



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

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA CON CONTROL**  
**AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA PARA LA REACTIVACIÓN**  
**DEL ADHESIVO PARA PLANTAS DE CALZADO.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Tipo:** PROPUESTA TECNOLÓGICA

**Presentado para optar al Grado Académico de:**

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

**AUTOR:** WASHINGTON DAVID CAISAGUANO VEGA

**TUTOR:** Ing. ALTAMIRANO SANTILLÁN EDWIN VINICIO

Riobamba – Ecuador

2019

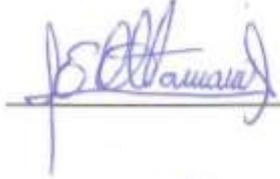
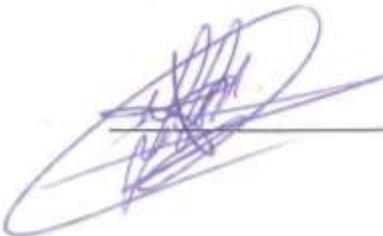
©2019, Washington David Caisaguano Vega

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA ESCUELA DE INGENIERÍA  
ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA CON CONTROL AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA PARA LA REACTIVACIÓN DEL ADHESIVO PARA PLANTAS DE CALZADO de responsabilidad de la Señor Washington David Caisaguano Vega, ha sido minuciosamente revisado por los miembros del tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Dr. Washington Luna DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA		<u>17-10-2019</u>
Ing. Freddy Chávez V. DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES		<u>17-10-2019</u>
Ing. Edwin Altamirano S. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		<u>17-10-2019</u>
Ing. José Luis Morales. MIEMBRO DEL TRIBUNAL		<u>14-10-2019</u>

“Yo, **Washington David Caisaguano Vega**, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados, expuestos en este trabajo de titulación y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación pertenece a la **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**”

Washington David Caisaguano Vega

## **DEDICATORIA**

Al ser el último hijo de una pareja que dedicó todo su esfuerzo a la educación de sus cinco hijos, el presente trabajo de titulación en primer lugar y de manera irrefutable se lo dedico a mis padres, Juan Caisaguano y María Vega por todo el amor y las enseñanzas que me concedieron de valores y principios que trato dirijan mi vida. Por y para ustedes. A mis hermanos Hilda (José), Elizabeth, Alex y Cristóbal porque a pesar de ser el último nunca entenderé su necesidad de brindarme amor, consejos, paciencia y siempre creer en mí, por pretender que yo sea el mejor de todos nosotros, solo espero tener el corazón tan grande como el de ustedes. Jack y Ozzy por su fidelidad. A mis abuelitos, tíos, y primos que estuvieron junto a nosotros en épocas difíciles y finalmente se lo dedico a las nuevas personitas de mi familia Ivanna y Camila que trajeron luz, dulzura e interés de lo desconocido. Al ser todo esto una gota de lo basto que me han brindado es por y para todos ustedes.

David

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias Padre, porque mi Dios me brindaste lo más importante, una familia maravillosa, y bendecirme con seres que nunca me dejaron solo en todos los aspectos que conlleva una vida lejana y de estudio gracias por los sueños y la vida, no te alejes de mi lado. A mis amigos de la politécnica que se convirtieron en mi familia durante todo este trayecto de mi vida politécnica, al grupo de amigos con el que empecé y me brindaron historias, al grupo con el cual culminé mis estudios y me brindaron sueños, al grupo con el que viví y encontré el amor, gracias.

A los ingenieros que fueron mis profesores que a más de impartir sus conocimientos, compartieron su idea de la vida y me brindaron su amistad, de manera especial a los ingenieros que participaron de este trabajo final, Ingeniero Edwin Altamirano. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrir las puertas y acogernos de manera que podamos cumplir nuestras metas de ser profesionales y de esta manera aportar al desarrollo inclusivo de la sociedad ecuatoriana.

David

## TABLA DE CONTENIDO

### TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
ÍNDICE DE ABREVIATURA.....	xvii
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT.....	xx
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	6
1.1 Hornos Reactivadores.....	6
1.1.1 <i>Reactivación del adhesivo de las plantas en la industria.</i> .....	7
1.1.2 <i>Reactivación del adhesivo de las plantas en talleres artesanales.</i> .....	9
1.2. Tipos de hornos reactivadores.....	10
1.2.1 <i>Hornos de gas licuado de petróleo</i> .....	10
1.2.2 <i>Hornos con luz infrarroja.</i> .....	11
1.2.2.1 <i>Ventajas del horno por infrarrojos</i> .....	11
1.2.3 <i>Hornos reactivadores con resistencias eléctricos.</i> .....	12
1.2.3.1 <i>Aplicaciones de los hornos con resistencias</i> .....	13
1.3 Proceso de pegado en las plantas de calzado.....	14
1.3.1 <i>Tipos de adhesivos</i> .....	14
1.3.2 <i>Material de la planta.</i> .....	15
1.3.3 <i>Pérdidas de calidad y valor en el mercado</i> .....	16

<b>1.4</b>	<b>Sensor de temperatura</b> .....	17
<b>1.4.1</b>	<b><i>Clasificación y funcionamiento</i></b> .....	18
<b>1.4.1.1</b>	<i>Termistores</i> .....	18
<b>1.4.1.2</b>	<i>Termopares</i> .....	19
<b>1.4.1.3</b>	<i>Detectores de temperatura resistivos RTD</i> .....	20
<b>1.4.2</b>	<b><i>Principio de los sensores de temperatura RTDs</i></b> .....	21
<b>1.4.3</b>	<b><i>Aplicación del TPI00</i></b> .....	22
<b>1.5</b>	<b>Controlador automático industrial</b> .....	23
<b>1.5.1</b>	<b><i>Clasificación del control automático</i></b> .....	23
<b>1.5.1.1</b>	<i>Controles en lazo abierto</i> .....	23
<b>1.5.1.2</b>	<i>Controles en lazo cerrado</i> .....	24
<b>1.5.2</b>	<b><i>Tipos de dispositivos de controladores industriales</i></b> .....	24
<b>1.5.2.1</b>	<i>Computadoras industriales</i> .....	25
<b>1.5.2.2</b>	<i>Reguladores de procesos</i> .....	25
<b>1.5.2.3</b>	<i>Controladores lógicos programables PLC</i> .....	26
<b>1.5.3</b>	<b><i>Constitución de los controladores lógicos programables</i></b> .....	27
<b>1.5.3.1</b>	<i>Fuente de alimentación</i> .....	28
<b>1.5.3.2</b>	<i>Unidad de Control de Procesos (CPU)</i> .....	28
<b>1.5.3.3</b>	<i>Módulos de entrada y salida</i> .....	28
<b>1.5.4</b>	<b><i>Características y funcionamiento de los PLC</i></b> .....	29
<b>1.5.4.1</b>	<i>Características principales</i> .....	29
<b>1.5.4.2</b>	<i>Funcionamiento del PLC</i> .....	30
<b>1.6</b>	<b>Interfaz Hombre-Máquina</b> .....	33
<b>1.6.1</b>	<b><i>Tipos de HMI</i></b> .....	34
<b>1.6.1.1</b>	<i>Terminal de Operador</i> .....	34
<b>1.6.1.2</b>	<i>Computadoras</i> .....	34
<b>1.6.2</b>	<b><i>Norma ISA 101</i></b> .....	35
<b>1.7</b>	<b>Contactor industrial</b> .....	36

1.7.1	<i>Constitución y características del Contactor LS MC-22B</i> .....	37
1.8	<b>Protecciones Eléctricas</b> .....	38
1.8.1	<i>Fusibles</i> .....	38
1.8.2	<i>Interruptor termomagnético o disyuntor</i> .....	39
1.8.3	<i>Interruptor o protector diferencial</i> .....	40

## CAPITULO II

2.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	42
2.1	<b>Diseño e implementación del hardware</b> .....	43
2.1.1	<i>Diseño y construcción del reactivador</i> .....	43
2.1.1.1	<i>Estructura del horno realizada en Solidwork</i> .....	44
2.1.1.2	<i>Forma de calentamiento y cálculo de potencia del horno reactivar</i> .....	46
2.1.2	<b>Selección de los dispositivos electrónicos de control</b> .....	48
2.1.2.1	<i>Selección del PLC Delta DVP-14SS211R</i> .....	50
2.1.2.2	<i>Selección de la pantalla HMI Delta DOP-B03E211</i> .....	51
2.1.2.3	<i>Selección de la fuente de alimentación Delta DRP024V060W1AZ</i> .....	53
2.1.2.4	<i>Selección del sensor de temperatura PT100</i> .....	54
2.1.2.5	<i>Modulo Delta para el TP100 DVP 04PT-S</i> .....	55
2.1.3	<b>Conexión y comunicación entre los dispositivos de control y sensor</b> .....	57
2.1.3.1	<i>Conexión entre el PLC DVP-14SS211R y el HMI DOP-B03E211</i> .....	57
2.1.3.2	<i>Conexión entre el PLC DVP-14SS211R y el módulo Delta DVP04TP-S</i> .....	58
2.1.3.3	<i>Conexión entre el PT100 y el módulo Delta DVP04TP-S</i> .....	58
2.2	<b>Implementación del software</b> .....	59
2.2.1	<b>Descarga e instalación del software de licencia gratuita de Delta</b> .....	60
2.2.1.1	<i>Instalación del software WPLSOFT</i> .....	61
2.2.1.2	<i>Instalación del software DOPSOFT</i> .....	61
2.2.2	<b>Programación del PLC Delta</b> .....	62

2.2.2.1	<i>Orden de programación del control para el PLC</i>	63
2.3.	<b>Diseño y desarrollo del HMI</b>	64
2.3.1	<i>Diseño de la ubicación de los componentes</i>	66
2.3.2	<i>Creación de las pantallas principales y auxiliares del HMI</i>	67
2.3.2.1	<i>Creación de botones indicadores y textos</i>	68
2.3.2.2	<i>Adquisición de datos de temperatura</i>	69
2.3.2.3	<i>Programación de los componentes con las macros</i>	71
2.3.3	<b>Implementación de la norma ISA101 para la aplicación final</b>	71
2.3.2.3	<i>Implementación de la norma ISA101 para la aplicación final</i>	72
2.3.4	<i>Tipo tamaño y contraste de los Textos</i>	73
2.3.5	<i>Tiempo de exposición al calor.</i>	74
2.4	<b>Diseño e implementación del tablero de control</b>	75
2.4.1.1	<i>Cableado estructurado del circuito de monitoreo y mando</i>	77
2.4.1.2	<i>Conexiones de la fase de potencia</i>	77
2.4.2	<b>Implementación del panel frontal del tablero</b>	78
2.4.2.1	<i>Corte y armado del tablero</i>	79
2.4.2.2	<i>Cálculo de la capacidad del contactor para manejar la intensidad requerida</i>	81
2.4.2.3	<i>Calibre del cable de conexión de las niquelinas.</i>	82
2.4.2.4	<i>Implementación y cálculo de las protecciones.</i>	82
2.5	<b>Implementación del Prototipo</b>	83

### CAPÍTULO III

3	<b>PRUEBAS Y RESULTADOS</b>	86
3.1	<b>Análisis de funcionalidad.</b>	86
3.1.1	<i>Operación del equipamiento ya existe en el taller</i>	86
3.1.2	<i>Verificación del cableado de elementos de control y potencia</i>	87
3.1.3	<i>Funcionamiento de la interfaz de usuario</i>	88

<b>3.1.4</b>	<b><i>Funcionamiento del control implementado</i></b> .....	<b>89</b>
<b>3.2</b>	<b>Comparación y pruebas de calentamiento.</b> .....	<b>89</b>
<b>3.3</b>	<b>Comparación de consumo del reactivador diseñado y el antiguo horno.</b> .....	<b>93</b>
<b>3.4</b>	<b>Comparación de costo y uso del reactivador frente a otras máquinas similares.</b>	<b>95</b>
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>98</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>100</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1 - 1:</b>	Tabla para selección de adhesivos .....	16
<b>Tabla 2- 1:</b>	Tabla de códigos de color de los tipos de termopar J, K, T, E, límites de error ANSI e IEC y rango de temperatura. ....	20
<b>Tabla 3 - 1:</b>	Tabla de tolerancias para las clases A y B de los TP 100 según la norma IEC751-95.....	21
<b>Tabla 4 - 1:</b>	Tabla de características técnicas del PLC Delta DVP14SS211R.....	30
<b>Tabla 5 - 1:</b>	Tabla de los principales tipos de datos que utiliza un PLC según la norma IEC 1131-3.....	31
<b>Tabla 6 - 1:</b>	Tabla de algunas instrucciones del lenguaje de lista de acuerdo a la norma IEC 1131-3.....	32
<b>Tabla 7 - 1:</b>	Tabla de especificaciones técnicas del contactor LS MC-22B .....	37
<b>Tabla 1 - 2:</b>	Tabla de especificaciones del horno reactivador diseñado.....	46
<b>Tabla 2 - 2:</b>	Tabla de especificaciones de las niquelinas para el reactivador.....	48
<b>Tabla 3 - 2:</b>	Tabla de especificaciones del PLC Delta DVP-14SS211R.....	51
<b>Tabla 4 - 2:</b>	Tabla de especificaciones de la pantalla Delta DOP-B03E211.....	52
<b>Tabla 5 - 2:</b>	Tabla de especificaciones de la fuente Delta DRP024V060W1AZ.....	53
<b>Tabla 6 - 2:</b>	Tabla de especificaciones técnicas del TP100 de tres hilos.....	55
<b>Tabla 7 - 2:</b>	Tabla de especificación técnica del módulo de expansión DVP 04PT-S.....	57
<b>Tabla 8 - 2:</b>	Tabla de descripción de los elementos para el HMI.....	66
<b>Tabla 9 - 2:</b>	Tabla de direcciones y función de los elementos dentro de la aplicación HMI.....	69
<b>Tabla 10 - 2:</b>	Tabla de tiempos de exposición al calor de las plantas según su material.....	75
<b>Tabla 11 - 2:</b>	Tabla de características del gabinete.....	75
<b>Tabla 12 - 2:</b>	Costo de materiales para la fabricación del reactivador.....	84
<b>Tabla 13 - 2:</b>	Costo logístico de fabricación del reactivador.....	85
<b>Tabla 14 - 2:</b>	Costo total de fabricación del reactivador.....	85
<b>Tabla 1 - 3:</b>	Tiempos comparativos de calentamiento del horno reactivador y el horno a gas a dos temperaturas deseadas.....	90
<b>Tabla 2 - 3:</b>	Porcentajes de diferencia de tiempos para el calentamiento con respecto a dos temperaturas deseadas.....	92
<b>Tabla 3 - 3:</b>	Costo del consumo energético del reactivador y el horno durante el mes de febrero.....	94

<b>Tabla 4 – 3:</b>	Parámetros y requisitos con los que cumple el prototipo.....	96
<b>Tabla 5 – 3:</b>	Características y parámetros de uso del prototipo.....	96

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1 - 1:</b>	Reactivador de pegamento para suela y planta modelo EM-EHSAP.....	8
<b>Figura 2 - 1:</b>	Horno para secado y activado de pegamento para suela modelo EM-EZD2028.....	8
<b>Figura 3 - 1:</b>	Parrilla activadora de pegamentos modelo EM-EPA.....	9
<b>Figura 4 - 1:</b>	Horno a gas que se utiliza en el taller artesanal. ....	10
<b>Figura 5 - 1:</b>	Reactivador con haz luz. ....	11
<b>Figura 6 – 1:</b>	Reactivador de suelas eléctrico .....	13
<b>Figura 7 – 1:</b>	Principal adhesivo utilizado en el taller .....	15
<b>Figura 8 – 1:</b>	Factores que evalúan los consumidores antes de comprar un zapato.....	17
<b>Figura 9 - 1:</b>	Sensores de temperatura.....	17
<b>Figura 10 – 1:</b>	Termistor de dos hilos .....	18
<b>Figura 11 – 1:</b>	Funcionamiento del termopar.....	19
<b>Figura 12 - 1:</b>	Comparación de linealidad de los sensores: termistor, termopar y RTD. ....	20
<b>Figura 13 - 1:</b>	PT100 de dos hilos .....	21
<b>Figura 14 - 1:</b>	Estructura del control en lazo abierto de una lavadora .....	24
<b>Figura 15 - 1:</b>	Estructura del control en lazo cerrado.....	24
<b>Figura 16 - 1:</b>	Computadora industrial Allen Bradley sin pantalla .....	25
<b>Figura 17 - 1:</b>	Reguladores y dispositivos de control.....	26
<b>Figura 18 - 1:</b>	PLC Delta dvp-14ss211r .....	27
<b>Figura 19 - 1:</b>	Estructura interna del controlador lógico programable .....	27
<b>Figura 20 - 1:</b>	PLC delta con fuente y módulos control de temperatura .....	29
<b>Figura 21 - 1:</b>	Esquema general de un sistema automatizado .....	33
<b>Figura 22 - 1:</b>	Pantallas HMI Delta. ....	34
<b>Figura 23 - 1:</b>	Sistema Scada basada en computadoras.....	35
<b>Figura 24 - 1:</b>	Contactador LS MC-22B .....	37
<b>Figura 25 - 1:</b>	Fusible cilíndrico de 2A con norma IEC.....	39
<b>Figura 26 - 1:</b>	Diagrama de curvas según la norma IEC 60898 .....	40
<b>Figura 27 – 1:</b>	Función del interruptor diferencial.....	41
<b>Figura 1 - 2:</b>	Horno a gas que se utiliza en el taller artesanal .....	44
<b>Figura 2 - 2:</b>	Diseño de la estructura base del reactivador en Solidwork.....	44
<b>Figura 3 - 2:</b>	Diseño final de la estructura y componentes del reactivador en Solidwork....	45
<b>Figura 4 - 2:</b>	Ubicación de las niquelinas dentro del reactivador .....	46
<b>Figura 5 - 2:</b>	PLC Delta DVP 14SS211R.....	50

<b>Figura 6 - 2:</b>	Pantalla Delta DOP-B03E211 .....	52
<b>Figura 7 - 2:</b>	Fuente Delta DRP024V060W1AZ.....	53
<b>Figura 8 - 2:</b>	Sensor TP100 de 3 hilos.....	55
<b>Figura 9 - 2:</b>	Módulo de expansión para TP100 Delta DVP04TP-S.....	56
<b>Figura 10 - 2:</b>	Distribución de los pines DB9 para la conexión RS485 .....	57
<b>Figura 11 - 2:</b>	Descarga de productos y herramientas informáticas DELTA.....	60
<b>Figura 12 - 2:</b>	Pantallas de instalación del WPLSoft para el PLC .....	61
<b>Figura 13 - 2:</b>	Pantallas y menú principal del software de programación .....	62
<b>Figura 14 - 2:</b>	Configuración del PLC (Autodetect) dentro del software WPLSoft .....	62
<b>Figura 15 - 2:</b>	Pantalla principal de la herramienta WPLSoft .....	63
<b>Figura 16 - 2:</b>	Captura de la programación del enclave de los botones de arranque y paro... 64	
<b>Figura 17 - 2:</b>	Diagrama de diseño e implementación del HMI según la norma ISA101 .....	65
<b>Figura 18 - 2:</b>	Configuración de la pantalla en el programa DOPSoft.....	65
<b>Figura 19 - 2:</b>	Diagrama de ubicación de los elementos dentro de la pantalla HMI.....	67
<b>Figura 20 - 2:</b>	Creación de las pantallas del HMI en DOPSoft.....	68
<b>Figura 21 - 2:</b>	Programación de la adquisición de datos en el PLC Delta y transformación para su presentación.....	70
<b>Figura 22 - 2:</b>	Programación de las macros dentro de los botones del HMI .....	71
<b>Figura 23 - 2:</b>	Implementación del HMI según la norma ISA101 en contraste y color .....	72
<b>Figura 24 - 2:</b>	Implementación del HMI según la norma ISA101 en texto y etiquetas.....	73
<b>Figura 25 - 2:</b>	Diseño e implementación del HMI de la pantalla de modo automático .....	74
<b>Figura 26 - 2:</b>	Gabinete para el tablero de control con IP46 .....	76
<b>Figura 27 - 2:</b>	Pantalla principal del software Autocad.....	76
<b>Figura 28 - 2:</b>	Conexiones de los componentes del tablero de control .....	77
<b>Figura 29 - 2:</b>	Diseño e implementación de circuito en Autocad.....	78
<b>Figura 30 - 2:</b>	Corte según el diseño del tablero principal de control .....	78
<b>Figura 31 - 2:</b>	Implementación del panel frontal.....	79
<b>Figura 32 - 2:</b>	Ubicación de los dispositivos en el riel DIN.....	80
<b>Figura 33 - 2:</b>	Implementación del cableado según el diseño .....	80
<b>Figura 34 - 2:</b>	Conexiones del contactor de 22 A.....	81
<b>Figura 1 - 3:</b>	Levantamiento de las seguridades del circuito ya instaladas .....	87
<b>Figura 2 - 3:</b>	Puesta en marcha del tablero de control.....	88
<b>Figura 3 - 3:</b>	Calentamiento de las niquelinas internas del reactivador .....	90

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1 - 2:</b>	Diagrama del proceso de producción del calzado .....	42
<b>Gráfico 2 – 2:</b>	Diagrama de flujo del proceso de funcionamiento del reactivador .....	49
<b>Gráfico 3 – 2:</b>	Conexión del TP100 al módulo DVP04TP-S .....	58
<b>Gráfico 4 – 2:</b>	Diagrama de adecuación del TP100 de 3 hilos para el control .....	70
<b>Gráfico 5 – 2:</b>	Gráfica de calibres de los conductores .....	82
<b>Gráfico 1 – 3:</b>	Comportamiento del controlador ON/OFF .....	89
<b>Gráfico 2 – 3:</b>	Porcentajes de diferencia de tiempo entre el reactivador y el horno .....	92
<b>Gráfico 3 – 3:</b>	Comparación de costos de adquisición de distintos reactivadores .....	95

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A:** DataSheet y especificaciones del PLC DELTA dvp14ss211r.
- Anexo B:** Programación del PLC DELTA dvp14ss211r para el horno reactivador.
- Anexo C:** DataSheet y características de la pantalla Delta DOP-B03E211.
- Anexo D:** Configuración de la pantalla Delta DOP-B03E211 en el programa DOPSOFT.
- Anexo E:** DataSheet de la fuente de alimentación DRP024V060W1AZ.
- Anexo F:** Planimetría y diseño en Solidwork del reactivador.
- Anexo G:** Pliego tarifario del ARCONEL 2018 para cálculo de la tarifa y consumo.
- Anexo H:** Norma DIN IEC 751 para TP100.
- Anexo I:** Manual de usuario.
- Anexo J:** Imágenes del reactivador de adhesivos para plantas de calzado.
- Anexo K:** Circuito en Autocad del reactivador.

## ÍNDICE DE ABREVIATURA

<b>CALTU</b>	Cámara Nacional de Calzado
<b>GLP</b>	Gas licuado de petróleo
<b>CPU</b>	Unidad central de proceso
<b>USB</b>	Universal Serial Bus
<b>RAM</b>	Random Access Memory
<b>RS</b>	Sección de registro de datos
<b>R/W</b>	Lectura / Escritura
<b>MB</b>	Megabytes
<b>PVC</b>	Policloruro de vinilo
<b>EVA</b>	Etileno vinilo acetato
<b>TPU</b>	Poliuretano termoplástico
<b>TR</b>	Goma termoplástica
<b>PLC</b>	Controlador lógico programable
<b>IL</b>	Lista de instrucciones
<b>SFC</b>	Tabla de función secuencial
<b>HMI</b>	Interfaz Hombre Maquina
<b>SCADA</b>	Supervisión, Control y Adquisición de Datos
<b>NTC</b>	Negative Temperature Coefficient
<b>RTD</b>	Detector de temperatura resistivo
<b>PT100</b>	Sensor de temperatura a base de platino
<b>°C</b>	Grados Centígrados
<b>T</b>	Temperatura
<b>V</b>	Voltaje
<b>t</b>	tiempo
<b>mA</b>	Miliamperios
<b>KΩ</b>	Kilohmios
<b>Hz</b>	Hertz
<b>s</b>	Segundos
<b>F</b>	Frecuencia
<b>Kw</b>	Kilovatios
<b>Kw/h</b>	Kilovatios hora
<b>IA</b>	Industrial Artesanal

<b>CC</b>	Corriente Continua
<b>CA</b>	Corriente Alterna
<b>VDC</b>	Voltaje de corriente continúa
<b>LCD</b>	Pantalla de cristal líquido
<b>NEMA</b>	Asociación Nacional De Fabricantes Eléctricos
<b>ANSI</b>	American National Standards Institute
<b>IEC</b>	Comisión Electrotécnica Internacional
<b>ISA</b>	Sociedad de Instrumentistas de América
<b>HFE</b>	Ingeniería de Factores Humanos
<b>ARCONEL</b>	Agencia de regulación y control eléctrico.

## RESUMEN

Se diseñó e implementó un reactivador con control de temperatura para el pegado del adhesivo en plantas de calzado basado en elementos de automatización robustos, con una interface hombre máquina realizada en una pantalla táctil donde se realiza el control. Este prototipo se realizó en varias fases siendo la primera las adecuaciones y diseño del horno reactivador tipo parrilla que realiza el calentamiento de forma eléctrica con capacidad de reactivar tres pares de suelas a la vez. En una segunda fase se establecieron los dispositivos utilizados de acuerdo al diseño realizado por software, procurando reducir costos para que la máquina sea accesible a los artesanos. Sin disminuir la tecnología en relación a la maquinaria existente en el mercado que es en su totalidad de importación y de costo elevado. También se determinó la eliminación del riesgo de utilizar un horno que funciona con gas licuado de petróleo (GLP). Además, se determinó el sensor TP 100 como el adecuado según sus características y se realizó la implementación del tablero de mando y potencia calculando los calibres de cables y protecciones de circuito. El controlador lógico programable (PLC) insertado realiza el control de temperatura de acuerdo al tipo de material de las plantas, generando un único proceso productivo para la fase final del pegado de la planta, lo cual en la industria del calzado aumenta la calidad de producción sin aumentar costos operativos. Se determinó que el costo de fabricación del reactivador se reduce en más del 100% en relación a sus similares sin disminuir en tecnología y en muchos casos hasta superior; además, el costo operativo en relación a hornos de gas no cambia, mientras disminuye tiempos de producción en 40%, genera seguridad y crea un proceso de fabricación, el cual se establece como estándar y normaliza la producción de calzado.

**PALABRAS CLAVES:** <TECNOLOGÍA DEL CONTROL AUTOMÁTICO>, <PROCESOS INDUSTRIALES>, <INDUSTRIA DEL CALZADO>, <HORNO REACTIVADOR ELECTRICO>, <REACTIVADOR DE ADHESIVOS>, <CONTROL DE TEMPERATURA>, <PROCESOS PRODUCTIVOS>.



## ABSTRACT

A reactivator with temperature control was designed and implemented to glue the adhesive in footwear plants based on robust automation elements, with a man machine interface made on a touch screen where the control is carried out. This prototype was carried out in several phases, the first one being the adjustments and design of the grill-type reactivation oven that performs electric heating with the ability to reactivate three pairs of soles at the same time. In a second phase, the devices used according to the design made by software were established, trying to reduce costs so that the machine is accessible to artisans. Without diminishing the technology in relation to the existing machinery in the market that is totally of import and of high cost. The elimination of the risk of using an oven that works with liquefied petroleum gas (LPG) was also determined. In addition, the TP 100 sensor was determined as appropriate according to its characteristics and the implementation of the control panel and power was performed by calculating the cable sizes and circuit protections. The programmable logic controller (PLC) inserted performs temperature control according to the type of material of the plants, generating a single productive process for the final phase of the bonding of the plant, which in the footwear industry increases the quality of production without increasing operating costs. It was determined that the cost of manufacturing the reactivator is reduced by more than 100% in relation to its counterparts without decreasing in technology and in many cases even higher; In addition, the operating cost in relation to gas furnaces does not change, while decreasing production times by 40%, it generates security and creates a manufacturing process, which is established as standard and normalizes the production of footwear.

**KEYWORDS:** <AUTOMATIC CONTROL TECHNOLOGY>, <INDUSTRIAL PROCESSES>, <FOOTWEAR INDUSTRY>, <ELECTRIC REACTIVATOR FURNACES>, <ADHESIVE REACTIVATOR>, <TEMPERATURE CONTROL>, <PRODUCTIVE PROCESSES>.



## **INTRODUCCIÓN**

### **ANTECEDENTES**

En la provincia de Tungurahua se genera aproximadamente un 44% de la producción de calzado ecuatoriano según cifras de la Cámara de Industrias de Tungurahua, por lo tanto la pequeña y mediana empresa toman una elevada importancia en la producción que aportan en 28 millones de pares de zapatos y continua creciendo, los cuales son de distintas gamas centrándose en la producción artesanal por tal motivo, la generación de nueva tecnología para mejorar la producción en tiempo y calidad es importante. (Sandro, 2016, <https://camaradeindustriasdetungurahua.wordpress.com/2016/03/07/tungurahua-abarca-el-44-de-produccion-en-calzado-ecuatoriano/>)

El terminado del zapato en la fase del pegado de la planta compromete altamente la calidad del producto siendo un problema constante el control de temperatura, humedad entre otros factores para la reactivación de las pegas que se utilizan, además del tipo de material del cual está hecho la planta del zapato. Por tal motivo la automatización de estos procesos podría resolver en gran medida los problemas que se generan en los productores de calzado, evitando de esta manera daños en los productos, pérdida en el costo de fabricación y aumentando la seguridad de los artesanos.

La forma de pegado de la planta se realiza muchas veces de forma rudimentaria utilizando por ejemplo; hornos que no son específicamente para este cometido, además que generan pérdidas de calor y son altamente peligrosos por la utilización de GLP. También utilizan resistencias eléctricas las cuales no poseen ningún tipo de control ni estructura adecuada, estos factores son suficientes para poner en riesgo la integridad de los productores además de limitar la calidad del producto final. Es por ello que la realización de un reactivador de suelas automatizado con parámetros de seguridad sería de gran ayuda.

La mayoría de microempresas de calzado son artesanas que desarrollan sus actividades en pequeños talleres en toda la ciudad de Ambato, teniendo en cuenta que son las parroquias rurales las que concentran mayormente estas actividades como Quisapincha, Ambatillo, San

Bartolomé de Pinillo y Cevallos. Por salud pública de los consumidores es necesario tener una planta correctamente pegada y que mantenga sus propiedades naturales, mejorar los ambientes de trabajo dando mayor seguridad a los artesanos además del aporte de elevar la calidad del producto para su mayor competitividad en los mercados.

Teniendo en cuenta todos estos aspectos desfavorables la propuesta es el diseño y construcción de un sistema automatizado que resuelva esta problemática, tratando de hacerla accesible para los artesanos ayudando a elevar los índices de producción con mejor calidad, mayor seguridad y reduciendo pérdidas.

### **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Podrá ser implementada, una máquina con control automático de temperatura para la reactivación del adhesivo para plantas de calzado?

### **SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuáles son las variables que pueden afectar a la calidad del zapato en su fase de pegado de la planta?

¿Cuál será la mejor forma para realizar la reactivación del adhesivo en las plantas de zapatos?

¿Qué impacto tendrá en la seguridad de los artesanos?

¿Qué limitación tendrá el sistema implementado al momento de realizar la reactivación de la pega en las plantas?

¿Cuál será el grado de aceptación que tendrá el sistema automatizado, de acuerdo a los resultados obtenidos?

## **JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

Un sistema automatizado que realiza la reactivación de la pega en las plantas de los zapatos en su fase final de producción deberá contar con materiales o componentes robustos porque esta fase en la línea de producción, existen factores externos como golpes o temperaturas altas las cuales pueden afectar en normal funcionamiento del horno reactivador.

El uso de un controlador industrial robusto permitirá mejorar las exigencias a las que se someterá el reactivador y durabilidad del producto. El diseño del prototipo dependerá en gran medida del número de entradas y salidas que se necesiten, la programación será desarrollada en el software adecuado para cubrir las necesidades de los artesanos.

El sensor de temperatura estará ubicado dentro del horno reactivador para controlar la temperatura en el cual se desarrolla la reactivación, para lo cual deberá cumplir con los requerimientos y exigencias que el reactivador de suelas necesita para su adhesión en el producto final.

Para el diseño del horno se construirá bajo normas que permitan reducir las pérdidas de calor y mejore la seguridad e integridad de las personas que hacen uso del mismo. La fuente de calor para la reactivación del pegamento en la suela es de importancia por la variedad de temperatura que oscila entre los 70°C y 100°C.

Para el manejo del horno por parte de los artesanos se utilizará una pantalla HMI con opciones que permitan operar de una forma fácil y sencilla.

El diseño del sistema será ergonómico y seguro para que el artesano trabaje confortablemente esto se logrará mediante un sistema de control que permita adaptar a todo el sistema a las condiciones de las plantas y propiedades de los pegamentos. De acuerdo a la complejidad que se presente a lo largo del desarrollo del trabajo se determinará cuál o cuáles serán los controladores más idóneos a ser implementado.

## **JUSTIFICACIÓN APLICATIVA**

Este trabajo pretende comparar el tratamiento que se da al reactivador de pega de plantas de zapatos de una forma automatizada y controlada con una forma manual, por tal motivo el funcionamiento del reactivador de plantas mejorara los tiempos de producción, la calidad del producto y el pegado de la suela con un costo accesible para los artesanos de calzado.

El prototipo al contar con una pantalla HMI hará más fácil la interacción entre el usuario y el prototipo. El control automático del horno reactivador debe tener las condiciones ideales para la distribución uniforme del calor de acuerdo al tipo de planta y pegamento que se utiliza en la fabricación del calzado, contara con las protecciones necesarias para un mejor mantenimiento y vida útil del sistema.

La seguridad en el dispositivo y horno serán de importancia para los artesanos de calzado por cuanto utilizan GLP como fuente de calor, combustible peligroso de manipulación en condiciones de alta temperatura.

La realización de este trabajo conllevará beneficios al sector de artesanos de calzado, porque al disponer de un sistema autónomo capaz de reactivar correctamente las suelas; ayudara a reducción de tiempos mejor calidad en el producto final y seguridad a los usuarios.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Implementar una máquina con control automático de temperatura para la reactivación del adhesivo en plantas de calzado.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Implementar un sistema electrónico de control y automatización para la reactivación del pegamento en las plantas.
- Construir y adecuar un horno reactivador para el pegado de plantas de calzado para los artesanos
- Seleccionar los elementos software y hardware adecuados para que la máquina cumpla con las expectativas de los artesanos
- Comprobar el funcionamiento del sistema y analizar los resultados mediante un periodo de prueba.

## **CAPÍTULO I**

### **1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

En el presente capítulo se determina los aspectos que tiene la producción de calzado en la provincia de Tungurahua y el impacto de la industrialización en el proceso productivo de la misma, donde se establece el aporte de la electrónica y automatización en generar eficiencia y eficacia sobre todo en el proceso final de pegado de las plantas, en los talleres artesanales medianamente mecanizados.

Reduciendo costos a maquinaria que proviene del exterior como los reactivadores de adhesivo para plantas brasileñas, además de la sencillez en el uso por parte de los artesanos siendo este un factor determinante para la inclusión de tecnologías en la industria, que se caracteriza por el alto grado de uso de mano de obra y que por lo contrario en el aspecto de mantenimiento no existen repuestos ni personal especializado, lo que provoca un servicio costoso.

También se determina los componentes, dispositivos y herramientas necesarias de acuerdo a normativas internacionales para que el prototipo sea seguro en un centro artesanal. Se desarrolla un reactivador de bajo costo en comparación a maquinaria disponible en el mercado.

Se implementó un prototipo con software y hardware libre de tal forma que la tecnología sea aprovechada de una mejor manera a futuro, con la ampliación de mecanizado en los demás procesos que intervienen en la elaboración de calzado.

#### **1.1 Hornos Reactivadores**

En la fabricación de calzado y especialmente en la fase de pegado, los hornos donde se realiza la reactivación del adhesivo de la suela debe ser automatizada, para mejorar tiempos de producción y control de la reactivación del adhesivo. El objetivo principal de esto es la eficiencia del horno, que incorporan una fuente de calor, sea esta resistencia o luz fluorescente,

teniendo en cuenta las características de los adhesivos que se utiliza, Existe también otra tecnología que incorpora flash de luz infrarroja para la reactivación.

A nivel artesanal se determina que un defecto reside en que normalmente los hornos en los que se realiza la reactivación de los adhesivos para el pegado de suelas, se utilizan normalmente resistencias convencionales, que no poseen características adecuadas por lo que su calentamiento es lento, y aunque en muchas ocasiones esto funciona, no es eficiente. Además de la mala construcción de las paredes del horno reactivador que provoca pérdidas de calor.

El horno reactivador de suelas, debe contar con la estructura adecuada para que en el interior del mismo se origine un calentamiento del ambiente que reactive los adhesivos, además de los distintos cortes del zapato. Esto es provocado principalmente desde la constitución de la estructura configurada de una pared de doble fondo que permite disminuir las pérdidas de calor, que asemejan un medio túnel en el cual se pondrán entre dos y tres pares de plantas disminuyendo los tiempos de reactivación, y también espacio suficiente para la reactivación del adhesivo en los cortes (Cerdan Lagares Domingo, 1989, pag2-4)

### ***1.1.1 Reactivación del adhesivo de las plantas en la industria.***

Esta industria posee una característica la cual es dual, por este motivo hay fábricas con maquinaria tecnificada y talleres que aun trabajan con maquinaria obsoleta o incluso sin maquinaria. El proceso de reactivación en industrias grandes de calzado se realiza con hornos automáticos y semiautomáticos con fuentes de calor eficientes como luz infrarroja, normalmente cuentan con las seguridades para los trabajadores.

