



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMATICA Y ELECTRÓNICA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES**  
**INDUSTRIALES**

*IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL*  
*AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA PARA LA MÁQUINA*  
*CORRUGADORA DE LA INDUSTRIA CARTONERA*  
*“INCARPALM”*

*Trabajo de titulación para optar al grado*  
*académico de:*

**INGENIERO ELECTRÓNICO, CONTROL Y REDES**  
**INDUSTRIALES**

**AUTOR:** AGUILAR SAQUICELA SAUL ANTONIO

**TUTOR:** ING. JANETH ARIAS

*Riobamba-Ecuador*

2016

©2016, Saúl Antonio Aguilar Saquicela

*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, CONTROL Y REDES INDUSTRIALES**

El Tribunal del Proyecto de Titulación certifica que: El trabajo Investigativo - Práctico: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA PARA LA MÁQUINA CORRUGADORA DE LA INDUSTRIA CARTONERA “INCARPALM”** de responsabilidad del señor egresado Saúl Antonio Aguilar Saquicela, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

**DR. MIGUEL TASAMBAY PhD**  
**DECANO DE LA FIE**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**ING. JORGE PAUCAR**  
**DIRECTOR DE ESCUELA**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**ING. JANETH ARIAS.**  
**DIRECTOR DEL TRABAJO**  
**DE TITULACIÓN**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**ING. GERMANIA CARRAZCO.**  
**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Yo, Saúl Antonio Aguilar Saquicela soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados  
expuestos en esta tesis y el patrimonio intelectual de la tesis de grado pertenece a la  
Escuela Superior Politécnica De Chimborazo

Saúl Antonio Aguilar Saquicela

## DEDICATORIA

*A mis maestros que formaron parte de mi vida estudiantil, y que aportaron con sus conocimientos para cumplir una parte de mi vida, con mucho amor a Dios todopoderoso creador del universo, benévolo conmigo, por haberme colmado de bendiciones y fortalezas necesarias para emprender un buen camino en la vida, iluminando mis pasos día a día y hacer de mí un profesional. A mi madre, por ser parte fundamental en mi vida; un ejemplo a seguir; gracias a su amor, y su apoyo incondicional; he podido salir adelante, es a ellos a quien le dedico con todo el amor del mundo mi esfuerzo y mi carrera.*

*Antonio*

## AGRADECIMIENTO

*El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, por darme la oportunidad de obtener una profesión y ser una ayuda para la sociedad. A Dios, por haberme permitido la realización de esta investigación. A mi madre, que gracias a su apoyo incondicional, a su perseverancia, a su entrega total de tiempo y voluntad, lograron que alcance uno de mis objetivos propuestos, constituyéndose en el más noble y verdadero ejemplo de amor puro y sincero. Agradezco a mi asesora Ing. Janeth Ileana Arias Guadalupe por la asesoría permanente, la motivación constante y haberme brindado las facilidades necesarias del caso. A la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, a La Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales y a su cuerpo Docente por su valioso aporte de conocimientos. Es necesario reconocer el esfuerzo empleado en todo este proceso de enseñanza como aprendizaje, del cual orgullosamente formo parte y también a todas las personas que han colaborado en la elaboración de mi tesis.*

*Antonio*

# Tabla de contenido

Derechos de autor.....	i
Página de certificación .....	ii
Página de responsabilidad y compartir derechos.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Tabla de contenido.....	vi
Índice de tablas .....	x
Índice de ilustraciones.....	xi
Índice de anexos.....	xiii
RESÚMEN .....	xiv
SUMARY.....	xv
<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
<b>1. MARCO REFERENCIAL.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 Formulación general del proyecto de grado .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.1 Planteamiento del problema/Antecedentes .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.2 Formulación del problema .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.3 Sistematización del problema .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Justificación del proyecto de grado.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2.1 Justificación teórica</b>	
<b>1.2.1 Justificación aplicativa .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Objetivos .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3.1 Objetivo general .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>5</b>
<b>2. MARCO TEORICO.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1. Descripción de la Industria Cartonera “INCARPALM” .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2. Software .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.1. WinCC flexible .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.1.1 Principio de funcionamiento del Win CC.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.2. LOGO!Soft Comfort .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.2.1 Principio de funcionamiento .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.3 LOGO!Soft Comfort.....</b>	<b>8</b>

2.2.3.1	<i>Barra de menús</i> .....	10
2.2.3.2	<i>Barras de herramientas</i> .....	10
2.2.3.3	<i>Barra de herramientas "Estándar"</i> .....	10
2.2.3.4	<i>Barra de herramientas "Herramientas"</i> .....	11
2.2.4	<b>Software de simulación Cade Simu</b> .....	11
2.3.	<b>Hardware</b> .....	13
2.3.1.	<b>Sensor de temperatura</b> .....	13
2.3.2.	<b>Logo PLC</b> .....	15
2.3.2.1	<i>Estructura de Logo Plc</i> .....	16
2.3.2.2	<i>Montaje y cableado de Logo PLC</i> .....	17
2.3.2.3	<i>Conexión de las entradas de Logo</i> .....	19
2.3.3	<b>Interfaz hombre maquina (HMI)</b> .....	19
2.3.3.1	<i>Pasos necesarios para instalar el interfaz hombre maquina</i> .....	21
2.3.3.2	<i>Conexión de la fuente de alimentación.</i> .....	22
2.3.3.3	<i>Conexión con Logo PLC, PC y HMI a través de Ethernet.</i> .....	24
2.3.4	<b>Módulos de entradas analógicas</b> .....	27
2.3.5.	<b>Finales de carrera</b> .....	28
2.3.5.1	<i>Finales de carrera mecánicos</i> .....	28
2.3.5.2	<i>Sensores capacitivos</i> .....	29
2.3.6.	<b>Interruptores Industriales</b> .....	30
2.4.	<b>Técnicas de Control</b> .....	30
2.4.1	<b>Sistema de control de lazo cerrado</b> .....	31
2.4.2	<b>Control ON-OFF</b> .....	32
2.5.	<b>Elaboración del cartón corrugado</b> .....	32
2.5.1.	<i>Elementos del cartón corrugado</i> .....	33
2.6.	<i>Causas que generan el desperdicio</i> .....	34
3.	<b>DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN</b> .....	35
3.1.	<b>Introducción</b> .....	35
3.2.	<b>Descripción del arropo</b> .....	35
3.2.1	<b>Rodillo corrugador</b> .....	35
3.2.2	<b>Ejecución del arropo</b> .....	36
3.2.3	<b>Control manual del sistema</b> .....	36
3.2.4	<b>Actuadores del sistema de control de temperatura</b> .....	37



3.3.	<b>Identificación de las señales del PLC</b>	40
3.3.1	<b>Entradas del Logo PLC</b>	40
3.3.2	<b>Salidas del Logo PLC</b>	42
3.3.3	<b>Borneras de salida</b>	43
3.4.	<b>Linealización del sensor de temperatura</b>	43
3.5.	<b>Diseño del programa</b>	50
3.6.	<b>Mapeo de variables en WinCC</b>	55
3.7.	<b>Diagramas eléctricos</b>	62
3.7.1	<b>Armarios para tableros de control</b>	62
3.7.2	<b>Conexiones del sistema de control de temperatura</b>	62
3.7.3	<b>Diagrama eléctrico modificado</b>	62
3.7.4	<b>Diagrama eléctrico del motor de arropo externo del papel médium</b>	63
3.7.5	<b>Diagrama de arropo externo e interno del liner</b>	63
3.7.6	<b>Conexión Logo Plc con Interfaz Hombre maquina</b>	63
3.8.	<b>Acondicionamiento de señal</b>	64
3.9.	<b>Implementación del sistema</b>	64
3.9.1.	<i>Consideraciones para la implementación del sistema</i>	64
3.9.2.	<i>Distribución eléctrica</i>	65
3.9.3.	<i>Protecciones eléctricas</i>	66
3.9.4.	<i>Ubicación de los sensores</i>	66
3.9.5.	<i>Ubicación del interfaz hombre máquina (HMI)</i>	67
3.9.6.	<i>Ubicación del selector</i>	69
<b>4.</b>	<b>PRUEBAS Y RESULTADOS</b>	<b>70</b>
4.1.	<b>Definición de procesos y actividades</b>	70
4.2	<b>Análisis de operaciones</b>	71
4.3	<b>Finalidad de la operación</b>	71
4.4	<b>Diseño de la pieza</b>	71
4.5	<b>Análisis de proceso</b>	71
4.6	<b>Requerimientos de inspección</b>	71
4.7	<b>Material</b>	72
4.8	<b>Manejo de materiales</b>	72
4.9	<b>Distribución, organización y equipamiento del lugar de trabajo</b>	72
4.10	<i>Posibilidades comunes para la mejora</i>	72

<b>4.11</b>	<b><i>Condiciones del trabajo</i></b> .....	<b>73</b>
<b>4.12</b>	<b><i>Método</i></b> .....	<b>72</b>
<b>4.13</b>	<b><i>Medición del trabajo</i></b> .....	<b>73</b>
<b>4.13.1</b>	<b>Selección de los operarios</b> .....	<b>74</b>
<b>4.13.2</b>	<b>Elaboración de tablas de medición y selección de técnicas a utilizarse en la toma de</b>	<b>74</b>
<b>4.13.3</b>	<b>Determinación del número de observaciones necesarias para el estudio de tiempos..</b>	<b>75</b>
<b>4.13.4</b>	<b>Calificación del operador</b> .....	<b>75</b>
<b>4.13.5</b>	<b>Aplicación de márgenes y tolerancia</b> .....	<b>77</b>
<b>4.13.6</b>	<b>Cálculo de tiempo estándar</b> .....	<b>79</b>
<b>4.14</b>	<b>Comprobación de la sistematización</b> .....	<b>79</b>
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>85</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>85</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>86</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>89</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2 .</b>	Características de la interface hombre maquina KTP-600.....	21
<b>Tabla 1-3.</b>	Ubicación de las entradas del Logo PLC.....	41
<b>Tabla 2-3.</b>	Ubicación de alimentación para el Logo .....	41
<b>Tabla 3-3.</b>	Descripción de salidas de Logo PLC .....	42
<b>Tabla 4-3.</b>	Ubicación de las salidas del Logo .....	43
<b>Tabla 5-3.</b>	Direcciones IP para la conexión ethernet .....	43
<b>Tabla 6-3.</b>	Valores de voltaje vs temperatura .....	46
<b>Tabla 7-3.</b>	Datos Calculados .....	47
<b>Tabla 8-3.</b>	Datos medidos con un pirómetro .....	48
<b>Tabla 1-4.</b>	Diagrama de proceso de grupos .....	70
<b>Tabla 2-4.</b>	Tabla método General Electric .....	75
<b>Tabla 3-4</b>	Tabla de puntuación de destreza o habilidad .....	76
<b>Tabla 4-4.</b>	Tabla para calificar la consistencia .....	76
<b>Tabla 5-4.</b>	Tabla para calificar la condiciones .....	77
<b>Tabla 6-4.</b>	Tabla para calificar el esfuerzo y desempeño .....	77
<b>Tabla 7-4.</b>	Márgenes de tolerancia .....	78
<b>Tabla 8-4.</b>	Actividades para la lectura de temperatura .....	81
<b>Tabla 9-4.</b>	Número de observaciones para el estudio de tiempo .....	82
<b>Tabla 10-4</b>	Tabla de calificaciones del operador .....	82
<b>Tabla 11-4</b>	Valores de tolerancia para el operador .....	82
<b>Tabla 12-3.</b>	Actividades para la lectura de temperatura .....	83

## INDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Figura 1-1.</b>	Diagramas de bloque del sistema .....	4
<b>Figura 1-2.</b>	Ambiente integrado para la programación .....	9
<b>Figura 2-2.</b>	Barra de herramientas estandard de Logo Soft .....	10
<b>Figura 3-2.</b>	Barra de herramientas de Logo Soft .....	11
<b>Figura 4-2.</b>	Interfaz del software CADE SIMU .....	12
<b>Figura 5-2.</b>	Sensor Piroeléctrico .....	13
<b>Figura 6-2.</b>	Modulo Logo Plc .....	15
<b>Figura 7-2.</b>	Logo 12/24 RC .....	16
<b>Figura 8-2.</b>	Montaje en el perfil soporte .....	18
<b>Figura 9-2.</b>	Logo implementado .....	18
<b>Figura 10-2.</b>	Pantalla HMI modelo ktp600.....	20
<b>Figura 11-2.</b>	Pasos para montaje de la interface Hombre-Maquina .....	22
<b>Figura 12-2.</b>	Dimensionamiento para el pelado de cables .....	23
<b>Figura 13-2.</b>	Forma de conectar el HMI con una fuente de poder .....	23
<b>Figura 14-2.</b>	Enlaces Ethernet con diferentes equipos .....	24
<b>Figura 15-2.</b>	Módulo de entrada para LOGO PLC .....	27
<b>Figura 16-2.</b>	Partes de un final de carrera.....	29
<b>Figura 17-2.</b>	Pulsadores Industriales .....	30
<b>Figura 18-2.</b>	Diagrama de bloques de lazo cerrado .....	32
<b>Figura 19-2.</b>	Diagrama de bloques del control on/off .....	32
<b>Figura 20-2.</b>	Elementos del cartón.....	33
<b>Figura 21-2.</b>	Láminas de singler facer .....	34
<b>Figura 22-2.</b>	Láminas de doble cara .....	34
<b>Figura 1-3.</b>	Ubicación de las Flautas en la corrugadora.....	35
<b>Figura 2-3.</b>	Partes del arrope .....	36
<b>Figura 3-3.</b>	Botones para el control de arrope del papel liner .....	37
<b>Figura 4-3.</b>	Botones para el control de arrope del papel médium .....	37
<b>Figura 5-3.</b>	Motor de arrope externo de liner .....	38
<b>Figura 6-3.</b>	Motor de arrope interno de liner .....	38
<b>Figura 7-3.</b>	Motor de arrope del papel médium .....	39
<b>Figura 8-3.</b>	Tablero de control del MF .....	40
<b>Figura 9-3.</b>	Entradas digitales.....	42

<b>Figura 10-3.</b>	Conexión del sensor con el Logo PLC.....	44
<b>Figura 11-3.</b>	Voltaje vs temperatura ideal .....	48
<b>Figura 12-3.</b>	Voltaje vs temperatura real .....	49
<b>Figura 13-3.</b>	Captación de señal analógica .....	50
<b>Figura 14-3.</b>	Amplificador Analógico .....	51
<b>Figura 15-3.</b>	Instrucción Aritmética .....	51
<b>Figura 16-3.</b>	Parametrización de la instrucción aritmética .....	52
<b>Figura 17-3.</b>	Configuración del bloque de promedio liner.....	53
<b>Figura 18-3.</b>	Configuración del bloque de promedio médium .....	54
<b>Figura 19-3.</b>	Ventana de conexión entre la HMI y el Logo PLC .....	55
<b>Figura 20-3.</b>	Tabla de variables de Win CC .....	56
<b>Figura 21-3.</b>	Pantalla principal del sistema de control de temperatura .....	57
<b>Figura 22-3.</b>	Configuración de la tecla F1 .....	58
<b>Figura 23-3.</b>	Configuración de la tecla F2.....	58
<b>Figura 24-3.</b>	Configuración de la tecla F3 .....	59
<b>Figura 25-3.</b>	Configuración de la tecla F4.....	60
<b>Figura 26-3.</b>	Configuración de la tecla F5.....	61
<b>Figura 27-3.</b>	Configuración de la tecla F6.....	61
<b>Figura 28-3.</b>	Tarjeta de acondicionamiento de señal .....	64
<b>Figura 29-3.</b>	Ubicación de los sensores .....	67
<b>Figura 30-3.</b>	Tablero Mf de la Flauta B.....	68
<b>Figura 31-3.</b>	Selector del sistema .....	69
<b>Figura 1-4</b>	Diagrama de proceso de grupo .....	70

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo A.</b>	Armarios para tableros de control .....	91
<b>Anexo B.</b>	Conexiones del sistema de control de temperatura.....	92
<b>Anexo C.</b>	Diagrama eléctrico modificado.....	93
<b>Anexo D.</b>	Motor de arrope externo de papel médium .....	94
<b>Anexo E.</b>	Diagrama de arrope externo e interno del liner .....	95
<b>Anexo F.</b>	Conexión Logo Plc con Interfaz Hombre maquina .....	96
<b>Anexo G.</b>	Desperdicio total de la corrugadora del mes de febrero del 2015 .....	97
<b>Anexo H.</b>	Desperdicio generado por critalizado y pega falsa.....	98
<b>Anexo I.</b>	Información de estudio de tiempos .....	99
<b>Anexo J.</b>	Manual de Usuario .....	100
<b>Anexo K.</b>	Flauta corrugadora.....	104
<b>Anexo L.</b>	Programa completo del sistema de control de temperatura .....	105

## RESUMEN

Se diseñó e implementó un sistema de control automático de temperatura para la máquina corrugadora de la Industria “INCARPALM”, ubicada en la provincia del El Oro, en la ciudad de Machala. En dicha empresa se generaba desperdicio debido a que no existía un control sistematizado y automático de la temperatura, el control se lo realizaba manualmente, por esta razón se presentaban dos fenómenos denominados pega falsa y cristalizado. Además, por la incertidumbre que el operador tenía al momento de medir la temperatura, este no podía aumentar la velocidad de producción. Otra circunstancia que causaba problema por realizar el control de temperatura de manera manual fue el ambiente laboral en el cual se encontraba el operador, un ambiente fatigado y cargado de actividades para lograr alcanzar la temperatura que se requiere para un papel de óptima calidad. Para dar solución a todos estos problemas en la máquina corrugadora, se diseñó e implementó un control automático de temperatura en la sección de single facer y médium facer, donde hubo la necesidad de identificar las entradas y salidas que intervenían en este sistema de control, así mismo se implementó la etapa electrónica, la etapa de monitoreo y un banco de pruebas para verificar los resultados obtenidos con la implementación. Este sistema de control de temperatura consistía en controlar automáticamente los rodillos de arropo en el papel liner externo, liner interno y papel médium, para poder llegar a la temperatura que se deseaba, es decir si quería más temperatura, el sistema automáticamente realizaba mayor arropo del papel alrededor de los rodillos precalentadores. Para ello el sistema tuvo un control On/Off de lazo cerrado donde los sensores de temperatura fueron utilizados para cerrar el ciclo de este sistema de control, y se utilizó como controlador un Logo PLC. El operador pudo establecer un valor deseado de temperatura en la pantalla táctil, de esta manera el sistema entró en funcionamiento para obtener láminas de cartón corrugado de excelente calidad. De acuerdo a la tabla de desperdicio que fue facilitada por el departamento de planificación, y como resultado de la implementación del sistema se observa que el desperdicio de cartón corrugado se redujo notablemente, desde 4493 kilogramos a 12 kilogramos, así mismo, la velocidad de producción aumentó desde 150 metros por minuto a 200 metros por minuto. Finalmente se concluye que con la implementación del sistema se le brindó un mejor ambiente laboral al operador, además se redujo los tiempos muertos de producción. Se recomienda al personal técnico calificado que en cada mantenimiento planificado se realice un chequeo preventivo de los diferentes equipos del sistema para preservar la vida útil de los mismos.

**Palabras claves:** <SOFTWARE [LOGO SOFT]>, <ENVOLTURA [ARROPE]>, <SOFTWARE [WIN CC]>, <SOFTWARE [CADE SIMU]>, <INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA [HMI]>, <SOFTWARE [LOGO PLC]>, <LINER [TIPO DE PAPEL]><MEDIUM [TIPO DE PAPEL]>

## ABSTRACT

A temperature automatic control System was designed and implemented for the corrugating machine of INCARPALM industry located en El Oro province, Machala city. This company generated wasted due to the lack of a systematized and automatic control of temperature. The control was carried out in a manual way that is why two problems called false sticking and crystallized were present as well as the uncertainty the operator had when measuring the temperature; this impeded increasing the production speed. Another problem due to the manual temperature control was the working environment of the operator; this was a tiring environment and full of activities to achieve the required temperature to produce high quality paper. To solve all these problem in the corrugated machine it was necessary to design and implement temperature automatic control system in the single and medium facer stage where it was necessary to identify the inputs and outputs which were part of the control system, it was also necessary to implement the electronic and monitoring stage as well as a test bench to verify the results obtains by means of the implantation. This temperature control system was based on the automatic control of the corrugating rollers in the external, internal and medium liner paper in order to reach the required temperature. If more temperature was required the system automatically produced more corrugated paper around the preheating rollers. For the system had an On/Off control where the temperature sensors were used to close the control system cycle and as a controller a PLC logo was used. The operator had to establish the required temperature value on the touch screen in this way this system started to work to obtain high-quality corrugated paperboard. According to the waste chart provide by the planning department an as a results of the system implementation, it is show that corrugated cardboard waste was clearly reduced from 4493 kilograms to 12 kilograms, in this way the speed production increased from 150 meters per minute to 200 meters per minute.

