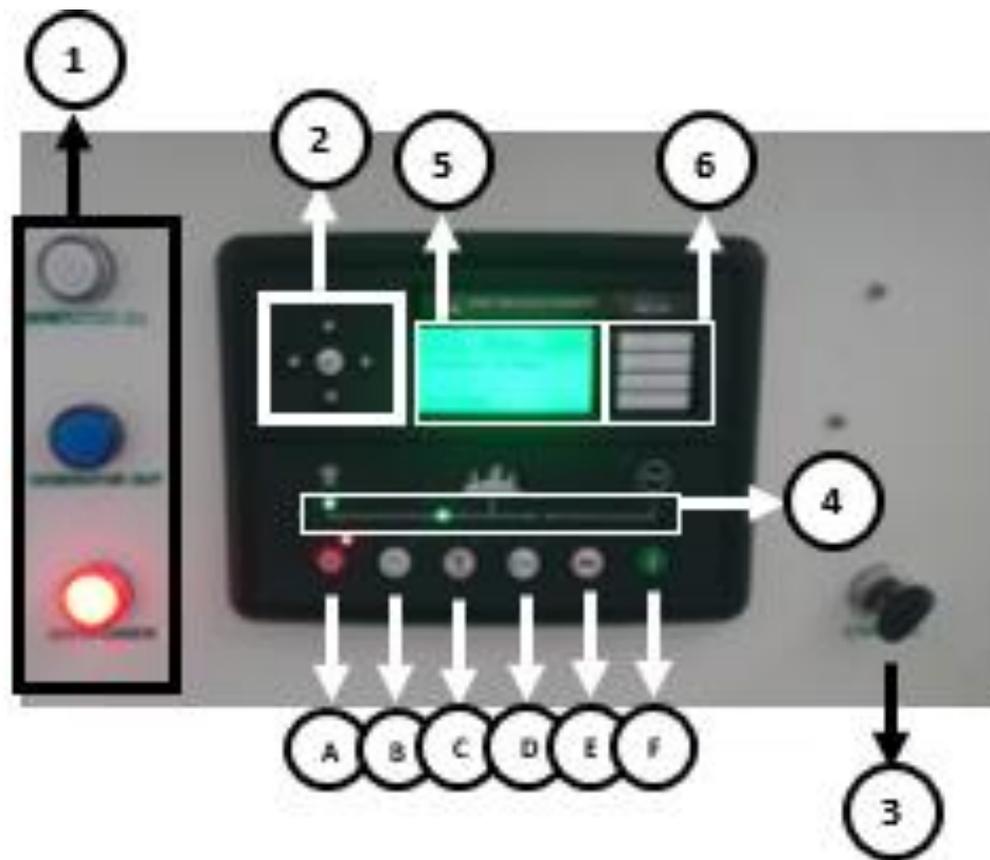
Figura 19

### Símbolos y definiciones

En esta guía, se utilizan los siguientes símbolos (Figura 3).

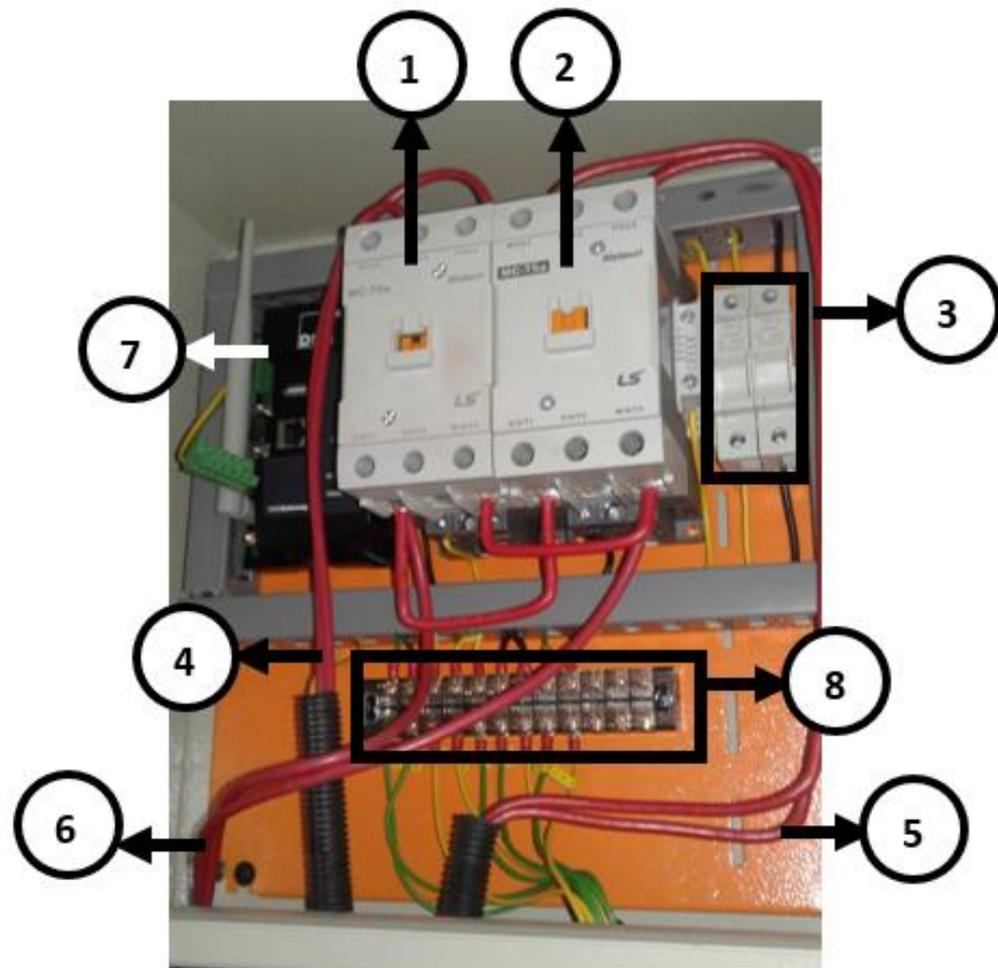
	Nota	Destaca información importante y sugerencias. Además, proporciona información adicional.
	Precaución	Indica problemas potenciales que pueden surgir si no se ejerce el cuidado adecuado, como por ejemplo daños al dispositivo o pérdida de datos.
	Advertencia	Indica una situación de peligro potencial que, de no evitarse, podría ocasionar lesiones graves.