Estos hornos proporcionan un movimiento continuo del producto y de esta manera evita retrasos en la línea de producción, los reactivadores son de gran dimensión con lo cual un considerable número de plantas se reactivan de manera simultánea. La mayoría posee una banda transportadora además del control externo de la temperatura, sin embargo el control de la maquina es aun rudimentario con apenas mandos de encendido y apagado lo cual disminuye las ventajas de operatividad de un horno dedicado a esta fase.

En la figura 1 – 1 se muestra el modelo EM-EHSAP



**Figura 1 - 1:** Reactivador de pegamento para suela y planta modelo EM-EHSAP

**Fuente:** [http://www.emar.com.mx/old\\_emar/SECADO%20Y%20ACTIVADO%20DE%20PEGAMENTO.jpg](http://www.emar.com.mx/old_emar/SECADO%20Y%20ACTIVADO%20DE%20PEGAMENTO.jpg)

En la figura 2 – 1 se muestra el modelo EM-EZD2028



**Figura 2 - 1:** Horno para secado y activado de pegamento para suela modelo EM-EZD2028.

**Fuente:** [http://www.emar.com.mx/old\\_emar/ACTIVADOR%20DE%20PEGAMENTO.jpg](http://www.emar.com.mx/old_emar/ACTIVADOR%20DE%20PEGAMENTO.jpg)

### ***1.1.2 Reactivación del adhesivo de las plantas en talleres artesanales.***

El proceso de reactivación en los talleres artesanales de calzado son muchas veces deficientes en varios aspectos como: estructura, eficiencia energética, seguridad y calidad. Actualmente el uso de mano de obra es intensiva, esto provoca una reducida producción con tecnología obsoleta. Así se produce una brecha entre los productores de calzado: el artesanal, las fábricas medianamente con tecnología moderna y las altamente modernizadas siendo este último el de menor porcentaje.

En el nivel artesanal se produce, con herramientas rudimentarias, sin embargo varias ya cuentan con máquinas sobre todo del aparado y esto produce un calzado de mejor calidad. Pero aún existe gran cantidad de mano de obra para operar las máquinas y en los diferentes pasos del sistema de producción. (Dr. Francisco Torres Noyola, 2002, pag27)

La mayoría de hornos son en base a gas licuado de petróleo sin ningún tipo de control de temperatura, además poseen estructuras metálicas pocas eficientes que provocan pérdidas de temperatura, también la reactivación se realiza mediante resistencias eléctricas que no tienen estructura adecuada que eleva el riesgo de los artesanos y el producto.

En la figura 3 – 1 se muestra una parrilla reactivadora modelo EM-EPA.



**Figura 3 - 1:** Parrilla activadora de pegamentos modelo EM-EPA

**Fuente:** [http://www.emar.com.mx/old\\_emar/horno\\_calzado.htm](http://www.emar.com.mx/old_emar/horno_calzado.htm)

## 1.2. Tipos de hornos reactivadores.

Se determinan los tipos de hornos reactivadores de acuerdo a distintos argumentos, uno de ellos es la fuente de calor y estructura. La clase de reactivador que se utilizan sobre todo en los talleres artesanales poseen varios defectos, el principal es sobre su diseño que no contribuye a reducir las pérdidas de calor a través de la misma estructura del horno

Los hornos reactivadores son importantes en la fase final de la producción de calzado por lo cual son una referencia de la maquinaria industrial en este clúster, son usados tanto en la grande como en la pequeña industria, los hornos tienen diversas características y dimensiones, además sus fuentes de calor son distintas siendo estas: eléctricos, GLP o soplado por oxígeno además hay tecnología más avanzada como la radiación, cualquiera sea su fuente de calor debe poseer una estructura adecuada para disminuir el riesgo para los artesanos que los usen. (PREVENCIÓN RIESGOS LABORALES, 2015, <http://abtprl.baleaerweb.net/post/122025>)

### 1.2.1 Hornos de gas licuado de petróleo

Los hornos que utilizan GLP son los más antiguos y la forma de regular la temperatura es mecánica, sin embargo en la industria del calzado muy pocos cuentan con controladores de este tipo. Su diseño evita en gran medida la pérdida de calor pero una desventaja es el riesgo al que se exponen los artesanos con cilindros de gas dentro de los talleres.

En la figura 4 – 1 se muestra el horno que utilizan en el taller FIEL Innovaciones.



**Figura 4 - 1:** Horno a gas que se utiliza en el taller artesanal.  
Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

### **1.2.2 Hornos con luz infrarroja.**

Este tipo de hornos son muy eficientes energéticamente, posee ondas de radiación que están entre: ondas electromagnéticas y las ondas de luz visibles. Es el espectro electromagnético en cual proporciona mayor capacidad energética y eleva la temperatura de la superficie expuesta.

También existen distintos factores que intervienen en la absorción de energía como: el ángulo de incidencia, la capacidad refractiva. La diferencia con los hornos eléctricos y de GLP es que calientan el aire y de esta manera calentará la pieza, los hornos infrarrojos debido a la radiación que se dirige directamente al objeto provoca un calentamiento más rápido.(POWDERTRONIC, 2016, <http://powdertronic.com/hornos-infrarrojos-2/>)

En la figura 5 – 1 se muestra el horno reactivador que utiliza haz de luz.



**Figura 5 - 1:** Reactivador con haz luz.

**Fuente:** <https://www.youtube.com/watch?v=tb4h0giTwWA>

#### **1.2.2.1 Ventajas del horno por infrarrojos**

Sus ventajas principales en comparación a los hornos convencionales son:

Los tiempos de alcance de la temperatura deseada son más cortos, además el calentamiento se produce de dentro hacia a fuera, evitando la formación de burbujas en el adhesivo. El ahorro energético es alto, de acuerdo al menor consumo y sus lapsos de aplicación cortos. Finalmente

la protección al medio ambiente por la reducción de emisión de CO<sub>2</sub>.(Alianza Auditores S.A, 2014, <http://www.alianzaautomotriz.com/noticias/tips-para-secado-por-infrarrojos/>)

#### *1.2.2.2 Seguridad y utilización del horno infrarrojo.*

Al tratarse de nueva tecnología hay que tener en cuenta ciertas normas de seguridad por parte de los operarios:

La ventilación donde se ubique el horno debe ser la adecuada, además debido a la radiación es recomendable no almacenar disolventes dentro de un lugar cercano al horno reactivador, de preferencia dentro de un radio de 5 metros. No exponer al horno a pulverizadores, al polvo de pulido, disolventes entre otras sustancias que podrían dañar las lámparas infrarrojas o a su vez exponer estas a la radiación. Finalmente los operarios deben realizar el trabajo con equipos adecuados, no es conveniente mirar directamente las lámparas infrarrojas o la exposición prolongada de la piel. (Alianza Auditores S.A, 2014, <http://www.alianzaautomotriz.com/noticias/tips-para-secado-por-infrarrojos/>)

#### *1.2.3 Hornos reactivadores con resistencias eléctricas.*

Los hornos de resistencia eléctrica son los más convencionales en la industria por tal motivo el sector artesanal del calzado también empieza a migrar hacia esta alternativa, otro factor que invita a la adquisición de hornos eléctricos es la reducción de riesgos de incendios. Sin embargo una buena estructura y un control adecuado son fundamental para el uso de este tipo de hornos. Al contar un controlador de temperatura incluso lo hace eficiente y de costo bajo en su consumo energético mensual.

Dentro de este tipo de hornos podemos encontrar en la práctica incluso estufas, secadores, incineradores.

En la figura 6 – 1 se muestra un reactivador de plantas eléctrico



**Figura 6 – 1:** Reactivador de suelas eléctrico.

**Fuente:** <http://www.vimtec.es/wp-content/uploads/2017/06/REACTIVADOR-DE-SUELAS-MANUAL-S-30.jpg>

### *1.2.3.1 Aplicaciones de los hornos con resistencias*

Las aplicaciones de los hornos convencionales son variadas y distintas principalmente cuando se refiere al adelanto de procesos con temperatura, existen procesos industriales que requieren temperaturas elevadas y por tal motivo las aplicaciones que estos tienen son muchas. El diseño de un horno también es primordial según sea el proceso en el cual se lo incluya, sin embargo el principio de funcionamiento y control es el mismo con pequeñas variantes, algunas aplicaciones son. (QuimiNet, 2013, <https://www.quiminet.com/articulos/hornos-para-aplicaciones-industriales-3457030.htm>)

- Aleación de materiales para unir compuestos.
- Producir características en materiales como en el acero y otros.
- Aplicaciones de secado y curado.
- Industria automotriz posterior a la aplicación de pintura.
- Activación de adherentes de forma rápida. (Aguirre y Sánchez, 2014, pag5)

Estas son algunas de las aplicaciones de los hornos en general, principalmente en la industria del calzado intervienen en el proceso del pegado de las suelas y secado y curado de los cortes.

### *1.2.3.2 Clasificación de los hornos eléctricos.*

Estos hornos se clasifican de varias maneras de acuerdo al diseño, aplicación o incluso consumo, también por su funcionamiento así tenemos.

- **Hornos de resistencia:** producen un calentamiento directo e indirecto, también por inducción, el medio de transmisión del calor es el aire funcionan con electricidad.
- **Hornos de arco:** son utilizados ampliamente en la industria de fundición de acero directo, indirecto, o de resistencia con arco directo el calentamiento lo produce arcos eléctricos y alcanza altas temperaturas.
- **Hornos infrarrojos:** la radiación es efectiva y eficiente energéticamente, en comparación con los hornos convencionales reduce las pérdidas de calor.

En la industria del calzado a nivel artesanal existe en su mayoría uso de hornos a gas, mientras que los hornos eléctricos con resistencias no tienen mucho uso principalmente por desconocimiento, sin embargo las ventajas de estos son superiores.

### 1.3 Proceso de pegado en las plantas de calzado

#### 1.3.1 Tipos de adhesivos

Este proceso depende mucho del tipo o cualidades del adhesivo que se utilice, sus principales características son: la viscosidad, el tiempo en el cual el pegamento se impregna correctamente y de la velocidad de evaporación del disolvente, pero principalmente se diferencian de acuerdo al tipo de polímero con el cual son hechas. (Curtidos Antón Blog, 2016, <http://www.curtidosanton.com/blog/2016/07/06/proceso-de-pegado/>)

- Adhesivos poliuretano o plásticas.
- Pegamento de contacto.
- Adhesivo de caucho natural.

Estos son los principales adhesivos que normalmente recurren los artesanos para pegar las suelas, sin embargo los procesos para la impregnación del adhesivo y su posterior reactivación son diferentes, para esto se generaliza los siguientes pasos previos:

- 1) Se limpian las superficies de las suelas con desengrasantes y se lima la parte baja del zapato en la horma.
- 2) Impregnan el adhesivo sobre las dos superficies a unir y dependiendo del tipo de pegamento se lo deja secar.

- 3) Se realiza el tratamiento de las superficies a unir, este proceso se realiza exponiendo las superficies a fuentes de calor, así los adhesivos adquieren las cualidades para ser pegadas
- 4) Finalmente se realiza el prensado del producto terminado.

En la figura 7 – 1 se muestra el principal adhesivo que se utiliza en el taller artesanal



**Figura 7 – 1:** Principal adhesivo utilizado en el taller  
Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

### ***1.3.2 Material de la planta.***

En el mercado existen varias tipos de suela por lo que se compromete el tipo de suela que se utiliza para la fabricación, existen muchas variedades de suelas además que son muy parecidos pero de la mismas forma poseen características distintas por lo tanto la elegir la suela en el material correcto para distintos casos en los que utiliza el calzado en primordial varios de estos son:

- 1) PVC como sus siglas lo reflejan están elaboradas a base de resina y policloruro de vinilo, son plantas muy pesadas y se las utiliza principalmente para calzado industrial.
- 2) Materiales expandidos son plantas menos pesadas con la misma composición de la anterior y por tal motivo pierde propiedades.
- 3) Poliuretano compuesta principalmente por polioli e isocianato haciéndola ligera, se la utiliza para calzado femenino.
- 4) Caucho son pesadas y resistentes a la abrasión también se las utiliza en el calzado industrial.
- 5) TPU es resistente a temperaturas elevadas y se la fábrica con tecnología de inyección del poliuretano termoplástico.

- 6) Porolivianas se las elaboran con materiales porosos para obtener ligereza porque se las utiliza en suelas de inmovilizan el tobillo. (Zapatería Calzados Club Verde, 2018, [https://www.calzadosclubverde.es/blog/87\\_materiales-usados-fabricacion-zapatos-infografia.html](https://www.calzadosclubverde.es/blog/87_materiales-usados-fabricacion-zapatos-infografia.html))

El tipo de adhesivo según el material de la planta y del corte se los muestra en la tabla 1 – 1.

**Tabla 1 - 1:** Tabla para selección de adhesivos

CAPELLADA SUELA	CUERO	PVC	URETANO	TELA	NYLON
<b>CUERO</b>	Neoprene + R o (PVC)	PVC / PU	PVC / PU	Neoprene + R o (PVC)	PVC + R
<b>URETANO</b>	PVC / PU	PVC / PU	PVC / PU	PVC / PU	PVC + R
<b>PVC</b>	PVC / PU	PVC / PU	PVC / PU	PVC / PU	PVC + R
<b>CREPE Caucho Natral</b>	Neoprene + R o (PVC + A)	PVC + A	PVC + A + R	Neoprene + R o (PVC + A + R)	PVC + A + R
<b>GOMA</b>	Neoprene + R o (PVC + A)	PVC + A	PVC + A + R	Neoprene + R o (PVC + A + R)	PVC + A + R
<b>CAUCHO TR</b>	PVC o (Neoprene)	PVC + A	PVC + A	PVC + A (Neoprene)	PVC + A + R
<b>EVA</b>	PVC o (Neoprene)	PVC	PVC	Neoprene o (PVC)	PVC + A + R
<b>NYLON</b>	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC + A + R

Fuente: [http://www.qui-pa.com/el\\_pegado\\_en\\_el\\_calzado.html](http://www.qui-pa.com/el_pegado_en_el_calzado.html)

Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

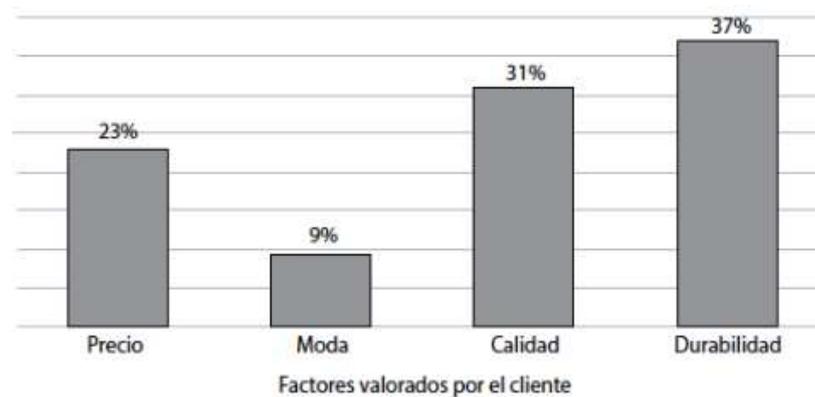
### 1.3.3 Pérdidas de calidad y valor en el mercado

La calidad de la terminación de un zapato es primordial siendo este es un factor determinante en el precio final del producto. Por varias razones existe un declive en el valor puesto que no existen estudios donde indiquen las preferencias de los consumidores más allá de la compra real sin embargo factores como: precio, moda, calidad y durabilidad vienen de la mano de calidad que se presenta al consumidor. Es ahí donde se centra la calidad de la suela y su pegado al resto del calzado, al tener evidencia de suelas mal pegadas, quemadas, o en mal estado son fallas de fábrica las cuales disminuyen altamente su calidad y precio.

De acuerdo a estudios, el mercado y la producción nacional de calzado desde el 2008 ha crecido por lo cual los planes de marketing y comercialización del calzado debe mirar hacia lugares a los cuales por costumbre no lo hacía, es decir; la calidad para garantizar la exposición del producto para potenciales consumidores es esencial Sin embargo al tener mala calidad del producto siendo un factor el deplorable unión la suela es un argumento muy importante aunque existen otros factores como la calidad y tipo de materiales además de que una marca también

posee gran influencia en el posicionamiento del calzado a nivel nacional. (Navarrete y Castro, 2017, pag4-6)

En la figura 8 – 1 se muestra los factores determinantes que consideran las personas antes de adquirir el calzado.



**Figura 8 – 1:** Factores que evalúan los consumidores antes de comprar un zapato.

Fuente: <https://retos.ups.edu.ec/index.php/retos/article/view/14.2017.07>

#### 1.4 Sensor de temperatura

El sensor de temperatura proporciona información sobre la magnitud física de un ambiente u objeto, en concreto, es un dispositivo que emplea diferentes propiedades físicas para determinar la temperatura, la cual transforma los cambios de magnitud de temperatura a señales de voltaje, intensidad o cambio de resistencia dependiendo su construcción. Es de esta forma que se puede controlar en un proceso industrial la variable temperatura con la utilización de una tarjeta de adquisición de datos o controladores de acuerdo a su aplicación.

En la figura 9 – 1 se muestra algunos de los sensores de temperatura.



**Figura 9 - 1:** Sensores de temperatura

Fuente: [http://www.logicbus.com.mx/imagenes/30/termopares\\_02.jpg](http://www.logicbus.com.mx/imagenes/30/termopares_02.jpg)

### **1.4.1 Clasificación y funcionamiento**

Los sensores se pueden clasificar de varias formas: según los hilos, principio físico de funcionamiento, aplicación entre otros. Generalmente la clasificación más utilizada es la que se deriva de su principio físico de funcionamiento.

La temperatura genera fenómenos físicos en varios materiales además que modifican la transmisión eléctrica, al ser una magnitud de suma importancia en la industrial para distintos procesos se tiene la siguiente clasificación:

#### **1.4.1.1 Termistores**

Uno de los sensores más usados son los termostatos que es de tipo bimetálico, este dispositivo capta la temperatura, para lo cual está dispuesto de tres partes: el elemento sensor, la vaina que lo protege tiene el material semiconductor y hacia el final los cables para conectarlos al controlador. (López Penélope, 2016, <https://twenergy.com/a/que-es-un-sensor-de-temperatura-2089>)

Los termistores son de dos tipos NTC y RTC, esta elección depende del tipo de aplicación del sensor, tienen buena resolución es de fácil intercambio y compactos por lo cual son utilizados comúnmente, además dependiendo del material semiconductor del cual está constituido el termistor proporciona distintos niveles de resistencias por ello cambia la curva gráfica temperatura-resistencia. (OMEGA Engineering, 2016, <https://es.omega.com/prodinfo/termistores.html>)

En la figura 10 – 1 se muestra el termistor de dos hilos.



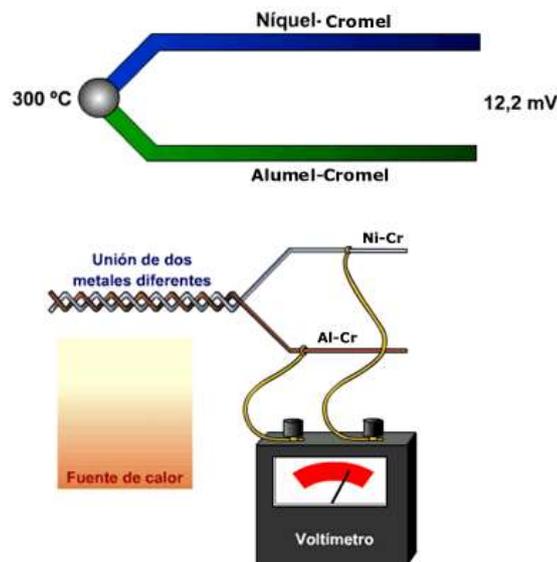
**Figura 10 – 1:** Termistor de dos hilos

**Fuente:** [https://es.omega.com/temperature/images/55000\\_m.jpg](https://es.omega.com/temperature/images/55000_m.jpg)

### 1.4.1.2 Termopares

El termopar es un dispositivo sensor que se caracteriza principalmente por su funcionamiento, en cual se basa en el efecto termoeléctrico y se genera cuando dos materiales se unen y producen distintos fenómenos físicos los cuales son proporcionalmente afectados por el aumento o disminución de temperatura. El cambio de temperatura en los dos materiales genera una tensión y como se conectan en par, son simples y eficientes con salida de voltaje, en 1821 efecto termoeléctrico fue descubierto por Seebeck. El estudio indica que los distintos materiales que son utilizados para su construcción pueden cambiar la diferencia de tensión por lo tanto es posible calcular la diferencia de temperaturas en las uniones de los materiales. (Günther GmbH Temperaturmesstechnik, 2016, <http://www.guenther.eu/ea1b1380-cc2c-0bb0-985a-61d8084068e7>)

En la figura 11 – 1 se muestra la constitución del termopar, no se puede conectar un voltímetro al termopar como se muestra en la figura para medir el voltaje porque la conexión a las puntas del multímetro hará una segunda unión no deseada por lo cual la lectura será errónea.



**Figura 11 – 1:** Funcionamiento del termopar.

Fuente: <http://www.uhv.es/sites/pecas/imagenes/instrumentos/termopar/termopar.gif>

Existen varios tipos de termopares los cuales son apropiados de acuerdo a su aplicación, los materiales para su constitución son descritos en la norma DIN EN 60584-1. Existen los tipo J, K, T, aunque existe mayor variedad esto de acuerdo a los materiales que son utilizados para su construcción debido a su bajo costo y a su rango de temperatura el más utilizado es el tipo K.

En la tabla 2 – 1 se muestra el código de colores de varios tipos de termopares con sus límites.

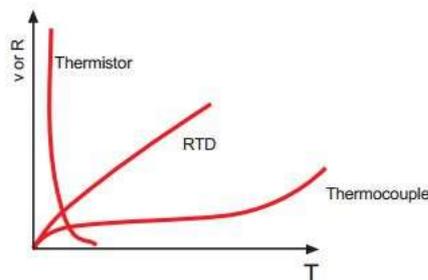
**Tabla 2 – 1:** Tabla de códigos de color de los tipos de termopar J, K, T, E, límites de error ANSI e IEC y rango de temperatura.

RANGO DE TEMPERATURA DE TERMOPARES MAS COMUNES			
Calibración	Rango de Temperatura	Limite estándar de error (sobre 0°C)	Limite especial de error (sobre 0°C)
J	32 a 1382°F 0 a 750°C	2.2°C o 0.75%	1.1°C o 0.4%
K	-328 a 2282°F -200 a 1250°C	2.2°C o 0.75%	1.1°C o 0.4%
T	-328 a 662°F -250 a 350°C	1.0°C o 0.75%	0.5°C o 0.4%
E	-328 a 1652°F -200 a 900°C	1.7°C o 0.5%	1.0°C o 0.4%

Fuente: <https://es.omega.com/prodinfo/termopares.html>  
Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

#### 1.4.1.3 Detectores de temperatura resistivos RTD

Esta clase de sensores, se basa su funcionamiento en la variabilidad de la resistencia eléctrica cuando los cambios de temperatura se efectúa, la linealidad de estos se asemeja mucho a la ideal y son utilizados en procesos de bajas temperaturas también se destacan por su constitución la cual posee un alambre de platino que tiene una relación de 0°C con una resistencia de 100 Ohms es por ello que los PT100 o PT1000 son los tipos de RTDs más conocidos y su nombre deriva del material de construcción platino y el numero hace referencia la resistencia en Ohms que tienen a 0°C. En la figura 12 – 1 se muestra la comparativa de linealidad entre los termopares, termistores y RTD.



**Figura 12 - 1:** Comparación de linealidad de los sensores: termistor, termopar y RTD.

Fuente: <https://es.omega.com/prodinfo/images/Thermistor-lineality.JPG>

### 1.4.2 Principio de los sensores de temperatura RTDs

El principio básico de funcionamiento del RTD es el cambio de su resistencia eléctrica asociada al cambio de temperatura por tal motivo mientras se eleva la temperatura la resistencia también, al ser transductores con principio resistivo debe poseer acondicionamiento muchas veces el puente de Wheatstone. Este tipo de sensor está en la capacidad de transformar el cambio físico de temperatura en cambios resistivos cuya base se establece en 100 Ohms o 1000 Ohms con una lectura de 0°C. (Logicbus, 2017, <http://www.logicbus.com.mx/RTD.php>)

En la figura 13 – 1 se muestra el TP100 de dos hilos y sus partes constitutivas.



**Figura 13 - 1:** PT100 de dos hilos

Fuente: <http://tienda.logicbus.com.mx/assets/images/30/LB-30107-213-55-1p-45XB-200cm-X.png>

El platino es el material con el que se lo construye por tal motivo su nombre PT100, existen varios tipos que principalmente se determinan por el número de hilos que se utilizan para su alimentación y lectura la señal que genera en su salida es analógica y corresponde a un rango de 4 a 20mA o de 0V a 12V que se lo utiliza para el sistema de control.

Los PT100 también tienen variedades y se las asocia a la precisión la cual esta especificada en la norma internacional IEC 751 que se refiere a las tolerancias de los RTDs, encontramos dos clases; la clase A y la clase B, aunque existen dos clases adicionales. (OMEGA Engineering Chile, 2016, <https://cl.omega.com/prodinfo/rtd.html>)

En la siguiente tabla 3 – 1 se muestra las tolerancias de las clases de TP 100 según la norma que los rige para su construcción.

**Tabla 3 – 1:** Tabla de tolerancias para las clases A y B de los TP100 según la norma IEC751-95.

TOLERANCIAS PARA RTD TP100 SEGÚN NORMA IEC 751-95				
Temperatura en grados (°C)	Tolerancias			
	CLASE B		CLASE A	
	(±°C)	(± Ohms)	(±°C)	(± Ohms)

-200	1,30	0,56	0,55	0,24
-100	0,80	0,32	0,35	0,14
0	0,30	0,12	0,15	0,06
100	0,80	0,30	0,35	0,13
200	1,30	0,48	0,55	0,20
300	1,80	0,64	0,75	0,27
400	2,30	0,79	0,95	0,33
500	2,80	0,93	1,15	0,38
600	3,30	1,06	1,35	0,43

Fuente: <http://www.thermometricscorp.com/acstan.html>

Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

### 1.4.3 Aplicación del TP100

La aplicación de estas termo resistencias son varias al presentar algunas ventajas en comparación a los termistores y termopares, sin embargo existen también inconvenientes como el mayor costo que los otros sensores, sus dimensiones son más grandes por lo cual limita su velocidad de reacción, otra desventaja es que son frágiles ante perturbaciones exteriores como vibraciones, esto lo compensa con rangos amplios de medida y sensibilidad, simplicidad para su cambio y además son estables en el tiempo, registran derivas de 0,1°C al año por lo que los PT100 son adecuados en las aplicaciones donde se requiere exactitud de la medida.

Sus aplicaciones principales están en laboratorios y para las industrias primordialmente a bajas temperaturas, varias de estas son:

- Inyección en la fabricación de plástico.
- Procesos de elaboración alimenticios.
- Procesos de elaboración de medicina a niveles industriales.
- Ambientes con control riguroso de temperaturas.

Para las distintas aplicaciones existen diversos tipos de TP100 que se ajustan más a la conveniencia sin embargo estas clases hacen referencia a la tolerancias de temperatura, por lo cual si lo importante es la exactitud debe elegirse un RTD.

## **1.5 Controlador automático industrial**

El desarrollo de las industrias sobre todo las manufactureras se basa en la implementación de nuevos sistemas de producción, con el acceso a nuevas tecnologías se puede implementar sistemas automatizados que realizan el trabajo de forma continua y más eficiente en varios procesos de producción, esto debido al desarrollo de la electrónica y automatización de procesos industriales. Los cuales han generado varios centros o dispositivos de control como; computadoras industriales, controladores lógicos programables, reguladores de procesos entre otros y ayudan al control de variables como presión, temperatura, flujo y más, es decir para realizar este control existen diversos dispositivos en los que se puede implementar el control en lazo abierto o cerrado según la aplicación esto en la teoría de control automático.

### ***1.5.1 Clasificación del control automático***

De acuerdo a la teoría del control automático los sistemas en lazo abierto y lazo cerrado se aplican en distintas formas en la industria, debido principalmente a la realimentación o no de una señal que verifique la operación de los distintos actuadores de una planta según lo requiera, el tipo de control que se aplica se basa en la funcionalidad del proceso y dependiendo si este es continuo o discreto.

#### ***1.5.1.1 Controles en lazo abierto***

El control en lazo abierto se caracteriza primordialmente por realizar un control en una sola dirección sin señales de realimentación, es decir; el control se realiza en base a tiempos determinados y aunque existe el control automático en el proceso, este no está en la capacidad de obtener información para realizar acciones con los actuadores que afecten o cambien el proceso.

En la figura 14 – 1 se muestra en bloques la estructura del sistema de control en lazo abierto de una lavadora.

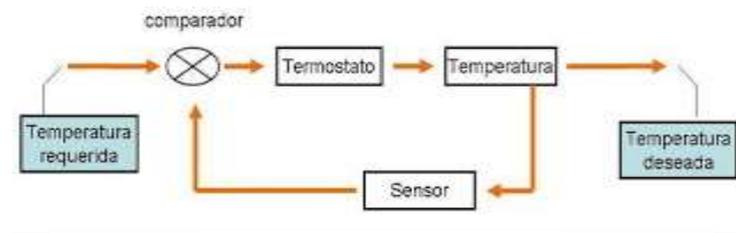


**Figura 14 - 1:** Estructura del control en lazo abierto de una lavadora  
**Fuente:** [https://sites.google.com/site/tecnologiadecontrol2016/\\_/rsrc/1480109456928/sistema-de-control-manual/dla.jpg?height=149&width=320](https://sites.google.com/site/tecnologiadecontrol2016/_/rsrc/1480109456928/sistema-de-control-manual/dla.jpg?height=149&width=320)

### 1.5.1.2 Controles en lazo cerrado

El control en lazo cerrado se basa en adquirir una señal de realimentación que verifique la estabilidad de alguna o varias variables en el comportamiento de la planta, es decir; la señal de salida afecta el funcionamiento de los actuadores de acuerdo a los parámetros establecidos de control para disminuir el error en las variables que se manejan. La señal de realimentación se la adquiere con la utilización de sensores.

En la figura 15 – 1 se muestra en bloques la estructura del sistema de control de lazo cerrado y la dirección de información de una planta con un proceso térmico.



**Figura 15 - 1:** Estructura del control en lazo cerrado.  
**Fuente:** [https://sites.google.com/site/tecnologiadecontrol2016/\\_/rsrc/1480109456928/sistema-de-control-manual/TDC.jpg?height=240&width=320](https://sites.google.com/site/tecnologiadecontrol2016/_/rsrc/1480109456928/sistema-de-control-manual/TDC.jpg?height=240&width=320)

### 1.5.2 Tipos de dispositivos de controladores industriales

En la actualidad existe una variedad de dispositivos para realizar control y automatización en la industria que provee distintas funciones para ello, las empresas dedicadas a la construcción de esta clase de dispositivos manejan ciertos argumentos como: funcionalidad, simplicidad, robustez entre otros, por tal motivo varían en su costo y constitución. Cada marca posee muchos modelos que están diseñados para distintas aplicaciones entre los dispositivos principales

existen; las computadoras industriales, reguladores de procesos y controladores lógicos programables o PLC.

#### *1.5.2.1 Computadoras industriales*

Las computadoras industriales son la mejor opción cuando se requiere una alta capacidad de procesamiento de datos, la industria camina a la automatización de muchos de sus procesos y al ser estos numerosos y variados se requiere conectividad entre sí por lo cual la información a ejecutarse es abundante, además del procesamiento en tiempo real, las telecomunicaciones son primordiales en fábricas e industrias altamente automatizadas.

Existen muchas computadoras industriales en el mercado, sin embargo su costo es alto y el aspecto principal para su aplicación en la industria se basa en la elevada capacidad y velocidad para procesar datos.

En la figura 16 – 1 se observa una computadora industrial de la marca Allen Bradley sin pantalla.



**Figura 16 - 1:** Computadora industrial Allen Bradley sin pantalla

**Fuente:**[https://ab.rockwellautomation.com/resources/images/allenbradley/gl/medlrgprod/6177\\_NonDisplayComputerFamily\\_front-large\\_312w255h.jpg](https://ab.rockwellautomation.com/resources/images/allenbradley/gl/medlrgprod/6177_NonDisplayComputerFamily_front-large_312w255h.jpg)

#### *1.5.2.2 Reguladores de procesos*

Estos dispositivos de control son instrumentos inteligentes de regulación básicamente pequeña y robusta instalaciones que permiten el control o regulación de alguna variable en un proceso determinado, principalmente se constituyen de una entrada de sensor, teclas de programación de diferentes funciones de control, una pantalla, indicadores y una salida de control. La configuración o programación se la realiza desde el teclado, existen en el mercado muchas y

diversas clases de estos tipos de dispositivos de acuerdo a la variable a controlar como: temperatura, presión, flujo, luminosidad entre otros. Además se puede establecer valores nominales requeridos para el proceso y de acuerdo a la calidad del regulador cuenta con ciertas aspectos como: señales normalizadas, salidas analógicas o digitales conexión a paneles de control y visualización.(PCE Ibérica S.L., 2014, <https://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/sistemas/reguladores-dispositivos-control.htm>)

En la figura 17 – 1 se muestra reguladores de temperatura y otros dispositivos de control.



**Figura 17 - 1:** Reguladores y dispositivos de control

Fuente:<https://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/imagenes/reguladores-dispositivos.jpg>

### 1.5.2.3 Controladores lógicos programables PLC

Es un elemento electrónico industrial con memoria reprogramable que ejecuta instrucciones previamente asignadas de forma secuencial cuyas siglas son las iniciales de su nombre en inglés PLC. Realiza operaciones lógicas, funciones con contadores y temporizadores, acciones en base a sus módulos de entrada y salida, esta definición de acuerdo a la (NEMA) National Electrical Manufacturers Association. Son dispositivos que se adaptan a cualquier industria debido a su flexibilidad y robustez, además de su adaptabilidad a paneles y pantallas de control, cuya objetivo principal es el mando y dominio de máquinas y procesos en plantas industriales.(NEMA ICS 61131-1-2005 (R2013), 2015, <https://www.nema.org/Standards/Pages/Programmable-Controllers-Part-1-General-Information.aspx>)

En la figura 18 – 1 se muestra el PLC Delta DVP-14SS211R de manera frontal.

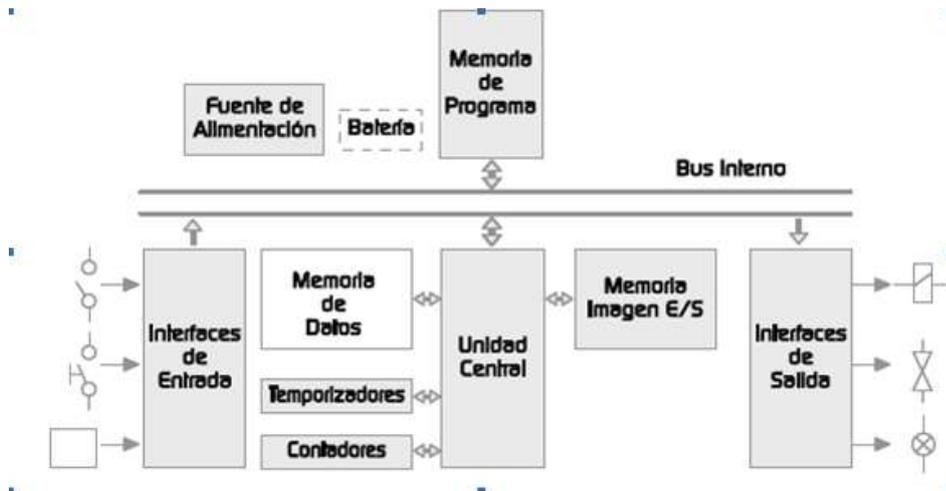


**Figura 18 - 1:** PLC Delta dvp-14ss211r  
Fuente: <http://oceancontrols.com.au/images/P/DEC-015-01.jpg>

### 1.5.3 Constitución de los controladores lógicos programables

Este dispositivo de control está dispuestos de diversas partes para su funcionamiento, y su desarrollo es construido para ambientes hostiles, internamente está compuesta de la siguiente manera. Una fuente de alimentación, la unidad de control de procesos, módulos de entrada y salida. También se puede realizar una determinación de sus partes en base a su hardware. La estructura y funcionalidad del CPU se determina en la Figura 19-1 donde se muestra la constitución general del PLC.