Finally it was concluded that system implementation provided a better working environment for the operator, on the other hand downtime production was reduced. So it recommended that qualified personnel carries out preventing checking of a different system equipment whenever they make a planned maintenance in order to preserve the life time.

**Key words:** < [LOGO SOFT] SOFTWARE >, < CORRUGATING [WRAPPING] >, < [WIN CC] SOFTWARE >, < [CADE SIMU] SOFTWARE >, < [HMI] MAN-MACHINE INTERFACE>, < [LOGO PLC] SOFTWARE >, < [PAPER TYPE] LINER >, < [PAPER TYPE] MEDIUM >



## Introducción

En la actualidad, las empresas son reconocidas por la calidad que entregan en cada producto terminado, por esta razón los altos ejecutivos junto con el personal técnico buscan determinar de la manera más adecuada mejorar los procesos de producción sistematizando cada uno de ellos.

Industria Cartonera Incarpalm es una empresa que ha ido creciendo gracias al esfuerzo dedicación y desempeño de cada uno de sus colaboradores. El operador de la corrugadora ubicado en la sección single facer y médium facer en cada una de las flautas, ya sea, flauta B o flauta C que son las más utilizadas para el corrugado, realizan el arropé del papel manualmente.

Debido a que el operador no tiene una lectura exacta de la temperatura del papel, es necesario implementar un sistema que sea capaz de monitorear la temperatura del mismo y así poder realizar el control automático para evitar tener una lámina con pega falsa o cristalizado.

Por esta razón, se ha buscado la mejor opción para la utilización de los sensores de temperatura, para así adquirir las señales de cada uno, procesarlas y realizar el control adecuado.

La implementación de este sistema de control y monitoreo de temperatura se lleva a cabo mediante la adquisición de hardware, los cuales son los logos PLC con sus respectivos módulos de expansión para las señales analógicas y que sirven para la conexión de los sensores, y el desarrollo de la programación para el procesamiento de las señales. De la mano se realizó una interfaz hombre maquina (HMI) para estar en un perpetuo monitoreo de la temperatura y poder realizar las maniobras necesarias para tener una lámina de la mejor calidad.

## **Capítulo I.- Marco referencial**

### **1.1 Formulación general del proyecto de titulación**

#### **1.1.1 Planteamiento del problema/Antecedentes**

El proceso de corrugación de cartón empieza desde que el montacarguista coloca la bobina de papel en la sección de corrugado que luego será enhebrado y guiado por cada uno de los rodillos empalmadores , precalentadores y preacondicionadores; este proceso lo realiza manualmente el operario. En esta parte del proceso, el control de arropo se lo realiza dependiendo de la velocidad a la que produce el ondulado; es decir; a mayor velocidad, mayor arropo, para obtener la temperatura deseada.

Seguidamente el liner ingresa por el rodillo de presión, y simultáneamente el corrugado medio pasa por las masas corrugadoras formando las “flautas”, estas flautas reciben adhesivo en cada una de sus crestas a través de un rodillo engomador; en este punto se controla la cantidad de goma que reciben las crestas, lo que permite la adherencia con el Liner interior; el cual se dirige por la banda transportadora hacia el puente.

La situación actual en el proceso de arropo tiene la finalidad de dar al papel la temperatura adecuada para el buen pegue con el single facer. El control de arropo de los papeles en el calentador se hace mediante dos pulsadores, uno para arropar y otro para desarropar el rodillo calentador. Posteriormente, el operario tantea la temperatura de los papeles y realiza los ajustes manuales hasta tener la temperatura que estima apropiada, sin tener un valor exacto y sin tener en cuenta la relación entre la cantidad de arropo, la velocidad, temperatura y características del papel; de esta manera, obtiene papel despegado o tostado.

En la Escuela Politécnica Nacional de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica se ha realizado el siguiente estudio “Implementación de un sistema de control de temperatura para el calentamiento de un tanque de alimentación continua mediante un PLC “. En dicho estudio el operario puede manipular con facilidad el cambio del set point de trabajo de temperatura en función de las necesidades que requiera, se puede acceder a cada una de las variables el caso de que se emplee rangos de temperatura más elevadas (Patricio López Gallo, Quito 2009).

### **1.1.2 Formulación del problema**

¿De qué manera influirá el control de temperatura en la etapa de singler facer y médium face para reducir el desperdicio de cartón corrugado?

### **1.1.3 Sistematización del problema**

¿Por qué se va a reducir los tiempos de control de temperatura en la corrugadora?

¿Para qué se va implementar un sistema de control de temperatura?

¿Es necesaria la implementación de un sistema de control de temperatura?

¿El operador podrá correr la maquina a una mayor velocidad?

## **1.2 Justificación del proyecto de grado**

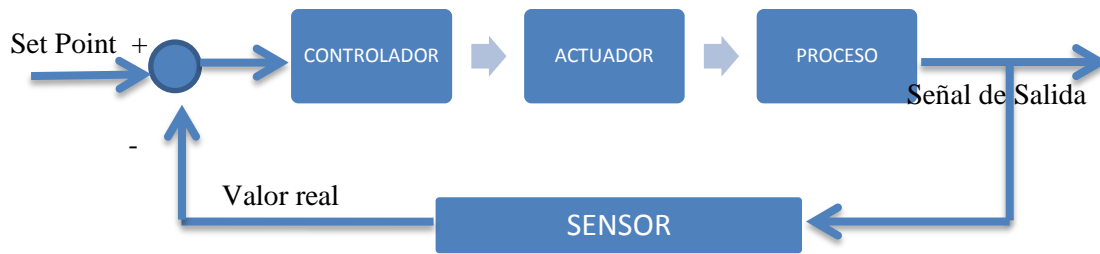
### **1.2.1 Justificación teórica**

Con la implementación del sistema de control y monitoreo de temperatura habrá la posibilidad y la gran ventaja de poder controlar los tres motores trifásicos que hacen girar cada uno de los arropes ubicados en la sección de sigler facer y médium facer. El sistema va a constar de dos sensores de temperatura laser o también llamados pirómetros, los cuales trabajan con valores de 4 a 20 mA , es indispensable utilizar estos sensores debido a que el papel no va a estar fijo, la ubicación de los pirómetros serán; uno ubicado en el lado máquina y otro en el lado operador, para posteriormente durante el proceso sacar un promedio de temperatura y establecer si se requiere más o menos arropes del cartón alrededor de los rodillos precalentadores.

La interfaz hombre máquina (HMI) será programado en Win cc y cargado en una pantalla táctil de siemens modelo KTP600. El operador tiene que setear un valor de temperatura deseada para el papel; el logo plc captará los valores en las entradas analógicas y realizará el control que se le programe.Utilizar sensores con señales de corriente tiene una gran ventaja sobre los sensores de señal de voltaje, debido a que se evitará la caída de tensión en el conductor, por lo que la lectura será mucho más exacta.

La parte actuadora va a estar conformada por los tres motores trifásicos, uno por cada rodillo precalentador, estos motores son de 2hp con un consumo de corriente nominal de 4 Amperios. El tipo de control que se va a emplear es un control ON/OFF de lazo cerrado, es una técnica muy versátil utilizada en la automatización industrial.

La figura 1-1 indica el diagrama de bloques de la secuencia del sistema, identificando las etapas que van a estar involucradas.



**Figura 1-1.** Diagrama de bloques del sistema  
Realizado por Aguilar Antonio

### 1.2.2 Justificación aplicativa

Con un sistema de control de temperatura se va a reducir notablemente el cristalizado y pega falsa del almidón en la sección de sigler facer y médium facer debido a que reúne un conjunto de componentes que pueden regularse y sistematizarse, con el fin de lograr una reducción del desperdicio generado por el cristalizado y pega falsa.

En el Anexo G se presentan los valores porcentuales de desperdicio correspondientes al mes de febrero 2015, los cuales se planea corregir.

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 Objetivo general

Implementar un sistema de monitoreo de temperatura para el control automático en la sección de sigler facer y médium facer de la máquina corrugadora ubicada en la Industria Cartonera “INCARPALM” para eliminar el cristalizado y pega falsa del almidón.

### **1.3.2 Objetivos específicos:**

- Identificar las etapas y señales de entrada y salida a controlar en el proceso.
- Diseñar e implementar la etapa electrónica del control automático de temperatura.
- Implementar la etapa de monitoreo de temperatura mediante el hmi seleccionado
- Realizar un banco de pruebas para verificar el correcto funcionamiento el sistema implementado

## **Capítulo II.- Marco teórico**

### **2.1 Descripción de la Industria Cartonera “INCARPALM”**

INCARPALM INDUSTRIA CARTONERA PALMAR S.A. Es una empresa dedicada, entre otras actividades, para la fabricación, industrialización de las cajas de cartón corrugado, pudiendo en consecuencia comercializar, actuar de agente, representante o comisionista, comprar, vender, distribuir, importar, exportar los antes mencionados productos, así como los insumos para fabricación de tales como papeles, tintas, almidones, ect.

#### **Política Empresarial**

INCARPALM S.A.es una organización dedicada al diseño, producción y comercialización de soluciones de empaque con tecnología de punta, filosofía, lean e innovación en: Papel, cartón corrugado pre y post print.

Enfatizamos nuestro compromiso con el desarrollo sostenible y la mejora continua basado en los siguientes pilares fundamentales:

El cliente como principal activo y socio estratégico dentro de nuestra cadena de suministro.

La seguridad integral y calidad en los procesos productivos y servicios para garantizar entregas oportunas.

El uso racional y sostenible de los recursos aprovechando nuestras ventajas competitivas, cumpliendo con los requisitos legales y normativas aplicables a nuestra organización.

El desarrollo de nuestro personal enfocado en nuestros valores organizacionales, competencias, motivación y respeto por los derechos humanos.

## **2.2 Software**

### **2.2.1 WinCC flexible**

WinCC Flexible es el software que permite realizar todas las tareas de configuración necesarias. La edición de WinCC Flexible determina qué paneles de operador de la gama SIMATIC HMI se pueden configurar.

WinCC Flexible cubre el nivel de funciones que abarca desde los Micro Paneles hasta la visualización en PC sencilla.

#### **2.2.1.1 Principio de funcionamiento del WinCC**

De acuerdo con el manual del sistema de Win CC(2014, 167), Al crear un proyecto en WinCC Flexible o al abrir uno ya existente, aparece la estación de trabajo de WinCC Flexible en la pantalla del equipo de configuración. En la ventana de proyecto se representa la estructura del proyecto y se visualiza su estructura.