Figura 20



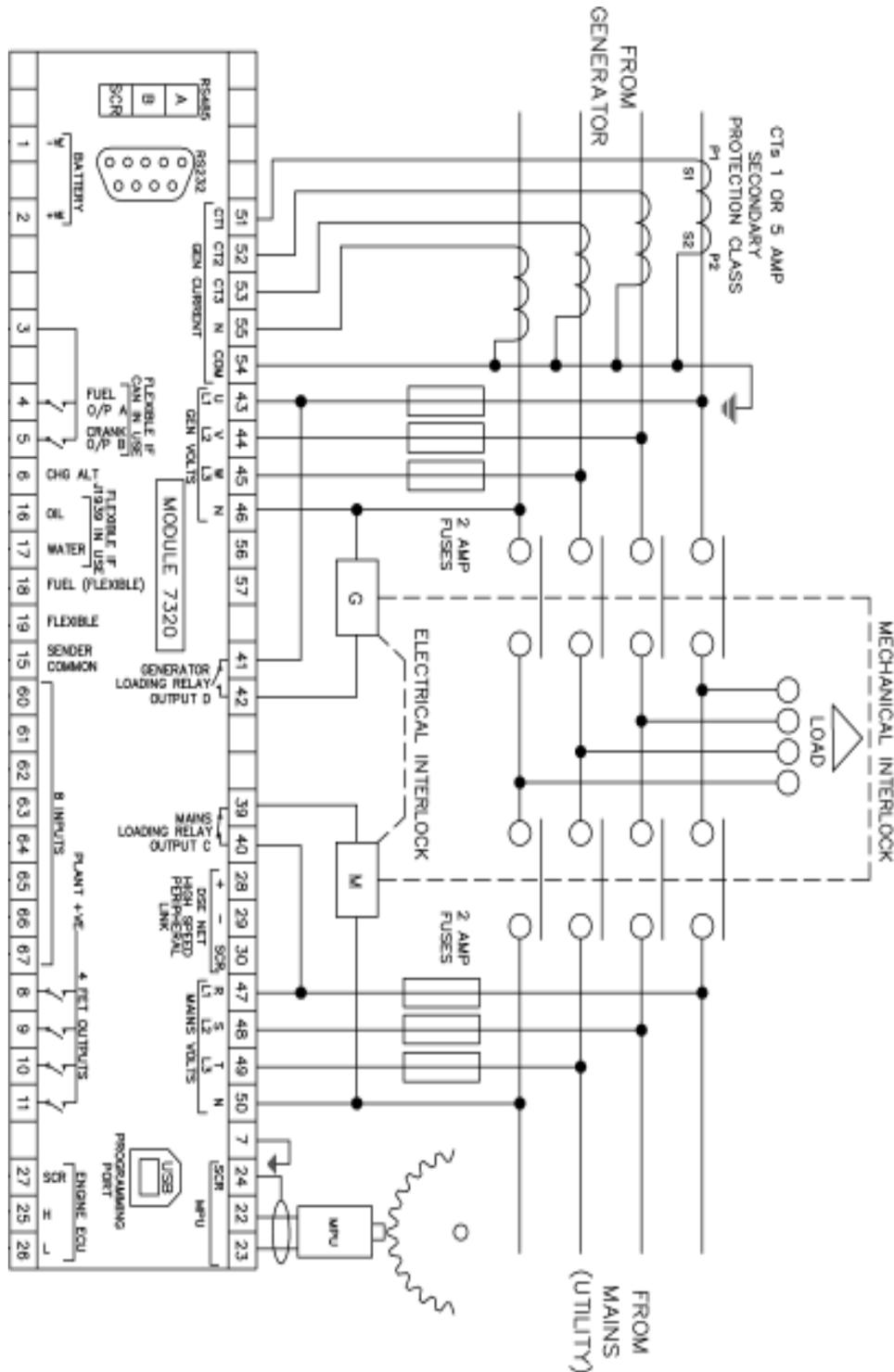
<b>1</b>	INDICADORES DEL ESTADO DE LA RED Y EL GENERADOR	<b>2</b>	MENÚ DE NAVEGACIÓN
<b>3</b>	INTERRUPTOR TIPO LLAVE	<b>4</b>	INDICADORES DEL ESTADO DE LA RED Y LA CARGA
<b>5</b>	PANTALLA LCD	<b>6</b>	ALARMAS
<b>A</b>	BOTÓN DE RESTABLECER O DETENER	<b>B</b>	BOTÓN DE MANO O ESTADO MANUAL
<b>C</b>	BOTÓN DE PRUEBA DEL GENERADOR	<b>D</b>	BOTÓN DE ESTADO AUTOMÁTICO
<b>E</b>	BOTÓN DE PRUEBA DE ALARMAS	<b>F</b>	BOTÓN DE ARRANQUE

## DESCRIPCIÓN DEL TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICO



<b>1</b>	CONTACTOR DE LA RED PÚBLICA DE ELECTRICIDAD	<b>2</b>	CONTACTOR DEL GENERADOR
<b>3</b>	FUSIBLES DEL CONTROL DE LOS CONTACTORES	<b>4</b>	ALIMENTACIÓN DE LA RED PÚBLICA
<b>5</b>	ALIMENTACIÓN DEL GENERADOR	<b>6</b>	SALIDA DE SUMINISTRO DE ENERGÍA A LA CARGA
<b>7</b>	MÓDULO DE COMUNICACIÓN	<b>8</b>	SEÑALES DE CONTROL CONECTADAS AL CONTROLADOR

## DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL TABLERO DE TRANSFERENCIA CON EL CONTROLADOR DEL GENERADOR



Antes de realizar cualquier mantenimiento se debe tomar todas las precauciones necesarias y estudiar detalladamente el diagrama de conexiones, se recomienda solicitar la contratación de personas especializadas y capacitadas sobre el tema de electricidad y tecnología.