En la figura 19 – 1 se muestra la estructura interna del PLC



**Figura 19 - 1:** Estructura interna del controlador lógico programable  
Fuente: <http://2.bp.blogspot.com/txkqK1Kf1rw/TmJNuYOhxGI/AAAAAAAAAAo/T4TY2PLhAQg/s1600/PLC3.png>

### *1.5.3.1 Fuente de alimentación*

Aunque la fuente de alimentación de acuerdo al tipo de PLC puede encontrarse dentro o fuera como dispositivo extra, su funcionalidad es importante debido a que aporta la electricidad suficiente regulada para el funcionamiento normal del dispositivo, principalmente la fuente de potencia trabaja con 5V, 12V y 24V de corriente continua CC de esta manera suministra la potencia necesaria para el funcionamiento del sistema de control que aparte del PLC son indicadores, botones, pantallas entre otros.

### *1.5.3.2 Unidad de Control de Procesos (CPU)*

Esta es la parte central donde se realiza las funciones secuenciales a través de funciones lógicas y la aritmética, principalmente contiene un microcontrolador donde se procesa los datos de entrada y salida, además posee memorias internas, es decir el CPU recibe información desde el exterior en la planta la descodifica y lee, entonces realiza acciones de mando y control y finalmente envía señales de salida hacia los actuadores, procesando de esta manera los datos y en algunos casos guardándola.

Existe una memoria donde se guardan los datos y las ejecuciones por ello se divide en memoria permanente y memoria operacional. La memoria donde se guarda y ejecuta el programa es la memoria RAM. Se debe destacar que dentro del PLC se realiza transferencia de datos a través de distintos buses los cuales tienen trabajos específicos:

- Bus de datos.
- Bus de control.
- Bus de direcciones.
- Bus de sistema.

### *1.5.3.3 Módulos de entrada y salida*

Estos coordinan el funcionamiento y transmisión de los datos de entrada y salida con las señales internas del CPU, existen dos tipos de señales: una analógica y la otra digital. Esto depende de la funcionalidad y calidad del PLC, entonces las señales de entrada analógica se conoce como las iniciales AI y de esta manera la señal de salida AO y de forma respectiva las señales

digitales de entrada y salida DI, DO. El número y tipo de entradas y salidas depende del PLC. (Pérez, 2011, pag9-10)

En la figura 20 – 1 muestra el PLC Delta con módulos de entrada, salida y control de temperatura además de la fuente de energía.



**Figura 20 - 1:** PLC delta con fuente y módulos control de temperatura  
Fuente://[http2.mlstatic.com/plc-delta-fuente-modulos-control-de-temperatura-D\\_NQ\\_NP\\_713683-MLA28984791687\\_122018-F.jpg](http2.mlstatic.com/plc-delta-fuente-modulos-control-de-temperatura-D_NQ_NP_713683-MLA28984791687_122018-F.jpg)

#### **1.5.4 Características y funcionamiento de los PLC.**

##### **1.5.4.1 Características principales.**

La robustez para aplicaciones industriales es una de sus principales características, también la sencillez y adaptabilidad con otros dispositivos que permiten el control y mando de maquinaria, esto incluido al precio razonable determina al PLC como una de las mejores opciones para su uso.

En cuanto a las características técnicas del PLC estos pueden manejar distintos tipos de señales; señal analógica, señal digital, señal binaria de comunicación. Además la clase de la salida, proporciona otro factor importante en la aplicabilidad, existen salidas con principio de transistor y otra salida a relé, funcionamiento a 120VAC o 24VDC, distintos rangos de funcionamiento de amperaje.

Otra característica del PLC radica según su tipo si este modular o compacto, los compactos incluyen: fuente de alimentación, entradas salidas y tal vez otras partes como acondicionadores de sensores en un solo dispositivo, mientras que los modulares son un conjunto de partes que se pueden unir, ampliar, quitar, según convenga el tipo de aplicación para el que se lo utiliza.

A continuación en la tabla 4 – 1 se detalla varias características técnicas de constitución y funcionamiento del PLC Delta DVP14SS211R.

**Tabla 4 – 1:** Tabla de características técnicas del PLC Delta DVP14SS211R

Característica	PLC Delta DVP14SS211R
<b>Voltaje de operación</b>	20.4 a 28.8 VDC
<b>Entradas digitales</b>	8 entradas, 24 VDC de disipador o fuente <sup>1</sup>
<b>Salidas digitales</b>	6 salidas de relé
<b>Grado de salida:</b>	1.5A cada salida
<b>Puerto de comunicación</b>	RS-232 y RS-485, Modbus ASCII / RTU maestro o esclavo
<b>Capacidad del programa</b>	8 k pasos
<b>Puntos IO</b>	Hasta 238 a través de módulos de expansión.
<b>Contadores arriba / abajo de software:</b>	Cualquier entrada, hasta 10 kHz en una sola entrada.
<b>Entradas de cuadratura de software:</b>	2 - X4 / X5 (5 kHz) y X6 / X7 (5 kHz)
<b>Contadores arriba / abajo de hardware:</b>	2 - X0 y X2, ambos 20 kHz
<b>Entradas de cuadratura de hardware:</b>	2 - X0 / X1 y X2 / X3, ambos a 10 kHz

Fuente: <https://oceancontrols.com.au/DEC-015.html>

Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

#### 1.5.4.2 Funcionamiento del PLC

En la actualidad existe mucha oferta de dispositivos PLCs de distintas marcas, funciones, tamaños y más, por tal motivo se normalizó muchos aspectos sobre todo el estándar de programación y comunicación para que sea simple, igual y compatible. Por ello se redujo el

número de protocolos y su programación se establece según la IEC 1131-3 como estándar internacional. Se dispone de programación con lista de instrucciones, diagrama en bloques y esquema de contactos los cuales son más conocidos y utilizados.

La norma establece los tipos de datos, variables y tareas que existen y su uso para la programación, varios fabricantes utilizan ciertas combinaciones simples para mejorar la eficiencia de la programación y hacerla entendible un ejemplo es WPLSoft que es la herramienta informática de programación de los dispositivos DELTA.

A continuación en la tabla 5 – 1 se puede observar varios tipos de datos de acuerdo a la norma IEC 11311-3.

**Tabla 5 – 1:** Tabla de los principales tipos de datos que utiliza un PLC según la norma IEC 1131-3

Denominación	Bits	Ejemplo	Descripción
<b>BOOL</b>	1	False o true	Variable binario o lógica (Boolean)
<b>INT</b>	16	-32768 ...32767	Número entero con signo (Integer)
<b>UNIT</b>	16	0..65635	Número entero sin signo
<b>REAL</b>	32	0.4560	Número real
<b>BYTE</b>	8	0..255	Conjunto de 8 bits (Byte)
<b>WORD</b>	16	0..65635	Conjunto de 16 bits (Word)
<b>DWORD</b>	32	0..2 <sup>32</sup> -1	Conjunto de 32 bits (Double word)
<b>TIME</b>		T#5d4h2m38s3.5ms	Duración
<b>DATE</b>		D#2016-12-18	Fecha
<b>TIME_OF_DAY</b>		TOD#15:35:08.36	Hora del día
<b>DATE_AND_TIME</b>		DT#2016-12-18- 15:35:08.36	Fecha y hora
<b>STRING</b>		'AUTOMATA'	Cadena de caracteres

**Fuente:** <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=5jp3bforBB8C&oi=fnd&pg=PA1&dq=controladores+1%C3%B3gicos+programables&ots=g1FtcZ5IVb&sig=o0fzaLq9Cv1LEY4KsjYB4vyclQg#v=onepage&q=controladores%201%C3%B3gicos%20programables&f=false>

**Realizado por:** CAISAGUANO, Washington, 2018

También existe instrucciones, palabras claves para declarar variables y funciones que determina la norma IEC1131-1 de este modo la programación sigue una misma lógica en cualquier PLC.

Tratando de ser compatible con otros dispositivos de control, visualización y adquisición de datos a continuación mostramos algunas instrucciones. (Pérez, Acevedo y Silva, 2009, pag213)

A continuación se muestra en la tabla 6 – 1 una lista de instrucciones que utiliza la norma IEC 1131 – 3 para la programación de todos los PLCs.

**Tabla 6 – 1:** Tabla de algunas instrucciones del lenguaje de lista de acuerdo a la norma IEC 1131-3.

Lista de instrucciones			
Operador	Modificador	Operando	Descripción
LD	N		Selecciona la primera variable
ST	N		Actúa sobre una variable de salida
S		Variable lógica ( <i>Bool</i> )	Ubica una variable de un bit a 1
R		Variable lógica ( <i>Bool</i> )	Ubica una variable de un bit a 0
AND	N,(	Variable lógica ( <i>Bool</i> )	Y lógica de un bit
OR	N,(	Variable lógica ( <i>Bool</i> )	O lógica de un bit
XOR	N,(	Variable lógica ( <i>Bool</i> )	O exclusiva de un bit
ADD	(		Suma ( <b>Addition</b> )
SUB	(		Resta ( <b>Subtraction</b> )
MUL	(		Multipliación ( <b>Multiplication</b> )
DIV	(		División ( <b>Division</b> )
MOD	(		Resto de la división ( <b>Modulo-division</b> )
GT	(		Comparación > ( <b>Great Than</b> )
GE	(		Comparación > = ( <b>Great Equal</b> )
EQ	(		Comparación = ( <b>Equal to</b> )
NE	(		Comparación < > ( <b>Not Equal</b> )
LE	(		Comparación < = ( <b>Less Equal</b> )
LT	(		Comparación < ( <b>Less Than</b> )
JMP	C,N	Etiqueta( <i>Label</i> )	Salto a etiqueta ( <b>Jump</b> )
CAL	C,N	Nombre( <i>Name</i> )	Saltar a un bloque funcional (subprograma)
RET	C,N		Retorno a un bloque funcional (subprograma)
)			Evaluar la operación aplazada
AND	N,(	<i>Byte, Word, Dword</i>	Y lógico entre combinaciones binarias
OR	N,(	<i>Byte, Word, Dword</i>	O lógico entre combinaciones binarias
XOER	N,(	<i>Byte, Word, Dword</i>	O exclusivo entre combinaciones binarias

**Fuente:** <http://www.gadmriobamba.gob.https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=5jp3bforBB8C&oi=fnd&pg=PA1&dq=controladores+1%C3%B3gicos+programables&ots=g1FtcZ51Vb&sig=o0fzaLq9Cv1LEY4KsjYB4vyclQg#v=onepage&q=controladores%201%C3%B3gicos%20programables&f=false>

**Realizado por:** CAISAGUANO, Washington, 2018

## 1.6 Interfaz Hombre-Máquina

La abreviatura HMI viene de las iniciales en inglés “human machine interface” que se refiere a la comunicación entre el usuario y las máquinas, este proporciona un fácil y mejor monitoreo, adquisición de datos, control, supervisión de los procesos y entre otros. Anteriormente este constaba de pulsadores, luces, indicadores, botones, selectores e indicadores. (Cobo, 2014, pag2)

Ahora estos dispositivos electrónicos son más eficientes y con funciones atendiendo a la nueva tecnología que se implementa dentro de la industria como comunicación web pantallas táctiles terminales alfanuméricos entre otros. Su funcionalidad de mostrar datos relevantes de las distintas operaciones de una máquina casi en tiempo real proporciona información determinante para las personas de tal manera que los supervisores pueden tomar acción y procesarla.

Existen distintos tipos de HMI que se pueden utilizar de acuerdo a su aplicación pero en la actualidad existe una normativa internacional que establece estándares, regula prácticas y recomendaciones para las interfaces.

En la figura 21 – 1 se muestra un diagrama general de los sistemas automatizados de una planta o fábrica haciendo énfasis en la interfaz hombre-máquina.



**Figura 21 - 1:** Esquema general de un sistema automatizado

Fuente:<http://isa.uniovi.es/~vsuarez/Download/Introduccion%20SCADAS%20y%20HMI.pdf>

### **1.6.1 Tipos de HMI**

Debido a las exigencias de los ambientes industriales se han construido varios tipos de HMI desde pantallas táctiles hasta paquetes completos SCADA, dejando de lado la forma tradicional de los tableros de mando, a continuación varios de estos.

#### **1.6.1.1 Terminal de Operador**

Este es adecuado para ambientes agresivos que pueden tener ciertas industrias, su instalación es simple y posee varias funciones de comunicación, control y mando incluso de programación, también cuentan con varias paneles numéricos y alfanuméricos además gráficos para el desarrollo de la aplicación. En la actualidad las pantallas son táctiles, sin embargo aún se utiliza pantallas con paneles numéricos.

En la figura 22 – 1 se muestran varias tipos de pantallas Delta.



**Figura 22 - 1:** Pantallas HMI Delta.

**Fuente:**[https://www.deltaww.com/filecenter/Products/Images/06/060302/060302\\_HMI\\_M.JPG](https://www.deltaww.com/filecenter/Products/Images/06/060302/060302_HMI_M.JPG)

#### **1.6.1.2 Computadoras**

Este tipo de interfaz hombre-máquina está basado en el dispositivo computador, es decir desde una computadora se monitoriza controla y regula el comportamiento de una máquina o proceso automatizado, para ello cuenta con un software que puede ser realizado con distintos programas como Labview, Lookout entre otros. El control desde el computador puede ser en el área o remoto, para controles en el área de operaciones existe el Panel PC que se instala tableros y

gabinetes al ser robustos cumplen exigencias de las distintas industrias, sin embargo también se puede mencionar PC tradicional de escritorio donde también se puede realizar el monitoreo y cumple funciones de HMI una ventaja es la alta capacidad de procesamiento, almacenamiento y conectividad incluso con internet

En la figura 23 – 1 se muestran un sistema SCADA basado en computadoras.



**Figura 23 - 1:** Sistema Scada basada en computadoras

Fuente:<https://www.vesterbusiness.com/wp-content/uploads/2018/05/COVER-EL-SCADA.jpg>

### **1.6.2 Norma ISA 101**

En el año 2015 se publicó la actualización de la normativa para el desarrollo, aplicación y mantenimiento de los HMI de maquinaria y procesos, la ISA 101 HMI proporciona prácticas normas e informes técnicos para el desarrollo de interfaces dirigido especialmente para diseñadores usuarios y administradores. Al unificar terminología y gráficas la norma establece mejorar la respuesta en control y diagnóstico de los operadores además de la orientación desde el mismo génesis en diseño, construcción y mantenimiento del HMI.(García, 2015, <http://www.infoplc.net/actualidad-industrial/item/102902-isa101-hmi>)

Los aspectos que ISA101 incluye son : “jerarquías de menú, convenciones de navegación de pantalla, convenciones de gráficos y colores, elementos dinámicos, convenciones alarmantes, métodos de seguridad y atributos de firma electrónica, interfaces con la programación en segundo plano y bases de datos históricas, convenciones de ventanas emergentes, pantallas de ayuda y métodos utilizados para trabajar con alarmas, interfaces de objeto de programa e interfaces de configuración para bases de datos, servidores y redes.”(ISA101, Human-Machine Interfaces- ISA, 2015)

La norma ISA101 se constituye de la siguiente forma:

- Cláusula 0: General.
- Cláusula 1: Ámbito de aplicación.
- Cláusula 2: Referencias de Normativas.
- Cláusula 3: Definición de términos y siglas.
- Cláusula 4: Administración del sistema HMI.
- Cláusula 5: Factores Humanos / Ergonomía.
- Cláusula 6: Tipos de pantalla.
- Cláusula 7: Interacción con el Usuario.
- Cláusula 8: Rendimiento.
- Cláusula 9: Documentación y Formación. (Raudales, 2013, <http://isa-101.blogspot.com/2013/12/draft-sobre-la-isa-101.html>)

El objetivo es aumentar la eficiencia productiva de las fábricas, entonces el HMI más simple de manipular por parte de los usuarios y que provee alternativas claras sin duda disminuirá el peligro de error además de la eficiencia en tiempos y productividad por ello la estandarización de estos.

### **1.7 Contactor industrial.**

Es un dispositivo electromecánico que realiza el trabajo de permitir o impedir el paso de corriente eléctrica de acuerdo a la excitación que tenga su bobina. Este dispositivo es primario en la adecuación y construcción de circuitos eléctricos de control. Su funcionamiento es similar a pesar de varias diferencias de acuerdo del tipo de contactor ya sea este de protección o control. La diferencia radica en la forma de excitación para que este dispositivo permita o no el paso de corriente.

El figura 24 – 1 se muestra un contactor LS MC-22B de manera frontal con sus puntos de conexión para la carga y bobina además del contactor auxiliar que posee.



**Figura 24 - 1:** Contactor LS MC-22B

**Fuente:** <https://c.76.my/Malaysia/ls-mc-22b-metasol-contactor-cpeelectrical-1606-25-cpeelectrical@4.jpg>

### 1.7.1 Constitución y características del Contactor LS MC-22B

Consta de tres partes principales que determina también su funcionalidad; los contactos principales son los que permiten o evitan el paso de corriente, los contactos auxiliares estos principalmente para circuitos de mando y por este motivo manejan tensiones no tan altas y finalmente el circuito electromagnético el cual a su vez consta de tres partes principales: núcleo bobina y armadura, que determina su funcionalidad.

Para escoger el tipo de contactor se debe tomar en cuenta varios aspectos entre estos el voltaje de funcionalidad de la bobina, además del tipo de voltaje. El número de veces que se va abrir o cerrar este aspecto depende de la aplicación sin embargo es importante por el desgaste que este puede tener además del arco eléctrico que esta dinámica provocaría. Finalmente la corriente de consumo del sistema que se va a alimentar.

En la tabla 7 – 1 se observa las especificaciones técnicas del contactor LS MS-22B

**Tabla 7 – 1:** Tabla de especificaciones técnicas del contactor LS MC-22B

ATRIBUTO	DETALLE
<b>Características</b>	Contacto principal de 3 polos (NO) Montaje en carril DIN o atornillable. Control de CA o CC en diferentes tamaños físicos. Accesorios montables frontales / laterales disponibles. Relé de sobrecarga de montaje directo disponible Calificación. Contacto auxiliar 1NO y 1NC incorporado de serie.
<b>Marca</b>	LS
<b>Material</b>	No especifica
<b>Modelo</b>	MC-22b

<b>Medidas</b>	45 x 73,5 x 86
<b>Peso (g)</b>	340
<b>Voltaje de alimentación</b>	220/110 V
<b>Tipo de alimentación</b>	VCA/VCCVCA
<b>Frecuencia</b>	50/60 Hz
<b>Uimp</b>	6kV
<b>Ui</b>	690V
<b>Corriente nom. en AC1(A) IEC-60947</b>	40A
<b>Corriente nom. en AC3 tensión 200-240V (A) IEC-60947</b>	22A
<b>Corriente térmica (ith) Cat. AC1 cos<math>\geq</math>0,95(A) UL</b>	40A
<b>Color</b>	Gris claro
<b>Uso</b>	Dispositivo industrial
<b>Procedencia</b>	Korea
<b>Sección de cable AWG MCM</b>	10AWG
<b>Bloqueo mecánico</b>	UR-02
<b>Ciclo de operaciones por hora</b>	1800
<b>Vida útil Mecánica</b>	(millones de operaciones): 15
<b>Vida útil Eléctrica</b>	(millones de operaciones): 2,5
<b>Recomendaciones</b>	Debe ser instalado por un electricista especializado.

Fuente:<https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/1754459/Contactor-MC-22b/1754459>

Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

## 1.8 Protecciones Eléctricas.

### 1.8.1 Fusibles.

Este dispositivo consta de un filamento o lamina de metal que soporta una corriente nominal establecida, protegiendo de esta forma un sistema eléctrico de sobre corrientes mientras esté en el rango el filamento no se romperá, además existe una gran variedad de fusibles entre ellos: cilíndrico, de pastilla, de cuchillas, chicote, encapsulado de vidrio y entre otros.

La construcción de los fusibles y porta fusibles están bajo normativa IEC además de los ensayos para su prueba por lo cual se consideran valores nominales estándares de los cuales se eligen según la aplicación y suministro de corriente.

En la figura 25 – 1 se muestra un fusile industrial de 2A cilíndrico



**Figura 25 - 1:** Fusible cilíndrico de 2A con norma IEC

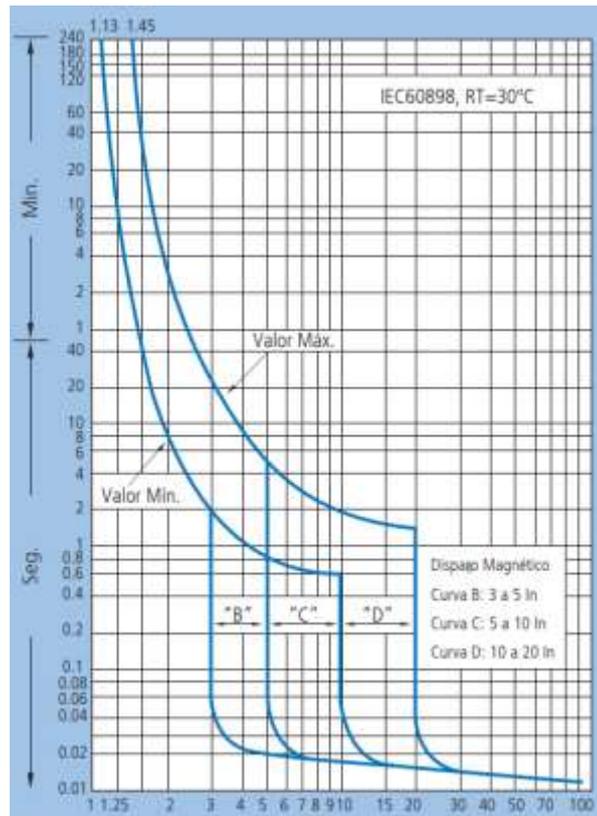
Fuente:<https://i1.wp.com/www.ingmecafenix.com/wp-content/uploads/2018/01/Cilindrico.jpg?resize=150%2C150&ssl=1>

### ***1.8.2 Interruptor termomagnético o disyuntor.***

Este dispositivo protege los circuitos eléctricos contra sobrecargas y cortocircuitos, en el caso de sobrecargas realiza una desconexión térmica abriendo de esta forma los contactos interiormente posee una deformación de lámina bimetálica, mientras que la desconexión magnética es de rápida respuesta y se realiza cuando existe cortocircuito donde la corriente pasa por el solenoide y lo excita de forma que abre los contactos.

En muchos países se utiliza la norma IEC 60898, la cual certifica este tipo de interruptores, principalmente la definición de la corriente que el dispositivo puede soportar de manera ininterrumpida se establece como corriente nominal por tal motivo el dimensionamiento para el uso se establece de acuerdo al siguiente diagrama de curvas como se muestra en la figura. (Alvarado 2011)

En la figura 26 – 1 se muestra las curvas establecidas de los distintos tipos de interruptores magnetotérmicos de acuerdo a la norma IEC 60898



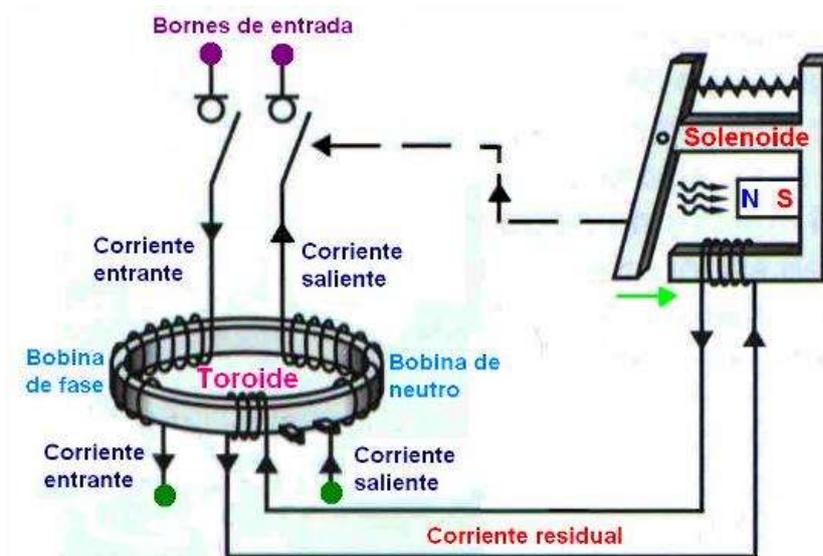
**Figura 26 - 1:** Diagrama de curvas según la norma IEC 60898  
**Fuente:** <http://m.sicaelec.com/wp-content/uploads/2018/08/diagrama-de-curva-de-operacion.png>

### 1.8.3 Interruptor o protector diferencial.

Principalmente este dispositivo se lo utiliza para la protección de las personas se lo conoce también como dispositivo diferencial residual y es de protección automática su funcionamiento se basa en la comparación de los campos magnéticos que producen el paso de corriente en la salida y entrada del sistema. Dependiendo del fabricante estos dispositivos poseen características en común los cuales son: velocidad de respuesta casi a 50mseg y corriente de fuga un poco menor a 30mA.(COMOFUNCIONA, 2017, <https://como-funciona.co/un-interruptor-diferencial-disyuntor/>)

Además existen varias clases de interruptores diferenciales que sirven para la protección de acuerdo al tipo de corriente

En la figura 27 – 1 se muestra el funcionamiento interno del interruptor diferencial.



**Figura 27 – 1:** Función del interruptor diferencial

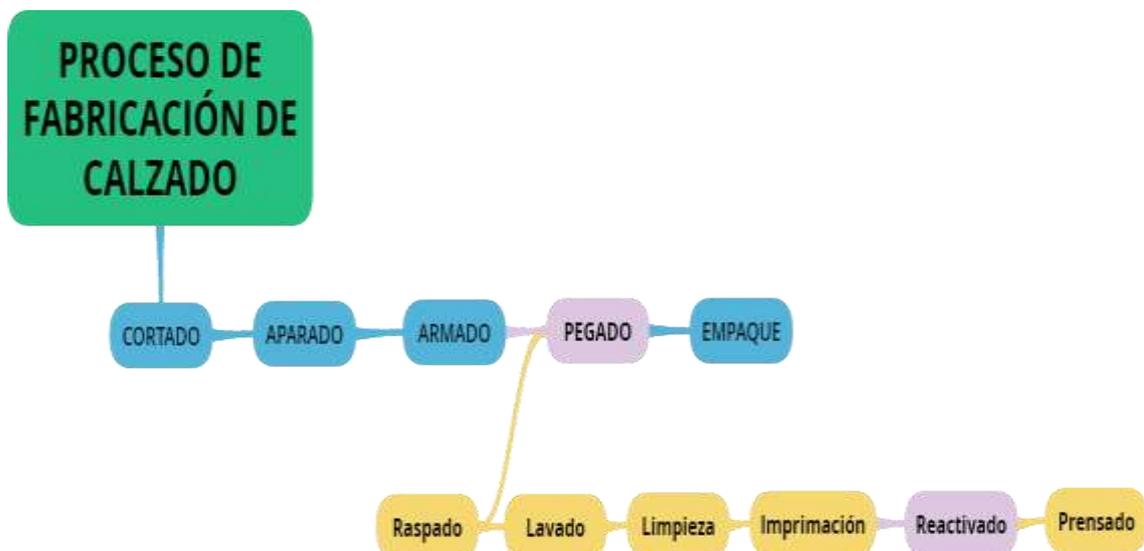
**Fuente:** <http://www.afinidadelctrica.com.ar/html/Image/articulo209-disecciondisyuntor/art209-disecciondisyuntor-esquema.JPG>

## CAPITULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

En el presente capítulo se muestra la forma de diseño e implementación del reactivador de adhesivos para plantas de calzado, además de los dispositivos necesarios para el correcto funcionamiento tanto en el control como en la fase de potencia, se desarrolla las ventajas que tienen de los dispositivos y el real uso de este prototipo en la industria del calzado en el nivel artesanal medianamente mecanizadas.

La grafica 1 – 2 muestra la fase de producción se muestra la fase de producción del calzado y con especial interés en la fase final de pegado.



**Gráfico 1 – 2:** Diagrama del proceso de producción del calzado  
Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

En el anterior gráfico se muestra el diagrama de flujo que describe el comportamiento que tendrá el horno reactivador en general, incluye la programación del HMI y del PLC para realizar la reactivación del adhesivo.

## **2.1 Diseño e implementación del hardware**

La parte medular para la creación del proyecto se genera en la selección de los dispositivos de automatización y electrónicos para la construcción del reactivador y que sea accesible para los artesanos además del dimensionamiento del contactor cables y relés termomagnético en la fase de potencia.

En cuanto a la parte de control lo principal es la estructura de programación del PLC y su conexión con la pantalla HMI debiendo ser de fácil comprensión para los usuarios lo cual se controlara desde el tablero. Donde se utiliza sobre todo materiales con medidas estándar.

### **2.1.1 Diseño y construcción del reactivador**

Durante la sociabilización y selección de dispositivos se encuentra la selección del reactivador en sus medidas y su forma de calentamiento. De acuerdo a las necesidades de los artesanos se aprobó un funcionamiento eléctrico para desechar la utilización del horno a gas, en este paso se realiza la estructura y diseño por ello se utiliza el software SOLIDWORK.

Previamente el taller cuenta con dos hornos uno que se lo utiliza a diario y es a GLP sin embargo únicamente se puede reactivar un par de plantas a la vez lo cual demuestra ineficiencia en tiempos de fabricación y principalmente una fuerte exposición o peligro de accidentes. Un segundo horno tipo parrilla que finalmente no se lo utilizó incluso al ser relativamente nuevo por varias razones como:

- La construcción es deficiente energéticamente cuyas paredes solo son latas de manera que la pérdida de calor es extremo y eso se traduce en mayores costos de producción
- No posee ningún tipo de control de temperatura.
- El dimensionamiento de cables y del relé térmico único dispositivo de seguridad está mal lo cual provoca la avería

En la figura 2 – 1 se muestra el estado del horno que los artesanos utilizan para la reactivación.

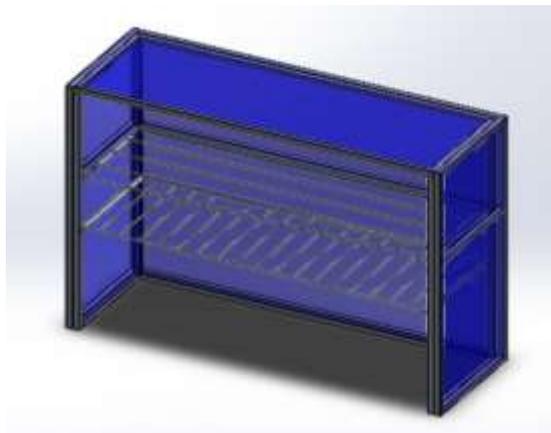


**Figura 1 – 2:** Horno a gas que se utiliza en el taller artesanal  
**Realizado por:** CAISAGUANO, Washington, 2018

#### *2.1.1.1 Estructura del horno realizada en Solidwork.*

Para una mejor comprensión por parte de los artesanos se realiza la estructura en el programa Solidwork del horno reactivador siendo previamente medidas de acuerdo a las necesidades de la producción actual y futura, se acuerda realizar un reactivador tipo parrilla con calentamiento eléctrico.

A diferencia de los hornos que el taller utiliza, éste tendrá doble pared y en el interior lana de vidrio lo cual evita la pérdida de calor por medio de las paredes laterales posterior y techo además de un espacio suficiente para elevar la producción actual. Con capacidad de reactivación de 3 pares de plantas al mismo tiempo también incluye suficiente espacio vertical para la ubicación de los cortes que de igual forma deben ser reactivados. En la figura 2 – 2 se muestra el diseño del reactivador realizado en Solidwork.

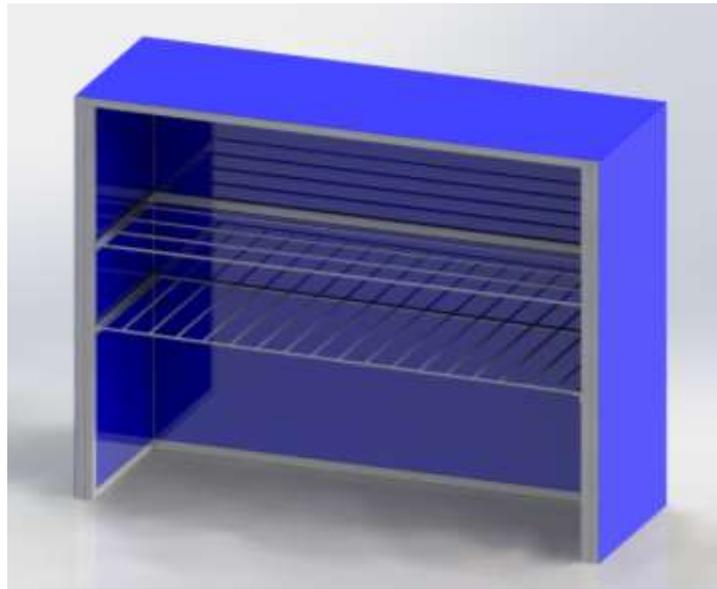


**Figura 2 – 2:** Diseño de la estructura base del reactivador en Solidwork.  
**Realizado por:** CAISAGUANO, Washington, 2018

En el programa Solidwork, se realiza el montaje de la estructura principal con las respectivas medidas las cuales se anexan al final del presente proyecto.

La estructura lateral es la unión de dos ángulos que en total miden 4cm dando un espacio suficiente para colocar la lana de vidrio.

En la figura 3 – 2 se muestra el diseño frontal de la estructura del horno reactivador.



**Figura 3 – 2:** Diseño final de la estructura y componentes del reactivador realizado en Solidwork  
**Realizado por:** CAISAGUANO, Washington, 2018

En la tabla 1 – 2 se especifica las principales características del horno reactivador.

**Tabla 1 – 2:** Tabla de especificaciones del horno reactivador diseñado

CARACTERISTICA	Descripción
<b>Voltaje</b>	220V bifásico / 60Hz
<b>Dimensiones externas</b>	1,16 x 0,40 x 0.90 metros
<b>Grosor de las paredes</b>	4cm en las paredes laterales y posterior
<b>Grosor del techo</b>	2cm
<b>Distancia de reactivación de las plantas</b>	31,5cm

<b>Distancia de reactivación de los cortes</b>	49,5 siendo esta ajustable
<b>Capacidad</b>	De 3 pares de plantas
<b>Consumo</b>	3.2KW

Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

### 2.1.1.2 Forma de calentamiento y cálculo de potencia del horno reactivar

Los artesanos le dan mayor importancia a esta fase, debido a varios aspectos siendo el principal la seguridad, debido al uso de hornos a gas dentro de un taller cuya ubicación se encuentra en una casa residencial de construcción mixta y al existir antecedentes de accidentes provocados por fuego.

Una solución para el tema de seguridad es el cambio del viejo horno a gas por uno de electricidad con la correcta protección y seguridad lo cual reduce peligro de accidentes con aditivos que mayormente son inflamables.

Se ubica dentro del reactivador dos niquelinas en la parte superior de la estructura en paralelo que tiene una potencia conjunta de 3,2Kw, como se muestra en la figura 4 – 2.



**Figura 4 – 2:** Ubicación de las niquelinas dentro del reactivador  
Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

Cálculo de la potencia con tensión bifásica con unidad en Watts [W]

Consideramos el factor de potencia  $fp=1$  al ser resistivo

P: potencia

V: voltaje

A: amperaje medido con multímetro 14.6A

La siguiente formula determina la potencia de las cargas con voltaje bifásico.

$$P = 2xVxAx fp$$

$$P = 2x110(V)x14,6(A)$$

$$P = 3212 \text{ Watts}$$

Para el cálculo de la resistencia de las niquelinas mediante la ley de ohm se tiene

$$V = IR_t$$

$$R_t = \frac{V}{I}$$

$$R_t = \frac{220V}{14.6A}$$

$$R_t = 13,5 \text{ ohms}$$

Cálculo de las resistencias individuales de cada niquelina.

$$R_t = \frac{R^2}{2R}$$

$$R = 2R_t$$

$$R = 2(13.5)$$

$$R = 27 \text{ ohms}$$

En la tabla 2 – 2 se detallan las características técnicas finales del reactivador.