WinCC Flexible incluye un editor específico para cada tarea de configuración. Por ejemplo, la interfaz gráfica de usuario de los paneles de operador se configura en el editor “Imágenes”. Para configurar los avisos se emplea por ejemplo el editor “Avisos de bit”.

Todos los datos de configuración que pertenecen a un mismo proyecto se almacenan en la base de datos del proyecto (Manual del sistema de Win CC, 2014, p. 167).

### **2.2.2 WinCC Flexible Runtime**

De acuerdo con el manual de sistema de Win CC (2014, p.181),win CC Flexible Runtime es el software para visualizar procesos. En Runtime, el proyecto se ejecuta en modo de proceso.

#### **2.2.2.1 Principio de funcionamiento.**

En Runtime, el usuario puede controlar y visualizar el proceso. Las tareas más frecuentes son:

- La comunicación con los sistemas de automatización.
- La visualización de las imágenes en la pantalla.

- El control del proceso, por ejemplo, mediante entrada de valores de consigna o mediante apertura y cierre de válvulas.
- La grabación de los datos actuales de Runtime, como por ejemplo, los valores de proceso y los eventos de aviso

### **2.2.3 LOGO!Soft Comfort**

Logo Soft es la interfaz donde se realizará toda la lógica de programación correspondiente al logo PLC. En ella se podrá programar ya sea en formato ladder o en diagrama de bloques (FUP). Es recomendable estar familiarizado con cualquiera de los dos formatos, de esta manera no se tendrá inconvenientes al momento de programar en otros autómatas (Siemens AG, 2003, p.37).

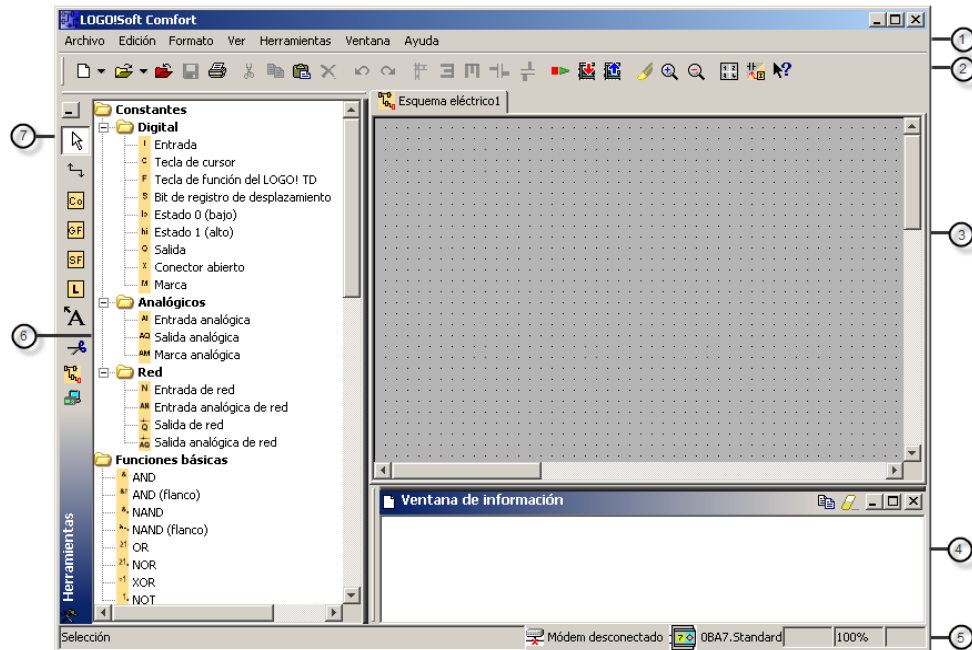
La mayor parte de la pantalla la ocupa el área dedicada a la creación de esquemas de conexiones. Esta área se denomina interfaz de programación. En la interfaz de programación se disponen los símbolos y enlaces del programa (Siemens AG, 2003, p.37).

Para no perder la vista de conjunto, especialmente en el caso de programas grandes, en los extremos inferior y derecho de la interfaz de programación se dispone de barras de desplazamiento que permiten mover el programa en sentido horizontal y vertical (Siemens AG, 2003, p.38).

En la siguiente figura 1-2 se puede describir las partes del ambiente integrado para desarrollar un programa en Logo Soft

Es una pantalla amigable con el programador, ya que para desarrollar un programa se necesita seleccionar el bloque que se va a utilizar y arrastrarlo hacia la parte derecha.





**Figura 1-2.** Ambiente integrado para la programación  
Fuente: (Manual de Logo Soft 7.0, 2003).

- ① Barra de menú
- ② Barra de herramientas "Estándar"
- ③ Interfaz de programación
- ④ Ventana de información
- ⑤ Barra de estado
- Constantes y conectores
- Funciones básicas (sólo editores FUP y UDF)
- ⑥ Funciones especiales
- Perfil de registro de datos (sólo editores FUP y KOP)
- UDF (sólo editores FUP y UDF)
- ⑦ Barra de herramientas "Herramientas"

### 2.2.3.1 Barra de menús

En la parte superior de la ventana de LOGO!Soft Comfort se encuentra la barra de menús. Ésta contiene los distintos comandos para editar y gestionar los programas, incluyendo también ajustes predeterminados y funciones para transferir el programa al LOGO! (Siemens AG, 2003, p.38).

### 2.2.3.2 Barras de herramientas

LOGO!Soft Comfort provee tres barras de herramientas, a saber:

- ✓ Barra de herramientas "Estándar"
- ✓ Barra de herramientas "Herramientas"
- ✓ Barra de herramientas "Simulación"

### 2.2.3.3 Barra de herramientas "Estándar"

La barra de herramientas "Estándar" se encuentra por encima de la interfaz de programación. Al iniciar LOGO!Soft Comfort aparece una barra de herramientas "Estándar" reducida a las funciones esenciales (Siemens AG, 2003, p.38).

De acuerdo con Siemens AG (2003, p.19), la barra de herramientas "Estándar" proporciona acceso directo a las principales funciones de LOGO!Soft Comfort.

Según con Siemens AG (2003, p.19), la barra de herramientas "Estándar" completa aparece tan pronto como se accede a un programa para su edición en la interfaz de programación.

La figura 2-2 se indica la barra de herramientas estándar



**Figura 2-2.** Barra de herramientas estándar de Logo Soft

**Fuente:** (Manual de Logo Soft 7.0,2003).

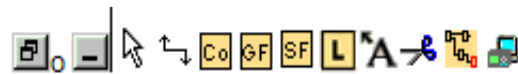
Mediante los botones de esta barra pueden realizarse, entre otras, las siguientes acciones: crear un programa; cargar, guardar o imprimir un programa existente; cortar, copiar y pegar objetos de un circuito o transferir datos desde y hacia el LOGO!. (Siemens AG, 2003, p.21).

La barra de herramientas "Estándar" se puede seleccionar y mover con el ratón. Si cierra la barra de herramientas "Estándar", ésta permanecerá siempre acoplada a la barra de menús (Siemens AG, 2003, p.21).

#### 2.2.3.4 Barra de herramientas "Herramientas"

La barra de herramientas "Herramientas" se encuentra en el borde izquierdo de la pantalla. Los botones dispuestos en esta barra permiten cambiar a diferentes modos de edición para crear o procesar programas de forma rápida y sencilla (Siemens AG, 2003, p.22).

En la figura 3-2 se indica la barra de herramientas de Logo Soft, donde comprende algunas herramientas necesarias para la programación.



**Figura 3-2.** Barra de herramientas de Logo Soft

**Fuente:** (Manual de Logo Soft 7.0,2003).

#### 2.2.4 Software de simulación Cade Simu

De acuerdo con el manual de Cade Simu (2014, p15), cade simu es un programa de CAD electrotécnico que permite insertar los distintos símbolos organizados en librerías y trazar un esquema eléctrico de una forma fácil y rápida para posteriormente realizar la simulación.

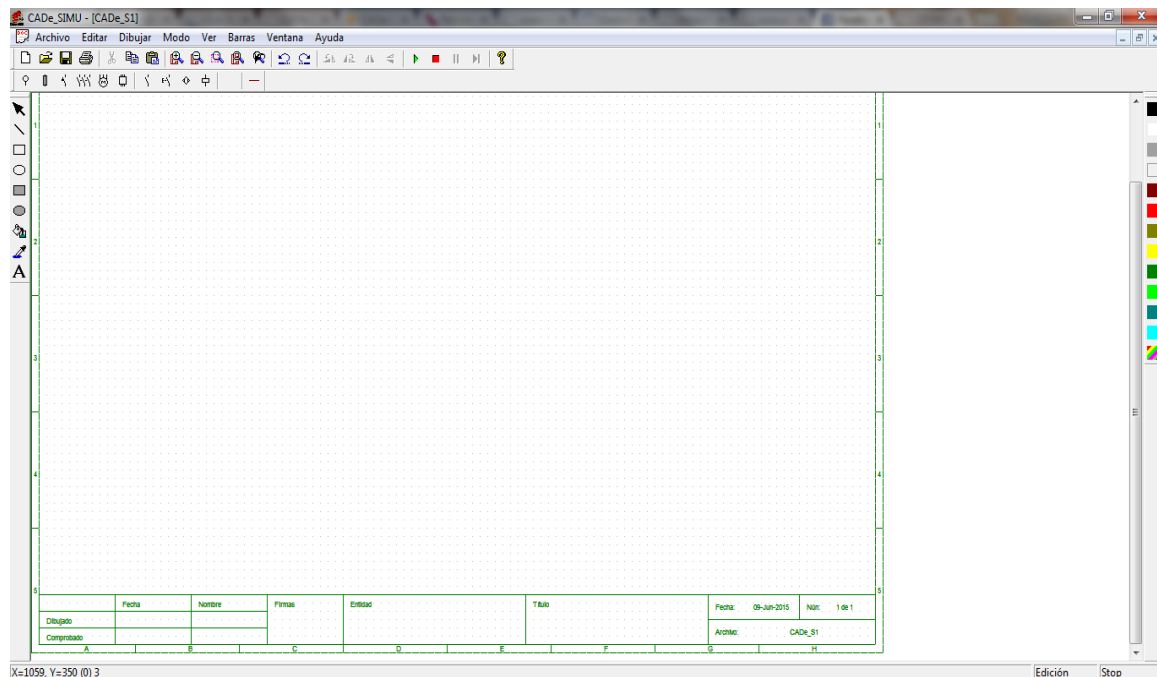
Según el manual de Cade Simu (2014, p15), el programa en modo simulación visualiza el estado de cada componente eléctrico cuando está activado al igual que resalta los conductores eléctricos sometidos al paso de una corriente eléctrica.