## ENCENDIDO Y APAGADO DEL CONTROLADOR

Para encender el controlador, se debe girar la llave a la derecha.



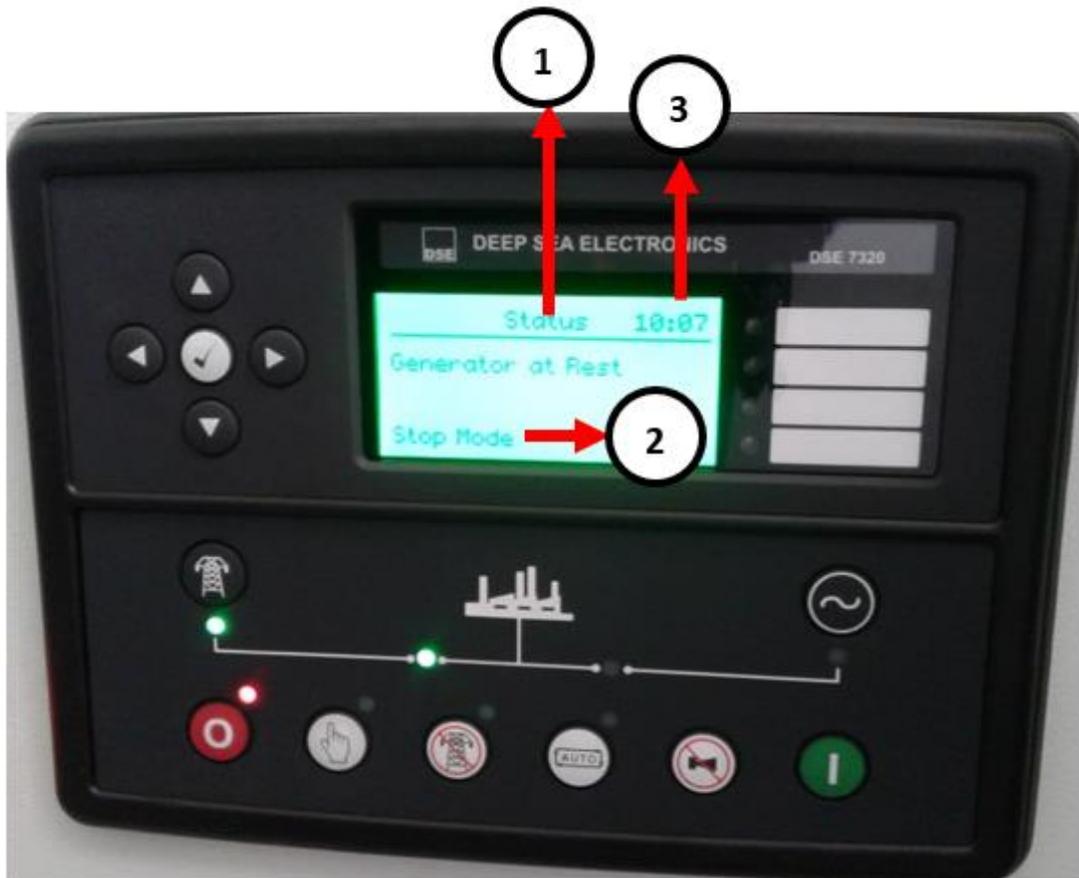
Para apagar el controlador, se debe girar la llave a la izquierda.



La Pantalla LCD se iluminará cuando el controlador este encendido.

## INTRODUCCIÓN A LA PANTALLA PRINCIPAL

La pantalla principal contiene la información del estado en el que se encuentra el sistema de transferencia de energía. A continuación, se muestra la pantalla principal predeterminada cuando se enciende el controlador.



INDICADOR DE LA POSICIÓN DE  
LA PANTALLA DE  
INSTRUMENTACIÓN



INDICADOR DEL ESTADO DEL  
SISTEMA

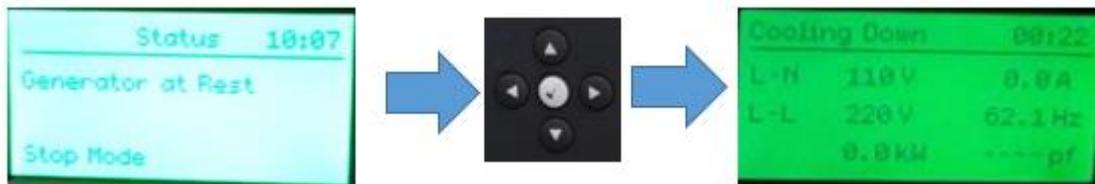


RELOJ

## CÓMO ALTERNAR ENTRE PANTALLAS DE INSTRUMENTACIÓN

Las pantallas de instrumentación permiten conocer el estado actual del sistema de transferencia de energía cuando está encendido el controlador, las características físicas y mecánicas del generador y el estado de la red pública.

Para pasar de una pantalla a otra presione las teclas de navegación hacia la derecha o izquierda, para pasar de una pantalla a otra y de arriba o abajo, para visualizar sub pantallas del estado del sistema.