**Tabla 2 – 2:** Tabla de especificaciones de las niquelinas para el reactivador

CARACTERISTICAS	Descripción
<b>Cantidad de niquelinas</b>	2
<b>Diámetro</b>	20mm
<b>Resistencia</b>	27 $\Omega$ cada uno
<b>Resistencia conjunta</b>	13,5 $\Omega$
<b>Conexión</b>	Paralelo
<b>Alimentación</b>	220V / 60Hz
<b>Potencia</b>	3,212Kw

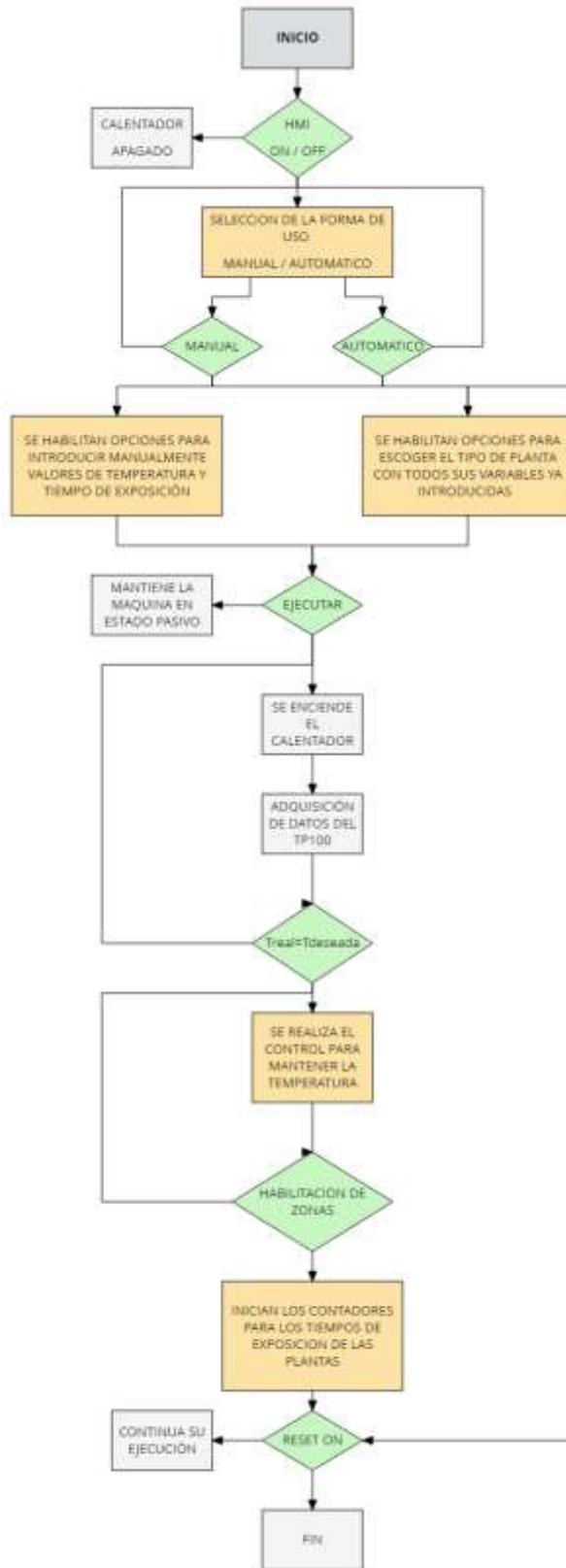
Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

### **2.1.2 Selección de los dispositivos electrónicos de control**

Para la implementación del actual proyecto se analizó los distintos dispositivos de control para elegir el más conveniente teniendo en cuenta: el precio, funcionalidad y conectividad con los distintos dispositivos. En oferta existen diversos fabricantes de PLC, pantalla HMI por tal motivo los factores que influyen en la adquisición fueron los antes mencionados.

Entre la selección de dispositivos de control se encuentra la fuente de alimentación, el PLC, la pantalla HMI, los módulos de temperatura, el tipo de sensor de temperatura, botones luces piloto entre otros.

La grafica 2 – 2 muestra el diagrama de flujo de funcionamiento general del reactivador eléctrico, en su parte de control y potencia.



**Gráfico 2 – 2:** Diagrama de flujo del proceso de funcionamiento del reactivador  
 Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

### 2.1.2.1 Selección del PLC Delta DVP-14SS211R

El PLC cuenta con las entradas y salidas suficientes para el desarrollo del proyecto, montaje en riel DIN posee un clip derecho para los módulos de extensión además su lenguaje de programación se realiza en el programa WPLsoft o ISPsoft los cuales tienen licencias de software libre y su forma de programación se basa en el lenguaje del programa: lista de instrucciones (IL), tabla de función secuencial (SFC) añadiendo a estas características el precio comparativo a sus homólogos Siemens, LOGO, el beneficio es elevado.

En la figura 5 – 2 se muestra la parte frontal del PLC Delta DVP 14SS211R.



**Figura 5 – 2:** PLC Delta DVP 14SS211R

Fuente: [https://www.deltaww.com/filecenter/Products/Images/06/060302DVP14SS211R\\_M.JPG](https://www.deltaww.com/filecenter/Products/Images/06/060302DVP14SS211R_M.JPG)

En la tabla 3 – 2 se establece las especificaciones del PLC Delta.

**Tabla 3 – 2:** Tabla de especificaciones del PLC Delta DVP-14SS211R

CARACTERISTICA	Descripción
Serie	SS2
Dimensiones	(H) 90 mm x (D) 60 mm (slim)
Alimentación	24VDC
Entradas digitales	8

<b>Salidas digitales</b>	6
<b>Tipo de salida</b>	Relé
<b>Puntos MPU</b>	14 puntos (8DI + 6DO) - ampliables a 494 puntos de E / S
<b>Capacidad del programa</b>	8k pasos / Registro de datos: 5k palabras
<b>Contadores de alta velocidad</b>	100 kHz
<b>Puertos de comunicación</b>	Dual RS232 y RS485 MODBUS ASCII / RTU compatibles

NOTA: Admite el ajuste automático de PID guarda los parámetros automáticamente después de la temperatura de PID. afinación completa

Fuente: <http://www.em.co.za/Home/Slim-Type-PLC/DVP14SS211R.html>

Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

### 2.1.2.2 Selección de la pantalla HMI Delta DOP-B03E211

La pantalla HMI debe ser lo suficientemente amplia para la fácil visualización de las instrucciones y opciones por tal motivo una pantalla de 4,3 pulgadas es suficiente para el desarrollo. Se eligió una pantalla de la serie DOP-B con puertos COM y Ethernet que es compatible y simple en la comunicación con el PLC siendo estos dos dispositivos del mismo fabricante lo cual evita ciertas adecuaciones para realizar el enlace.

En la actualidad la resolución de las pantallas poseen tecnología de trazado 2D lo cual genera nitidez en la gráfica y textos. En comparación con sus análogas este posee muchas más funciones y beneficios incluso de costo. El diseño y programación se realiza en el programa DOPSOFT que tiene licencia gratuita.

En la figura 6 – 2 se muestra la parte frontal de HMI seleccionado.



**Figura 6 – 2:** Pantalla Delta DOP-B03E211

Fuente: [https://www.deltaww.com/filecenter/Products/Images/06/060302/DOP-B03E211\\_M.JPG](https://www.deltaww.com/filecenter/Products/Images/06/060302/DOP-B03E211_M.JPG)

En la tabla 4 – 2 se muestra las especificaciones de la pantalla Delta DOP – B03E211.

**Tabla 4 – 2:** Tabla de especificaciones de la pantalla Delta DOP-B03E211

<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>Descripción</b>
<b>Serie</b>	DOP-B
<b>Tipo de display</b>	TFT LCD
<b>Tamaño del display</b>	4,3 pulgadas
<b>Resolución</b>	(480x272 pixeles) 65536 colores
<b>Puertos COM</b>	RS-232/RS-422/RS485
<b>Cantidad de puertos</b>	2
<b>Alimentación</b>	24VDC
<b>Para transferencia y descarga de datos</b>	RS-232, USB, Ethernet
<b>Norma de protección</b>	IP65
<b>Memoria integrada</b>	128 MB
<b>Retroiluminación</b>	Si
<b>Visualización</b>	Horizontal / vertical
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	Min 0°C hasta Max +50°C
<b>Dimensiones</b>	129 x 103 x 39 mm
<b>NOTA: Pantalla Delta Touch</b>	

Fuente: <https://www.deltaww.com/Products/CategoryListT1.aspx?CID=060302&PID=331&hl=en-US&Name=DOP-B03E211>

Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

### 2.1.2.3 Selección de la fuente de alimentación Delta DRP024V060W1AZ

La fuente descrita en este punto posee todas las características sobre todo de alimentación de voltaje e intensidad hacia el circuito de mando necesitaría para todos los dispositivos.

En la figura 7 – 2 se muestra la fuente de alimentación Delta DRP024V060W1AZ.



**Figura 7 – 2:** Fuente Delta DRP024V060W1AZ

Fuente:[https://www.deltapsu.com/upload/thumbs/2\\_2\\_2\\_2\\_20130321\\_110522255\\_DRP024V060W1AZ\\_c.png](https://www.deltapsu.com/upload/thumbs/2_2_2_2_20130321_110522255_DRP024V060W1AZ_c.png)

En la tabla 5 – 2 se muestra las especificaciones de la fuente Delta de 24 voltios.

**Tabla 5 – 2:** Tabla de especificaciones de la fuente Delta DRP024V060W1AZ

CARACTERISTICAS	Descripción
Salida de voltaje	24VDC
Corriente de salida	2,5A
Rango de ajuste de voltaje	22-28 VDC
Potencia de salida	60W
Tiempo de inicio	<3000ms @ entrada nominal (100% de carga, 25 ° C)
Regulación de carga	<1% tip. (@ 85-264Vac entrada, 0-100% de carga)
Entrada de voltaje	100 – 240 VAC
Corriente de entrada	<1.10A @ 115Vac, <0.70A @ 230Vac
Eficiencia a 100% de carga	> 86.0% @ 115Vac,

	> 87.0% @ 230Vac
<b>Dimensiones</b>	4.75 "x 1.26" x 4.45 "
<b>Cubierta</b>	Plástico
<b>T. de funcionamiento</b>	-20 ° C a + 80 ° C
<b>Clasificación de potencia</b>	<0 ° C a -20 ° C reduce la potencia en un 1% / ° C > 50 ° C reduce la potencia en un 2,5% / ° C > 70 ° C reduce la potencia en un 4% / ° C

**Fuente:** <https://www.deltapsu.com/products/din-rail-power-supply/DRP024V060W1AZ>

**Realizado por:** CAISAGUANO, Washington, 2018

#### 2.1.2.4 Selección del sensor de temperatura PT100.

De los distintos tipos de sensores de temperatura como termistores, termocupla y RTD se seleccionó el TP100 que describe una resistencia de 100 ohm a 0°C y de tres hilos por varios motivos sobre todo de aplicabilidad y simplicidad.

- Este sensor tiene una resolución incluso de una décima de grado centígrado lo cual es un factor importante en una aplicación cuya base es el control de la temperatura.
- Si bien la curva completa de comportamiento no es lineal, en el rango de trabajo del reactivador que esta entre 70°C y 92°C la figura describe un comportamiento casi lineal del sensor.
- La extensión de ser el caso de los hilos, puede hacerse con cable de cobre únicamente se debe tener en cuenta un factor, que al ser un sensor con principio resistivo al añadirle cable este también genera cambio en la resistencia.
- No se degrada como los otros sensores por lo cual evita enviar lecturas erróneas, sin embargo es frágil a vibraciones.
- Los TP100 de tres hilos corrigen el error que se provoca por la resistencia de los cables de conexión basándose en el principio del puente de Wheatstone.
- Funciona muy bien en aplicaciones de bajas temperaturas como en el caso del reactivador.

La construcción de estos sensores se basan en la norma DIN IEC 751 lo cual determina valores de desviación permitidos.

En la figura 8 – 2 se muestra el sensor TP 100 de 3 hilos.



**Figura 8– 2:** Sensor TP100 de 3 hilos

**Fuente:**[https://http2.mlstatic.com/sensor-de-temperatura-pt100-45-a-500-c-3-hilos-D\\_NQ\\_NP\\_553421-MEC20775441015\\_062016-F.webp](https://http2.mlstatic.com/sensor-de-temperatura-pt100-45-a-500-c-3-hilos-D_NQ_NP_553421-MEC20775441015_062016-F.webp)

A continuación en la tabla 6 – 2 varios aspectos técnicos del TP100.

**Tabla 6 – 2:** Tabla de especificaciones técnicas del TP100 de tres hilos

<b>CARACTERISTICA</b>	<b>Descripción</b>
<b>Numero de hilos</b>	3
<b>Rango de lectura</b>	-200°C a 800°C
<b>Resolución</b>	0,1°C
<b>Longitud del cable</b>	2 m
<b>Longitud de la vaina</b>	10cm

**Realizado por:** CAISAGUANO, Washington, 2018

#### 2.1.2.5 Modulo Delta para el TP100 DVP 04PT-S.

El PLC al no contar con entradas analógicas necesita un módulo de expansión, el fabricante DELTA cuenta con un módulo adecuado para la medición y funcionamiento de sensores de temperatura en este caso el TP100, cuyo costo es elevado pero relacionando con el beneficio y simplicidad de conexión es aceptable.

En la programación, adquisición de datos y conversión se lo realiza con los comandos FROM TO y DO dentro del software WPLSOFT.

Posee 4 canales para los sensores y su acoplamiento sirve para tp100 de 2 y 3 hilos, únicamente cambia su configuración de conexión.

En la figura 9 – 2 se muestra el módulo para la conexión del TP100 de tres hilos



**Figura 9 – 2:** Módulo de expansión para TP100 Delta DVP04TP-S  
Fuente:<https://www.majju.com/wp-content/uploads/2018/10/3900-1.jpg>

En la tabla 7 – 2 se muestra las características técnicas del módulo para la conexión del TP100.

**Tabla 7 – 2:** Tabla de especificaciones técnicas del módulo de expansión DVP 04PT-S.

CARACTERISTICAS	Descripción
<b>Voltaje de alimentación</b>	24VDC
<b>Canal de entradas</b>	4 canales por modulo
<b>Unidades de trabajo</b>	°C y °F
<b>Sensores</b>	Tipo 2 y 3 hilos
<b>Intensidad de excitación</b>	1mA
<b>Rango de entrada de</b>	-200°C a 600°C

<b>temperatura</b>	
<b>Resolución</b>	14 bits
<b>Max potencia nominal</b>	2W

Fuente: <https://oceancontrols.com.au/DEC-105.html>  
Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

### 2.1.3 Conexión y comunicación entre los dispositivos de control y sensor

En este paso del proyecto se inicia el trabajo manual luego de la investigación cálculo y selección de herramientas, materiales y dispositivos.

#### 2.1.3.1 Conexión entre el PLC DVP-14SS211R y el HMI DOP-B03E211

La conexión del PLC y la pantalla HMI se realiza con el estándar de comunicación local RS485 por ser sencillo y suficiente para la transición de datos.

Desde el puerto COM2 del PLC se debe conectan los cables en las borneras teniendo en cuenta cual pertenece a D+ y D- mientras que en el extremo opuesto se lo conecta a un terminal DB9 serial hembra en los pines 6 y 9 respectivamente.

COM2 Port (Supports Flow Control)

COM Port	PIN	MODE1 RS-232	MODE2 RS-422	MODE3 RS-485
	1		TXD+	D+
	2	RXD		
	3	TXD		
	4		RXD+	
	5	GND	GND	GND
	6		TXD-	D-
	7	RTS		
	8	CTS		
	9		RXD-	

**Figura 10 – 2:** Distribución de los pines DB9 para la conexión RS485

Fuente: <https://deltaautomation.files.wordpress.com/2011/02/pinout-dop-b2.jpg?w=736>

Finalmente se lo conecta el puerto serial del HMI que encuentra en parte posterior y se lo ajusta con los tornillos la comunicación final se la realiza con la configuración en el programa DOPsoft.

### 2.1.3.2 Conexión entre el PLC DVP-14SS211R y el módulo Delta DVP04TP-S

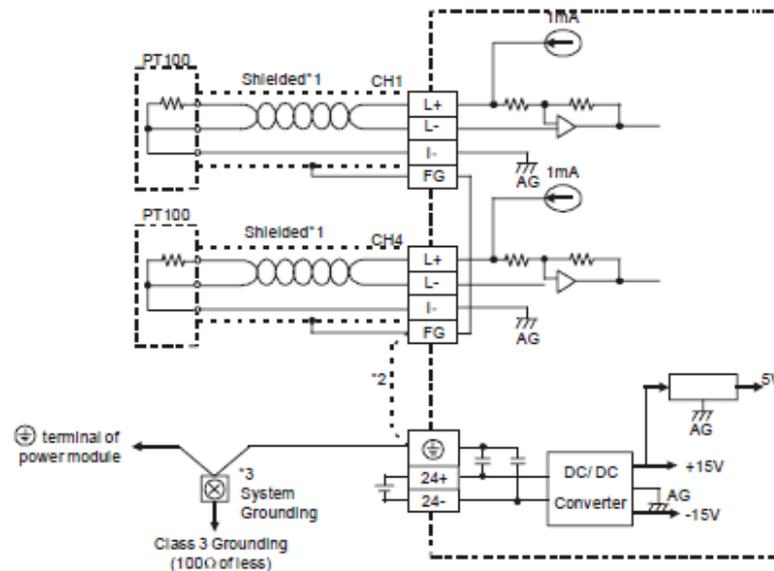
La conexión del PLC y el módulo de expansión es relativamente sencillo se descubren las tapas del puerto de comunicación que se encuentra en el caso del PLC a su izquierda mientras que el del módulo a su derecha.

Luego se abren los seguros ajustables que posee en PLC en los extremos y se monta el módulo debe encajar perfectamente entre los puertos de comunicación y finalmente se vuelve a cerrar los seguros. La comunicación final se la realiza con la configuración en el programa WPLsoft.

### 2.1.3.3 Conexión entre el PT100 y el módulo Delta DVP04TP-S

Para este proyecto se cuenta con un TP100 de tres hilos, cuya conexión se la realiza en el canal 1 del módulo la distribución estándar de acuerdo a los colores es rojo - azul - negro como se muestra en la gráfica 3 – 2, donde:

- El rojo corresponde a L+
- El azul corresponde a L-
- El negro corresponde a I



**Gráfico 3 – 2:** Conexión del TP100 al módulo DVP04TP-S  
Fuente: DELTA, MANUAL DE INSTRUCCIONES DVP 04TP-S

La conexión se determina al iniciar el módulo cuyos indicadores pueden mostrar error caso contrario es normal. Finalmente por cuestiones de distancia en la estructura se añadió 1m de cable de cobre del mismo tamaño en los tres terminales tratando de no afectar las lecturas de temperatura que por diseño determinan.

Se utiliza cable 18 AWG la cual posee un una resistencia por metro de 0.0193 ohm.

Cálculo de la afectación del aumento del cable de cobre al TP100.

Donde N corresponde al número de cables del TP 100

R la resistencia del cable AWG 18

L la longitud en metros de aumento.

$$R_c = N \times R \times L$$

$$R_c = 3 \times (0.0193)$$

$$R_c = 0,0579 \text{ ohms}$$

La afectación a la lectura de la resistencia del cable añadido es de menos de una décima por lo cual no se ve afectada la lectura de la temperatura de forma agresiva para el proceso de reactivación del adhesivo.

Para el cálculo de la resistencia del TP100 en relación a la temperatura censada se establece.

$$R = \text{°C} * (0.386) + 100$$

## **2.2 Implementación del software**

Para la implementación y simulación a computadora, se utiliza el software del fabricante Delta el cual cuenta con las herramientas necesarias para desarrollo de la automatización avanzada.

Además es necesario utilizar Autocad y Solidwork para el diseño del horno y sus planos de circuitos. Las herramientas informáticas que proporciona Delta de programación y diseño son de licencia gratuita.

Se necesita instalar el controlador serial para la comunicación entre la computadora y el PLC.

### 2.2.1 Descarga e instalación del software de licencia gratuita de Delta

En la página oficial de Delta podemos descargar el software WLPsoft y DOPsoft incluido el gestor de comunicación de ser necesario.

La descarga es segura y gratuita en la figura 11-2 se muestra el directorio general que presenta la página oficial de Delta en esta se encuentra fácilmente las dos herramientas que se necesita para la programación y configuración del PLC y HMI.

Software Name	Description	Supported Device	Operating System	Issue Date	File Size	Comment	File
<b>PLC Programming</b>							
COMMR V1.09	Communication management software	All series, AD series and DVP series PLCs	Windows XP/Vista/7/8/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20	20190607	8.52MB	-	
COMMR V1.08	Communication management software	All series, AD series and DVP series PLCs	Windows XP/Vista/7/8/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20	20171114	8.44MB	-	
WPLSoft V3.36	PLC programming software	All series, AD series and DVP series PLCs	Windows XP/Vista/7/8/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20	20190913	489MB	Please use with COMMR for communication function	
WPLSoft V3.07	PLC programming software	All series, AD series and DVP series PLCs	Windows XP/Vista/7/8/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20	20180102	489MB	Please use with COMMR for communication function	
WPLSoft V2.47	PLC programming software	DVP series PLCs	Windows XP/Vista/7/8/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20	20181208	78.4MB	-	
<b>Network</b>							
EP-Builder V1.05	EtherNet/IP configuration software	All series, AD series, DVP series PLCs combined with EtherNet/IP function	Windows XP/Vista/7/8/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20	20190913	42.2MB	-	
EP-Builder V1.04	EtherNet/IP configuration software	All series, AD series, DVP series PLCs combined with EtherNet/IP function	Windows XP/Vista/7/8/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20	20181028	52.1MB	-	

**Figura 11 – 2:** Descarga de productos y herramientas informáticas DELTA

**Fuente:** <http://www.deltaww.com/services/DownloadCenter2.aspx?secID=8&pid=2&tid=0&itemID=&typeID=1&downloadID=&title=&dataType=&check=0&hl=en-US&CID=06>

En esta se determina los requisitos que debe tener el computador para una correcta instalación y funcionalidad.

### 2.2.1.1 Instalación del software WPLSOFT

No existe mayor inconveniente en la instalación, únicamente se ejecuta el instalador y si previamente cuenta con el gestor de comunicación la herramienta tendrá el panel principal. Listo para realizar un nuevo proyecto de programación.

En la figura 12 – 2 se muestra la ventana principal de instalación.

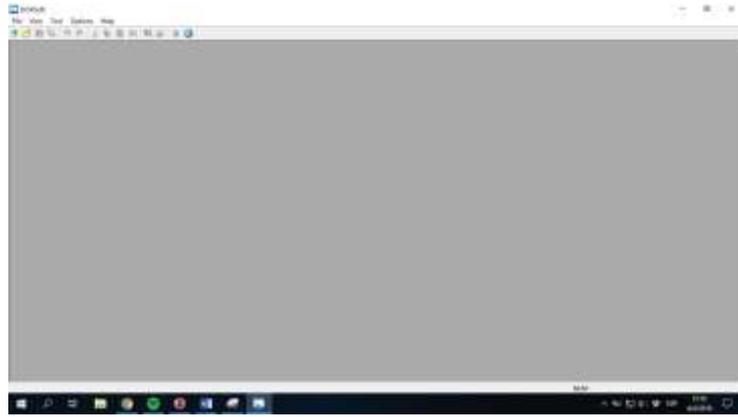


**Figura 12 – 2:** Pantallas de instalación del WPLSoft para el PLC  
Fuente: <https://es.freedownloadmanager.org/Windows-PC/WPLSoft-GRATIS.html>

### 2.2.1.2 Instalación del software DOPSOFT

Al igual que el anterior programa esta herramienta no representa ningún inconveniente en su instalación aparte de las características generales del computador que se especifican en su página web.

En la figura 13 – 2 se muestra la pantalla y menú principal de WPLSoft.

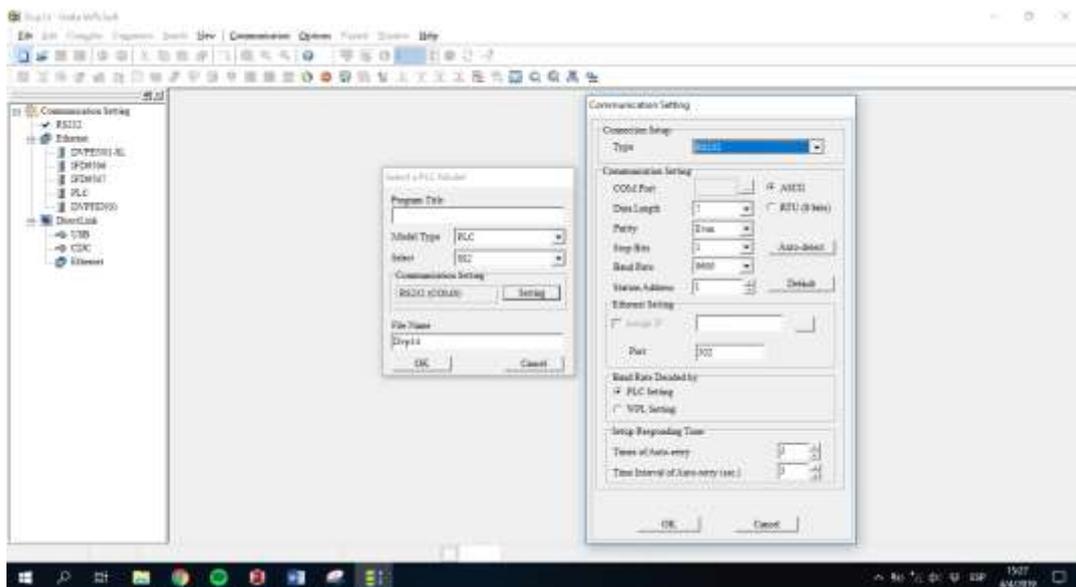


**Figura 13 – 2:** Pantalla y menú principal del software de programación  
 Realizado por: EL AUTOR, 2018

### 2.2.2 Programación del PLC Delta

Se inicia el programa WPLsoft y en la pantalla principal se elige un nuevo proyecto y se determinan las características del PLC como la serie y la forma de comunicación con el simple hecho de dar clic en Autodetect generaran las características de fábrica del PLC

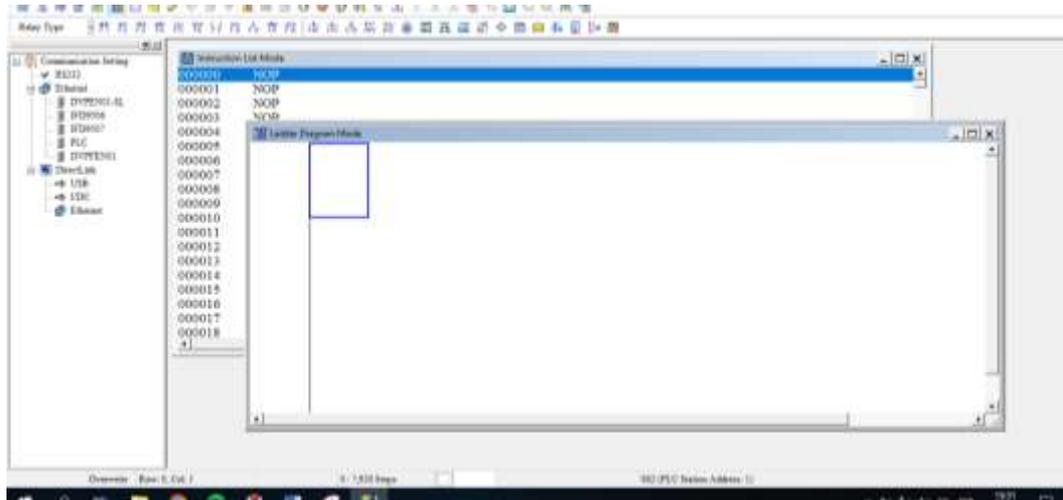
En la figura 14 – 2 se muestra la configuración del PLC Delta DVP 14SS211R en el programa WPLSoft para su posterior programación.



**Figura 14 – 2:** Configuración del PLC (Autodetect) dentro del software WPLSoft  
 Realizado por: EL AUTOR, 2018

De esta forma se puede iniciar la programación al introducir mediante texto y/o gráficos la programación que se realiza según la norma IEC 1131-3 facilitando la comprensión y orden del programa.

En la figura 15 – 2 se muestra la ventana de desarrollo para la programación del PLC.



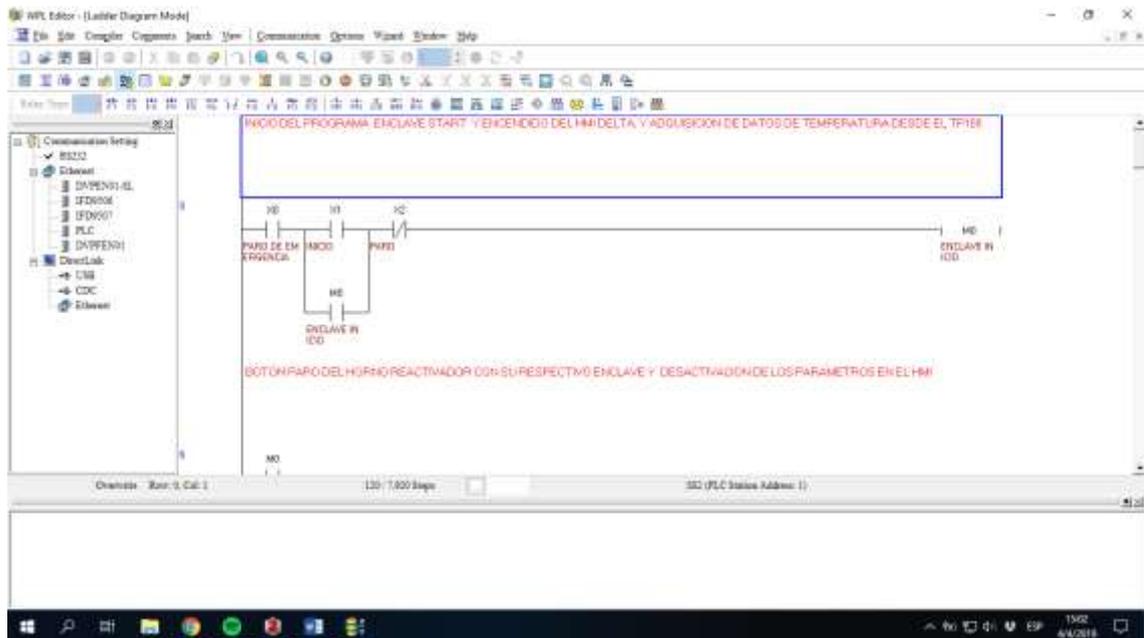
**Figura 15 – 2:** Pantalla principal de la herramienta WPLSoft  
Realizado por: EL AUTOR, 2018

### 2.2.2.1 Orden de programación del control para el PLC

Se determina el orden del proceso para el control de la temperatura siguiendo los lineamientos básicos del proceso de reactivación para ello se realiza el diagrama de flujos para iniciar la programación con lo cual se validan variables, variables auxiliares, constantes, entradas y salidas.

- Se programa los enclaves de los botones encendidos apagados y el botón de paro de emergencia.
- Se procede a programar el botón de inicio para el HMI.
- Inicializa la adquisición de datos y acondicionamiento de los datos que envía el TP100.
- Conversión de valores en grados centígrados con una décima de valor de temperatura.
- Programación del control de temperatura.
- Programación de las zonas para el horno reactivador.
- Programación de los contadores de las zonas 1 y 2.
- Fin de ciclo.

En la figura 16 – 2 se muestra una parte de la programación, el código fuente de la programación se encuentra en el Anexo B.

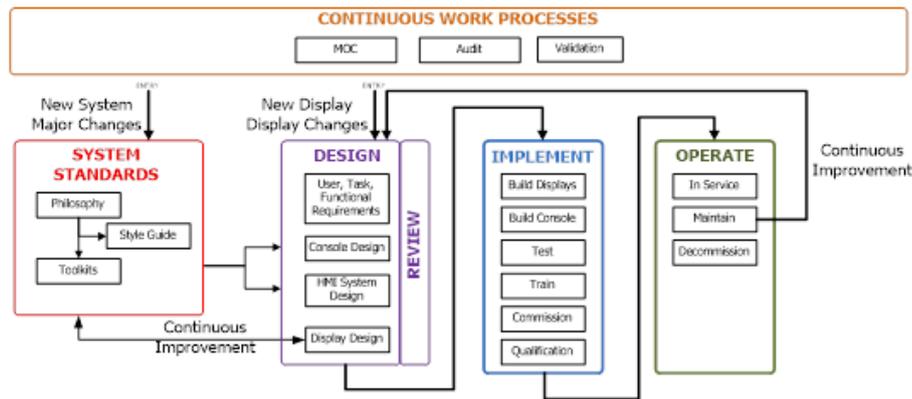


**Figura 16 – 2:** Captura de la programación del enclave de los botones de arranque y paro.  
Realizado por: EL AUTOR, 2018

### 2.3. Diseño y desarrollo del HMI

El diseño e implementación del HMI se realiza de forma que los artesanos puedan utilizar controlar y verificar las variables de forma sencilla y reducir la complejidad de uso y mantenimiento. La norma ISA 101 determina no solo colores y graficas estándar si no el conjunto de parámetros que se definen desde el inicio del diseño a lo largo de toda su vida de uso.

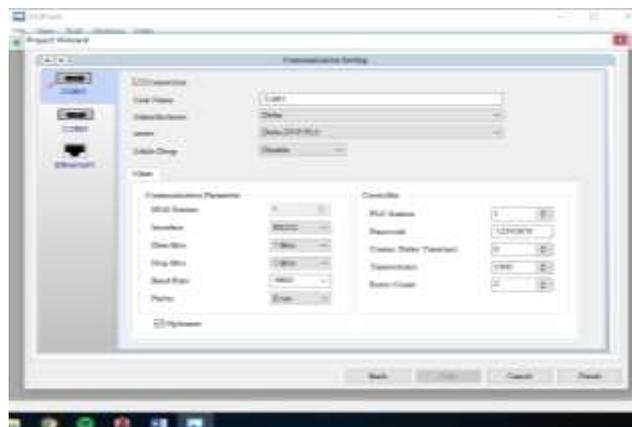
En la figura 17 – 2 se muestra el diagrama correspondiente al ciclo de actividades que según la norma ISA 101 se debe realizar para generar una aplicación bajo sus estándares además de futuras adecuaciones, uso y mantenimiento.



**Figura 17 – 2:** Diagrama de diseño e implementación del HMI según la norma ISA101  
**Fuente:** [https://www.arcweb.com/sites/default/files/ISA101\\_HMI\\_Lifecycle.png](https://www.arcweb.com/sites/default/files/ISA101_HMI_Lifecycle.png)

Se programa en DOPSoft herramienta del fabricante Delta con los siguientes pasos para iniciar:

- a) Una vez abierto DOPSoft se eligió nuevo proyecto en el cual se determina la serie de la pantalla, nombre del proyecto y denominación de los screens.
- b) En el siguiente paso se eligió el puerto COM, los parámetros de conexión con el PLC, el fabricante del HMI y las seguridades de ingreso a la aplicación.
- c) También se eligió el fabricante del controlador existe una amplia gama, sin embargo esto podría en varios cosas generar recursos extras cuando el PLC es diferente.
- d) La seguridad que por defecto concede el programa para evitar cambios en los diagramas internos es única para todos los proyectos, se recomienda tener en cuenta el cambio si se realiza el cambio de clave de seguridad.
- e) En el caso de tener más de un controlador se debe ampliar el número de estaciones con sus etiquetas, sin embargo este no es el caso por el cual esta opción puede quedar inhabilitada.



**Figura 18 – 2:** Configuración de la pantalla en el programa DOPSoft  
**Realizado por:** EL AUTOR, 2018

### 2.3.1 Diseño de la ubicación de los componentes

Se determinan el número de pantallas para la navegación, los botones necesarios, los indicadores, las variables que se mostraran y su ubicación dentro de la pantalla con el principio de mantener una estructura limpia y visible.

En la tabla 8 – 2 se muestra la descripción de los elementos de la pantalla.

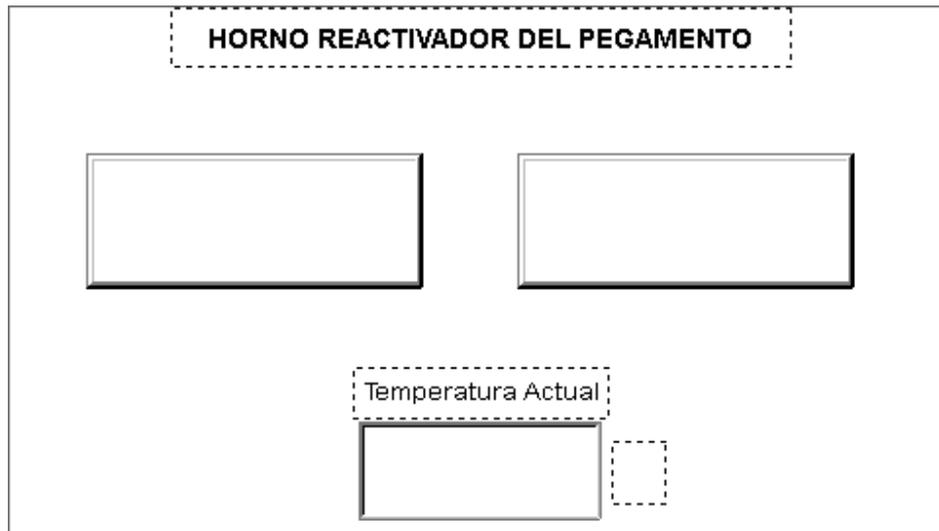
**Tabla 8 – 2:** Tabla de descripción de los elementos para el HMI

<b>CARACTERISTICA</b>	<b>Descripción</b>
<b>Ventanas</b>	2 principales / 2 auxiliares
<b>Botones de acceso</b>	1 ingreso manual / 1 ingreso automático 1 inicio / 1 reset 1 regresar 3 control automático
<b>Botones mantenidos</b>	2 para activación de zonas
<b>Display numérico</b>	3 exclusivos para mostrar temperatura
<b>Date display</b>	1 muestra la hora y fecha
<b>Indicador multiestado</b>	1 muestra el estado del reactivador
<b>Indicador simple</b>	1 on/off
<b>Entrada numérica</b>	2 para ingresar datos de temperatura y tiempo

Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

La ubicación de los distintos elementos dentro del HMI se debe ubicar dentro de los límites visuales con la correcta información y espacio para que no exista contaminación visual. Esto se realiza sobre todo en las SCREEN 2,3 y 4 que son donde se realiza en control de temperatura.

Se muestra en la figura 19 – 2 el diseño de la pantalla HMI en blanco que se realiza previamente para la distribución de los dispositivos en el programa DOPSoft.