El manual de Cade Simu (2014, p16) manifiesta que por medio del interface CAD se puede dibujar el esquema de forma fácil y rápida. Una vez realizado el esquema por medio de la simulación se puede verificar el correcto funcionamiento.

Cade Simu dispone de las siguientes librerías de simulación:

- ✓ Alimentaciones tanto de CA como de CC.
- ✓ Fusibles y seccionadores.
- ✓ Interruptores automáticos, interruptores diferenciales, relé térmico, y disyuntores.
- ✓ Contactores e interruptores de potencia.
- ✓ Motores eléctricos.
- ✓ Variadores de velocidad para motores de CA y CC.
- ✓ Contactos auxiliares y contactos de temporizadores.
- ✓ Contactos con accionamiento, pulsadores, sets, interruptores, finales de carrera y contactos de relés térmicos.
- ✓ Bobinas, temporizadores, señalizaciones ópticas y acústicas.
- ✓ Detectores de proximidad y barreras fotoeléctricas.
- ✓ Conexionado de cables unipolares y tripolares, mangueras y regletas de conexión.

En la figura 4-2 se muestra el ambiente integrado donde se realiza la simulación de los circuitos eléctricos.



**Figura 4-2.** Interfaz del software CADE SIMU

**Fuente:** (Ayuda Cade Simu,2014).

## 2.3 Hardware

### 2.3.1 Sensor de temperatura

También denominados termómetros de radiación, son dispositivos que miden indirectamente la temperatura a partir de la medición de la radiación térmica infrarroja que emiten los cuerpos calientes. Los termostatos, termoresistencias y sensores de silicio son dispositivos generalmente invasivos, es decir deben estar en contacto físico con la sustancia u objeto cuya temperatura se desea medir. Los pirómetros de radiación, por su parte, son dispositivos invariablemente no invasivos, es decir realizan la medición a distancia. Estos últimos se utilizan principalmente para la medición de temperaturas muy altas o en situaciones donde los sensores anteriores no pueden ser empleados, por ejemplo, cuando el objeto o medio caliente se está moviendo, es muy pequeño, tiene una forma irregular, es inaccesible o puede ser contaminado por el contacto con el sensor. (Amilkar Piroeléctricos, 2010, p).

En la figura 5-2 se indica el pirómetro utilizado en el sistema de control de temperatura.



**Figura 5-2.** Sensor Piroeléctrico

**Fuente:** (Amilkar Piroeléctricos,2010).

El sensor que se va a utilizar mide temperaturas desde  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $500\text{ }^{\circ}\text{C}$  y dispone de salidas de  $4 - 20\text{mA}$ .este rango de salida es compatible con la mayoría de indicadores, controladores, registradores, logo PLC, etc., sin necesidad de una interconexión especial o acondicionamiento de señal. Son adecuados para las mayoría de las materias, tales como alimentos, papel, telas, plásticos, cuero, tabaco, medicinas, productos químicos, caucho, carbón y asfalto; sin embargo no los son para materiales con una baja emisividad, como por ejemplo, los materiales pulidos.

## **Características de pirómetro**

### **General**

#### **Precisión**

+/-1% de lectura o +/-1°C

#### **Repetibilidad**

+/-0,5% de lectura o +/-0,5°C

#### **Emisividad**

0,95

#### **Tiempo de respuesta**

240 ms que corresponde al 90% de respuesta

#### **Tensión de alimentación**

24 Vcc, máximo 28 Vcc

#### **Tensión del sensor**

6 Vcc como mínimo

#### **Impedancia máxima del circuito**

900 ohmios

#### **Impedancia de salida**

56 ohmios

#### **Mecánica**

#### **Construcción**

Acero inoxidable

#### **Dimensiones**

18 mm de diámetro x 103 mm

#### **Longitud del cable**

1 metro

#### **Ambiente**

#### **Valoración ambiental**

IP65, que nos indica que está totalmente protegido contra el polvo y contra el lanzamiento de agua desde todas las direcciones

#### **Gama de temperatura ambiental**

0 °C a 70°C

#### **Humedad relativa**

95% máximo sin condensación

### 2.3.2 Logo PLC

El PLC de **SIEMENS LOGO**, es un autómata muy utilizado para procesos industriales, que posee 8 entradas, la cuales pueden ser de 24 Vcd, 110 VAC o 220 VAC y 4 salidas de relé que manejan hasta 8 A de corriente alterna. El LOGO incluye una pantalla de cristal líquido a través de la cual se puede introducir alguna de las funciones digitales. La forma de programación es en ladder o en diagrama de bloques (Siemens AG, 2003, p.1).

Además el LOGO puede conectarse a una red que permite a los nuevos PLC'S de la Siemens hacer las conexiones de salidas y de entradas.

En la figura 6-2 se indica el logo PLC que se va a utilizar en el sistema de control de temperatura



**Figura 6-2.** Modulo Logo Plc

Fuente: (Manual de Logo Soft 7.0,2003).

#### **Características de LOGO! Soft Comfort V7:**

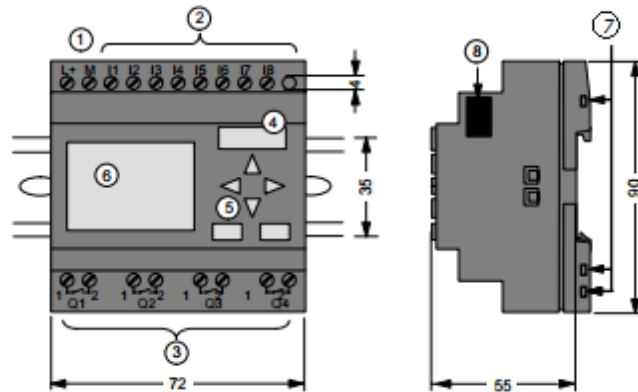
- Tarjetas SD estandar para almacenar instrucciones.
- Comunicación con equipos Simatic, paneles y servidores OPC basados en protocolo S7.
- Los programas pueden ser de hasta 400 bloques de función en todos los equipos Basic.
- 64 marcas analógicas.
- 64 marcas digitales.
- registros de desplazamiento con 8 bits cada uno
- Función de reloj astronómico que permitirá usar el logo para el encendido y apagado de luces.
- Funciones de diagnostico
- Tiempo de arranque configurable de 1 a 10 segundos

- Zona de direccionamiento de periferia ampliada (24 DI, 20 DO, 8 AI y 8 AO)
- Representación gráfica integrada para las señales analógicas con el LOGO!
- Mismas versiones de tensión que el LOGO! 6 (12/24V, 230V)
- Módulos de ampliación digitales y analógicos para el LOGO! 7

### 2.3.2.1 Estructura de Logo Plc

La estructura del Logo PLC comprende la parte mecánica, como por ejemplo la carcasa, las entradas, las salidas, las teclas, etc.

En la figura 7-2 se muestra la estructura mecánica del Logo PLC así como las partes que lo constituyen.



**Figura 7-2.** Logo 12/24 RC

Fuente: (Manual de Logo Soft 7.0, 2003).

- 1) Alimentación de tensión
- 2) Entradas
- 3) Salidas
- 4) Receptáculo de módulo con revestimiento
- 5) Panel de manejo
- 6) Pantalla Lcd
- 7) Indicador de estado RUN/STOP
- 8) Codificación mecánica



### **2.3.2.2 Montaje y cableado de Logo PLC**

De acuerdo Siemens AG (2003, p.16), al momento de realizar el montaje y cableado se sugiere tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Utilizar conductores con la sección adecuada para la respectiva intensidad. Logo PLC se puede conectar con cables de una sección entre 1.5 mm<sup>2</sup> y 2.5 mm<sup>2</sup>.
- No apretar excesivamente los bornes de conexión. Par de torsión máximo: 0.5 Nm.
- Los conductores deben tenerse lo más cortos posible. Si se requiere conductores más largos, es necesario utilizar cable apantallado. Los cables se deben tender por pares: un conductor neutro junto con un conductor de fase o una línea de señal.

Desconectar:

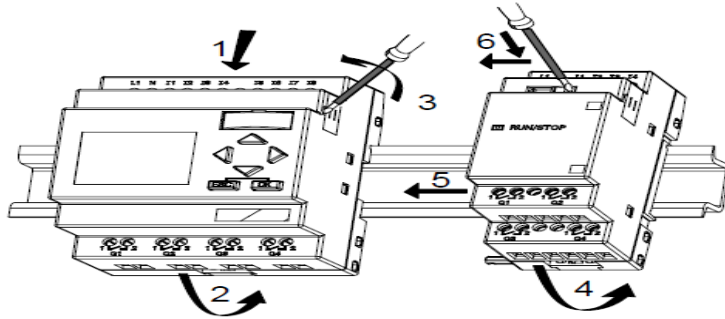
- ✓ El cableado de corriente alterna.
  - ✓ El cableado de corriente continua de alta tensión con secuencia rápida de operación de los contactos.
  - ✓ El cableado de señal de baja tensión
- 
- Prever un alivio de tracción adecuado para los conductores
  - No conectar una fuente de alimentación externa a una carga de salida paralela de corriente continua. De lo contrario podría crearse una corriente inversa en la salida

### **Montaje en el perfil soporte**

Para montar un Logo Plc y un módulo de expansión se debe seguir los siguientes pasos:

1. Colocar el LOGO sobre el perfil soporte
2. Girar el Logo hasta introducir en el perfil soporte.

En la figura 8-2 se muestra el montaje del Logo PLC sobre un riel DIN utilizado frecuentemente en la industria.



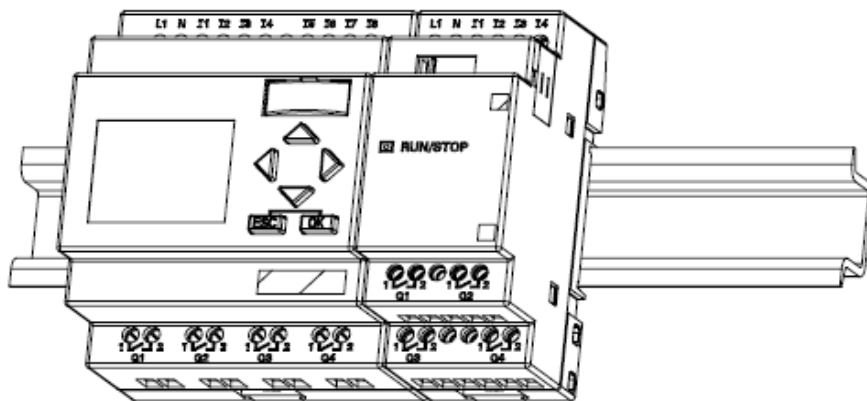
**Figura 8-2.** Montaje en el perfil soporte

Fuente: (Manual de Logo Soft 7.0,2003).