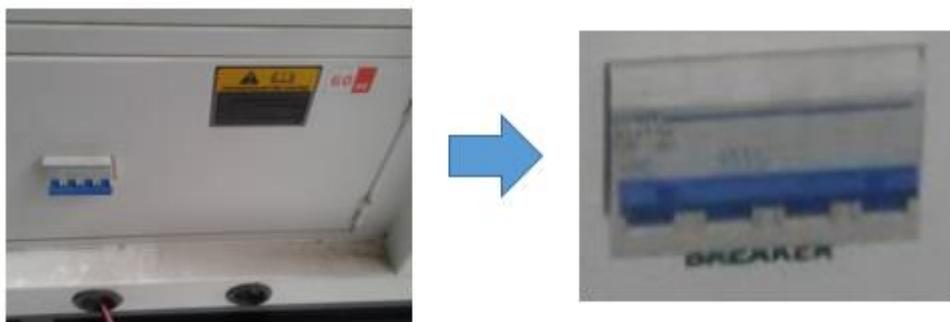
## OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA EN MODO MANUAL

Para el encendido del generador, se realizará los siguientes pasos:

1. Pulsar el botón de control manual 
2. Pulsar el botón de control de arranque 



El generador cuenta con un Breaker de seguridad ubicado en la parte inferior del panel frontal del generador para que el sistema trabaje correctamente el Breaker debe estar encendido.



 El proceso manual del generador para la transferencia de energía se la realizará siempre y cuando el controlador DSE PLC no contenga los parámetros necesarios en su programación, para un arranque automático

## **OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA EN MODO AUTOMÁTICO**

 El proceso automático del encendido del generador, para una correcta transferencia de energía, debe estar correctamente programado en el software del controlador cuando cense un fallo eléctrico.

Para que el sistema arranque en modo automático debe presionar el botón  del módulo de control.



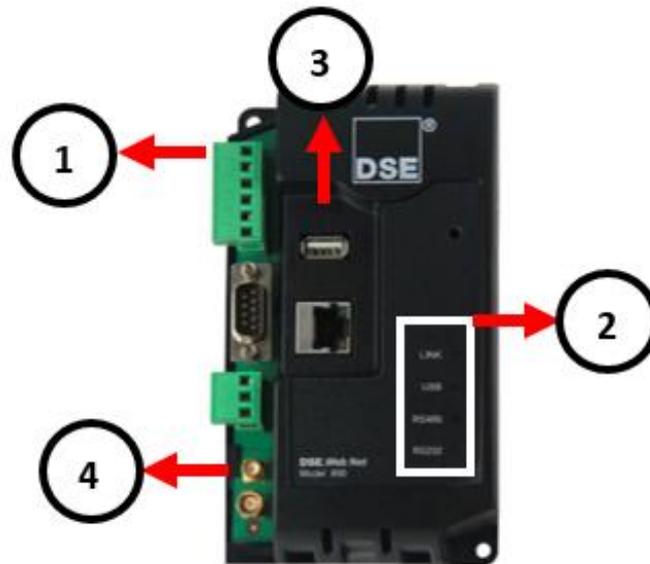
## **DETENER EL MOTOR**

Para el apagado del generador ya sea en modo manual o en modo automático se lo realizara únicamente presionando el botón detener o paro. 



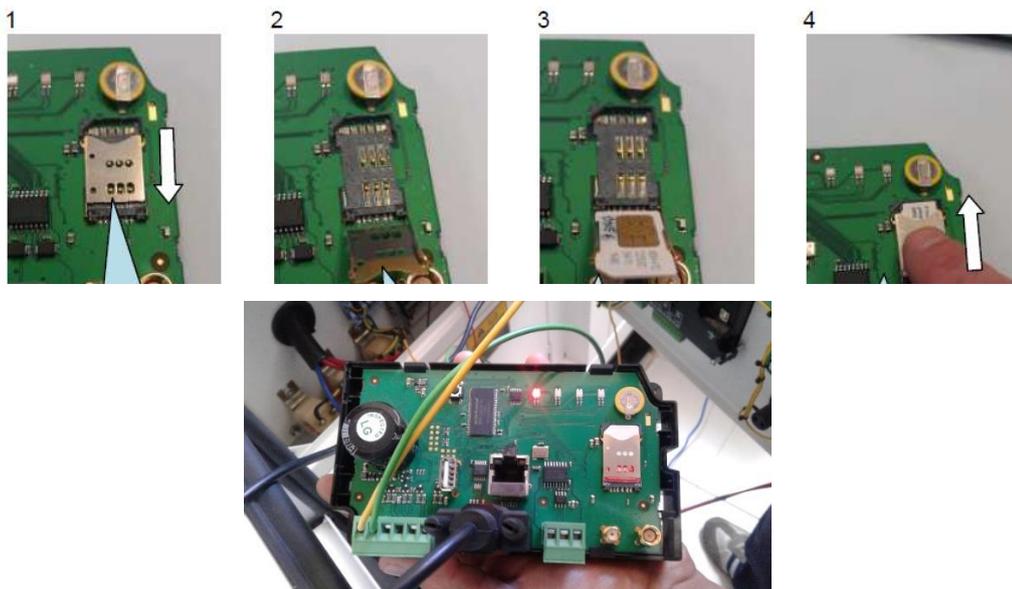
## **CONTROL Y MONITOREO DEL SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN DISPOSITIVO REMOTO**

El módulo de comunicación instalado en el tablero de transferencia es el DSE890, este módulo permite el control y monitoreo remoto del sistema por parte del operario desde cualquier lugar, esta acción se la realiza mediante una aplicación móvil (DseNetWeb) propuesta por el fabricante.



- |          |                                                          |          |                                  |
|----------|----------------------------------------------------------|----------|----------------------------------|
| <b>1</b> | ALIMENTACIÓN DEL MÓDULO DE COMUNICACIÓN                  | <b>2</b> | INDICADORES DE ESTADO DEL MÓDULO |
| <hr/>    |                                                          |          |                                  |
| <b>3</b> | CONECTOR USB AL CONTROLADOR DEL SISTEMA DE TRANSFERENCIA | <b>4</b> | ANTENA GSM                       |

Para la transmisión de datos entre el módulo de comunicación y un dispositivo remoto se debe instalar una tarjeta SIM en el interior del módulo que cuente con un plan de datos, que permitirá la conexión con el servidor DseNetWeb.



Durante la instalación de la tarjeta SIM, es obligatorio el uso de guantes quirúrgicos, la estática producida por el ser humano podría llegar a quemar el módulo de comunicación.