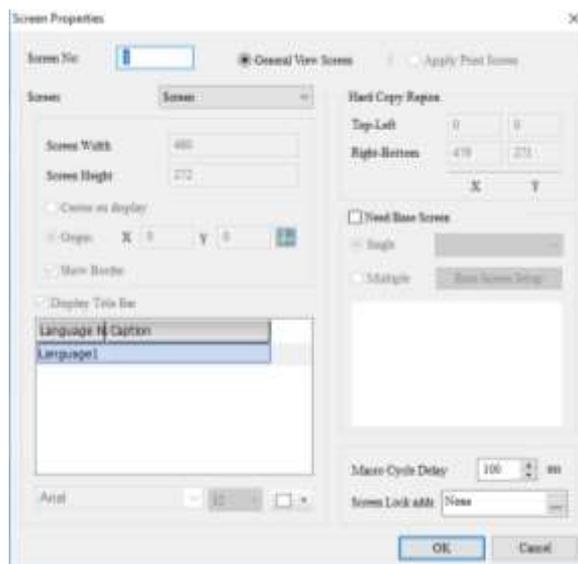
**Figura 19 – 2:** Diagrama de ubicación de los elementos dentro de la pantalla HMI  
**Realizado por:** CAISAGUANO, Washington, 2018

### 2.3.2 Creación de las pantallas principales y auxiliares del HMI

Se crean 4 ventanas dos principales y que aportan información general mientras que los 2 siguientes son de control ya sea automático o manual.

- En la primera se ubica texto que proporciona toda la información en una especie de portada.
- La primera ventana de control se genera como opción para elegir el tipo de control que se le quiere proporcionar al reactivador sea esta manual o automático.
- La primera ventana auxiliar corresponde al control, mando y visualización de la temperatura de manera que los artesanos proporcionan los valores para realizar el control de temperatura mediante entradas numéricas.
- La segunda ventana auxiliar realiza el control y supervisión del reactivador con valores predeterminados de temperatura y tiempos de exposición anteriormente lo cual facilita su manejo.

En la figura 20 – 2 se muestra la creación de las pantallas en DOPSoft.



**Figura 20 – 2:** Creación de las pantallas del HMI en DOPSoft  
**Realizado por:** CAISAGUANO, Washington, 2018

### 2.3.2.1 Creación de botones indicadores y textos

Existen distintos tipos de botones que se utiliza con el propósito de mejorar la navegación dentro de las distintas pantallas con opciones y funciones diferentes a continuación se muestra el número de elementos que se utilizó con su respectiva utilización. Después de diseñar la ubicación en las pantallas se procede a la creación de los distintos elementos para el HMI.

En la tabla 9 – 2 se muestra las direcciones de los elementos del HMI.

**Tabla 9 – 2:** Tabla de direcciones y función de los elementos dentro de la aplicación HMI

CARACTERISTICA	Dirección	Descripción
<b>Goto screen</b>	Goto Screen_001 Goto Screen_002 Goto Screen_003	Pasa a la ventana siguiente y se lo utiliza únicamente con la dirección de la pantalla
<b>Numeric Display</b>	{Link1}1@D0	Muestra números enteros y decimales que produce la adquisición de datos de temperatura por parte del PT100 atreves del módulo y luego de su conexión con el PLC

<b>Previous page</b>	Previous Page_001 Previous Page_001	Retrocede a una ventana anterior con la dirección de la pantalla
<b>Numeric Entry</b>	{Link1}1@D1004 {Link1}1@D1028	Introduce números mediante la pantalla y guarda este dato para su introducción hacia el PLC mediante memorias especiales que posee el controlador
<b>Maintained</b>	\$2.0 \$4.0 \$6.0 \$7.0 \$8.0 {Link1}1@M7	Botón mantenido se lo utiliza como un interruptor y se le concede direcciones de acuerdo a su uso, con memorias internas de la pantalla o del PLC. Además de la programación interna para realizar sus macros
<b>Range Indicator</b>	{Link1}1@D0	Rango mutiestado muestra el comportamiento de un proceso por ello se le da una dirección directa hacia el Modulo de temperatura DVP 04PT-S
<b>Set</b>	\$3.0	Botón de pulso para activar un proceso con dirección interna
<b>Reset</b>	\$5.0	Botón de pulso para desactivar y encerrar valores preestablecidos con dirección interna
<b>Text</b>	Cantidad 13	Describe con palabras un botón indicador u otro elemento como etiquetas e información necesaria para la utilización del HMI

Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

### 2.3.2.2 Adquisición de datos de temperatura

Una vez realizada la conexión física del TP 100 con el módulo DVP04TP-S y el PLC DVP-14SS211R además del HMI Delta DOP-B03E211 la adquisición de datos de temperatura se realiza.

En la gráfica 4 – 2 se muestra el diagrama de adecuación para la conexión del TP 100 con todos los dispositivos de control.

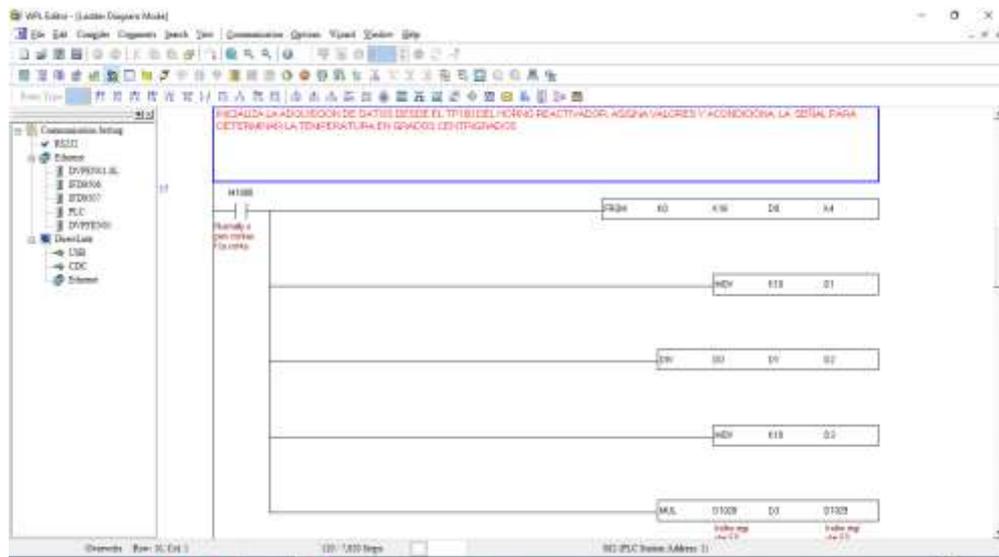


**Gráfico 4 – 2:** Diagrama de adecuación del TP100 de 3 hilos para el control  
Fuente: CAISAGUANO, Washington, 2018

La programación para la adquisición y la muestra de datos al usuario en la pantalla se realiza principalmente en el PLC luego de la configuración del módulo. Para este hecho se realizó los pasos anteriores. Para lo cual se necesitan establecer las memorias que pueden almacenar datos de 8 bits y más exclusivas para temperatura estas memorias van del rango M1000 hasta M1999 además de registros tipo Word que son D1000 a D1999 varios de estos están enclavados.

- Se utiliza el comando FROM para leer datos de módulos especiales donde K0 número de la función, K18 registro de control del módulo, D0 registro de almacenamiento, K4 registros leídos a la vez.
- El comando MOV establece un comando de movimiento de datos desde K10 al registro D1 además de almacenar una constante en D2 para su posterior uso en la pantalla.
- MUL utilizamos para la multiplicación de D3 por un factor de 10 y de esta forma ajustar los valores a los grados centígrados y guardarlos en el registro D1029.

En la figura 21 – 2 se muestra la programación de la adquisición de datos en el PLC.



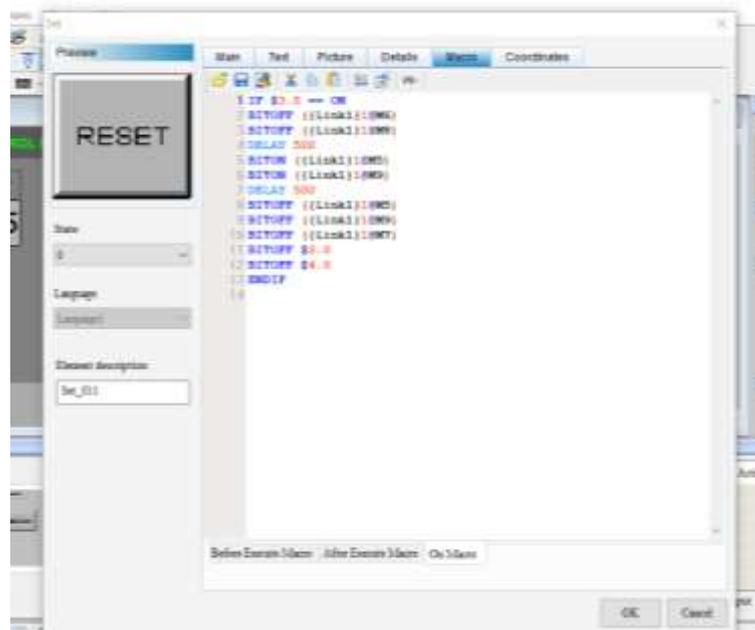
**Figura 21 – 2:** Programación de la adquisición de datos en el PLC Delta y transformación para su presentación.  
Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

### 2.3.2.3 Programación de los componentes con las macros

Una vez realizado el diseño y creado los elementos principales en la pantalla HMI se requiere programarlos mediante macros para su función al ser pulsados o no, de manera primordial los botones Maintained, Set y Reset. La utilización de macros proporciona espacio de programación adicional al PLC y su estructuración es sencilla dirigida más hacia el ambiente que el usuario necesita.

Principalmente las macros se programan en dos momentos de acuerdo al uso y navegación del HMI On Macro y Off Macro. La programación del botón reset se realiza mediante una lista de instrucciones, como se muestra en la figura 22 – 2

En la figura 22 – 2 se muestra la programación de la macro del botón Reset una vez presionado



**Figura 22 – 2:** Programación de las macros dentro de los botones del HMI  
Realizado por: EL AUTOR, 2018

### 2.3.3 Implementación de la norma ISA101 para la aplicación final

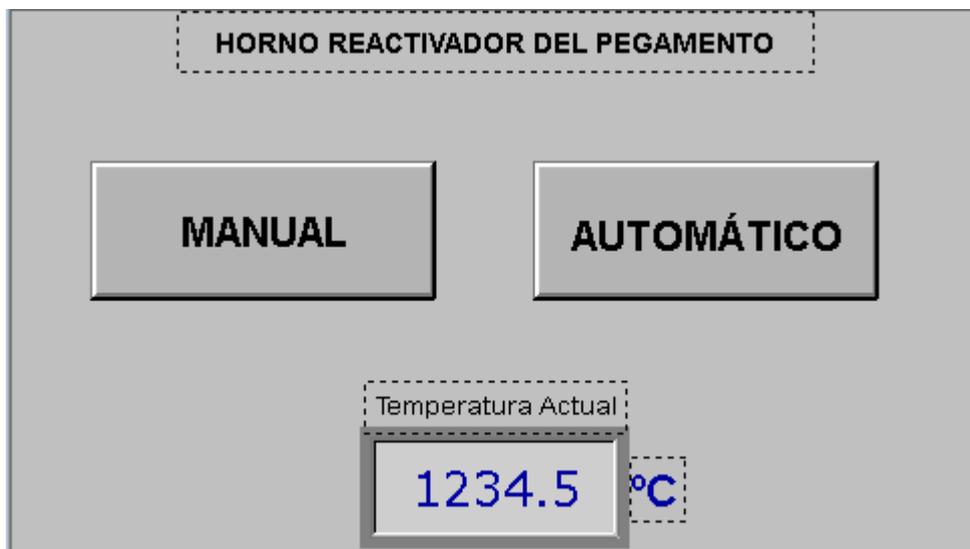
Refiriéndonos a la normativa para pantallas HMI se realizó ciertos ajustes en la etapa de del entrenamiento con el usuario siendo este el principal argumento que se adquiere para el

desarrollo del HMI en el horno reactivador. La aplicación final debe estar dentro de los estándares que demuestren la conjunción de la ingeniería de factores humanos HFE, es decir con la función del entendimiento cognitivo y el sentido humano del usuario.

### 2.3.2.3 Implementación de la norma ISA101 para la aplicación final

El color y contraste de fondo de las pantallas y botones debe ser diferenciado además del brillo y se excluyen colores que según la norma ANSI/ISA-18.2-2009 son para alarmas y avisos de seguridad, la finalidad es que el uso de colores se debe ser coherente y excluyente. En la pantalla principal se utiliza un color saturado y neutro.

En la figura 23 – 2 se muestra el color, contraste y tamaño que se asigna a los botones y fondo de la pantalla y su estado en la simulación dentro del programa DOPSoft además de los bloques numéricos para la presentación de la temperatura.

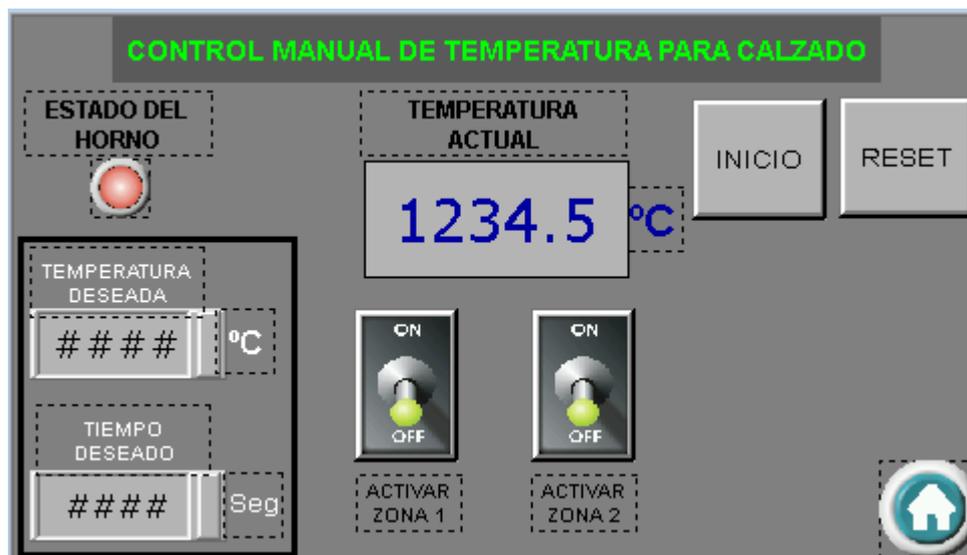


**Figura 23 – 2:** Implementación del HMI según la norma ISA101 en contraste y color  
Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

La densidad del texto o etiquetas debe ser apropiada y debe estar dentro de los límites sensoriales con respecto a cada elemento de la pantalla. En caso de los botones existen confirmaciones de uso.

La interacción del usuario con el HMI consta de textos, datos de entrada como temperaturas y tiempos de exposición, prevención de errores de temperatura.

En la figura 24 – 2 se muestra la implementación según la norma ISA 101.



**Figura 24 – 2:** Implementación del HMI según la norma ISA101 en texto y etiquetas.  
Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

Para la navegación se diseñó: cuadros de mando, botones de teclado, entradas de menú estas con el principio de no obstaculizar información en la pantalla principal que sea clave para el usuario.

Se incluye un botón de menú principal para la salida inmediata del modo manual o automático hacia la pantalla principal de la aplicación del HMI.

#### 2.3.4 Tipo tamaño y contraste de los Textos

El texto dentro de la aplicación de la pantalla Delta es de mucha importancia debido a su correcta visualización, explicación y sin ser abundante es el mecanismo principal de navegación y control que tiene los usuarios, por tal motivo el contraste, tamaño, color y fuente es de acuerdo la norma ISA101 clara, específicamente en la pantalla utilizamos:

- Texto de título principal: N°14 y fuente Arial color verde.
- Etiquetas de botones y teclados: N°10 y fuente Arial color negro.
- Informativos dentro de botones N°12.
- Detalle de temperaturas: N°24 negrilla fuente Arial y color azul.
- Informativos y especificaciones del tipo de planta: N°12 negrilla fuente Arial.

En la figura 25 – 2 se muestra el diseño e implementación del HMI de la pantalla de modo automático.



**Figura 25 – 2:** Diseño e implementación del HMI de la pantalla de modo automático.  
Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

### 2.3.5 *Tiempo de exposición al calor.*

De acuerdo al tipo de planta sea está poliuretano en toda su diversidad, EVA o caucho se realizaron pruebas de exposición y pegado para determinar el tiempo requerido de acuerdo a las instrucciones del fabricante de las plantas además se prioriza las características de reactivación de la pega con sus distintos aditivos extras, como se muestra en la tabla 10 – 2 donde se establece tiempos de exposición al calor según el tipo de material de la planta de calzado.

**Tabla 10 – 2:** Tabla de tiempos de exposición al calor de las plantas según su material

<b>Adhesivo</b>	<b>Material</b>	<b>Tiempo de exposición</b>
<b>Amazonas</b>	EVA	1:30 min
<b>Amazonas</b>	TR	1:15 min
<b>Amazonas</b>	PVC	1:50 min

Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

## 2.4 Diseño e implementación del tablero de control

En el diseño del hardware se involucra el del tablero de control que es ubicado en la pared de esta forma reducir riesgos de calentamiento y dentro de este se ubican los materiales electrónicos y de automatización que corresponden al circuito de mando y potencia

En la tabla 11 – 2 se muestra las características del gabinete.

**Tabla 11 – 2:** Tabla de características del gabinete

<b>Características</b>	<b>Descripción</b>
<b>Material</b>	Metálico liviano
<b>Dimensiones</b>	400x300x200 mm
<b>Protección IP</b>	46

Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

A pesar de que el tablero de control se encuentra apartado de la fuente de calor existe cierta protección IP del tablero que corresponde principalmente al aislamiento de polvo y humedad, se basa en la norma CEI 60529. En el caso particular del proyecto actual tiene un IP46 suficiente para las condiciones donde se encuentra de tal manera provee protección de los dispositivos de automatización.

En la figura 26 – 2 se muestra el gabinete para el tablero de control.

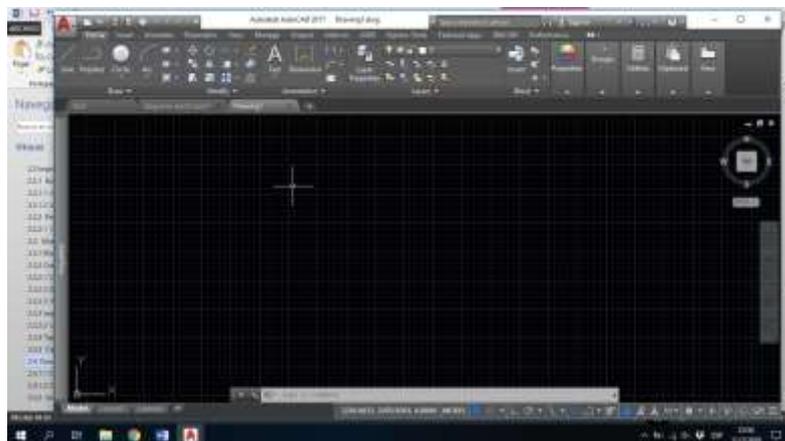


**Figura 26 – 2:** Gabinete para el tablero de control con IP46.  
Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

#### ***2.4.1 Conexión de Dispositivos Electrónicos***

En el siguiente apartado se especifica las conexiones con sus respectivos diagramas y calibres de conductores para el sistema de control y potencia, también se realizan las mediciones de tensión y corriente que circulan por los dispositivos y de la carga. Su diseño se realiza con herramientas informáticas.

A continuación se muestra en la figura 27 – 2 la herramienta en la que se realizó los planos de los circuitos de mando y potencia se utiliza Autocad y CadeSimu.



**Figura 27 – 2:** Pantalla principal del software Autocad.  
Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

#### 2.4.1.1 Cableado estructurado del circuito de monitoreo y mando

El principal elemento de mando es el PLC Delta y su módulo de expansión para el TP100 por ello debemos tener en cuenta que desde este punto se distribuye el cableado hacia pulsadores luces sensor y demás elementos respectivamente y se realiza el diseño implementado en Autocad que se encuentra en el anexo K.

La conexión se realizaron con distintos colores de cables pero de calibre único 18AWG además en las extremos del conductor se utiliza terminales puntera FATO amarillo (18-16) AWG con ello se realiza un ajuste adecuando en las borneras de los elementos.

En la figura 28 – 2 se muestra conexiones principales de alimentación y transmisión de datos entre los dispositivos del tablero.

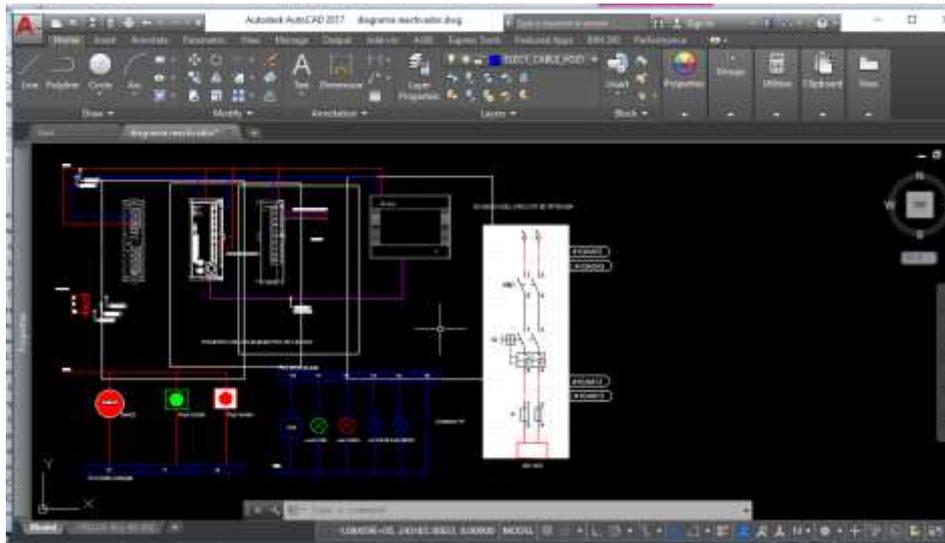


**Figura 28 – 2:** Conexiones de los componentes del tablero de control.  
**Realizado por:** CAISAGUANO, Washington, 2018

#### 2.4.1.2 Conexiones de la fase de potencia

El uso del mismo gabinete para el circuito de potencia requiere ciertas verificaciones para distinguir correctamente las conexiones y sus etapas. Principalmente en la conexión y protecciones para la carga, sin embargo al ser un par de niquelinas únicamente la estructura de este circuito es sencilla y directa. El circuito de conexión se encuentra en el anexo J donde se muestra el diagrama de potencia mientras tanto se muestra el diseño en el programa.

En la figura 29 – 2 en su etapa de desarrollo en el programa Autocad.



**Figura 29 – 2:** Diseño e implementación de circuito en Autocad.  
 Realizado por: EL AUTOR, 2018

### 2.4.2 Implementación del panel frontal del tablero

Se diseñó la distribución de los controles para el tablero, la ubicación de la pantalla HMI para ello las dimensiones externas de la pantalla, los diámetros de los botones y luces que están estandarizados con necesarios, principalmente la distribución del gabinete se centra en la pantalla justamente en el centro del gabinete con botones en los extremos de encendido y apagado del reactivador y sus respectivas luces piloto, incluido el paro de emergencia, como se muestra en la figura 30 – 2.



**Figura 30 – 2:** Corte según el diseño del tablero principal de control.  
 Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

#### 2.4.2.1 Corte y armado del tablero

Se realizó el corte de cuatro agujeros de diámetro 30 mm que corresponden a encendido y apagado del horno reactivador además un rectángulo de medidas 129 x 103 mm para la ubicación de la pantalla HMI Delta y un corte inferior y central para el paro de emergencia.

En la figura 31 – 2 se muestra la distribución del panel frontal del tablero de mando con los botones de inicio pantalla HMI paro de emergencia y luces piloto.



**Figura 31 – 2:** Implementación del panel frontal.  
Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

Aparte se corta la riel DIN 35 mm de cero perforado en tres partes de tamaño 155 mm para la ubicación de los elementos de mando y se distribuyen en la parte superior y mitad

Las dimensiones del a riel esta estandarizada por tal motivo el único factor para su adquisición son las medidas y diseño de ubicación de los distintos dispositivos, como se muestra en la figura 32 – 2.



**Figura 32 – 2:** Ubicación de los dispositivos en el riel DIN.  
**Realizado por:** CAISAGUANO, Washington, 2018

Finalmente se cortó la canaleta ranurada gris de tamaño 25 x 25mm por donde pasaron los cables 18 AWG de mando y se ubicaron en la periferia del interior del gabinete. Esta canaleta fue suficiente para la cantidad de cables y mejorará la presentación interna del tablero de control como se muestra en la figura 33 – 2.



**Figura 33 – 2:** Implementación del cableado según el diseño.  
**Realizado por:** CAISAGUANO, Washington, 2018

#### 2.4.2.2 Cálculo de la capacidad del contactor para manejar la intensidad requerida.

Una vez terminada la implementación del circuito de control se inició la construcción del circuito de mando para el cual se realizó un cálculo para determinar el contactor que realizará la activación. De acuerdo a los cálculos anteriores las niquelinas requieren una intensidad de 14.8A por lo cual se realiza un cálculo aumentando el porcentaje de 25%.

Cálculo de la intensidad para el contactor.

$$I_c = I_{REQ} * 1.25$$

$$I_c = (14,8) * 1,25 = 18.5 A$$

De acuerdo al cálculo realizado se necesita un contactor que maneje una intensidad de 18.5 A en términos reales se adquirió uno de 22 A lo cual asegura su correcto funcionamiento, (En la tabla 7 – 1 se encuentran sus especificaciones.) en la figura 34 – 2 se muestra la conexión del contactor.



**Figura 34 – 2:** Conexiones del contactor de 22 A.  
Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

### 2.4.2.3 Calibre del cable de conexión de las niquelinas.

Para realizar esta conexión es necesario implementarlo con el calibre de cable adecuado por ello se determina su capacidad de conducción según normativa existente por lo cual se ve el siguiente gráfico.

Por la cual se muestra en el gráfico 5 – 2 el calibre del cable y su conducción.

Amperaje que soportan los cables de cobre					
Nivel de temperatura:	60°C	75°C	90°C	60°C	
Tipo de aislante:	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2	SPT	
Medida / calibre del cable	Amperaje soportado			Medida / calibre del cable	Amperaje soportado
14 AWG	15 A	15 A	15 A	20 AWG	2 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A	18 AWG	10 A
10 AWG	30 A	30 A	30 A	16 AWG	13 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A	14 AWG	18 A
6 AWG	55 A	65 A	75 A	12 AWG	25 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A		
3 AWG	85 A	100 A	115 A		
2 AWG	95 A	115 A	130 A		
1 AWG	110 A	130 A	145 A		
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A		
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A		
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A		
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A		

**Gráfico 5 – 2:** Grafica de calibres de los conductores

Fuente: [https://masvoltaje.com/img/cms/img\\_tabla\\_amperaje.gif](https://masvoltaje.com/img/cms/img_tabla_amperaje.gif)

De acuerdo a las especificaciones del gráfico anterior podemos establecer el calibre adecuado para la fuente de calor es 10AWG de la tercera fila que provee mejor protección a temperatura de 90°C.

### 2.4.2.4 Implementación y cálculo de las protecciones.

Para el cálculo de termomagnético se realizó pruebas de medición de intensidad porque el cálculo es intuitivo, es decir se adquirió una protección algo mayor a capacidad que requiere la carga. Termomagnético de 20A lo cual es suficiente para asegurar el correcto funcionamiento de la máquina y la seguridad de los artesanos.

Además se recuerda que el breaker instalado para este circuito es de 40A lo cual está bien de acuerdo al orden de instalación y protección.

## **2.5 Implementación del Prototipo**

El reactivador tiene dos fases la primera el diseño construcción de la estructura del reactivador y la segunda el control estas dos fases se complementan de forma que tiene conexión entre sí a través del TP100 y los conductores de alimentan las dos níquelinas dentro del reactivador

Una vez realizada las conexiones entre los elementos de control y mando se realiza un etiquetado principalmente de varios conductores que poseen tensiones de 110 y 220 V a pesar de su visible diferencia en el calibre y color. Se alinean y separan los componentes para su mejor distribución en caso de mantenimiento y se realiza el peinado de los cables, los cuales se introducen dentro de la canaleta lo cual proporciona una visualización interna limpia.

Se realizó la conexión en paralelo de las dos níquelinas teniendo un aproximado de 3.2KW de potencia con cable AWG 10 que de acuerdo a su capacidad es suficiente para la intensidad requerida de 14.5 A además se realiza ubica el TP100 dentro del reactivador. Finalmente esta unión de las dos fases establece en su conjunto un reactivador automático de suelas eléctrico.

## **2.6 Costos del horno reactivador de plantas de calzado**

Para el diseño y la implementación del proyecto se utilizó varios elementos y dispositivos electrónicos, con el costo se puede realizar una comparación con dispositivos que realizan la misma tarea existente en el país.

En la tabla 12 – 2 se detalla el costo de los componentes para la fabricación del horno reactivador.

**Tabla 12 - 2:** Costo de materiales para la fabricación del reactivador

Cantidad	Materiales	Valor Unitario	Valor Total
1	PLC Delta DVP14SS211R DC/DC relé 8ED/6SR	126.12	126.12
1	HMI DOP-B 4, Color, Comunicación Ethernet	247.71	247.71
1	DVP04TP-S EXT 4E TP100 PSS,SA,SX	164.29	164.29
1	Fuente de poder 24VDC 2.5 A DRP024V60W1AZ	47.16	47.16
1	TP100 Sensor de temperatura	15.17	15.17
1	Gabinete metálico liviano 400x300x200 mm	27.86	27.86
1	Canaleta ranurada DEX gris 25x25 mm	4.25	4.25
1	Riel DIN 35 mm acero perforada FATO 1m	1.75	1.75
1	Contactador LS MC-22b 7.5HP 5.5kW 110Vac 22A 1NO+1	23.86	23.86
1	Relay CSC 8 pines planos 2P 5A 24Vdc	2.90	2.90
1	Base riel para relay 5A 8 pines planos pequeño (MY-2 CSC)	1.63	1.63
1	UC-MS030-01A Cable PC(9pin D-USB) PLC	16.65	16.65
1	DOP-CAUSBAB cable USB para conexión pantallas serie DOP	11.95	11.95
1	Cable USB- serial	11.00	11.00
1	DB9 hembra	0.60	0.60
2	Pulsadores plástico	2.00	4.00
2	Luz piloto plástico	1.25	2.50
2	Cable azul E UTP 2 metros	1	2.00
1	Pulsador FATO 22mm plástico tipo hongo C/R	1.82	1.82
100	Terminal puntera FATO amarillo (18-16)AWG	0.01	1.38
1	Bloque CSC para pulsador SKOS-ED21/ED33 1NA	0.61	0.61
1	Prensa estopa CSC PG21 hueco= 28.30mm	0.66	0.66
12	Base adhesiva CSC para CV-200 (1U)	0.06	0.72
12	Bornera para riel 2,5 mm 719,48	0.24	2.89
10	Amarras plásticas Dexon 150mm negra	0.02	0.20
1	Enchufe blanco negro plano	0.40	0.40
1	Enchufe blindado Cooper 3P 2A	3.50	3.50
3	Cable 3x10 AWG nylon 600V 90°C	2.50	7.50
6	Cable THHN 10 (19H) Unilay 600v 90°C	0.64	3.84
4	Cable gemelo 2x14 AWG	0.63	2.50
25	Cable flexible Incable TW 18 AWG	0.20	5.00
1	Pasta solder	3.00	3.00
1	Estaño	0.80	0.80
1	Fusible y porta fusible 2A	1,50	1.50
1	Interruptor termomagnético	7.35	7.35
<b>TOTAL</b>			<b>755.07</b>

Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

En principio tabla anterior muestra el valor neto para realizar el control de temperatura para los artesanos restando el tipo de horno que poseen y varios costos extras, sin embargo su precio base es de 755.07 dólares.

En la tabla 13 – 2 se muestra el costo logístico.

**Tabla 13 - 2:** Costo logístico de fabricación del reactivador.

Detalle	Actividad	Costo
<b>Construcción del horno reactivador</b>	Mano de obra	250.00
<b>Agujeros para el tablero principal</b>	Mano de obra	7.14
<b>Viajes provinciales e interprovinciales</b>	Movilización	36.80
<b>Equipos varios</b>	Eléctricos	30.00
<b>Investigación e imprevistos</b>	Investigación	47.16
<b>TOTAL</b>		<b>371.10</b>

Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

En la tabla 14 – 2 se muestra el costo total incluido mano de obra de la fabricación del horno reactivador.

**Tabla 14 - 2:** Costo total de fabricación del reactivador

Descripción	Costo
<b>Materiales</b>	755.07
<b>Mano de obra y recopilación de información</b>	371.10
<b>TOTAL</b>	<b>1126.17</b>

Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

Claramente se muestra que el costo más alto para la construcción de este tipo de reactivadores está en la adquisición de elementos de automatización, el costo de construcción o adquisición de una horno eléctrico sea este del estilo de parrilla varia por sus características lo cual hace que su precio sea relativo.

El precio total del proyecto está dentro del alcance de los artesanos, proveyendo de mejoras de producción sin aumentos de costos operativos, que compite con maquinaria extranjera mucho más costosa y generando procesos productivos adecuados disminuyendo riesgos hacia los usuarios.

## CAPÍTULO III

### 3 PRUEBAS Y RESULTADOS

Una vez finalizado el diseño y construcción del reactivador de plantas de zapatos tanto en su estructura como en el tablero de control, se realizó varias pruebas de funcionamiento y calibración de tiempos de exposición y temperatura de acuerdo al material de las plantas y el adhesivo a utilizar para su óptima funcionalidad, además se comparó con el uso del horno de GLP que utilizan normalmente los artesanos con respecto a tiempo de uso y medidas de consumo.

#### 3.1 Análisis de funcionalidad.

Se realizó un análisis y control sobre varios aspectos, principalmente de aquellos que podrían condicionar el correcto funcionamiento del horno reactivador o provocar de accidentes en caso eléctrico y poner el riesgo a los artesanos que trabajan en el taller. El control lógico del reactivador también se puso a prueba.

##### 3.1.1 *Operación del equipamiento ya existe en el taller*

Para analizar el funcionamiento óptimo del proyecto se realiza previamente el análisis y levantamiento de información sobre equipos y estructura que ya posee el taller y de esta manera trabajar sobre esta o adecuarla de acuerdo a lo previsto para la utilización del reactivador.

El funcionamiento tanto de circuito eléctrico de 120V como el de 220V es segura, realizada por la Empresa Eléctrica Ambato con su respectivo tablero principal y con el cableado dimensionado que puede manejar una intensidad de hasta 100A sin embargo el hecho de que el material de construcción del taller es mixta genera un cierto riesgo de seguridad.

En cuanto a la ventilación del taller posee ventanas amplias que se deberá mantener abiertas para disminuir riesgos. Finalmente el levantamiento de la información con respecto a las diversas máquinas, que poseen los artesanos tienen circuitos independientes con sus breakers dimensionados lo cual indica una correcta instalación por parte de la Empresa Eléctrica siendo estas conexiones relativamente nuevas y el estado de sus cables y seguridades es muy buena, como se muestra en la figura 1 – 3.



**Figura 1 – 3:** Levantamiento de las seguridades del circuito ya instaladas.

**Realizado por:** CAISAGUANO, Washington, 2018

### ***3.1.2 Verificación del cableado de elementos de control y potencia***

La conexión del cableado se realizó de acuerdo a los diseños anteriores, además de recurrir a la normativa en color y tamaño del conductor. En la parte de potencia se dimensiona el cable conductor de acuerdo a las formulas, sin embargo se realizó la verificación del funcionamiento individual de cada conductor y elementos que posee el tablero de mando y potencia.

Se verifica las características de alimentación adquisición de datos, generación de señales y control principalmente del PLC y del TP100, además de la conexión HMI con el controlador lógico programable. Finalmente se verifica el peinado del cable dentro de las canaletas y en los puntos de conexiones finales evitando una mala conexión sobre todo en los puntos de unión de

la carga puesto que funciona con voltajes de 220V y de esta manera proveer mayor seguridad a los artesanos.

### **3.1.3 Funcionamiento de la interfaz de usuario**

Una vez realizado el análisis y verificación de conexiones, elementos de automatización, dispositivos, sensores y circuitos de alimentación verificamos el funcionamiento del HMI con los artesanos siendo este análisis en dos partes, el motivo es que debe ser intuitivo y de fácil manejo sin perder sus características de seguridad y control total sobre el horno reactivador, como se muestra en la figura 2 – 3.