3. Retirar la tapa del conector del lado derecho del Logo y del módulo de ampliación.
4. Colocar el módulo de expansión a la derecha de Logo sobre el perfil de soporte.
5. Deslice el modulo hacia la izquierda hasta alcanzar el Logo.
6. Con un destornillador, presione la guía deslizante integrada y empújela hacia la izquierda.

Es necesario tener precaucion al momento de montar el Logo PLC sobre el perfil de soporte, debido a que puede romper los seguros que se encuentran la parte de atrás del autómeta.

Cuando alcance la posición final, la guía deslizante se engatillara en el Logo. En la figura 9-2 en indica el logo ya implementado, en el perfil de soporte.



**Figura 9-2.** Logo implementado

Fuente: (Manual de Logo Soft 7.0,2003).

### **2.3.2.3 Conexión de las entradas de Logo**

A las entradas se conectan sensores tales como pulsadores, interruptores, barras fotoeléctricas, reguladores de luz natural, etc.

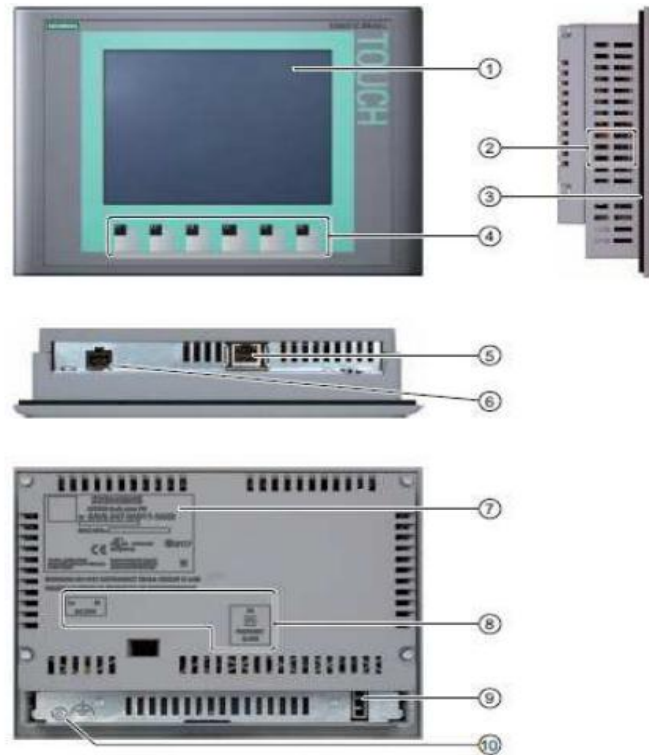
Siempre que se necesite una salida de relé se puede utilizar un Logo Plc ya sea para uso industrial, o para uso doméstico como es el caso. En la primera opción se lo puede utilizar debido a su bajo costo y relativa versatilidad de uso, ya que es posible realizar ciertos tipos de control, ya sea un control PI, ON/Off etc sin ningún tipo de problema. Para el uso doméstico, si cabe el término, es muy utilizado en la implementación de sistemas demóticos

### **2.3.3 Interfaz hombre maquina (HMI)**

El ser humano está continuamente interactuando con los objetos que le rodean, y crea expectativas sobre cómo éstos deben comportarse, basadas en pasadas experiencias con estos objetos u otros similares. Cuando los seres humanos y los computadores interactúan lo hacen a través de un medio o interfaz hombre – máquina, que definimos como HMI (M. Gea, 2008, p.1).

La HMI es el punto en el que seres humanos y computadores se ponen en contacto, transmitiéndose mutuamente tanto información, órdenes y datos como sensaciones, intuiciones y nuevas formas de ver las cosas. Por otro lado, la interfaz es también un límite a la comunicación en muchos casos, ya que aquello que no sea posible expresar a través de ella permanecerá fuera de nuestra relación mutua. Es así como en muchos casos la interfaz se convierte en una barrera debido a un pobre diseño y una escasa atención a los detalles de la tarea a realizar. La interfaz forma parte de un entorno cultural, físico y social y por tanto hay que tener en cuenta una serie de factores en el momento de diseñarlas. Si la interfaz está bien diseñada, el operador encontrará la respuesta que espera a su acción; si no es así, puede ser frustrante para el operador, que habitualmente tiende a culparse a sí mismo por no saber usar el objeto (M. Gea, 2008, p.1).

En la figura 10-2 se muestra las partes de la interfaz hombre máquina se va a utilizar en el sistema de control de temperatura.



**Figura 10-2.** Pantalla HMI modelo ktp600

Fuente: (Manual de siemens para HMI,2008).

### Partes de la interfaz hombre máquina

A continuación se describen las partes principales que debe tener en consideración al momento de adquirir un pantalla de interfaz HMI

1. Display/Pantalla táctil.
2. Escotaduras para las mordazas de fijación.
3. Junta de montaje.
4. Teclas de función.
5. Interfaz profinet.
6. Conexión para la fuente de alimentación.
7. Placa de características.
8. Nombre del puerto.
9. Guías para las tiras rotulables.
10. Conexión para tierra funcional.

Dependiendo de la aplicación que se vaya a realizar, se debe comprar la pantalla. La interfaz que se adquirió es una pantalla completamente táctil, lo suficientemente funcional para suplir la necesidad del control y monitoreo de temperatura.

## Características de la interface hombre maquina KTP-600

La tabla 1-2 indica las características de la interfaz HMI utilizada en el sistema de control de temperatura

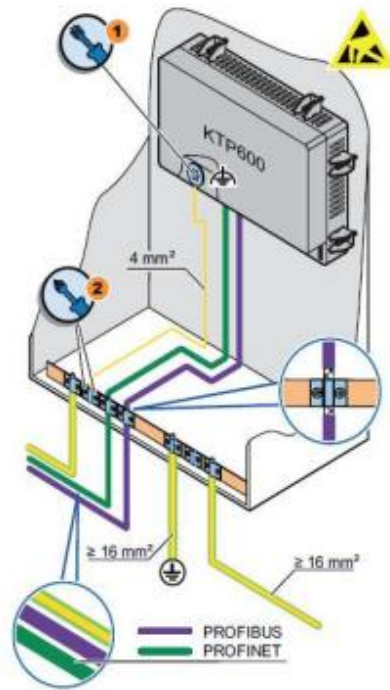
**Tabla 1-2.** Características de la interface hombre maquina KTP-600

<b>Datos Técnicos</b>	
peso sin embalaje	aprox. 1070 gr
<b>Pantalla</b>	
Tipo	LCD-TFT
Área activa del display	115,2 mm x 86,4mm (5,7")
Resolución, pixeles	320 x 240
colores representables	256
Regulación de contraste	No
Categoría de error de pixel según DIN EN ISO 13406-2	II
Retroiluminación	CCFL
Half Brightness Life Time; típico	50000 h
<b>Unidad de entrada</b>	
Tipo	Pantalla analógica resistiva
Teclas de función	6
Tiras rotulables	Si
<b>Memoria</b>	
Memoria de aplicación	512 Kbytes
<b>Interfaces</b>	
1 x RS 422/RS 485	
1 X Ethernet	RJ45 10/100 Mbits/s
<b>Tensión de alimentación</b>	
Tensión Nominal	24 VDC
Rango admisible	De 19,2 V a 28,8 V(-20%, +20%)
Transitorios, máximo admisible	35 V (500ms)
Tiempo entre dos Transitorios, mínimo	50 s
<b>Consumo</b>	
Típico	aprox. 350 mA
Corriente continua max	aprox. 550 mA
Corriente transitoria de conexión I2t	aprox. 0,5 A2s
Fusible interno	electrónico
<b>Otros componentes</b>	
Reloj tiempo real	Si, no respaldo

**Fuente:** Manual para siemens HMI,2008 (M. Gea Curso Virtual de Introducción a la Interacción Persona-Ordenador Chile 2008)

### 2.3.3.1 Pasos necesarios para instalar el interfaz hombre maquina

En la figura 11-2 se detallan los pasos que se debe seguir cuando se va a conectar la HMI a una fuente de energía eléctrica.



**Figura 11-2.** Pasos para montaje de la interface Hombre-Maquina

**Fuente:** Manual para siemens HMI,2008 (M. Gea Curso Virtual de Introducción a la Interacción Persona- Ordenador Chile 2008)

1. Conectar la conexión de tierra funcional del panel operador con un cable de tierra, sección 4 mm<sup>2</sup>.
2. Conectar el cable de tierra del panel operador con la barra de equipotencialidad.

### 2.3.3.2 Conexión de la fuente de alimentación.

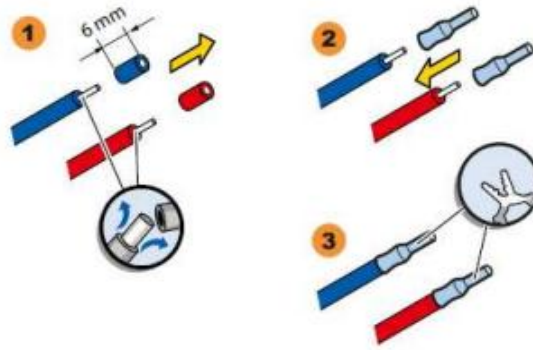
Antes de proceder a conectar se debe tener en cuenta las características técnicas de la fuente de alimentación para evitar algún daño al equipo operador.

Se utiliza cables con sección mínima de 1,5 mm<sup>2</sup>.

Considerar los siguientes pasos para tener un buen contacto con los extremos de los cables:

1. Pelar los extremos de dos cables de la fuente de alimentación a una longitud de 6 mm.
2. Aplicar punteras o pines a los extremos de los cables.
3. Fijar los pines en los extremos de los cables con la machinadora.