## Ejecución del sistema remoto mediante un dispositivo móvil.

Para la ejecución del proceso de control y monitoreo remoto se debe seguir con los siguientes pasos:

1. El dispositivo móvil debe contar con la aplicación DseNetWeb.
2. El usuario al ingresar a la aplicación deberá iniciar la sesión para acceder a los controles del PLC.



El usuario debe contar con una cuenta en el servidor oficial del controlador Deep Sea Electronics

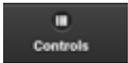
Link: [www.dsewebnet.com](http://www.dsewebnet.com)

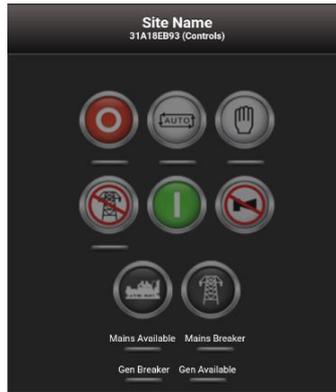
3. En la interfaz gráfica el usuario podrá observar el menú de navegación del PLC y sus respectivas funciones, como es el registro de eventos, control del sistema y alarmas producidas durante el funcionamiento del sistema.



ITEM	DESCRIPCIÓN
1	Menú de Navegación
2	Salida del Monitoreo
3	Opciones de Visualización
4	Regreso de pantalla anterior

4. Mediante el menú de navegación podemos verificar el funcionamiento del sistema para garantizar el correcto uso del equipo.
5. Para salir del sistema solo se pulsa el botón de  la aplicación.

El usuario puede controlar el sistema de transferencia para el arranque o el apagado manual del generador de manera remota por medio de la misma aplicación pulsando el botón 



## MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA



Antes de intervenir directamente en el sistema debe asegurarse de que el suministro de energía pública y el panel del control del generador este apagado para que no exista riesgo de choque eléctrico. Se debe emplear el uso de guantes aislantes de corriente y las respectivas herramientas. Si no tiene experiencia sobre el Sistema es recomendable que no manipule los cables de conexión porque podría provocar graves daños en los equipos y provocar accidentes mortales.

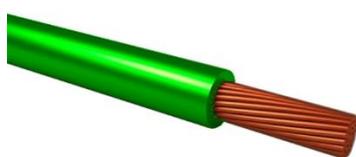
Si desea reemplazar cualquier elemento por deterioro o por un corto circuito, se debe adquirir el mismo elemento con las mismas características, el empleo de otro elemento mal dimensionado puede generar fallos en el sistema.

### CABLEADO

El alambre empleado en el suministro de corriente pública (FROM MAINS), el del generador (FROM GENERATOR) y el de alimentación de la carga (LOAD) es Cable THHN #8 flexible.



El alambre empleado en el control de los contactores (GENERATOR LOADINGS RELAYS OUTPUT D y OUTPUT C), las señales provistas por la red pública (MAIN VOLTS), el generador (GENERATOR VOLTS) y los sensores son Cable AWG #18 flexible.



El cable de conexión entre el módulo de comunicación y el controlador es un cable USB con terminal tipo A hacia B.



## **BREAKER**

Los Breaker empleados en el sistema son de 63A (Amperios). Se debe tener en cuenta que si se requiere cambiar deben ser de la misma capacidad de los que ya están instalados, al cambiar se debe conectar correctamente los cables porque la mala conexión puede ocasionar que estos no funcionen correctamente.



## **CONTACTORES**

Los Contactores deben tener una capacidad de corriente de 75A (Amperios), debido a la capacidad de carga que se encuentra instalada en el centro de acopio.



Los Breaker y Contactores deben tener un mantenimiento cada cinco años por técnicos electrónicos o electricistas para una mayor seguridad.

## **MÓDULO DE COMUNICACIÓN**

El sistema de comunicación debe contar con un paquete de datos móviles, que debe ser renovado cada mes, además de una antena de alta ganancia para garantizar su cobertura.



## ANTES DEL ARRANQUE

1. La unidad debe estar adecuadamente ventilada y todo el cableado hacia el modulo cumple con el estándar compatible con el sistema. Verifique que todas las partes mecánicas estén instaladas correctamente y que todas las conexiones eléctricas sean confiables.
2. El suministro de corriente a la unidad está protegido por un fusible, conectado a la batería y que está correctamente polarizado.
3. La entrada Paro de Emergencia esta cableada a un switch externo normalmente cerrado y conectado a positivo de batería.