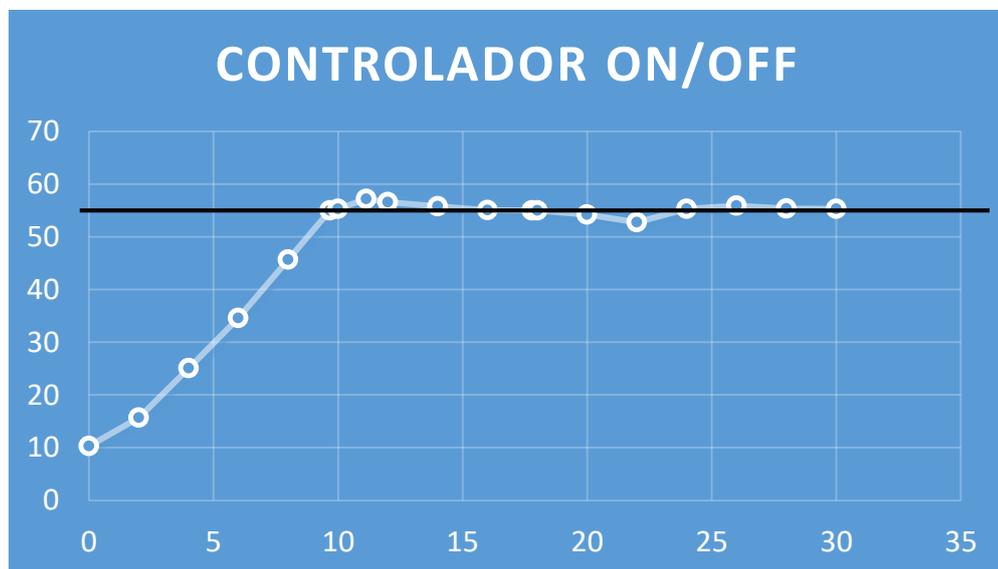
**Figura 2 – 3:** Puesta en marcha del tablero de control.  
**Realizado por:** CAISAGUANO, Washington, 2018

Este manejo principalmente genera cambios de forma para en mayor entendimiento de los usuarios lo cual corresponde a cambios en tamaño de letra y color de fondo de ciertos botones principales, se realizó paralelamente la verificación de adquisición de datos y envió de señales lo cual fue satisfactorio.

### 3.1.4 Funcionamiento del control implementado

El controlador implementado es un ON/OFF siendo su funcionamiento correcto porque se verificó que el proceso de reactivado del adhesivo en las plantas de calzado posee una velocidad de reacción lenta, además de un tiempo de retardo alto lo cual ocasiona que tenga inercias térmicas elevadas y esto disminuye la precisión en el control de temperatura.

De esta manera al ser la masa del sistema relativamente grande, el cambio de temperatura se realiza lentamente. Además de que por características propias del adhesivo existe un cierto tiempo de apertura de reactivación donde se debe realizar el pegado compensando de esta manera el margen de error en el control de temperatura del reactivador.



**Gráfico 1 - 3:** Comportamiento del controlador ON/OFF.  
Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

### 3.2 Comparación y pruebas de calentamiento.

Realizamos la primera comparativa que corresponde al tiempo que necesita el reactivador y el horno para alcanzar la temperatura deseada, el parámetro principal de esta prueba es la temperatura ambiente desde donde parte hacia dos distintas temperaturas T1 y T2 las cuales son en realidad las temperaturas de reactivación de las plantas EVA y TR respectivamente. Se realizan 12 ensayos 4 por día en la mañana.

En la figura 3 – 3 se muestra el calentamiento de las niquelinas dentro del reactivador.



**Figura 3 – 3:** Calentamiento de las niquelinas internas del reactivador.  
Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

Esta prueba determinó la reducción del tiempo de calentamiento con un set point de 75°C y 85°C que corresponden a dos tipos de plantas que se utilizan, para la puesta en función del reactivador versus el horno antiguo, cuyos datos demuestran un promedio de reducción del tiempo estos valores se muestran en la tabla 1 – 3.

**Tabla 1 - 3:** Tiempos comparativos de calentamiento del horno reactivador y el horno a gas a dos temperaturas deseadas.

Parámetros de pruebas		Horno reactivador		Horno GLP		Diferencia de tiempos	
Prueba #	Temperatura inicial T	TIEMPOS				Minutos : segundos	
		T1 a 75°C	T2 a 85°C	T1 a 75°C	T2 a 85°C	Tiempo t1	Tiempo t2
1	15.8°C	14:37	15:48	20:40	23:18	6:03	7:30
2	18.7°C	15:22	16:03	20:03	24:10	4:41	8:07
3	21.2°C	13:22	14:42	19:56	22:38	6:34	7:56
4	20.4°C	13:08	14:10	21:47	24:58	8:39	10:48
5	18.9°C	15:45	17:05	21:23	22:38	5:38	5:33
6	19.7°C	15:10	16:34	19:51	24:45	4:41	8:11
7	21,2°C	13:01	14:30	17:56	22:39	4:55	8:09
8	18.8°C	14:33	15:56	21:56	23:17	7:23	7:21
9	19.9°C	14:05	15:52	22:19	25:52	8:14	10:00
10	22.1°C	13:07	15:00	19:10	23:27	6:03	8:27
11	22.2°C	13:00	15:58	18:58	21:50	5:58	5:52
12	21.6°C	13:08	15:08	20:08	22:33	7:00	7:25
<b>PROMEDIO</b>						<b>6:19</b>	<b>7:56</b>

Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

Esta prueba determinar la reducción del tiempo de calentamiento y puesta en función del reactivador versus el horno antiguo. Existe una reducción de tiempo para 75°C de 6:19 min y 85°C de 7:56 min en promedio siendo su mayor dispersión de +2:20 min para la temperatura de 75°C mientras que +2:52 min para 85°C

De la misma prueba obtenemos porcentualmente la reducción de tiempo de calentamiento del reactivador para las dos temperaturas de esta manera se observa que la reducción es significativa en términos de tiempos a pesar de existir varios aspectos que pueden generar mayor o menor diferencia, sin embargo el hecho de disminuir en todos los ensayos el tiempo es satisfactorio.

Cálculo del margen de reducción de tiempo porcentual para los ensayos de temperatura reactivador vs horno.

$$\%reduccion_{t1} = \frac{t \text{ horno} - t \text{ reactivador}}{t \text{ horno}} * 100\%$$

Aplicada la ecuación anterior para el cálculo porcentual sobre la reducción del tiempo de calentamiento para dos temperaturas se obtienen los datos detallados en la tabla 2 – 3.

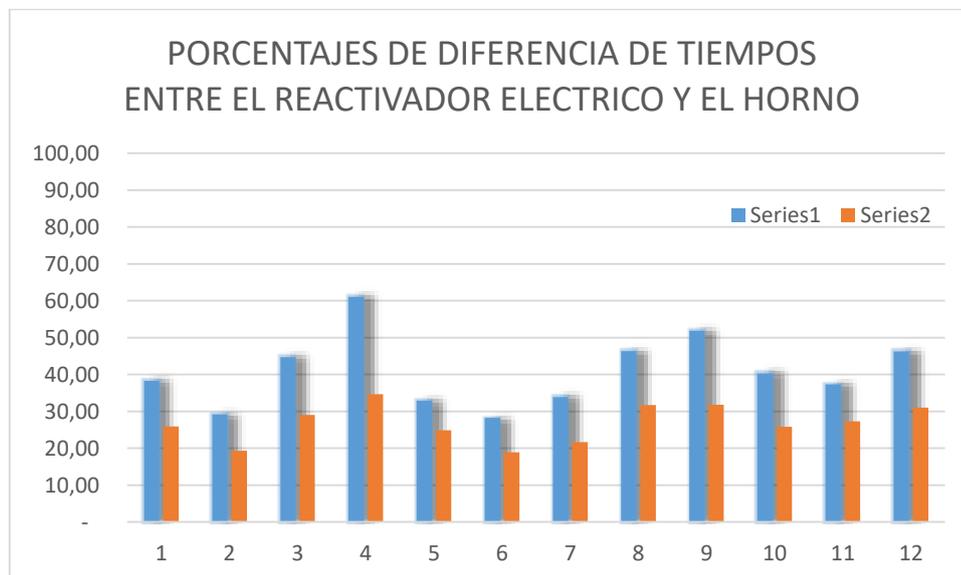
**Tabla 2 - 3:** Porcentajes de diferencia de tiempos para el calentamiento con respecto a dos temperaturas deseadas.

Prueba #	Porcentaje de diferencia del tiempo para T1	Porcentaje de diferencia del tiempo para T2
1	38,29 %	25,97%
2	29,18 %	19,38 %
3	44,67 %	29,01%
4	61,06 %	34,65%
5	32,98 %	24,89%
6	28,27 %	18,92%
7	33,91 %	21,71%
8	46,34 %	31,71%
9	51,89 %	31,83%

<b>10</b>	<b>40,33 %</b>	<b>25,80%</b>
<b>11</b>	<b>37,37 %</b>	<b>27,33%</b>
<b>12</b>	<b>46,26 %</b>	<b>31,04%</b>

Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

Al realizar dos ensayos con diferentes argumentos en este caso temperaturas sobre dos máquinas que realizan un mismo trabajo, provee información que permite realizar una diferenciación porcentual de reducción de tiempos para alcanzar la temperatura. Esta observación determina el puesto a punto del reactivador versus el horno antiguo en la fabricación de calzado con mayor rapidez.



**Gráfico 2 - 3:** Porcentajes de diferencia de tiempo entre el reactivador y el horno.  
Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2018

La observación del gráfico 2 – 3 determina los porcentajes de los márgenes de ganancia de tiempo del reactivador con respecto al horno tanto para la temperatura de 75°C en azul y 85°C en marrón en los cuales claramente se refleja la disminución del tiempo en todas las pruebas, se observa además una mayor consistencia sobre los datos obtenidos en la prueba de mayor temperatura lo cual oscila mayormente entre 20% y 30% en reducción de tiempo.

### 3.3 Comparación de consumo del reactivador diseñado y el antiguo horno.

Realizamos la comparación de consumos del reactivador y del horno antiguo que se utiliza en el taller artesanal. Esto determina la reducción del costo de producción del calzado en el proceso final del pegado de la planta.

Para ello se determina anterior valores de intensidad y voltaje con la que trabaja el horno reactivador y utilizando las siguientes formulas establecemos el consumo y potencia mensual que requirió para su funcionamiento.

Fórmula para la potencia de un circuito bifásico

$$P_{kw} = \frac{I * E * fp * 2}{1000}$$
$$P_{kw} = \frac{14.8 * 110 * 1 * 2}{1000} = 3,25Kw$$

Para calcular la potencia consumida durante un mes utilizamos la ecuación anterior que es la multiplicación de la potencia del reactivador con las horas de uso del reactivador durante el mes, sin embargo debido al uso del control de temperatura el consumo de energía es intermitente, que de acuerdo a la factura del mes de febrero es un aproximado de 12 horas de trabajo neto a su máxima capacidad.

Fórmula para el consumo mensual del reactivador

$$P_{kwh/mes} = (P_{kw}) * (horas de uso)$$
$$P_{kwh/mes} = (3.25) * (12) = 39Kwh/mes$$

La determinación de la tarifa se rige al pliego tarifario que lo publica el ARCONEL para el año 2018, en la cual establece que posee una tarifa “IA” industrial artesanal de baja tensión sin demanda de categoría general siendo su valor 0.089 USD Kwh además de la comercialización

Fórmula para el cálculo del consumo eléctrico del reactivador de acuerdo al Pliego tarifario de la (Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2018).

$$CONSUMO_{USD/kwh} = (P_{kwh/mes}) * (Tarifa IA) + Comercialización$$

$$CONSUMO_{USD/kwh} = (39_{kwh/mes}) * (0,089) + 1,414$$

$$CONSUMO_{USD/kwh} = 4,9079 USD$$

En la tabla 3 – 3 se determina los valores comparativos de costo al utilizar el horno y el reactivador en el cual se muestra que existe un cierto ahorro, sin embargo externamente existe diferentes factores que pueden cambiar esta relación sin llegar a revertirla.

**Tabla 3 - 3:** Costo del consumo energético del reactivador y el horno durante el mes de febrero

N°	Maquina	Tiempo	Frecuencia de uso	Consumo	Costo (Dólares)
1	Horno reactivador	1 mes	3 al día	39Kwh/mes	4,90
2	Horno GLP	1 mes	3 al día	2 cilindros	6,00

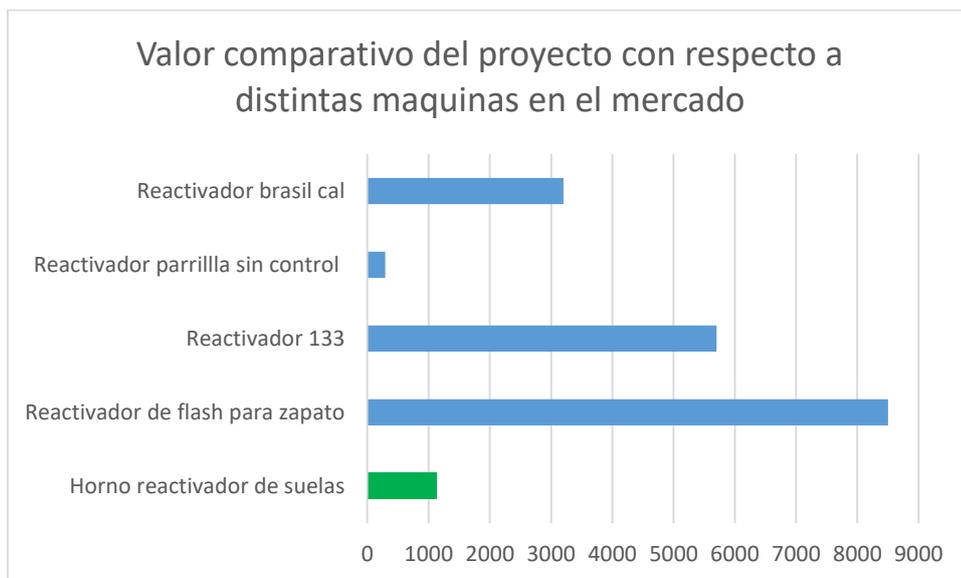
Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2019

El aumento de la planilla del mes de febrero establece un aumento de aproximadamente 5 dólares con respecto a octubre y noviembre, lo cual es coherente con el cálculo realizado anteriormente.

### 3.4 Comparación de costo y uso del reactivador frente a otras máquinas similares.

El horno reactivador diseñado y construido se basa en ciertos estándares y normas de distintos campos, principalmente en la ISA101, DIN, ANSI, IEC entre otras ya sea por el tipo de construcción y diseño de sus componentes o netamente en el diseño de la máquina. Los cuales generan cierta facilidad al momento de su construcción y emparejamiento con respecto al funcionamiento de maquinaria similar.

Sin embargo el costo promedio de una máquina de estas características y muchas veces de cualidades inferiores sobrepasa el 100% del costo del proyecto la razón es que la mayoría de esta maquinaria es de fabricación extranjera siendo Brasil y México los países de donde se importa la mayoría de estos, este hecho provoca un alto costo de adquisición y mantenimiento posterior.



**Gráfico 3 – 3:** Comparación de costos de adquisición de distintos reactivadores.  
Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2019

De acuerdo al gráfico 3 – 3 la máquina diseñada y construida con control de temperatura para reactivación del adhesivo para plantas de zapatos significativamente tiene un valor inferior a sus similares extranjeros de venta en el Ecuador con similitudes en su tecnología de control, observamos además que existen también parillas eléctricas sin ningún control de temperatura y diseño precario de su estructura los cuales por su precio son accesibles sin embargo en tecnología son bastante retrasados.

En la tabla 4 – 3 observamos que porcentualmente las distintas maquinarias superan fácilmente el doble del costo con respecto al proyecto siendo de tecnología similar e incluso algo inferior con controles manuales, únicamente la parrilla eléctrica sin control de temperatura es 75% más barata que el proyecto pero esta no cuenta con controladores y uso es anticuado muy parecido al horno que ya poseen los artesanos

**Tabla 4 - 3:** Parámetros y requisitos con los que cumple el prototipo.

Número	Máquina	Valor	Porcentaje
1	Horno reactivador de suelas	1128	100%
2	Reactivador de flash para zapato	8500	753%
3	Reactivador 133	5700	505%
4	Reactivador Parrilla sin control	289	25%
5	Reactivador Brasil cal	3200	283%

Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2019

En la tabla 5 – 3 se establece ciertas características que igualan o superan a los reactivadores dentro del mercado ecuatoriano.

**Tabla 5 - 3:** Características y parámetros de uso del prototipo.

Características		Parámetros de uso	
Incluye un reloj	✓	Temperatura desea	✓
Controlador de temperatura	✓	2 zonas de activación	✓
Interfaz de usuario	✓	Tiempo deseado de exposición	✓
Parámetros programables	✓	Tiempo de uso	✓
Mando manual	✓	Sistema de apagado automático	✓
Mando automático	✓		
Sensor de temperatura	✓		
Seguridades contra cortos y fugas	✓		
Manual de usuario	✓		
Calentamiento eléctrico	✓		
Banda transportadora			

Realizado por: CAISAGUANO, Washington, 2019

El reactivador construido es una máquina fácil de usar y con la mayoría de prestaciones iguales e incluso superiores a sus similares, con la capacidad de adaptarse a distintos tipos de plantas según su material tanto en tiempo de exposición como en temperatura de forma manual y automática. Cuenta con elementos automáticos que proporcionan mayor control sobre su actuación y entra en un segmento de uso industrial artesanal.

## CONCLUSIONES

- Se implementó un control de temperatura para máquinas de calzado en la etapa del pegado final, de bajo costo con tecnología y diseño adecuado para reducir riesgos de accidentes para el sector del cuero y calzado.
- La mayoría de microempresas que aportan más de la mitad de la producción nacional son talleres artesanales ubicados en la provincia, que basan su producción en una intensiva mano de obra generando de manera directa un retraso en la aplicación de tecnología la cual muchas veces es nula, sin embargo se verificó que existen variedad de maquinaria para estos proceso, cuya principal razón para no adquirirlas es su costo elevado.
- El diseño del control basado en un PLC corresponde principalmente a su robustez y simplicidad para el ambiente de trabajo en el cual esta implementado, no se descarta la posibilidad de reducir costos aún más de implementación utilizando tarjetas electrónicas, sin embargo los aspectos de golpes, temperaturas constates elevadas entre otras son aspectos que el controlador soporta adecuadamente.
- El uso del TP100 para realizar las lecturas dentro del reactivador tiene un error mínimo dentro del rango de temperatura, además de la precisión de una décima en sus datos, costo inferior a sus pares, sin embargo son más propensos a recibir daños por vibraciones pero en caso de daño simplemente deja de emitir datos lo cual es una ventaja de mantenimiento.
- Previo a la implementación y construcción del reactivador y su control automático se realizan los diseños en software como Solidwork, Autocad y las herramientas informáticas propias del fabricante Delta para el PLC y la pantalla HMI que por las características del uso del proyecto es robusto lo cual los software ayudan a su construcción.
- Teniendo en cuenta los análisis de las pruebas de calor para el reactivador se ratifica que existe una disminución de tiempo para la puesta en marcha del procedimiento de reactivación de las plantas, agregando a este hecho una reducción en el costo comparativo de producción con respecto al horno anterior.
- Las pruebas demuestran que el proyecto es viable en términos de costo de diseño y construcción con sus similares que existen en el mercado, sin poner en riesgo la calidad ni

tecnología la cual es incluso superior a la mayoría de reactivadores, esto hace accesible a nuevas tecnología para el sector artesanal del calzado.

- El reactivador de plantas disminuye el riesgo laboral de mantener cilindros de gas dentro de un taller artesanal, además que la interfaz de usuario está dirigida hacia operarios que pueden reaccionar de manera intuitiva debido a su diseño también existe planificación en el caso de aumento de producción y contar con más detalles e información del proceso.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda el análisis y estudio de los tipos de datos y memorias que posee de manera exclusiva el PLC DELTA para ciertos trabajos y funciones, de esta manera se puede realizar programación más simple con muchos más contenidos de control.
- Realizar de manera correcta la conexión RS485 del PLC con la pantalla Delta y la conexión del TP100 con el módulo Delta de temperatura según el número de hilos con sus respectivas alimentaciones.
- La programación del PLC debe ser limpio y procedimental con sus etiquetas y notas adecuadas para la posterior verificación y lectura en caso de mantenimiento o reestructuración del control.
- Se recomienda tener en cuenta el tipo y calidad de la línea eléctrica para realizar las adecuaciones si es necesario para la correcta instalación del reactivador en este caso conexión bifásica de 220V realizado con cable preensamblado y braekers de 40 Amperios en cuatro circuitos distintos.
- Al realizar las primeras pruebas de calor es recomendable llevar al reactivador a un máximo de temperatura y hacerlo constantemente para que este entre en una dinámica característica que poseen los hornos, además de tener en cuenta ciertos factores que hacen eficiente la emisión de calor hacia las plantas.
- Se recomienda realizar una capacitación sobre el uso del reactivador y mantenimiento para su correcto manejo, de esta forma también se pueden realizar cambios que mejoren siguiendo la guía de usuario.
- Realizar el dimensionamiento correcto de cables y protecciones con las distintas fórmulas matemáticas para la protección de la máquina y los artesanos, luego de esto realizar las mediciones para que estén dentro de lo establecido.

## BIBLIOGRAFIA

**AGENCIA DE REGULACION Y CONTROL DE ELECTRICIDAD.** *Pliego tarifario para las Empresas electricas de Distribucion ARCONEL.* [En línea] 11 de Enero de 2019. [Consulta el: 26 de Febrero de 2019.] Recuperado de: <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/2018-01-11-Pliego-y-Cargos-Tarifarios-del-SPEE-20182.pdf>.

**AGUIRRE, Geovanny & SÁNCHEZ, Alexander.** *Diseño, construcción y automatización de un horno eléctrico para el calentamiento de prepolymer y polyol en la elaboración de calzado para la empresa calzado cass.* [En línea] (Tesis). (Pregrado) UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE Latacunga 2014. [Consulta el: 13 de 11 de 2018.] Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/8300>

**ALIANZA EDITORES S.A.** *Tips para Secado por infrarrojos Alianza Automotriz.* [En línea] 2014. [Consulta el: 1 de 11 de 2018.] Recuperado de: <http://www.alianzaautomotriz.com/noticias/tips-para-secado-por-infrarrojos/>.

**ALVARADO, Rodrigo.** *Electroindustria. Revista Electroindustria - Interruptores termomagnéticos.* [En línea] Diciembre de 2011. [Consulta el: 27 de Enero de 2019.] Recuperado de: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1741>.

**COBO, Raúl.** *El ABC de la Automatizacion* [En línea] 2014. [Consulta el: 26 de Marzo de 2018.] Recuperado de: <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/hmi.pdf>.

**COMOFUNCIONA.** *INTERRUPTOR DIFERENCIAL.* [En línea] 9 de Diciembre de 2017. [Consulta el: 27 de Enero de 2019.] Recuperado de: <https://como-funciona.co/un-interruptor-diferencial-disyuntor/>.

**DOMINGO, Cerdan.** *Horno reactivador de adhesivos para la fijacion de suelas de calzado.* [En línea] 06 de marzo de 1989. [Consulta el: 5 de Febrero de 2018.] 1 009 110.

**GARCÍA, David.** *ISA101 Norma para el diseño HMI.* [En línea] infoPLC, 18 de Noviembre de 2015. [Consulta el: 27 de Diciembre de 2018.] Recuperado de: <http://www.infopl.net/actualidad-industrial/item/102902-isa101-hmi>.

**GÜNTHER GMBH TEMPERATURMESSTECHNIK.** *INFORMACIONES TÉCNICAS. Construcción y funcionamiento.* [En línea] 2016. [Consulta el: 25 de Febrero de 2018.] Recuperado de: <http://www.guenther.eu/ea1b1380-cc2c-0bb0-985a-61d8084068e7>.

**LA SOCIEDAD INTERNACIONAL DE AUTOMATIZACIÓN. ISA101, Human-Machine Interfaces- ISA.** [En línea] ISA101, 2015. [Consulta el: 27 de Noviembre de 2018.] Recuperado de: <https://www.isa.org/isa101/>.

**LOGICBUS. Sensores de Temperatura Resistiva - Tipos y Funcionamiento. Sensores de Temperatura RTD.** [En línea] 5 de Junio de 2017. [Consulta el: 25 de Febrero de 2018.] Recuperado de: <http://www.logicbus.com.mx/RTD.php>.

**LÓPEZ, Penélope. Twenergy - ¿Qué es un sensor de temperatura?** [En línea] Twenergy, 9 de Febrero de 2016. [Consulta el: 25 de Febrero de 2018.] Recuperado de: <https://twenergy.com/a/que-es-un-sensor-de-temperatura-2089>.

**NAVARRETE, Elizabeth & CASTRO, Sandra. El financiamiento como factor de la rentabilidad de las microempresas de las asociaciones de productores de calzado Juan Cajas de la ciudad de Ambato.** [En línea] (Tesis). (Pregrado) Universidad Tecnica de Ambato Mayo de 2017. [Consulta el: 13 de Marzo de 2018.] Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25292>.

**NEMA ICS 61131-1-2005 (R2013). Controladores programables, Parte 1: Información general La Asociación de Equipos Eléctricos y Fabricantes de Imágenes Médicas.**

**OMEGA Engineering Chile. Sensores RTD (Pt100).** [En línea] 5 de Mayo de 2016. [Consulta el: 27 de Febrero de 2018.] Recuperado de: <https://cl.omega.com/prodinfo/rtd.html>.

**OMEGA Engineering. OMEGA Engineering.** [En línea] 5 de Mayo de 2016. [Consulta el: 25 de Febrero de 2018.] Recuperado de: <https://es.omega.com/prodinfo/termistores.html>.

**PCE Ibérica Reguladores y dispositivos de control.** [En línea] 30 de Septiembre de 2014. [Consulta el: 11 de Junio de 2018.] Recuperado de: <https://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/sistemas/reguladores-dispositivos-control.htm>.

**PÉREZ Clara. Controladores Lógicos Programables (PLCs).** [En línea] 2011. [Consulta el: 14 de Junio de 2018.] Recuperado de: [http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion\\_de\\_referencia\\_ISE6\\_1\\_1.pdf](http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE6_1_1.pdf).

**PÉREZ, Enrique; ACEVEDO, Marcos; SILVA, Celso. Automatas programables y sistemas de automatización / PLC and Automation Systems.** Barcelona : Marcombo. 978-84-267-1575-3.

[En línea] 2009. [Consulta el: 18 de noviembre de 2018.] Recuperado de: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=5jp3bforBB8C&oi=fnd&pg=PA1&dq=controladores+1%C3%B3gicos+programables&ots=g1FtcZ5IVb&sig=o0fzaLq9Cv1LEY4KsjYB4vyclQg#v=onepage&q=controladores%201%C3%B3gicos%20programables&f=false>

**POWDERTRONIC.** *Hornos infrarrojos POWDERTRONIC*. [En línea] 17 de Julio de 2016. [Consulta el: 13 de 11 de 2018.] Recuperado de: <http://powdertronic.com/hornos-infrarrojos-2/>

*Prevencion de riesgos laborales.* [En línea] 19 de Enero de 2015. [Consulta el: 14 de Marzo de 2018.] Recuperado de: <http://abtprl.balearweb.net/post/122025>.

*Proceso de Pegado del Calzado*. [En línea] 6 de Julio de 2016. [Consulta el: 14 de Marzo de 2018.] Recuperado de: <http://www.curtidosanton.com/blog/2016/07/06/proceso-de-pegado/>.

**QuimiNet.** *Hornos para aplicaciones industriales.* [En línea] 28 de Marzo de 2013. [Consulta el: 28 de Noviembre de 2018.] Recuperado de: <https://www.quiminet.com/articulos/hornos-para-aplicaciones-industriales-3457030.htm>.

**RAUDALES, Alejandro.** *Draft sobre la ISA-101.* [En línea] 5 de Diciembre de 2013. [Consulta el: 27 de Noviembre de 2018.] Recuperado de: <http://isa-101.blogspot.com/2013/12/draft-sobre-la-isa-101.html>.

**SANDRO.** *Tungurahua abarca el 44% de producción en calzado ecuatoriano, Cámara de Industrias de Tungurahua.* [En línea] 17 de marzo de 2016. [Consulta el: 11 de marzo de 2018.] Recuperado de <https://camaradeindustriasdetungurahua.wordpress.com/2016/03/07/tungurahua-abarca-el-44-de-produccion-en-calzado-ecuatoriano/>.

**TORRES, Francisco.** *Programa fundamental para el desarrollo económico del Estado de México hacia el 2005 y de competitividad visión 2020 (cluster de calzado).* [En línea] (Tesis) (Posgrado) Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Toluca 2002. [Consulta el: 6 de Noviembre de 2018.] Disponible en: <https://docplayer.es/4183777-Calzado-dr-francisco-torres-noyola.html>

**Zapatería Calzados Club Verde.** *Materiales fabricación zapatos - Calzados Club Verde Blog.* *Materiales fabricación zapatos* [En línea] 23 de Enero de 2018. [Consulta el: 14 de Marzo de 2018.] Recuperado de: <https://www.calzadosclubverde.es/blog/87-materiales-usados-fabricacion-zapatos-infografia.html>.



# ANEXOS

## Anexo A: DataSheet y especificaciones del PLC DELTA dvp14ss211r

### 1. Introduction and Inspections

#### Module Standard MPU-11

Model	Power	Input / Output		Output Unit		Profile reference
		Point	Type	Point	Type	
DVP14SS11R2	100-240VAC	8	DC Sink or Source	6	Relay Transistor	
DVP14SS11T2		8		6		

#### Digital I/O Extension Unit-00

Model	Power	Input / Output		Output Unit		Profile reference
		Point	Type	Point	Type	
DVP24XN00R	100-240VAC	0	DC Sink or Source	24	Relay	
DVP24XP00R		16		8		
DVP32XP00R		16		16		
DVP24XP00T		16		8	Transistor	
DVP24XN00T		0		24		
DVP32XP00T		16		16		

1. Sink or Source connections. Please refer to Chapter 4 Installation and Wiring.
2. Please refer to Chapter 2 Standard Specifications for detailed electrical specifications.

#### Electric Specifications 1

Item	Model	DVP-14E500	DVP-24E500	DVP-32E500	DVP-60E500	DVP-20EX00	DVP-14ES01	DVP-24ES01	DVP-32ES01	DVP-20EX11	
Power Supply Voltage / Fuse		100-240VAC (-15%~10%), 50/60Hz±5% / 2 A / 250VAC					24VDC (-15%~10%) / 2 A / 250VAC				
Input Power Operating Characteristics		95-100VAC is needed to start the PLC. If the voltage drops to 70VAC or less, the PLC will stop.					A minimum of 18VDC is needed to start the PLC. If the voltage drops below 17.5VDC, the PLC will stop.				
Maximum Power Loss Time		10ms or less					5ms or less				
Power Consumption		20 VA	25VA	30VA	30VA	30 VA	5.5 W	6.5 W	8 W	10 W	
DC24V Supply Current		400mA	400mA	400mA	200mA	400mA	—	—	—	—	
Power Protection		DC24V output short circuit					DC24V input polarity				
Withstand Voltage		1500VAC(Primary-secondary), 1500VAC(Primary-PE), 500VAC(Secondary-PE)									
Insulation Resistance		>5 M $\Omega$ at 500VDC (Between all inputs/outputs and earth)									
Noise Immunity		ESD: 8KV Air Discharge EFT: Power Line: 2KV, Digital I/O: 1KV, Analog & Communication I/O: 250V Damped-Oscillatory Wave: Power Line: 1KV, Digital I/O: 1KV RS: 28MHz~1GHz, 10V/m									
Grounding		The diameter of grounding wire cannot be smaller than the wire diameter of terminals L and N (All DVP units should be grounded directly to the ground pole).									
Environment		Operation: 0 $^{\circ}$ C~55 $^{\circ}$ C (Temperature), 50~95% (Humidity); Storage: -25 $^{\circ}$ C~70 $^{\circ}$ C (Temperature), 5~95% (Humidity) Pollution degree 2									
Vibration / Shock Immunity		Standard: IEC1131-2, IEC68-2-6 (Test Fc) / IEC 1131-2 & IEC68-2-27 (Test Ea)									
Weight (g)		400	552	580	750	536	260	414	430	386	

Input Point Type	Input Point Electric Specification		Output Point Electric Specification		
	Digit I/O	Analog I/O (EX)	Relay-R	Transistor-T	Analog I/O (EX)
Input Point Spec.	DC (Sink or Source) 24VDC 5mA	Input Voltage: -10V~+10V (Input Resistance: 40K $\Omega$ ) Input Current: -20mA~+20mA (Input Resistance: 250 $\Omega$ )	2A/1 point (5A/COM)	0.3A/1 point (1.2A/COM)	0~20mA
Active Level (Pulse Input Resolution)	OFF~ON Above 10VDC ON~OFF Below 9VDC	Input Voltage Resolution: 10bit Input Current Resolution: 10bit	Voltage Spec. Below 250VAC, 30VDC	30VDC	0V~+10V
Reaction Time	About 10ms (Adjust D1020 and D1021 can be 0~15ms)	5ms (Adjusting D1118 can change reaction time)	Maximum Load 100 VA (Inductive) 120 W (Resistive)	9W	0.2W
			Reaction Time About 10ms	OFF~ON 20 $\mu$ s ON~OFF 30 $\mu$ s	10ms
			Resolution	—	8 bit

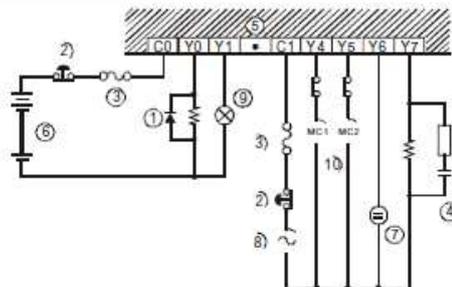
## 2. Standard Specifications

### Electric Specifications 2

Item	Model	DVPPS01	DVP14SS11R2/T2	DVP08SM11N	DVP06SN11R/T	DVP06SP11R/T	DVP-16SP11R/T
Power Supply Voltage / Fuse		100-240VAC (50/60Hz)	24VDC (-15%~10%) (has power protect with opposite pole DC input)				
Input Power Operating Characteristics		5ms or less					
Maximum Power Loss Time		-	2A / 250VAC				
Power Consumption		-	5 W			8 W	
Insulation Resistance		-	>5 M $\Omega$ at 500VDC (Between all inputs/outputs and earth)				
Noise Immunity		ESD: 8KV Air Discharge EFT: Power Line: 2KV, Digital I/O: 1KV, Analog & Communication I/O: 250V Damped-Oscillatory Wave: Power Line: 1KV, Digital I/O: 1KV RS: 20MHz-1GHz, 10V/m					
Grounding		The diameter of grounding wire cannot be smaller than the wire diameter of terminals L and N (All DVP units should be grounded directly to the ground pole).					
Environment		Operation: 0 $^{\circ}$ ~55 $^{\circ}$ C (Temperature), 50-95% (Humidity); Storage: -25 $^{\circ}$ ~70 $^{\circ}$ C (Temperature), 5-95% (Humidity) Pollution degree 2					
Vibration/Shock Immunity		Standard: IEC1131-2, IEC68-2-6 (Test Fc) / IEC 1131-2 & IEC68-2-27 (Test Ea)					
Weight (g)		210	214/208	128	154 /146	141 /136	162 /154

Input Point Electric Specification		Output Point Electric Specification		
Input Point Type	DC (Sink or Source)	Output Point Type	Relay-R	Transistor-T
Input Current	24VDC 7mA	Current Spec.	2A/1 point (5A/COM)	55 $^{\circ}$ C 0.1A/1 point, 50 $^{\circ}$ C 0.15A/1 point 45 $^{\circ}$ C 0.2A/1 point, 40 $^{\circ}$ C 0.3A/1 point (2A/COM)
Active Level	OFF--ON Above 10VDC ON--OFF Below 9VDC	Voltage Spec.	Below 250VAC, 30VDC	30VDC
Reaction Time	About 10ms (Adjust D1020 and D1021 can be 0-15ms)	Maximum Load	100 VA (Inductive) 120 W (Resistive)	7.2 W
		Reaction Time	About 10ms	OFF--ON 15 $\mu$ s, ON--OFF 25 $\mu$ s

### Relay Output Wiring Methods



- ① Surge absorbing diode: increases relay contact life
- ② Emergency stop: use an external switch
- ③ Fuse: 5 to 10A for every 4 output points to protect the PLC's output circuit.
- ④ Surge absorber: reduces noise on AC inductive loads
- ⑤ Unused terminal: do not connect
- ⑥ DC supply
- ⑦ Neon lamp
- ⑧ AC supply
- ⑨ Incandescent lamp
- ⑩ Mutually exclusive outputs: Use external hardware interlocks, as well as those in the PLC program, for maximum safety.