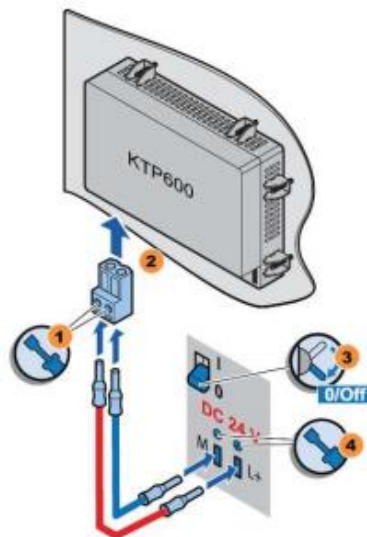
En la figura 12-2 se indica la longitud de cable que se debe pelar para conectar la alimentación de la interfaz HMI. Se puede observar que es necesario pelar 6 centímetros la punta del cable para remachar los pines y pueda hacer una buena conexión



**Figura 12-2.** Dimensionamiento para el pelado de cables

**Fuente:** Manual para siemens HMI,2008 (M. Gea Curso Virtual de Introducción a la Interacción Persona-Ordenador Chile 2008)

LA figura 13-2 muestra el lugar donde deben ir los conectores para energizar la pantalla HMI. Toda pantalla de interfaz HMI viene con sus conectores respectivos para la alimentación.



**Figura 13-2.** Forma de conectar el HMI con una fuente de poder.

**Fuente:** Manual para siemens HMI,2008 (M. Gea Curso Virtual de Introducción a la Interacción Persona-Ordenador Chile 2008)

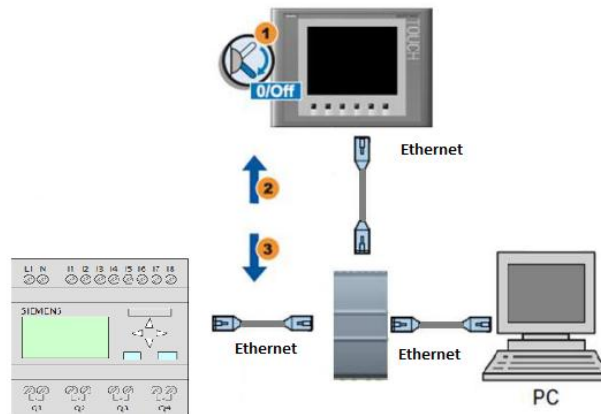
**Procedimiento.** Antes que nada se debe tener cuidado de conectar el panel operador con una fuente de alimentación mal dimensionada; puede causar daños irreparables al equipo.

Se debe utilizar una fuente de alimentación de 24 Vdc de suficiente intensidad.

1. Introducir los dos cables de la fuente de alimentación en el borne de conexión de red y fijarlos con un destornillador plano.
2. Conectar el borne de conexión de red con el panel de operador.
3. Desconectar la fuente de alimentación.
4. Introducir los otros dos extremos de los cables en las conexiones de la fuente de alimentación y fijarlos con destornillador plano. Hay que supervisar que la polaridad sea correcta.

### 2.3.3.2.1 Conexión con Logo PLC, PC y HMI a través de Ethernet.

En la figura 14-2 se muestra la forma que se debe conectar un logo PLC y una HMI con un ordenador. Existen un sinnúmero de conexiones para la comunicación entre estos equipos, pero la que se va a utilizar es la conexión ethernet.



**Figura 14-2.** Enlaces Ethernet con diferentes equipos

Realizado por Aguilar Antonio

#### **Procedimiento:**

1. Desconectar el panel el interface hombre maquina (HMI).
2. Enchufar un conector RJ45 al HMI.
3. Enchufar un conector al RJ45 al switch.
4. Tomar un conector RJ45 de la salida del switch y conectar al Logo PLC.
5. Tomar el otro cable RJ45 y conectar al Logo PLC.



## **Reglas para el diseño de interfaces**

- Dar control al operador.
- Reducir la carga de memoria del usuario.
- Consistencia.

**Dar control al operador:** Se debe dar al operador la posibilidad de hacer su trabajo, en lugar de suponer qué es lo que éste desea hacer. La interfaz debe ser suficientemente flexible para adaptarse a las exigencias de los distintos usuarios del programa (M. Gea, 2008, p.3).

1. Usar adecuadamente los modos de trabajo.
2. Permitir al operador interrumpir su tarea y continuarla más tarde.
3. Utilizar mensajes y textos descriptivos.
4. Permitir deshacer las acciones, e informar de su resultado.
5. Permitir una cómoda navegación dentro del producto y una fácil salida del mismo.
6. Hacer transparente la interfaz al operador, que debe tener la impresión de manipular directamente los objetos con los que está trabajando.
7. Permitir al operador manipular directamente los objetos de la interfaz.

**Reducir la carga de memoria del usuario:** La interfaz debe evitar que el operador tenga que almacenar y recordar información (M. Gea, 2008, p.3).

Basarse en el reconocimiento antes que en el recuerdo (ejemplo: elegir de entre una lista en lugar de teclear de nuevo).

1. Proporcionar indicaciones visuales de dónde está el operador, qué está haciendo y qué puede hacer a continuación.
2. Proporcionar funciones deshacer, rehacer y acciones por defecto.
3. Asociar acciones a los objetos
4. Presentar al usuario sólo la información que necesita
5. Hacer clara la presentación visual

**Consistencia:** Permite al operador utilizar conocimiento adquirido en otros programas. Ejemplo: mostrar siempre el mismo mensaje ante un mismo tipo de situación, aunque se produzca en distintos lugares (M. Gea, 2008, p.4).

Principios:

1. Consistencia en la realización de las tareas: proporcionar al operador indicaciones sobre el proceso que está siguiendo.
2. Consistencia en los resultados de las interacciones: misma respuesta ante la misma acción. Los elementos estándar del interfaz deben comportarse siempre de la misma forma.
3. Consistencia de la apariencia estética (iconos, fuentes, colores, distribución de pantallas).
4. Fomentar la libre exploración de la interfaz, sin miedo a consecuencias negativas.

### **Análisis y modelización de tareas**

Una HMI permite la automatización de tareas que se realizan en forma no computarizada. Antes de su diseño es necesario hacer un análisis de las tareas que el operador desempeña en su actividad actual. Se debe conocer y comprender las tareas que realizan los humanos en el entorno a considerar, para luego poder transformarlas en un conjunto parecido de tareas que se implementan en la HMI. Un enfoque alternativo para el análisis de tareas es el orientado a los objetos, donde se debe observar los objetos físicos utilizados por el futuro operador y las acciones que se aplican a cada objeto. Una vez que cada tarea o acción se ha definido se puede comenzar con el diseño de la interfaz, que puede realizarse siguiendo el siguiente orden (M. Gea, 2008, p.5).

1. Establecer los objetivos e intenciones de cada tarea.
2. Asignar a cada objetivo/intención una secuencia de acciones específicas.
3. Especificar la secuencia de acciones tal y como se ejecutarán en el nivel de interfaz.
4. Indicar el estado del sistema, es decir, qué aspecto tiene la interfaz en el momento en que se ejecuta una acción de la secuencia.
5. Definir los mecanismos de control, es decir, los dispositivos y acciones accesibles al operador para modificar el sistema.
6. Indicar cómo afectan los mecanismos de control al estado del sistema.
7. Indicar cómo interpreta el usuario el estado del sistema a partir de la información suministrada a través de la interfaz.

### 2.3.4 Módulos de entradas analógicas

Los sistemas analógicos trabajan con señales de tipo continuo, con un margen de variación determinado. Dichas señales suelen representar magnitudes físicas del proceso, tales como presión, temperatura, velocidad, nivel, etc., mediante una tensión o corriente proporcionales a su valor que pueden ser de 0-10V o de 4-20mA.

Unos de los inconvenientes es que algunos sensores trabajan con valores de corriente de 4-20mA; en estos casos de debe realizar el correcto acondicionamiento de la señal para trabajar con los voltajes necesarios.

En la figura 15-2 se puede apreciar el módulo de entradas analógicas que se va a utilizar para lectura de la temperatura en el sistema



**Figura 15-2.** Módulo de entrada para LOGO PLC

Fuente: (Manual de Logo Soft 7.0,2003).

Los sistemas digitales, en cambio, trabajan con señales, todo o nada, llamadas también binarias, que solo pueden presentar dos estados o niveles: abierto o cerrado, conduce o no conduce etc.

Los sistemas de control actuales con un cierto grado de complejidad, y en particular los PLC's, son casi siempre híbridos es decir, sistemas que procesan a la vez señales analógicas y digitales. No obstante, se tiende que la unidad de control sea totalmente digital y basada en un microprocesador, que aporta la capacidad de cálculo necesaria para tratar las señales todo o nada en forma de bits y las señales analógicas numéricamente (Ing. Iskender Palma Lima, 2014, p.14).

Dado que muchos de los sensores habitualmente empleados suministran señales de tipo analógico, las interfaces de estas señales deben de realizar una conversión analógico-numérica, llamada habitualmente conversión analógico-digital, para que puedan ser tratadas por la unidad de control (Ing. Iskender Palma Lima, 2014, p.15).

Puede ser necesario también disponer de señales analógicas de salida, para ciertos indicadores o para control de ciertos servos sistemas externos. En tal caso el sistema de control debe disponer también de interfaces para la conversión digital-analógica, capaces de suministrar dichas señales a partir de los valores numéricos obtenidos por la unidad de control (Ing. Iskender Palma Lima, 2014, p.15).

### **2.3.5 Finales de carrera**

Un final de carrera es un dispositivo para detectar y señalar una condición de cambio. Con frecuencia, una condición de cambio, se trata de la presencia o ausencia de un objeto o material (detección discreta). También puede ser una cantidad capaz de medirse, como un cambio de distancia, tamaño o color (detección analógica). Los sensores posibilitan la comunicación entre el mundo físico y los sistemas de medición y/o de control, tanto eléctricos como electrónicos, utilizándose extensivamente en todo tipo de procesos industriales y no industriales para propósitos de monitoreo, medición, control y procesamiento (Luis Miguel Cerda Filiu, 2014, p. 260).

#### **2.3.5.1 Finales de carrera mecánicos**

El movimiento mecánico en forma de leva o empujador actúa sobre la palanca o pistón de accionamiento del interruptor de posición haciendo abrir o cerrar un contacto eléctrico del interruptor (Luis Miguel Cerda Filiu, 2014, p. 262).

De acuerdo con Luis Miguel Cerda Filiu (2014, p.262) Esta señal eléctrica se utiliza para posicionar, contar, parar o iniciar una secuencia operativa al actuar sobre los elementos de control de la máquina.

En la figura 16-2 se presenta los finales de carrera utilizados en el sistema de control de temperatura Para establecer el área de trabajo del rodillo de arropo en el sistema. Estos finales de carrera delimitaran el arropo mínimo y el arropo máximo de papel.