## FALLAS DEL SISTEMA

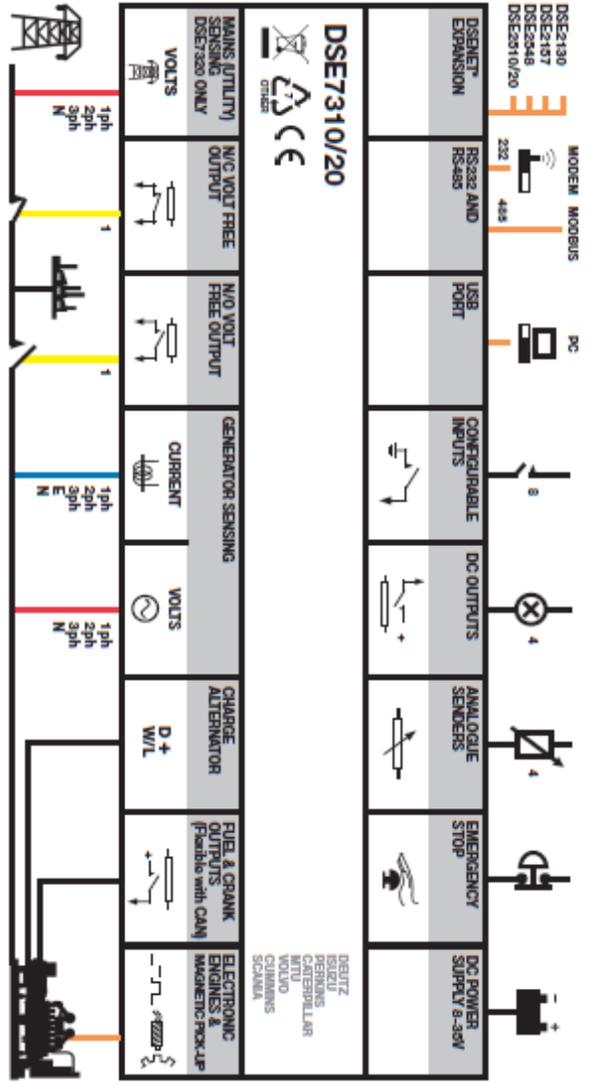
FALLA	POSIBLE SOLUCIÓN
La unidad no enciende Lectura/Escritura de configuración no es posible.	Verifique la batería y el cableado. Compruebe el suministro de CD. Verifique el fusible de CD.
La unidad se apaga	Verifique que el voltaje no este arriba de 35 Volts o por debajo de 9 Volts. Compruebe que la temperatura de operación no este arriba de 70 °C. Verifique el fusible de CD.
La unidad se bloquea por Paro de Emergencia	Si el botón Paro de Emergencia no está instalado, asegúrese de que una señal positiva está conectada a la entrada paro de emergencia. Verifique que el switch paro de emergencia funciona correctamente. Verifique el cableado.
La falla de baja presión de aceite opera después de que el motor arranco.	Verifique la presión de aceite del motor.
La falla de alta temperatura del motor opera después de que el motor arranco.	Verifique la temperatura del motor.
Falla de arranque se activa después del número preestablecido de intentos de arranque.	Verifique combustible. Verifique suministro de batería.
Arranques continuos del generador cuando está en AUTO.	Verifique que el suministro de red esté disponible
El motor funciona pero el generador no toma carga	Verifique conexiones al dispositivo de conmutación
Lectura errónea de instrumentos de motor.	Compruebe el cableado del sensor
El sistema no toma carga	Recuerde que el sistema no toma carga en modo manual al menos que una señal de arranque remoto con carga este presente o se presiona el botón cerrar generador.

## **GARANTÍA**

El sistema de transferencia cuenta con una garantía de seis meses desde su entrega, el administrador debe tomar en cuenta que puede solicitar mantenimiento gratuito durante ese tiempo, cabe resaltar que esta no cubre el mal uso del sistema, ante cualquier anomalía el administrador debe comunicarse directamente con los técnicos encargados.

# DSE7310/20

## AUTO START & AUTO MAINS FAILURE CONTROL MODULES



Anexo B: Diagrama de conexiones DEEP SEA PLC

## Anexo C: Especificaciones Técnicas del controlador DEEP SEA PLC



# DSE7310/20

## AUTO START & AUTO MAINS FAILURE CONTROL MODULES

### FEATURES



#### DSE7310



#### KEY FEATURES

- 4-Line back-lit LCD text display
- Five key menu navigation
- Front panel editing with PIN protection
- Customisable status screens
- Power save mode
- Support for up to three remote display units
- 9 configurable inputs
- 8 configurable outputs
- Flexible sensor inputs
- Configurable timers and alarms
- 3 configurable maintenance alarms
- Multiple date and time scheduler
- Configurable event log (250)
- CAN engine support
- Integral PLC editor
- Easy access diagnostic page
- CAN and Magnetic Pick-up/Air sensing
- Fuel usage monitor and low fuel alarms
- Charge alternator failure alarm
- Manual speed control (on compatible CAN engines)
- Manual fuel pump control
- Engine exerciser
- "Protections disabled" feature
- KW & KV Ar protection

#### DSE7320



- Reverse power (KW & KV Ar) protection
- LED and LCD alarm indication
- Power monitoring (KW/h, KV Ar, kV A/h, KV Ar/h)
- Load switching (load shedding and dummy load outputs)
- Automatic load transfer (DSE7320)
- Unbalanced load protection
- Independent Earth Fault trip
- True dual mutual standby with load balancing timer (DSE7310 only)
- USB connectivity
- Backed up real time clock
- Fully configurable via DSE Configuration Suite PC software
- Configurable display languages
- Remote SCADA monitoring via DSE Configuration Suite PC software
- User selectable RS232 and RS485 communications
- Configurable Gencomm pages
- Advanced SMS messaging (additional external modem required)
- Start & stop capability via SMS messaging
- Additional display screens to help with modem diagnostics
- Idle control for starting & stopping.

- DSENet® expansion compatible
- Heated display option available

#### KEY BENEFITS

- 132 x 64 pixel ratio display for clarity
- Real-time clock provides accurate event logging
- Multiple date and time scheduler
- Set maintenance periods can be configured to maintain optimum engine performance
- Ethernet communications (via DSE665 module), provides advanced remote monitoring
- Modules can be integrated into building management systems (BMS)
- Increased input and output expansion capability via DSENet®
- License-free PC software
- IP65 rating (with supplied gasket) offers increased resistance to water ingress
- PLC editor allows user configurable functions to meet specific application requirements

### RELATED MATERIALS

#### TITLE

DSE7310 Installation Instructions  
 DSE7320 Installation Instructions  
 DSE7300/7300 Quick Start Guide  
 DSE7300/7300 Operator Manual  
 DSE7300/7300 Configuration Suite PC Manual