## 3. Special Devices

### 3.1. Special Auxiliary Relays

<b>PLC Operation Status</b> M1000 Normally ON contact (a contact) M1001 Normally OFF contact (b contact) M1002 ON only for 1 scan after RUN M1003 OFF only for 1 scan after RUN M1004 On when error occurs M1008 Monitor timer flag (ON: PLC WDT time out) M1009 24VDC down detection M1010 PLSY Y0 mode selection. ON: output continuously <b>Clocks</b> M1011 10msec clock M1012 100msec clock M1013 1sec clock M1014 1min clock <b>Flags</b> M1019 Cancel X0-X17 input delay M1020 Zero flag M1021 Borrow flag M1022 Carry flag M1023 PLSY Y1 mode selection. ON: output continuously M1024 System used M1025 Invalid communication request M1028 10ms time base setting flag M1029 PLSY Y0 instruction execution completed flag M1030 PLSY Y1 instruction execution completed flag M1070 The Pulse unit switching (On: 100 $\mu$ s) will be conducted at the PWM command. M1031 Non-holding memory all clear M1032 Holding memory all clear M1033 Memory holding at STOP M1034 All outputs disable M1039 Constant scan mode	<b>Step Ladder Diagram</b> M1040 Step transition inhibit M1041 Step transition start M1042 Start pulse M1043 Origin reset completed M1044 Origin condition M1045 All outputs clear inhibit M1046 STL state setting M1047 STL monitor enable <b>Interrupt Inhibit Setting</b> M1050 1001 masked M1051 1101 masked M1052 1201 masked M1053 1301 masked <b>Error Flags</b> M1060 CPU hardware error M1061 CPU internal malfunction (Flag) M1062 CPU internal malfunction (BIOS) M1063 CPU internal malfunction (RAM) M1064 Operator error M1065 Syntax error M1066 Program error M1067 Program execution error M1068 Execution error latch (ref. D1068) <b>PLC Operation Execution</b> M1072 PLC RUN command execution M1073 Grammar inspection flag M1078 Y0 pulse output/stop control flag M1079 Y1 pulse output/stop control flag M1083 From / To mode exchange <b>RS-485 Communication</b> M1120 Communication protocol holding M1121 Transmission ready	M1122 Sending request M1123 Receiving completed M1124 Receiving wait M1125 Communication reset M1128 STX/ETX selection M1127 MODRD, ROST commands. Data receiving completed M1128 Transmitting / Receiving indication M1129 Receiving time out M1130 STX/ETX selection M1131 M1131=On during the conversion (MODRD/RDST/MODRW data->HEX) M1140 MODRD / MODWR data received error M1141 MODRD / MODWR command error M1142 VFD-A command data received error M1143 ASCII / RTU mode selections M1161 8/16-bit mode setting <b>High Speed Counter (1-phase input)</b> M1235 C235 counting mode (on: count down) M1236 C236 counting mode (on: count down) M1237 C237 counting mode (on: count down) M1238 C238 counting mode (on: count down) M1241 C241 counting mode (on: count down) M1242 C242 counting mode (on: count down) M1244 C244 counting mode (on: count down) <b>High Speed Counter (2-phase inputs)</b> M1246 C246 monitor (on: count down) M1247 C247 monitor (on: count down) M1249 C248 monitor (on: count down) <b>High Speed Counter (2-phase inputs)</b> M1251 C251 monitor (on: count down) M1252 C252 monitor (on: count down) M1254 C254 monitor (on: count down)
---	---	--

### 3.2. Special Data Registers

PLC System Information		Error Check		A/D D/A Conversion (Only EX Model)	
D1000	Watchdog timer (WDT) value	D1061	System detailed error code	D1056	Present value of analog input channel 0 (CH0)
D1001	DVP model no. + memory cap. /type	D1065	Syntax error code	D1057	Present value of analog input channel 1 (CH1)
D1002	Program memory capacitor	D1066	Loop error code	D1058	Present value of analog input channel 2 (CH2)
D1003	Sum of program memory	D1067	Algorithm error code	D1059	Present value of analog input channel 3 (CH3)
D1004	Error flag number	D1068	Lock the algorithm error address	D1110	Average of analog input channel 0 (CH 0)
D1005	System message	D1069	Step number of errors associated with flags M1065-M1067	D1111	Average of analog input channel 0 (CH 1)
D1008	Monitor the STEP position flat occurs when timer time out	System Usage		D1112	Average of analog input channel 0 (CH 2)
D1010	Current scan time (unit: 0.1ms)	D1050	PLC will automatically convert the ASCII data saved in D1070-D1085 to HEX. Refer to chapter 7 Application Commands for more information.	D1113	Average of analog input channel 0 (CH 3)
D1011	Minimum scan time (unit: 0.1ms)	D1055	When the PLC built-in RS-485 communication command receives feedback signals from receiver, the signals will be saved in the registers D1070-D1085. User can use the contents saved in the registers to check the feedback data. Refer to chapter 7 for more details.	D1116	Analog output channel 0 (CH 0)
D1012	Maximum scan time (unit: 0.1ms)	D1070	When the PLC built-in RS-485 communication command is executed, the transmitting signals will be stored in the registers D1089-D1099. User can use the contents saved in the registers to check the feedback data. Refer to chapter 7 for more details.	D1117	Analog output channel 1 (CH 1)
D1020	X00-X07 input delay setting (0-15ms)	D1089		When the PLC built-in RS-485 communication command is executed, the transmitting signals will be stored in the registers D1089-D1099. User can use the contents saved in the registers to check the feedback data. Refer to chapter 7 for more details.	D1118
D1021	X10-X17 input delay setting (0-15ms)	D1099	D1256		PLC System Setting
D1022	AB phase counter mode selections	D1295	ES: MODRW command of RS-485 is built-in. The characters that sent during executing is saved in D1256-D1295. User can check according to the content of these registers. (Using MOV, DMOV, BMOV to move the data in this area in version 4.9.)	D1119	System used (PLC operation mode)
D1025	Communication error code	D1296	ES: PLC system will convert ASCII in the content of the register that user indicates to HEX. (Using MOV, DMOV, BMOV to move the data in this area in version 4.9.)	D1121	PLC communication address
D1028	Index register E	D1311		D1120	RS-485 Serial Communication Port
D1029	Index register F		D1122	Residual words of transmitting data	
D1030	Output numbers of Y0 pulse (Low word)		D1123	Residual words of receiving data	
D1031	Output numbers of Y0 pulse (High word)		D1124	Start character definition	
D1032	Output numbers of Y1 pulse (Low word)		D1125	First ending character definition (ETX1)	
D1033	Output numbers of Y1 pulse (High word)		D1126	Second ending character definition (EXT2)	
D1038	When PLC MPU is master, the setting of data response delay time. Time unit is 0.1ms.		D1129	RS-485 time-out setting (ms)	
D1039	Constant scan time (unit: ms)		D1130	MODBUS return error code record	
D1040	ON state number 1		Auxiliary System Check Information		
D1041	ON state number 2		D1136	System used (Error diagnosis)	
D1042	ON state number 3		D1137	Address of operator error occurs	
D1043	ON state number 4		D1140	Special extension module number	
D1044	ON state number 5		D1141	System used (Self-diagnosis code)	
D1045	ON state number 6		D1142	Input points (X) of extension unit	
D1046	ON state number 7		D1143	Output points (Y) of extension unit	
D1047	ON state number 8				

### 4. Installation and Wiring

Model		Dimensions
MPU (No power supply)	DVP14ES01 R2/T2	
Digital I/O Extension Unit (No power supply)	DVP16XM01N	



### EC Declaration of Conformity According to the Electromagnetic Compatibility 89/336/EEC and the Amendment Directive 93/68/EEC

For the following equipment:

Programmable Logic Controller

(Product Name)

Control Unit: DVP14ES00R, DVP14ES00T, DVP14ES01R, DVP14ES01T, DVP24E500R, DVP24E500T, DVP24ES01R, DVP24ES01T, DVP32ES00R, DVP32ES00T, DVP32ES01R, DVP32ES01T, DVP20EX00R, DVP20EX00T,

Expansion Unit: DVP08XN11R, DVP08XN11T, DVP08XP11R, DVP08XP11T, DVP08XM11N, DVP16XN11R, DVP16XN11T, DVP16XN01R, DVP16XN01T, DVP24XN00R, DVP24XN00T, DVP24XP01R, DVP24XP01T, DVP24XN01R, DVP24XN01T, DVP24XP11R, DVP24XP11T, DVP24XN11R, DVP24XN11T, DVP32XP00R, DVP32XP00T, DVP32XP01R, DVP32XP01T, DVP32XP11R, DVP32XP11T,

Handheld Programmable Panel: DVPHPP01

(Model Name)

is herewith confirmed to comply with the requirements set out in the Council Directive 89/336/EEC for electrical equipment used within certain voltage limits and the Amendment Directive 93/68/EEC. For the evaluation of the compliance with this Directive, the following standard was applied:

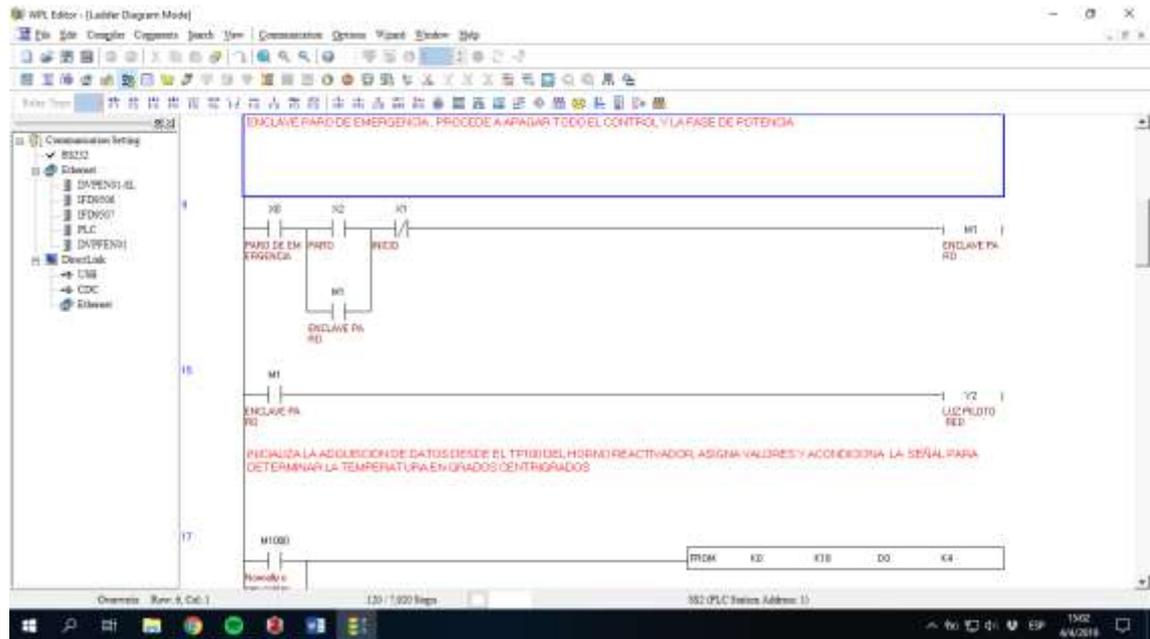
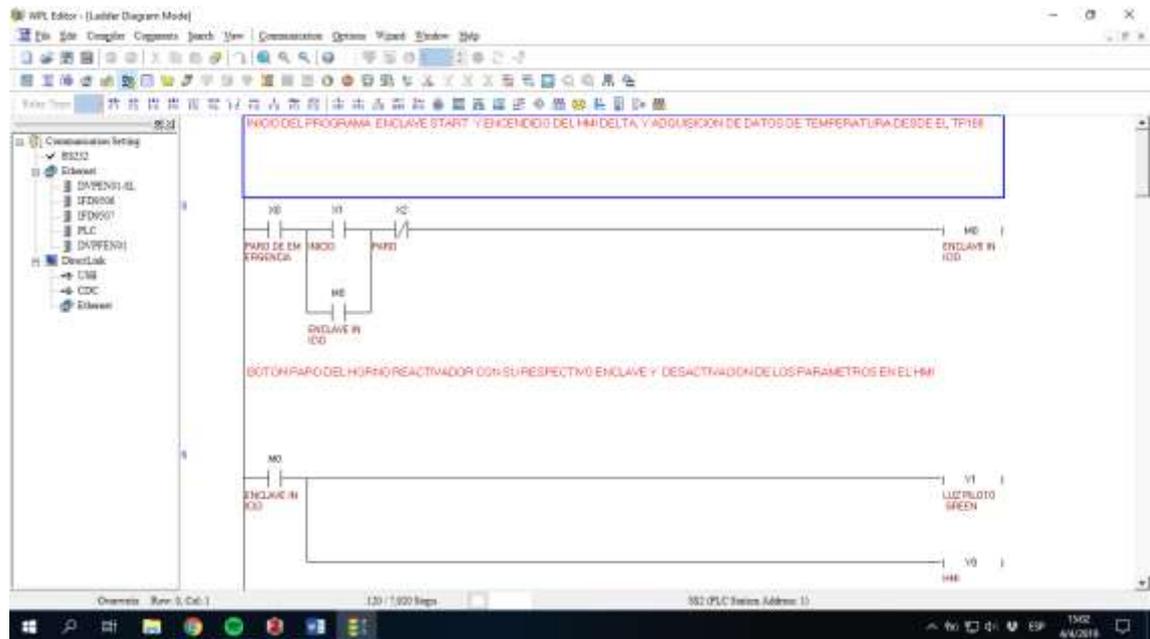
EN61131-2

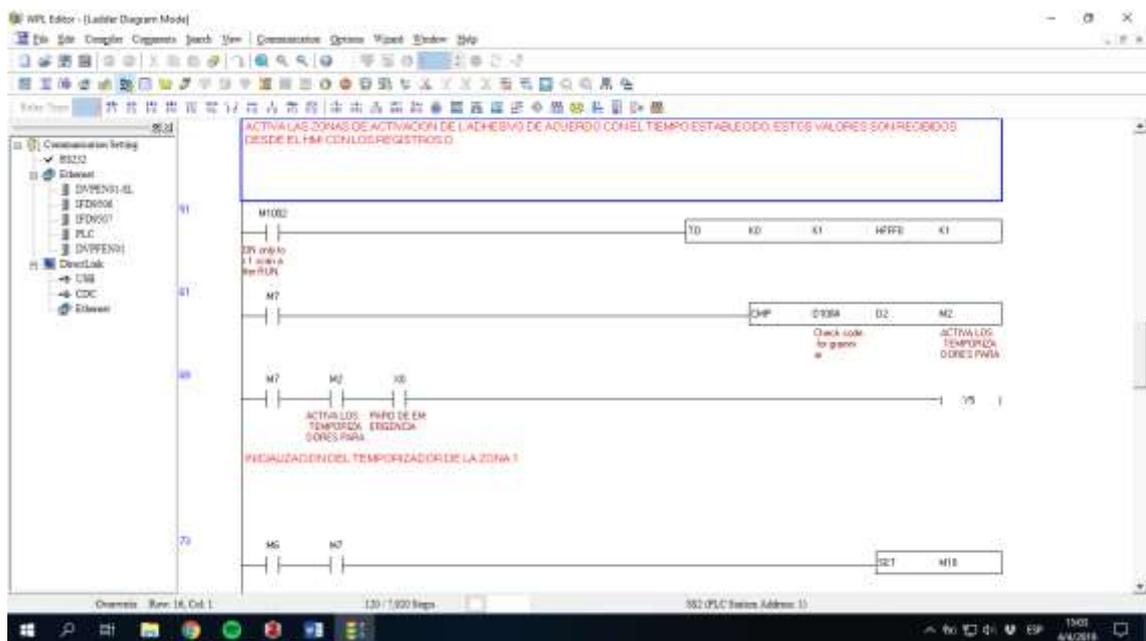
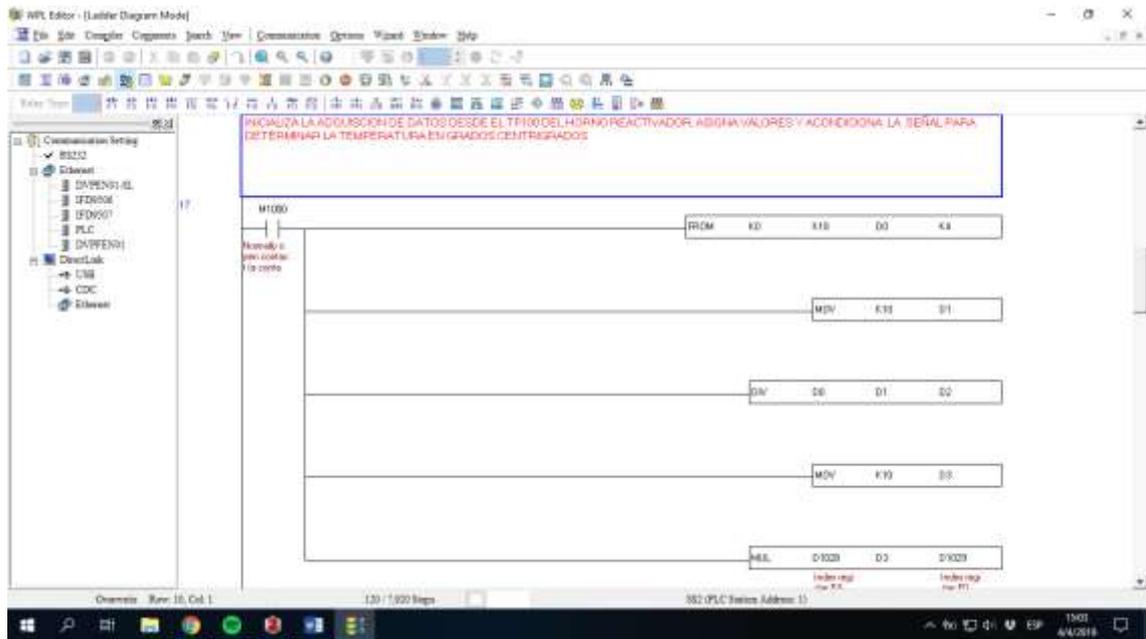
The following manufacturer/importer is responsible for this declaration:

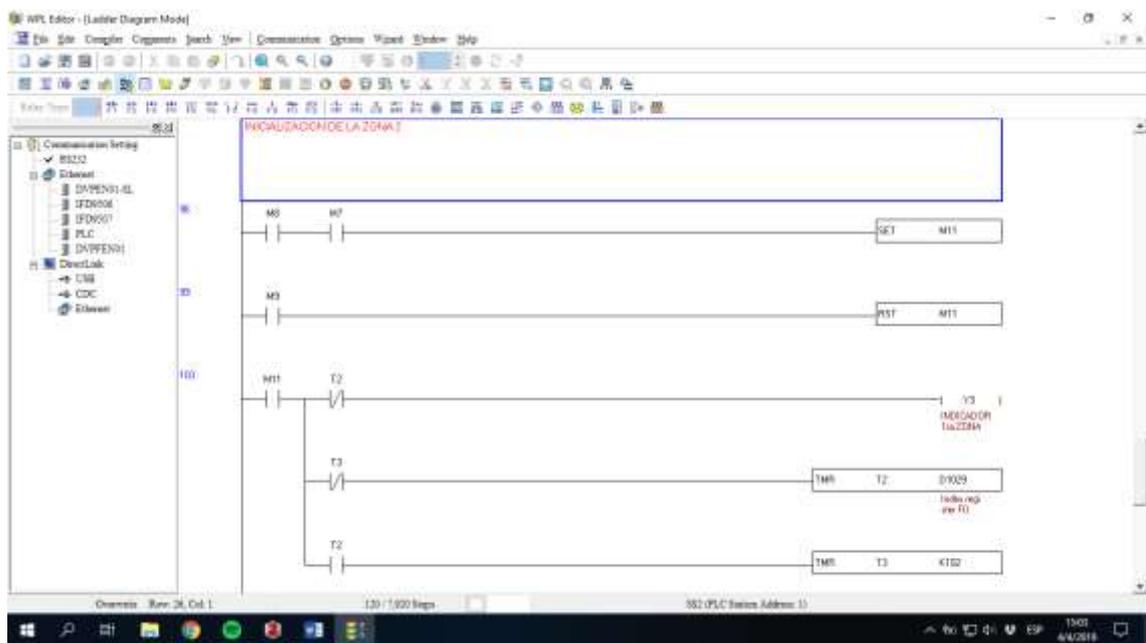
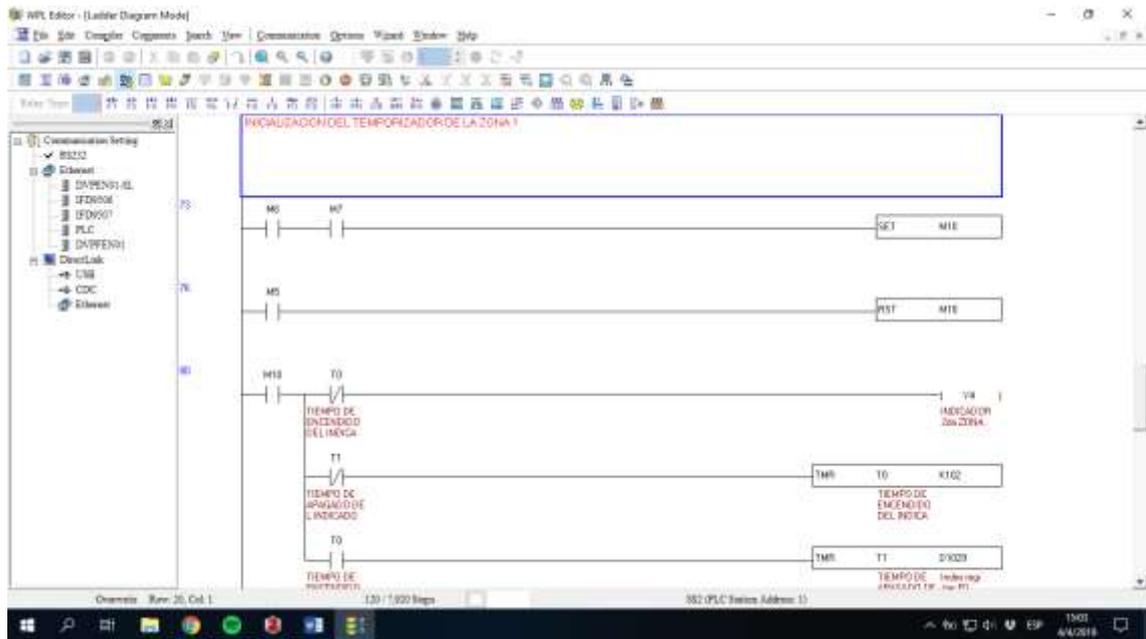
Delta Electronics, Inc.

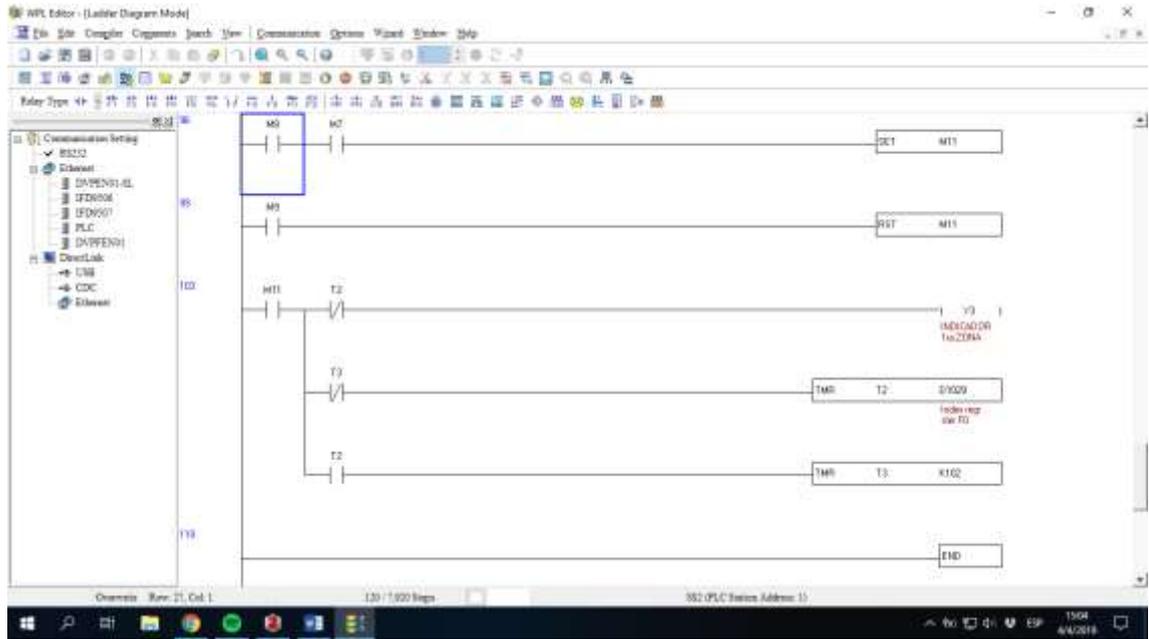
(Company Name)

## Anexo B: Programación del PLC DELTA dpv14ss211r para el horno reactivador









2014-04-11

**DELTA**

**DOP-B03** High Color • Wide Screens • User-Friendly HMI Products

**B03S211 / B03E211**

**Instruction Sheet**

**(1) Pre-Info**

Please refer to the following safety precautions when receiving, installing, operating, maintaining, upgrading, repairing, and disposing of this product. Please refer to the instruction manual for more details.

- Do not touch the product in a clean facility location free from corrosion and flammable gases or liquids.
- Ensure the HMI is properly grounded. This can be achieved without need comply with the electrical standards of the country (Please refer to IEC60950-1, Technical Electrical Code, 2005 Ed.).
- Do not disassemble HMI, modify or remove wiring when power is applied to HMI.
- Do not touch the power supply during operation. Otherwise, injury or electric shock.

If you have any questions during operation, please contact our local distributors or Delta sales representatives. For more information, please visit our website at [www.deltaelectronics.com](http://www.deltaelectronics.com).

**(2) Safety Precautions**

Carefully read and observe the following safety precautions when receiving, installing, operating, maintaining, upgrading, repairing, and disposing of this product. Please refer to the instruction manual for more details.

- Do not touch the product in a clean facility location free from corrosion and flammable gases or liquids.
- Ensure the HMI is properly grounded. This can be achieved without need comply with the electrical standards of the country (Please refer to IEC60950-1, Technical Electrical Code, 2005 Ed.).
- Do not disassemble HMI, modify or remove wiring when power is applied to HMI.
- Do not touch the power supply during operation. Otherwise, injury or electric shock.

**(3) Safety Precautions**

Carefully read and observe the following safety precautions when receiving, installing, operating, maintaining, upgrading, repairing, and disposing of this product. Please refer to the instruction manual for more details.

- Do not touch the product in a clean facility location free from corrosion and flammable gases or liquids.
- Ensure the HMI is properly grounded. This can be achieved without need comply with the electrical standards of the country (Please refer to IEC60950-1, Technical Electrical Code, 2005 Ed.).
- Do not disassemble HMI, modify or remove wiring when power is applied to HMI.
- Do not touch the power supply during operation. Otherwise, injury or electric shock.

**(4) Safety Precautions**

Carefully read and observe the following safety precautions when receiving, installing, operating, maintaining, upgrading, repairing, and disposing of this product. Please refer to the instruction manual for more details.

- Do not touch the product in a clean facility location free from corrosion and flammable gases or liquids.
- Ensure the HMI is properly grounded. This can be achieved without need comply with the electrical standards of the country (Please refer to IEC60950-1, Technical Electrical Code, 2005 Ed.).
- Do not disassemble HMI, modify or remove wiring when power is applied to HMI.
- Do not touch the power supply during operation. Otherwise, injury or electric shock.

**(5) Safety Precautions**

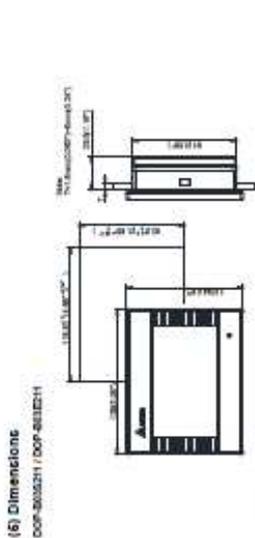
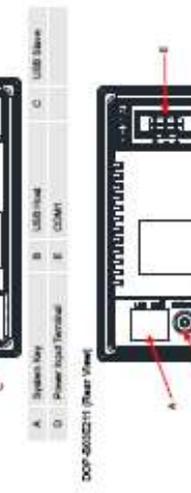
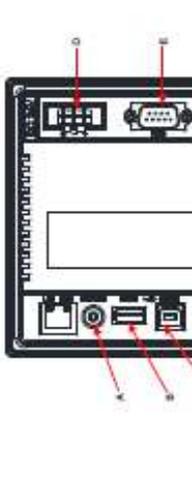
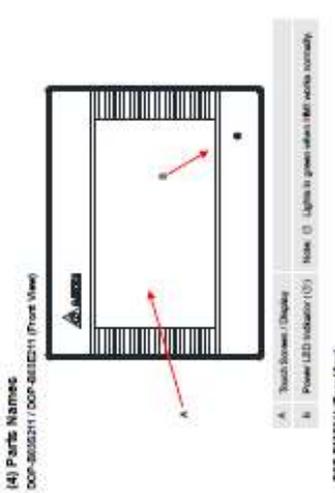
Carefully read and observe the following safety precautions when receiving, installing, operating, maintaining, upgrading, repairing, and disposing of this product. Please refer to the instruction manual for more details.

- Do not touch the product in a clean facility location free from corrosion and flammable gases or liquids.
- Ensure the HMI is properly grounded. This can be achieved without need comply with the electrical standards of the country (Please refer to IEC60950-1, Technical Electrical Code, 2005 Ed.).
- Do not disassemble HMI, modify or remove wiring when power is applied to HMI.
- Do not touch the power supply during operation. Otherwise, injury or electric shock.

**(3) Pin Definition of Serial Communication**  
DOP-B03S211 / DOP-B03E211 COM1 and COM2 Ports

COM Port	Pin	MODE1	MODE2	MODE3
COM1	1	COM1	COM2	COM3
	2	RS-485	RS-485	RS-422
	3	NC	+	+
	4	NC	-	-
COM2	1	COM1	COM2	COM3
	2	RS-485	RS-485	RS-422
	3	NC	+	+
	4	NC	-	-

NOTE: NC = NO CONNECT



**(8) Specifications**

Model	DOP-B03S211	DOP-B03E211
Display Type	4.3" TFT LED (wide color)	DOP-B03E211
Resolution	480 x 272 (pixels)	
Backlight	LED Back Light (less than 20,000 hours half-life at 25°C)	
Display Size	96.5M x 53.08mm	
Operation System	Delta Real Time OS	
MCU	32-bit RISC Microcontroller	
HMI-Flux ROM	Flash ROM 128 MB	
EDRAM	OS System: 32MB   Backup: 16MB   User Application: 62MB	
Backup Memory	EEPROM	
Bus	Multi-Task Frequency (2K ~ 4K) / 65536	
USB	1. USB Slave V2.0 1. USB Host V2.1	
Serial COM Port	RS-232C (asynchronous flow control) / RS-485	
External Interface	N/A	10M100M
Peripheral Connector	Builtin	
Cabling Method	Network or daisy-chain	
Safety Approval	CE / UL / VDE	
Material of Display	POB / PMMA	
Operation Voltage	DC +24V (+15% ~ +15%) (please use isolated power supply)	
Voltage Fluctuation	AC200V for 1 minute (without charging (DC24V terminal))	
Power Consumption	4.8W	7.2W
Backup Battery	2W Backup battery CR2032 x 1	
Working Battery Life	E depends on the temperature used and the conditions of usage about 2 years for class A 25°C.	
Operating Temperature	0°C ~ 60°C	
Storage Temperature	-40°C ~ +85°C	
Ambient Humidity	10% ~ 90% RH (pH = 45°C), 10% ~ 85% RH (pH = 60°C), Pollution Degree 2	
Vibration	IEC 61321-2 compliant 15g peak for 11 ms duration, X, Y, Z directions for 6 hours 1.2g	
Shock	IEC 60068-2-27 compliant 15g peak for 11 ms duration, X, Y, Z directions for 6 hours	
Dimensions (MM) x (H) x (D) mm	128 x 103 x 38	
Power Cord	Ø60 x Ø5 mm	
Weight	Approx. 250g	Approx. 260g

**NOTE**

1. The HMI is not designed for use in explosive atmospheres. It is not suitable for use in hazardous areas. Please refer to the relevant standards for more information.

2. The life of LED backlight is estimated value in normal use (25°C normal temperature and humidity conditions). The actual life may be shorter or longer than the estimated value due to the use of the HMI in a non-normal environment. To ensure the normal operation, it is recommended to use a power cord with the safety class II.

3. To ensure the safety of the power consumption, please refer to the power consumption table in the instruction manual for more information. Please contact our distributors for more information.

4. The color calibration data can be downloaded from [www.deltaelectronics.com](http://www.deltaelectronics.com). Please refer to the instructions of downloading the color calibration data.



**Anexo E:** DataSheet de la fuente de alimentación DRP024V060W1AZ

TECHNICAL DATASHEET

## CliQ DIN Rail Power Supply

### 24V 60W 1 Phase / DRP024V060W1AZ



#### Highlights & Features

- Universal AC input range
- Power will not de-rate for the entire input voltage range
- Power Boost of 150% for 3 seconds
- Rugged and compact design (Vibration 5G, Shock 30G)
- Wide operating temperature range -20°C to 80°C
- Overvoltage / Overcurrent / Over Temperature / Short Circuit Protections

#### Safety Standards



CB Certified for worldwide use

**Model Number:** DRP024V060W1AZ  
**Unit Weight:** 0.33 kg  
**Dimensions (L x W x D):** 120.6 x 32 x 113 mm

#### General Description

The DRP024V060W1AZ is part of the CliQ DIN rail power supply series from one of the world's leading power supply companies, Delta Electronics Group, offers state-of-the-art designs made to withstand harsh industrial environments. Its rugged plastic casing has a compact body at only 32mm, which is both shock and vibration resistant according to IEC 60068-2 standard. The DRP024V060W1AZ operates within a wide temperature range from -20°C to +80°C and universal AC input voltage range from 85Vac to 264Vac, the power will not de-rate for the entire input voltage range value. The single phase power supply unit includes overvoltage, overcurrent, over temperature and short circuit protections. The feature built-in Power Boost of 150% for 3 seconds enables reserve power to be always available for reliable startup of loads with high inrush current, thus eliminating the need of a more expensive power supply unit at higher power rating.