#### PART NO'S

053-008  
 053-009  
 057-101  
 057-014  
 057-077

### SPECIFICATION

<b>DC SUPPLY</b>
<b>CONTINUOUS VOLTAGE RATING</b> 6 V to 36 V Continuous
<b>CRANKING DROPOUTS</b> Able to survive 0 V for 50 mS, providing supply was at least 10 V before dropout and supply recovers to 6 V. This is achieved without the need for internal batteries. LEDs and backlight will not be maintained during cranking.
<b>MAXIMUM OPERATING CURRENT</b> 340 mA at 12 V, 180 mA at 24 V
<b>MAXIMUM STANDBY CURRENT</b> 180 mA at 12 V, 90 mA at 24 V
<b>CHARGE FAILURE/CRANKER RANGE</b> 0 V to 36 V
<b>MAINS (UTILITY) DSE7320 ONLY</b>
<b>VOLTAGE RANGE</b> 15 V to 415 V AC (Ph to N) 24 V to 714 V AC (Ph to Ph)
<b>FREQUENCY RANGE</b> 5.5 Hz to 15 Hz
<b>OUTPUTS</b>
<b>OUTPUT A (FUEL)</b> 15 A DC at supply voltage
<b>OUTPUT B (START)</b> 15 A DC at supply voltage
<b>OUTPUTS C &amp; D</b> 8 A 240 V (50/60 Hz)
<b>AUXILIARY OUTPUTS E, F, G, H</b> 2 A DC at supply voltage
<b>GENERATOR</b>
<b>VOLTAGE RANGE</b> 15 V to 415 V AC (Ph to N) 24 V to 714 V AC (Ph to Ph)
<b>FREQUENCY RANGE</b> 5.5 Hz to 15 Hz
<b>MAGNETIC PICK UP</b>
<b>VOLTAGE RANGE</b> +/- 0.5 V to 10 V
<b>FREQUENCY RANGE</b> 10/500 Hz (max)
<b>DIMENSIONS</b>
<b>OVERALL</b> 240 mm x 160 mm x 42 mm 9.4" x 6.3" x 1.6"
<b>PANEL CUT-OUT</b> 220 mm x 160 mm 8.7" x 6.3"
<b>MAXIMUM PANEL THICKNESS</b> 8 mm 0.3"
<b>OPERATING TEMPERATURE RANGE</b> -30°C to +70°C
<b>STORAGE TEMPERATURE RANGE</b> -30°C to +100°C

### DEEP SEA ELECTRONICS PLC UK

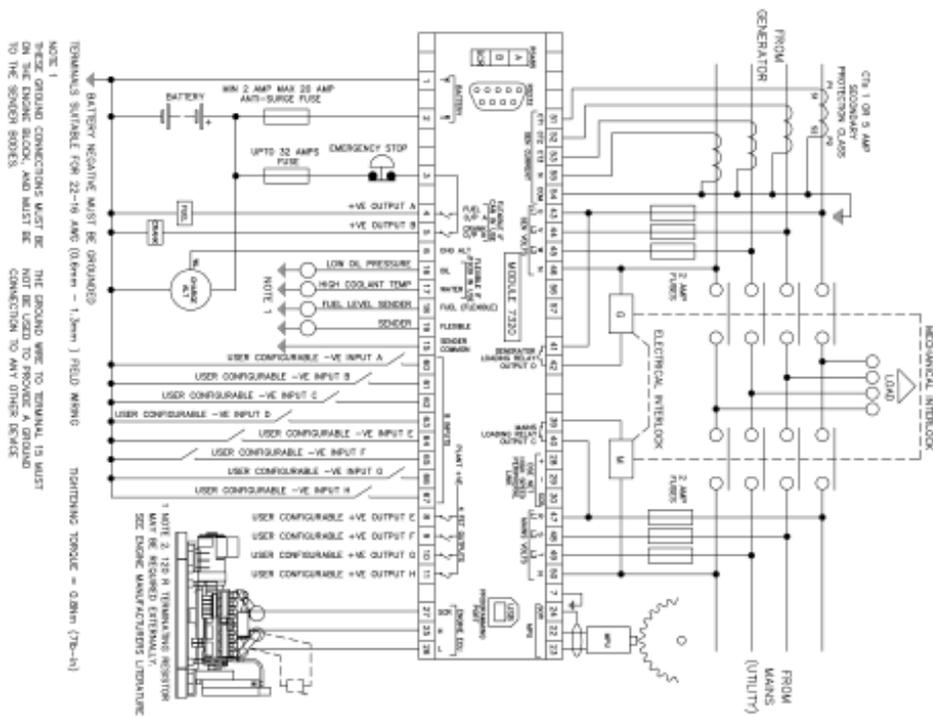
Highfield House, Hunmanby Industrial Estate, Hunmanby YO14 0PH  
**TELEPHONE** +44 (0) 1723 890099 **FACSIMILE** +44 (0) 1723 893303  
**EMAIL** sales@deepsea plc.com **WEBSITE** www.deepsea plc.com

### DEEP SEA ELECTRONICS INC USA

5230 Williams Avenue, Rockford, IL 61101-2668 USA  
**TELEPHONE** +1 (815) 316 8706 **FACSIMILE** +1 (815) 316 8708  
**EMAIL** sales@deepseausa.com **WEBSITE** www.deepseausa.com

## Anexo D: Instrucciones de Instalación DEEP SEA PLC

TYPICAL WIRING DIAGRAM

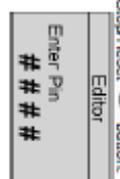


DEEP SEA ELECTRONICS  
7320 INSTALLATION INSTRUCTIONS

053-029  
ISSUE 11

### ACCESSING THE FRONT PANEL CONFIGURATION EDITOR

- Ensure the engine is at rest and the module is in STOP mode by pressing the Stop/Reset button.
- Press the Stop/Reset button and the Enter button simultaneously.
- If a module security PIN has been set, the PIN number request is then shown:



- Press the **0** button, the first digit changes to '0'. Press the **↑** (up) or **↓** (down) to adjust it to the correct value.
- Press the **→** (right) button when the first digit is correctly entered. The digit you have just entered will now show **#** for security.
- Repeat this process for the other digits of the PIN number. You can press the **←** (left) button if you need to move back to adjust one of the previous digits.
- When the **→** button is pressed after entering the final PIN digit, the PIN is checked for validity. If the number is not correct, you must re-enter the PIN.
- If the PIN has been successfully entered (or the module PIN has not been enabled), the editor is displayed:



### EDITING A PARAMETER

- Enter the editor as described above.
- Press the left or right buttons to cycle to the section you wish to view/change.
- Press the up or down buttons to select the parameter you wish to view/change within the currently selected section.
- To edit the parameter, press the **→** button to enter edit mode. The parameter begins to flash to indicate that you are editing the value.
- Press the up or down buttons to change the parameter to the required value.
- Press the **→** button to save the value. The parameter ceases flashing to indicate that it has been saved.
- To exit the editor at any time, press and hold the **→** button.