#### Model Information

CliQ DIN Rail Power Supply

Model Number	Input Voltage Range	Output Voltage	Output Current
DRP024V060W1AZ	85-264Vac (120-375Vdc)	24Vdc	2.50A

#### Model Numbering

DR	P	024V	060W	1	A	Z
DIN Rail	Power Supply	Output Voltage	Output Power	Single Phase	CliQ Series	Plastic Case

1

All parameters are specified at 25°C ambient and AC input unless otherwise indicated.  
[www.DeltaPSU.com](http://www.DeltaPSU.com) (December 2017, Rev. 05)



## Specifications

### Input Ratings / Characteristics

Nominal Input Voltage	100-240Vac
Input Voltage Range	85-264Vac
Nominal Input Frequency	50-60Hz
Input Frequency Range	47-63Hz
DC Input Voltage Range*	120-375Vdc
Input Current	< 1.10A @ 115Vac, < 0.70A @ 230Vac
Efficiency at 100% Load	> 86.0% @ 115Vac, > 87.0% @ 230Vac
Max Inrush Current (Cold Start)	< 40A @ 115Vac, < 80A @ 230Vac
Leakage Current	< 1mA @ 240Vac

\*Safety approval according to IEC/EN/UL 60950-1

### Output Ratings / Characteristics

Nominal Output Voltage	24Vdc
Output Voltage Tolerance	± 2% (initial set point tolerance from factory)
Output Voltage Adjustment Range	22-28Vdc
Output Current	2.50A (continuously operating at 24V) 3.75A (Power Boost for 3 seconds at 24V, refer to the details in the Functions section)
Output Power	60W (continuously operating at 24V) 90W (Power Boost for 3 seconds at 24V, refer to the details in the Functions section)
Line Regulation	< 0.5% (@ 85-264Vac input, 100% load)
Load Regulation	< 1% (@ 85-264Vac input, 0-100% load)
PAR (20MHz)	< 240mVpp
Rise Time	< 100ms @ nominal input (100% load)
Start-up Time	< 2,500ms @ nominal input (100% load)
Hold-up Time	> 20ms @ 115Vac, > 125ms @ 230Vac (100% load)
Dynamic Response (Overshoot & Undershoot O/P Voltage)	± 5% @ 10-90% load
Start-up with Capacitive Loads	8,000µF Max

### Mechanical

Case Cover / Chassis	Plastic
Dimensions (L x W x D)	120.6 x 32 x 113 mm
Unit Weight	0.33 kg
Indicator	Green LED (DC OK)
Cooling System	Convection
Terminal	Input 3 Pins (Rated 300V/20A) Output 2 Pins (Rated 300V/20A)
Wire	AWG 22-14
Mounting Rail	Standard TS35 DIN Rail in accordance with EN 60715
Noise (1 Meter from power supply)	Sound Pressure Level (SPL) < 40dBA

### Environment

Surrounding Air Temperature	Operating	-20°C to +80°C
	Storage	-25°C to +85°C
Power De-rating	Vertical Mounting	-10°C to -20°C output power is 80% of rated power, < 0°C de-rate power by 2% / °C, > 50°C de-rate power by 2.5% / °C
	Horizontal Mounting	-10°C to -20°C output power is 80% of rated power, < 0°C de-rate power by 2% / °C, > 50°C de-rate power by 2.5% / °C, > 70°C de-rate power by 4% / °C
Operating Humidity	5 to 95% RH (Non-Condensing)	
Operating Altitude	0 to 2,000 Meters (@ 50°C)	
Shock Test (Non-Operating)	IEC 60068-2-27, 30G (300m/S <sup>2</sup> ) for a duration of 18ms, 1 time per direction, 6 times in total	
Vibration (Non-Operating)	IEC 60068-2-6, 10Hz to 150Hz @ 50m/S <sup>2</sup> (5G peak); 90 min per axis for all X, Y, Z direction	
Pollution Degree	2	

## Protections

Overvoltage	< 32V, $\pm 10\%$ , SELV Output, Hiccup Mode, Non-Latching (Auto-Recovery)
Overload / Overcurrent	> 150% of rated load current, Hiccup Mode, Non-Latching (Auto-Recovery)
Over Temperature	< 80°C Surrounding Air Temperature @ 100% load, Non-Latching (Auto-Recovery)
Short Circuit	Hiccup Mode, Non-Latching (Auto-Recovery when the fault is removed)
Protection Against Shock	Class I with PE* connection

\*PE: Primary Earth

## Reliability Data

MTBF	> 500,000 hrs, as per Telcordia SR-332 I/P: 115Vac, O/P: 100% load, Ta: 25°C
Expected Cap Life Time	10 years (115Vac & 230Vac, 50% load @ 40°C)

## Safety Standards / Directives

Electrical Equipment in Power Installations	EN 50178 / IEC 62103	
Electrical Safety	SIQ to EN 60950-1, UL/cUL recognized to UL 60950-1 and CSA C22.2 No. 60950-1 (under alternate part number D0116888 of File No. E191395), CSA to CSA C22.2 No. 60950-1 and UL 60950-1, CB scheme to IEC 60950-1	
Industrial Control Equipment	UL/cUL listed to UL 508 and CSA C22.2 No. 107.1-01 (under alternate part number D0116888 of File No. E315355), CSA to CSA C22.2 No. 107.1-01 (under alternate part number D0116888 of File No. 181564)	
CE	In conformance with EMC Directive 2014/30/EU and Low Voltage Directive 2014/35/EU	
Material and Parts	RoHS Directive 2011/65/EU Compliant	
Galvanic Isolation	Input to Output	4.0kVac
	Input to Ground	1.5kVac
	Output to Ground	1.5kVac

## EMC

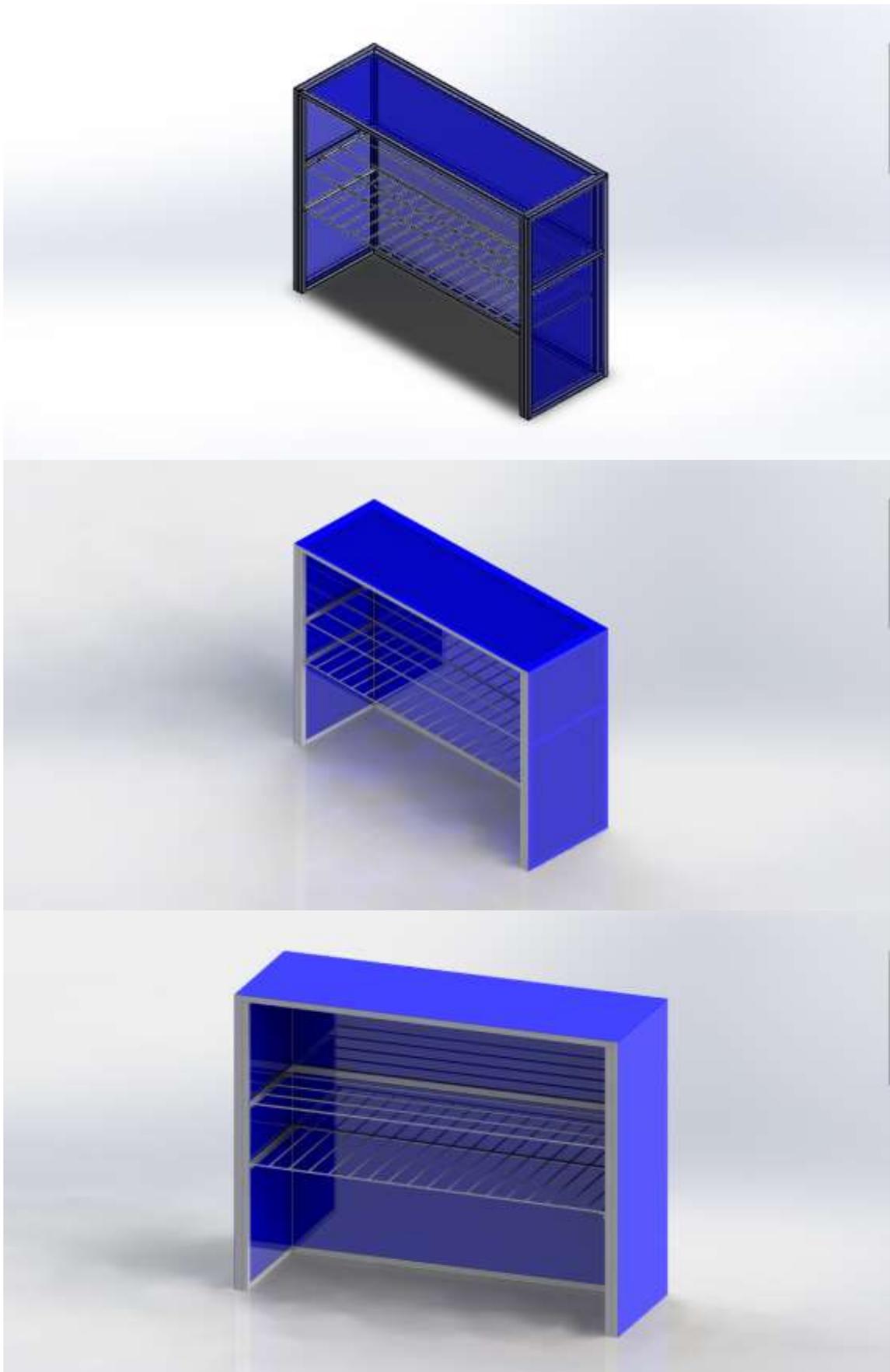
EMC / Emissions	CISPR 32, EN 55032, CISPR 11, EN 55011, FCC Title 47: Class B	
Immunity to	EN 55024 and EN 61000-6-1	
Electrostatic Discharge	IEC 61000-4-2	Level 4 Criteria A <sup>1)</sup> Air Discharge: 15kV Contact Discharge: 8kV
Radiated Field	IEC 61000-4-3	Level 2 Criteria A <sup>1)</sup> 80MHz-1GHz, 3V/m, 80% modulation (1kHz)
Electrical Fast Transient / Burst	IEC 61000-4-4	Level 3 Criteria A <sup>1)</sup> 2kV
Surge	IEC 61000-4-5	Level 3 Criteria A <sup>1)</sup> Common Mode <sup>2)</sup> : 2kV Differential Mode <sup>3)</sup> : 2kV
Conducted	IEC 61000-4-6	Level 2 Criteria A <sup>1)</sup> 150kHz-80MHz, 3Vrms
Power Frequency Magnetic Fields	IEC 61000-4-8	Criteria A <sup>1)</sup> 1A/Meter
Voltage Dips	IEC 61000-4-11	100% dip; 1 cycle (20ms); Self Recoverable
Low Energy Pulse Test (Ring Wave)	IEC 61000-4-12	Level 3 Criteria A <sup>1)</sup> Common Mode <sup>2)</sup> : 2kV Differential Mode <sup>3)</sup> : 1kV
Voltage Fluctuation and Flicker	IEC/EN 61000-3-3	

1) Criteria A: Normal performance within the specification limits

2) Asymmetrical: Common mode (Line to earth)

3) Symmetrical: Differential mode (Line to line)

**Anexo F:** Planimetría y diseño en Solidwork del reactivador







Agencia de  
**Regulación y Control**  
de Electricidad

# PLIEGO TARIFARIO PARA LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN

## SERVICIO PÚBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Periodo: Enero – Diciembre 2018

GBR

Resolución Nro. ARCONEL – 005/18 (11 de enero de 2018)  
Resolución Nro. ARCONEL – 003/18 (05 de enero de 2018)  
Resolución Nro. ARCONEL – 000/17 (26 de diciembre de 2017)

<b>1. MARCO NORMATIVO</b>	<b>4</b>
<b>2. DEFINICIONES</b>	<b>4</b>
<b>3. CATEGORÍAS TARIFARIAS Y NIVELES DE TENSIÓN</b>	<b>6</b>
<b>3.1. CATEGORÍAS TARIFARIAS</b>	<b>6</b>
3.1.1. CATEGORÍA RESIDENCIAL	6
3.1.2. CATEGORÍA GENERAL	6
<b>3.2. NIVELES DE TENSIÓN - NT</b>	<b>7</b>
3.2.1. NIVEL DE BAJA TENSIÓN	7
3.2.2. NIVEL DE MEDIA TENSIÓN	7
3.2.3. NIVEL DE ALTA TENSIÓN	8
3.2.3.1. GRUPO 1 – AT1	8
3.2.3.2. GRUPO 2 – AT2	8
<b>4. TARIFAS DE BAJA TENSIÓN</b>	<b>8</b>
<b>4.1. TARIFA RESIDENCIAL</b>	<b>8</b>
<b>4.2. TARIFA RESIDENCIAL PARA EL PROGRAMA PEC</b>	<b>8</b>
<b>4.3. TARIFA RESIDENCIAL TEMPORAL</b>	<b>10</b>
<b>4.4. TARIFA GENERAL DE BAJA TENSIÓN</b>	<b>10</b>
4.4.1. TARIFA GENERAL DE BAJA TENSIÓN SIN DEMANDA	10
4.4.2. TARIFA GENERAL SIN DEMANDA PARA BOMBEO DE AGUA DE COMUNIDADES CAMPESINAS SIN FINES DE LUCRO	10
4.4.3. TARIFA GENERAL DE BAJA TENSIÓN CON DEMANDA	10
4.4.4. TARIFA GENERAL DE BAJA TENSIÓN CON REGISTRADOR DE DEMANDA HORARIA	11
4.4.5. TARIFA GENERAL DE BAJA TENSIÓN CON REGISTRADOR DE DEMANDA HORARIA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	11
4.4.6. TARIFA GENERAL EN BAJA TENSIÓN CON REGISTRADOR DE DEMANDA HORARIA PARA BOMBEO DE AGUA PARA EL SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE	12

## 1. MARCO NORMATIVO

El presente Pliego Tarifario se sujeta a las disposiciones establecidas en la normativa que se indica a continuación:

Marco Normativo	Referencia de Artículos
Constitución de la República	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 52</li> <li>▪ 66, numeral 25.</li> <li>▪ 85, numeral 3.</li> <li>▪ 313</li> <li>▪ 314</li> <li>▪ 413</li> </ul>
Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 4</li> <li>▪ 15, numerales 1-5-6-8.</li> <li>▪ 43</li> <li>▪ 54</li> <li>▪ 55</li> <li>▪ 57</li> <li>▪ 60</li> <li>▪ 74</li> </ul>
Ley Orgánica de Defensa del Consumidor	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 39</li> <li>▪ 40</li> </ul>

En base de la normativa citada, es facultad de la ARCONEL, a través de su Directorio, establecer y aprobar el Pliego Tarifario para el Servicio Público de Energía Eléctrica, en los términos que se indican en el presente documento.

## 2. DEFINICIONES

Para la aplicación del Pliego Tarifario se deberán considerar las siguientes definiciones:

Término	Definición
Consumidor regulado	Persona natural o jurídica que mantiene un contrato de suministro con la empresa eléctrica de distribución y que se beneficia con la prestación del servicio público de energía eléctrica.
Consumidor Regulado Comercial	Persona natural o jurídica, pública o privada, que utiliza los servicios de energía eléctrica para fines de negocio, actividades profesionales o cualquier otra actividad con fines de lucro.
Consumidor Regulado Industrial	Persona natural o jurídica, pública o privada, que utiliza los servicios de energía eléctrica para la elaboración o transformación de productos. También se debe considerar dentro de esta definición a los agroindustriales, en los cuales existe una transformación de productos de la agricultura, ganadería, riqueza forestal y pesca.
Consumidor Regulado Residencial	Persona natural o jurídica, pública o privada que utiliza el servicio público de energía eléctrica, exclusivamente, al uso doméstico, es decir, en la residencia de la unidad familiar independientemente del tamaño de la carga conectada. Se incluye a los consumidores de escasos recursos económicos y bajos consumos que tienen integrada a su residencia una pequeña actividad comercial o artesanal; para lo cual, es responsabilidad de la distribuidora evaluar las características de consumo de energía eléctrica, y de ser el caso, recomendar la separación de los respectivos circuitos con su sistema de medición independiente y a la tarifa correspondiente.
Empresa eléctrica de distribución o distribuidora	Persona jurídica cuyo título habilitante le faculta realizar las actividades de distribución y comercialización de energía eléctrica y alumbrado público general, dentro de su área de prestación del servicio.
Estación de Carga Rápida	Persona natural o jurídica, pública o privada, que utiliza el servicio público de energía eléctrica para la prestación del servicio de carga rápida, en niveles de media y/o alta tensión, de los vehículos eléctricos, buses eléctricos y/o similares.

### **3. CATEGORÍAS TARIFARIAS Y NIVELES DE TENSIÓN**

El servicio público de energía eléctrica considera dos categorías de tarifas, que depende de las características del consumidor: residencial y general; y, por las características del punto de entrega, se establecen tres niveles de tensión: baja, media y alta tensión.

#### **3.1. CATEGORÍAS TARIFARIAS**

La determinación de la categoría tarifaria de los consumidores es responsabilidad de la distribuidora; la cual debe evaluar las características de la carga y el uso de la energía declarada por el consumidor regulado. Con esta base, distribuidora debe establecer el tipo de tarifa que le corresponde al suministro solicitado, de conformidad a lo que se indica en el presente Pliego Tarifario.

La correcta aplicación de estas tarifas estará a cargo de la distribuidora en su área de prestación del servicio.

La actualización de la información referente a las características de carga y del uso de la energía eléctrica, que se derive del informe técnico de la distribuidora, deberá ser informada, oportunamente, al consumidor regulado.

#### **4.4. TARIFA GENERAL DE BAJA TENSIÓN**

Se aplican a los consumidores de la categoría general de baja tensión, indicados en los numerales 3.1.2 y 3.2.1.

##### **4.4.1. TARIFA GENERAL DE BAJA TENSIÓN SIN DEMANDA**

Se aplica a los consumidores de la categoría general de baja tensión, indicados en los numerales 3.1.2 y 3.2.1, cuya potencia contratada o demanda facturable sea de hasta 10 kW.

Se consideran las siguientes tarifas:

- Comercial y Entidades Oficiales, sin demanda,
- Industrial Artesanal,
- Asistencia Social y Beneficio Público, sin demanda,
- Culto Religioso, sin demanda
- Otras como: Escenarios Deportivos, sin demanda,  
Instalaciones de Bombeo de Agua, sin demanda,  
Servicios Comunitarios, sin demanda.

Estos consumidores deben pagar:

- a) Un cargo por comercialización en USD/consumidor-mes, independiente del consumo de energía.
- b) Cargos incrementales por energía expresados en USD/kWh, en función de la energía consumida.



PERIODO: ENERO - DICIEMBRE \*

EMPRESAS ELÉCTRICAS:

AMBATO-AZOGUES-CNEL BOLÍVAR-CENTROSUR-COTOPAXI-NORTE-RIOBAMBA-SUR

CARGOS TARIFARIOS ÚNICOS

ENERO - DICIEMBRE \*\*

RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD/kW-mes)	ENERGÍA (USD/kWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/Consumidor)	
<b>CATEGORÍA</b>		<b>RESIDENCIAL</b>		
<b>NIVEL TENSIÓN</b>		<b>BAJA Y MEDIA TENSIÓN</b>		
1-50		0,091	1,414	
51-100		0,093		
101-150		0,095		
151-200		0,097		
201-250		0,099		
251-300		0,101		
301-350		0,103		
351-500		0,105		
501-700		0,1285		
701-1000		0,1450		
1001-1500		0,1709		
1501-2500		0,2752		
2501-3500		0,4360		
Superior		0,6812		
		<b>RESIDENCIAL TEMPORAL</b>		
		0,1285		
<b>CATEGORÍA</b>		<b>GENERAL</b>		
<b>NIVEL TENSIÓN</b>		<b>BAJA TENSIÓN SIN DEMANDA</b>		
		<b>COMERCIAL</b>		
1-300		0,092	1,414	
Superior		0,103		
		<b>E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS, SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES</b>		
1-300		0,082		
Superior		0,093		
		<b>BOMBEO AGUA</b>		
1-300		0,072		
Superior		0,083		
		<b>BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE</b>		
1-300		0,058		
Superior		0,066		
		<b>INDUSTRIAL ARTESANAL</b>		
1-300		0,073		
Superior		0,089		
		<b>ASISTENCIA SOCIAL, BENEFICIO PÚBLICO Y CULTO RELIGIOSO</b>		
1 - 100		0,034		
101-200		0,036		
201-300		0,038		
Superior		0,063		
<b>NIVEL TENSIÓN</b>		<b>BAJA TENSIÓN CON DEMANDA</b>		
		<b>COMERCIALES</b>		
		4,790	0,090	
		<b>INDUSTRIALES</b>		
		4,790	0,080	

**Anexo H:** Norma DIN IEC 751 para TP100.

**DIN IEC 751  
Temperature/Resistance Table for Platinum Sensors**



°C	Ω	°C	Ω	°C	Ω	°C	Ω
-200	18.52	20	107.79	240	190.47	460	267.56
-195	20.68	25	109.73	245	192.29	465	269.25
-190	22.83	30	111.67	250	194.10	470	270.93
-185	24.97	35	113.61	255	195.91	475	272.61
-180	27.10	40	115.54	260	197.71	480	274.29
-175	29.22	45	117.47	265	199.51	485	275.97
-170	31.33	50	119.40	270	201.31	490	277.64
-165	33.44	55	121.32	275	203.11	495	279.31
-160	35.54	60	123.24	280	204.90	500	280.98
-155	37.64	65	125.16	285	206.70	505	282.64
-150	39.72	70	127.08	290	208.48	510	284.30
-145	41.80	75	128.99	295	210.27	515	285.96
-140	43.88	80	130.90	300	212.05	520	287.62
-135	45.94	85	132.80	305	213.83	525	289.27
-130	48.00	90	134.71	310	215.61	530	290.92
-125	50.06	95	136.61	315	217.38	535	292.56
-120	52.11	100	138.51	320	219.15	540	294.21
-115	54.15	105	140.40	325	220.92	545	295.85
-110	56.19	110	142.29	330	222.69	550	297.49
-105	58.23	115	144.18	335	224.45	555	299.12
-100	60.26	120	146.07	340	226.21	560	300.75
-95	62.28	125	147.95	345	227.96	565	302.38
-90	64.30	130	149.83	350	229.72	570	304.01
-85	66.31	135	151.71	355	231.47	575	305.63
-80	68.33	140	153.58	360	233.21	580	307.25
-75	70.33	145	155.46	365	234.96	585	308.87
-70	72.33	150	157.33	370	236.70	590	310.49
-65	74.33	155	159.19	375	238.44	595	312.10
-60	76.33	160	161.05	380	240.18	600	313.71
-55	78.32	165	162.91	385	241.91	605	315.31
-50	80.31	170	164.77	390	243.64	610	316.92
-45	82.29	175	166.63	395	245.37	615	318.52
-40	84.27	180	168.48	400	247.09	620	320.12
-35	86.25	185	170.33	405	248.81	625	321.71
-30	88.22	190	172.17	410	250.53	630	323.30
-25	90.19	195	174.02	415	252.25	635	324.89
-20	92.16	200	175.86	420	253.96	640	326.48
-15	94.12	205	177.69	425	255.67	645	328.06
-10	96.09	210	179.53	430	257.38	650	329.64
-5	98.04	215	181.36	435	259.08	655	331.22
0	100.00	220	183.19	440	260.78	660	332.79
5	101.95	225	185.01	445	262.48		
10	103.90	230	186.84	450	264.18		
15	105.85	235	188.66	455	265.87		

Permissible Deviations for Class A and Class B Platinum Sensors

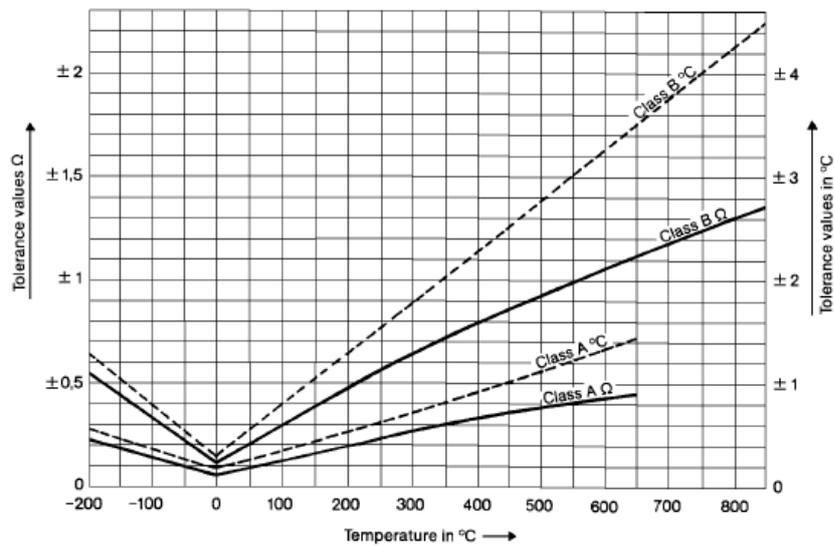
The permissible deviations for platinum resistance elements (uncalibrated) are determined by the following equations (in accordance with DIN IEC 751):

Permissible Deviation – Class A  
 $^{\circ}\text{C} = \pm(0.15 + 0.002 [t])$

Permissible Deviation – Class B  
 $^{\circ}\text{C} = \pm(0.3 + 0.005 [t])$

Where [t] is the temperature value in  $^{\circ}\text{C}$ .

Measuring Temp. $^{\circ}\text{C}$	Permissible Deviations			
	Class A		Class B	
	$\Omega$	$^{\circ}\text{C}$	$\Omega$	$^{\circ}\text{C}$
-200	$\pm 0.24$	$\pm 0.55$	$\pm 0.56$	$\pm 1.3$
-100	$\pm 0.14$	$\pm 0.35$	$\pm 0.32$	$\pm 0.8$
0	$\pm 0.06$	$\pm 0.15$	$\pm 0.12$	$\pm 0.3$
100	$\pm 0.13$	$\pm 0.35$	$\pm 0.30$	$\pm 0.8$
200	$\pm 0.20$	$\pm 0.55$	$\pm 0.48$	$\pm 1.3$
300	$\pm 0.27$	$\pm 0.75$	$\pm 0.64$	$\pm 1.8$
400	$\pm 0.33$	$\pm 0.95$	$\pm 0.79$	$\pm 2.3$
500	$\pm 0.38$	$\pm 1.15$	$\pm 0.93$	$\pm 2.8$
600	$\pm 0.43$	$\pm 1.35$	$\pm 1.06$	$\pm 3.3$
650	$\pm 0.46$	$\pm 1.45$	$\pm 1.13$	$\pm 3.6$
700	—	—	$\pm 1.17$	$\pm 3.8$
800	—	—	$\pm 1.28$	$\pm 4.3$
850	—	—	$\pm 1.34$	$\pm 4.6$



## GUIA DE USUARIO

Esta guía de usuario corresponde al manejo correcto del horno reactivador del adhesivo de plantas de calzado dirigido principalmente hacia los artesanos en caso de dudas de manejo y correctivos superficiales sobre en control, para afectaciones graves se debe tener cuidado y llamar a un profesional.

### *MANUAL DE FUNCIONAMIENTO*

1.1 El funcionamiento normal del reactivador se realiza con la conexión de 220V para la carga y 110V para el tablero de control, luego se esto se presiona el botón de inicio el cual inicia la adquisición de datos de temperatura de manera inmediata, además se inicializa el HM dentro del cual el usuario deberá elegir la manera de control sea esta automática o manual.

- En la forma automática de control los datos están previamente identificados como temperatura según el material de la planta tiempo de exposición y el encendido de las zonas, en principio consta de tres tipos de plantas las cuales solo se elige haciendo clic en una de ellas, la manera de deshacer es únicamente presionando el botón Reset y este automáticamente cortara la conexión de las niquelinas.
- En la forma manual de control se deberá introducir mediante la pantalla del HM la temperatura desea, el tiempo de exposición y además inicializar las zonas esto se recomienda realizar en caso de nuevas plantas cuyos datos aun no sean introducidos en la memoria del controlador o para pruebas de uso. De la misma forma que el anterior la forma deshacer es presionando Reset, aunque se puede cambiar los datos deseados sin ningún problema mientras el controlador sea manual.

1.2 El reactivador puede estar en funcionamiento todo el tiempo mientras las protecciones no registren fugas de energía para lo cual se cuenta con un termomagnético de 20A que protege de riesgos eléctricos además de otras protecciones de la línea principal, pasado el tiempo de 5 minutos de no uso de la pantalla principal esta se apagara, sin embargo el control se sigue ejecutando y la manera de encenderla es únicamente con el tacto, ya sea en el control automático o manual se puede apagar el control con el botón OFF que está en el tablero principal.

1.3 El botón de emergencia bloqueará cualquier intento de encendido del HM y por tal motivo la alimentación de las níquelinas serán cerradas desde este punto se corta toda alimentación de 110V y 220V

### *FUNCIONAMIENTO DEL HM*

La pantalla es la principal interface de control y mando que tiene el reactivador siendo este el que inicializa la adquisición de datos y establece el encendido de las cargas por tal motivo su descripción y funcionamiento debe realizarse de manera adecuada.

21 Al encenderse la pantalla táctil se presiona en cualquier parte para tener acceso al control y a los datos de temperatura que se muestran en números de diferente color y contraste al resto de textos

22 En la segunda pantalla se establece la forma de control sea esta manual o automática de lo contrario el reactivador no se encenderá.

23 Cuando se elige control automático nos envía a una pantalla secundaria en la cual se encuentran ya definidos temperaturas, tiempos y activación de zonas según el tipo de material de la planta, sin embargo en la parte inferior derecha existe el botón de regreso a la pantalla principal.

24 Al elegir una planta se muestran los datos introducidos y sus características para que el artesano se asegure de sus propiedades de reactivación

25 Finalmente se presiona iniciar y empieza el encendido de las níquelinas y el control de temperatura posterior.

26 Cuando se elige control manual se abrirá una pantalla auxiliar en la cual se puede introducir diferentes variables según convenga el usuario.

27 Se puede introducir por teclado táctil la temperatura deseada y el tiempo de reactivación solo presionando los cuadros de diálogo

28 Una vez introducido los valores se presiona iniciar y de esta manera se pone en marcha el calentamiento del reactivador, sin embargo existe el botón de Reset el cual encera todos los valores anteriormente introducidos

29 También existe el botón de Return el cual regresa a la pantalla principal, además se debe inicializar las zonas de reactivación de forma manual presionando los botones de las zonas en la misma pantalla.

### *MANTENIMIENTO PREVENTIVO*

Para su correcto funcionamiento se recomienda realizar un mantenimiento preventivo aproximadamente cada 15 días o según sea su uso, eso con motivos de evitar desperfectos o problemas mínimos que derivan en problemas graves de funcionamiento

- 3.1 Principalmente se debe revisar las niquelinas que se encuentran en buen estado sin dejar de lado su desgaste por el uso normal, dentro de este se debe revisar los puntos de conexiones con el conductor.
- 3.2 Revisar el estado del cable sobre todo el que se expone al calor, de manera que se debe cambiar si este presenta daños
- 3.3 Revisar el termomagnético si como el breaker y sus puntos de conexión con el cable
- 3.4 Verificar que el TP100 se encuentre ubicado de manera correcta en el reactivador y revisar la protección de sus cables en el punto de enlace con el reactivador.
- 3.5 De manera visual verificar el estado de la pantalla HM interna y externa.

### *MANTENIMIENTO CORRECTIVO*

En caso de tener inconvenientes graves en el uso del reactivador se recomienda leer la guía de usuario y llamar al personal de manteniendo y evitar el encendido hasta el previo diagnóstico realizado por el personal calificado.

- 4.1 En caso de no encender: Verificar que las protecciones estén cerradas y verificar las conexiones directas de 110V, establecer que el botón de emergencia está en estado de ON y verificar la conexión el botón de arranque, además verificar el fusible de protección este en buen estado.
- 4.2 En caso de no inicializar el calentamiento: Si se prende el controlador evidentemente el problema estaría en el circuito de potencia, verificar que los breaker y el termomagnético estén en buen estado, además las conexiones en los puntos de la carga y finalmente que el contactor realice el cambio de estado
  - El contactor realiza la conmutación desde un relé de 24V y este a su vez pertenece a una de las salidas del PLC Delta, no olvidar que la bobina del contactor funciona a 110V
  - En caso de que permanezca el fallo recurrir al personal adecuado.
- 4.3 En caso de no encender el HM: La pantalla HM se inicializa desde una salida del PLC verificar la correcta conexión de su alimentación de 24VDC además de verificar la conexión RS485 la cual únicamente podría tener un potencial fallo en la conexión en la parte inferior del PLC, realizar el seguimiento del cable blanco

- Antes de realizar una posible conexión de debe verificar la distinción del cable, es decir establecer que cable es Rx y Tx esto en la parte inferior del PLC Delta.

4.4 En caso de no registrar datos de temperatura: La única forma de que no se registre los datos de temperatura es por fallo en la conexión del PT100 en el módulo delta

- El TP100 posee 3 cables dos rojos y un azul o común verificar el datasheet para realizar la conexión en el módulo, sin embargo evitar realizar la conexión para preocupar se realicen daños mayores en el módulo.
- El modulo posee 4 canales de conexión para TP100 y se lo puede realizar la conexión en cualquiera de estos
- Verificar que no se encienda el led de error en el módulo de temperatura, de esta forma se realiza corrección de lectura
- En caso de que dato sea 800°C sin cambio siendo evidente la diferencia de temperatura se debe realizar el cambio del sensor TP100, visualmente se verificará que la vaina se encuentra rota.

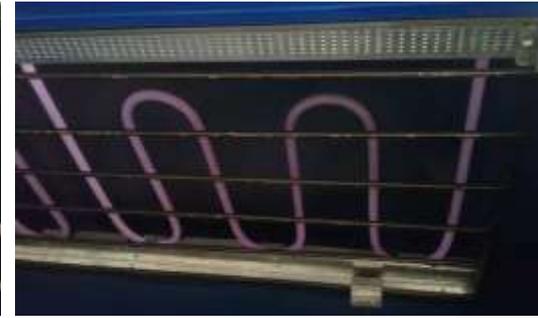
4.5 En caso de fallos en una de las niquelinas existen dos posibilidades que el usuario debe verificar principalmente de forma visual.

- Si la niquelina esta quemada la restante podrá trabajar sin ninguna dificultad por la forma de su conexión en paralelo, sin embargo el calentamiento del reactivador será más tardado por lo cual se recomienda realizar el cambio por su respectivo repuesto con las características de dimensión y resistencia igual al anterior, y manteniendo las protecciones correctamente antes de realizarlo
- Si la niquelina se encuentra en corto circuito las protecciones en este caso el fusible cortará la alimentación hacia las cargas por lo cual no se podrá encender las niquelinas del reactivador a menos de cambiar el fusible de la misma intensidad por lo cual se debe verificar que niquelina está dañada antes de cambiar el fusible y se procederá a realizar el cambio.

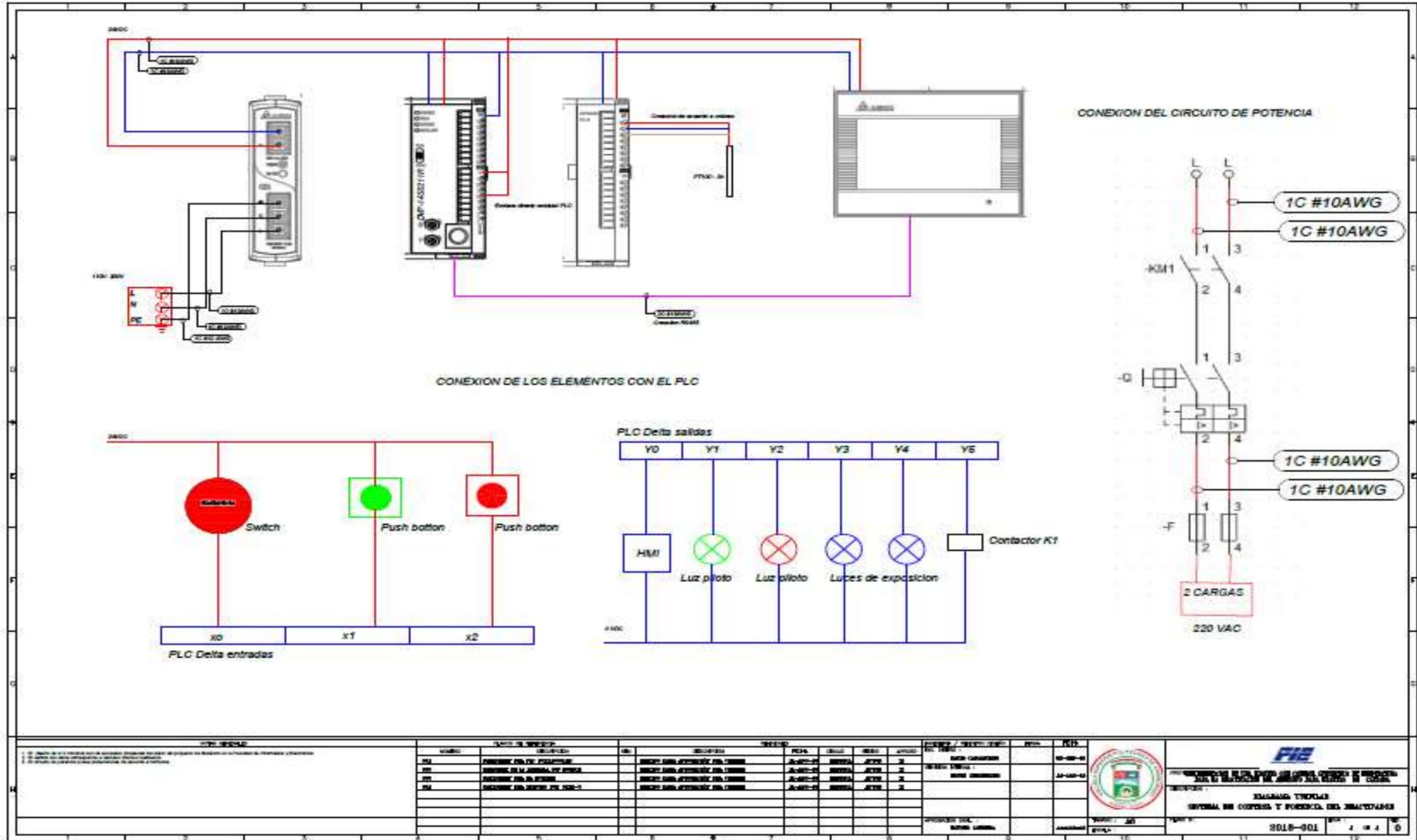
4.6 En caso de fallos que no estén dentro de este manual de usuario comunicarse con el personal adecuado para su revisión y evitar el uso del reactivador.

**Anexo J:** Imágenes del reactivar de adhesivos para plantas de calzado.





Anexo K: Circuito en Autocad del reactivador.



DATOS GENERALES		DATOS DE SELECCION		MATERIALES				CANTIDAD / UNIDADES		NOTAS	
NO.	DESCRIPCION	NO.	DESCRIPCION	PCDA	UNID.	DESCRIPCION	UNID.	DESCRIPCION	UNID.	DESCRIPCION	UNID.
01	CONEXION DEL CIRCUITO DE POTENCIA	01	CONEXION DEL CIRCUITO DE POTENCIA	1	1	CONEXION DEL CIRCUITO DE POTENCIA	1	CONEXION DEL CIRCUITO DE POTENCIA	1	CONEXION DEL CIRCUITO DE POTENCIA	1
02	CONEXION DE LA ALIMENTACION DEL PLC	02	CONEXION DE LA ALIMENTACION DEL PLC	1	1	CONEXION DE LA ALIMENTACION DEL PLC	1	CONEXION DE LA ALIMENTACION DEL PLC	1	CONEXION DE LA ALIMENTACION DEL PLC	1
03	CONEXION DE LA ALIMENTACION DEL CONTACTOR	03	CONEXION DE LA ALIMENTACION DEL CONTACTOR	1	1	CONEXION DE LA ALIMENTACION DEL CONTACTOR	1	CONEXION DE LA ALIMENTACION DEL CONTACTOR	1	CONEXION DE LA ALIMENTACION DEL CONTACTOR	1
04	CONEXION DE LA ALIMENTACION DE LAS LAMPARAS	04	CONEXION DE LA ALIMENTACION DE LAS LAMPARAS	1	1	CONEXION DE LA ALIMENTACION DE LAS LAMPARAS	1	CONEXION DE LA ALIMENTACION DE LAS LAMPARAS	1	CONEXION DE LA ALIMENTACION DE LAS LAMPARAS	1

PROYECTO DEL	FECHA	REVISOR	FECHA
NOVA S.A.S.	2018-001		