## Anexo E: Configuración del módulo de Comunicación DEEP SEA 890



# DEEP SEA ELECTRONICS

## DSE890 / DSE891 GATEWAY® INSTALLATION INSTRUCTIONS

053-140  
ISSUE  
3.1

The DSEGateway® communicates to the connected controller(s) monitoring the instrumentation and operating state. If the data changes, the new data is logged in the Gateway's memory. At regular intervals the logged data is transmitted to the DSEWebNet host server via ethernet (DSE890 / DSE891) or GPRS 2G/3G (DSE890 only, SIM card not supplied by DSE). Additionally, DSE890 contains a GPS location receiver. For more detailed information please refer to the Operating manual and Software manuals listed below.

### SETUP

You may wish to consult your company IT department before making changes to your PC network settings.

Connect the DSEGateway® ethernet port directly to your PC Ethernet port. You can use either a 'straight through' or 'crossover' network cable.

Set the PC IP address as shown.

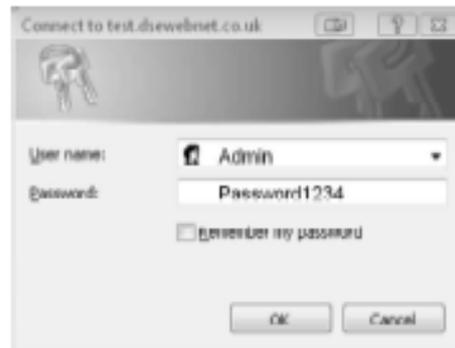
Using Google Chrome, Microsoft Internet Explorer or Mozilla Firefox, enter the IP address of the gateway.

Enter the username and password of the Gateway.

**NOTE:- Username and Password are both CASE SENSITIVE.**

For further details refer to the following DSE publications available from our website : [www.deepseapl.com](http://www.deepseapl.com)

057-165 DSE890/DSE891 WebNet Gateway Manual  
057-168 DSEWebNet Software Manual



#### Factory Settings

IP Address	Username	Password
192.168.1.100	Admin	Password1234

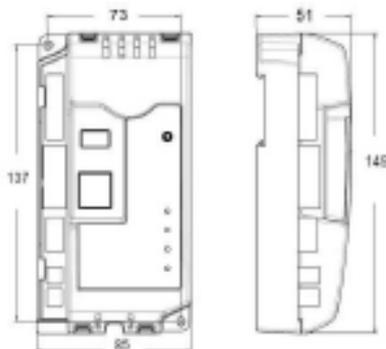
<p><b>Deep Sea Electronics Plc.</b> Tel: +44 (0)1723 890099 Fax: +44 (0)1723 893303  Email: <a href="mailto:support@deepseapl.com">support@deepseapl.com</a> Web: <a href="http://www.deepseapl.com">www.deepseapl.com</a></p>	<p><b>Deep Sea Electronics Inc.</b> Tel: +1 (815) 316-8706 Fax: +1 (815) 316-8708 TOLL FREE (USA only) : Telephone: +1 866 636 9703 Email: <a href="mailto:support@deepseausa.com">support@deepseausa.com</a> Web: <a href="http://www.deepseausa.com">www.deepseausa.com</a></p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## LED STATUS



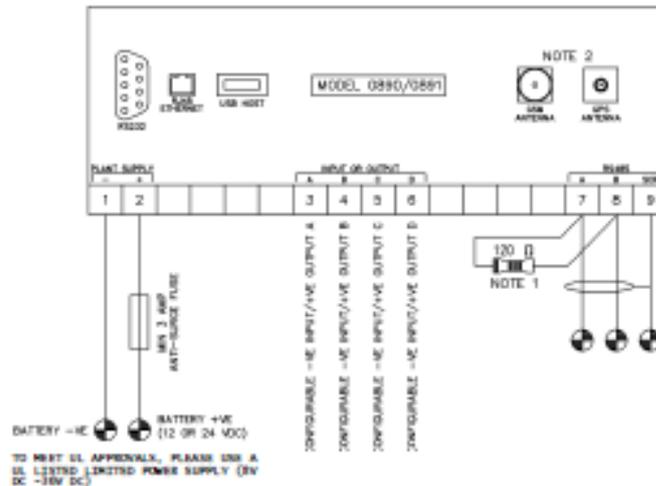
Function	Colour	Action
Server Status	RED	Not connected to host server
	GREEN	Connected to host server
USB Host Status	RED	Bad Data
	GREEN	Data transfer OK
RS485 Status	RED	Bad Data
	GREEN	Data transfer OK
RS232 Status	RED	Bad Data
	GREEN	Data transfer OK

## DIMENSIONS



Overall size	85 mm x 149 mm x 51 mm (3.35" x 5.85" x 2.01")
Mounting type	DIN rail or chassis mounting Indoor Use Only
Din rail type	EN 50022 35mm type only
Mounting holes	M4 clearance
Mounting hole centres	73 mm x 137 mm (2.89" x 5.39")
Maximum Ambient Operating Temperature	50°C (122°F)

## TYPICAL WIRING DIAGRAM



TERMINALS SUITABLE FOR 22-16 AWG (0.6mm<sup>2</sup> - 1.3mm<sup>2</sup>) FIELD WIRING  
TIGHTENING TORQUE = 0.8Nm (7.15 lbf in)

NOTE 1  
A 120 OHM TERMINATION RESISTOR MUST BE FITTED IF IT IS THE FIRST OR LAST DEVICE ON AN RS485 LINK

NOTE 2  
DSM & GPS CONNECTIONS NOT AVAILABLE ON MODEL 0891