**Figura 16-2.**Partes de un final de carrera

**Fuente:** (Instalaciones eléctricas y automatismos, 2014).

### **Ventajas**

- Facilidad de uso
- Operación sencilla y visible
- Cierres herméticos para una operación confiable
- Elevada resistencia a las distintas condiciones ambientales
- Perdidas de voltajes mínima
- Ausencia de corriente de fuga

### **2.3.5.2 Sensores Capacitivos**

Los sensores capacitivos al igual que los inductivos tienen una distancia máxima de accionamiento, que depende en gran medida del área de la cabeza sensor que puede ser una bobina o electrodo, por ello a mayor diámetro, mayor distancia máxima (Luis Miguel Cerda Filiu, 2014, p. 265).

### 2.3.6 Interruptores Industriales

Un pulsador es un interruptor de encendido o apagado que conectado a un componente eléctrico hace funcionar o apaga el mismo. Los pulsadores existen de diversas formas y tamaños que se encuentran en diferentes equipos electrónicos pero también muy usados en el campo de la electricidad industrial (Luis Miguel Cerda Filiu, 2014, p. 272).

En la figura 17-2 se muestra los diferentes pulsadores que se utilizan en el campo industrial.

Existen pulsadores para un sinmero de aplicaciones ya se a para el campo industrial como domestico. Por ejemplo:

**Pulsador tipo hongo:** Utilizado para paradas de emergencia y de color rojo

**El selector:** Se utiliza para indicar un posición requerida en el sistema, estos pueden ser fijos o con retorno a cero. Para brindar seguridad también existen selectores con llave de seguridad

El pulsador: dependiendo de la marca existen varios modelos los de la figura son de la marca Telemanique.



**Figura 17-2.**Pulsadores Industriales

**Fuente:** (Instalaciones eléctricas y automatismos, 2014).

### 2.4 Técnicas de Control

Un sistema automático de control es un conjunto de componentes físicos conectados o relacionados entre sí, de manera que regulen o dirijan su actuación por sí mismos, es decir sin intervención de agentes exteriores, incluido el factor humano, corrigiendo además los posibles errores que se presenten en su funcionamiento. Actualmente, cualquier mecanismo, sistema o planta industrial presenta una parte actuadora, que corresponde al sistema físico que realiza la acción, y otra parte de

mando o control, que genera las órdenes necesarias para que esa acción se lleve o no a cabo (Lawrence A. Klein, 2006, p 28).

Los sistemas de control deben conseguir los siguientes objetivos:

- ❖ Ser estables y robustos frente a perturbaciones y errores en los modelos.
- ❖ Ser eficiente según un criterio preestablecido evitando comportamientos bruscos e irreales.

#### **2.4.1 Sistema de control de lazo cerrado**

Los sistemas de control de lazo cerrado alimentan al controlador con la señal de error de actuación que es la diferencia entre la señal de entrada y la señal de realimentación a fin de reducir el error y llevar la salida del sistema a un valor deseado. El término de lazo cerrado siempre implica una acción de control realimentado para reducir el error del sistema (Katsuhiko Ogata, 2010, p.10).

El control en lazo cerrado es imprescindible cuando se da alguna de las siguientes circunstancias:

- ❖ Cuando un proceso no es posible de regular por el hombre.
- ❖ Una producción a gran escala que exige grandes instalaciones y el hombre no es capaz de manejar.
- ❖ Vigilar un proceso es especialmente duro en algunos casos y requiere una atención que el hombre puede perder fácilmente por cansancio o despiste, con los consiguientes riesgos que ello pueda ocasionar al trabajador y al proceso.

Sus características son:

- ❖ Ser complejos, pero amplios en cantidad de parámetros.
- ❖ La salida se compara con la entrada y le afecta para el control del sistema.
- ❖ Su propiedad de retroalimentación.
- ❖ Ser más estable a perturbaciones y variaciones internas.

En la figura 18-2 se indica los bloques para el control de lazo cerrado.



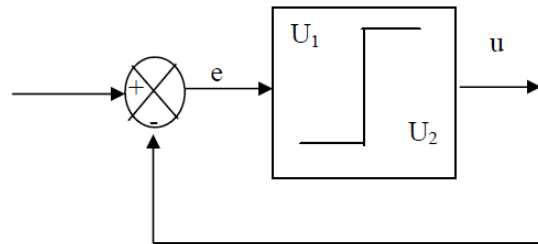
**Figura 18-2** Diagrama de bloques de lazo cerrado

Fuente: Lawrence A. Klein, 2006, p 28

### 2.4.2 Control ON-OFF

En la acción de control encendido-apagado el elemento de actuación tiene dos posiciones fijas on-off. Este control es relativamente simple y barato, por lo cual su uso es muy extendido en sistemas de control de tipo industrial

En la figura 19-2 se muestra diagrama de bloques para el control on/off del sistema.



**Figura 19-2** Diagrama de bloques del control on/off

Fuente: Lawrence A. Klein, 2006, p 28

## 2.5 Elaboración del cartón corrugado

El cartón es un material que tiene como base la celulosa, formado por un nervio central de papel ondulado el cual pasa por un proceso de corrugado para adquirir volumen y resistencia en el cartón; estas propiedades se logran gracias a la ayuda de las flautas, además, la estructura es reforzada externamente por dos capas de papel denominadas liner, pegadas con adhesivo en las crestas de la onda (Marco Antonio Aucapiña, 2010, p.37).



El cartón corrugado es un material liviano, cuya resistencia se basa en el trabajo conjunto de estas tres láminas. Para obtener su mayor resistencia, la onda de la lámina corrugada tiene que trabajar en forma vertical, se debe considerar que si la onda sufre aplastamiento o quebraduras producidas por fuerzas extrañas pierde su resistencia (Marco Antonio Aucapiña, 2010, p.38).

### 2.5.1 Elementos del cartón corrugado

La figura 20-2 indica los elementos de los que está constituida una lámina de cartón corrugado



**Figura 20-2.** Elementos del cartón

Realizado por Aguilar Antonio

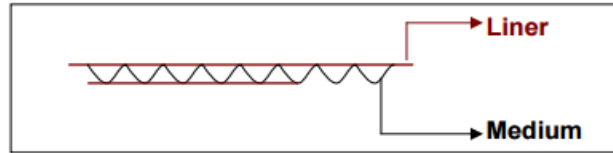
Las capas exteriores se las denomina caras, cubiertas o liners; mientras que las hojas onduladas que forman los canales se las denomina onda, ondulado o médium.

En la industria del cartón existen varios tipos de corrugado, con diferentes medidas de flautas, las cuales ofrecen combinaciones de diseño para crear una gran variedad de envases y embalajes.

A continuación se muestran los tipos de lámina que es posible estructurarlas:

Single Facer: o también llamada lamina de pared sencilla. Está conformada por dos papeles liner y un médium corrugado. Puede ser flauta B o flauta C. El tipo de flauta que se utilice dará origen al ancho de la lámina.

En la figura 21-2 indica los elementos que se encuentran en una lámina, para comprender y saber en qué elementos se está trabajando.

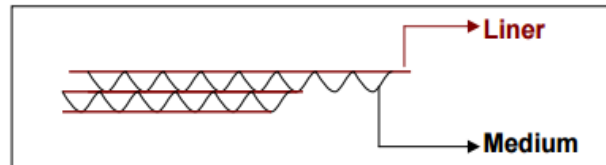


**Figura 21-2:** Lamina Single Facer

Realizado por Aguilar Antonio

Double Facer: Constituida por tres liner y dos médium corrugados en falta B o Flauta C

En la figura 22-2 se ilustra la contitucion de una lamina de cartón de doble cara o también llamado doble face, utilizadas por lo general para fondo de cajas por ser mas resistente.



**Figura 22-2:** Lamina Doble Cara

Realizado por Aguilar Antonio

## 2.6 Causas que generan desperdicio

Los factores que afectan principalmente la producción de cartón corrugado, desde que es colado en el montarrollo hasta transformarlo en una lámina, se los describe a continuación:

- ✓ Humedad: La humedad va a influir en la adherencia del almidón entre las caras de la lámina
- ✓ Temperatura: El punto de gelatinización del almidón va a depender fundamentalmente de la temperatura aplicada al liner o médium.
- ✓ Presión: La cantidad de presión que se aplica a los rodillos para obtener un corrugado bien definido.
- ✓ Tensión: Control de tensión adecuada, para evitar los inconvenientes como roturas o montajes de papel.

## Capítulo III.- DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

### 3.1 Introducción

El hardware requerido para el presente proyecto de titulación se divide en tres partes principales las cuales son el acondicionamiento de los sensores de temperatura para obtener señales de 0 a 10 v. La segunda parte es el Logo PLC el cual se encargara de manejo de controladores, temporizadores, comparadores para enviar la señal hacia las respectivas bobinas de los contactores para activar los motores; y la tercera parte es el actuador que en este caso serán los motores de los arropes que envuelven el papel en el rodillo precalentador.

### 3.2 Descripción del arropo

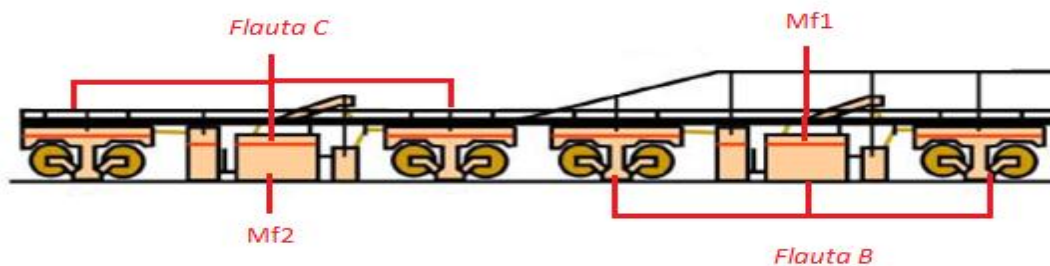
Antes de empezar al desarrollo cabe realizar una descripción del proceso de arropo para entender lo que se va controlar, y saber cómo trabaja dicho proceso.

La implementación del sistema se va a realizar, tanto en la flauta B como en la flauta C, en la sección de médium facer y liner. El sistema será el mismo para las dos flautas.

#### 3.2.1 Rodillo corrugador

El corrugado también se clasifica de acuerdo al número de líneas o flautas. La flauta puede ser de cuatro tipos: A, B, C, D y E esta última también conocida como micro corrugado. De acuerdo a la construcción de la caja la flauta puede tener una disposición horizontal o vertical. En el anexo I se indica la constitución de la flauta corrugadora.

En la figura 1-3 se describe la ubicación de las flautas en la máquina corrugadora:



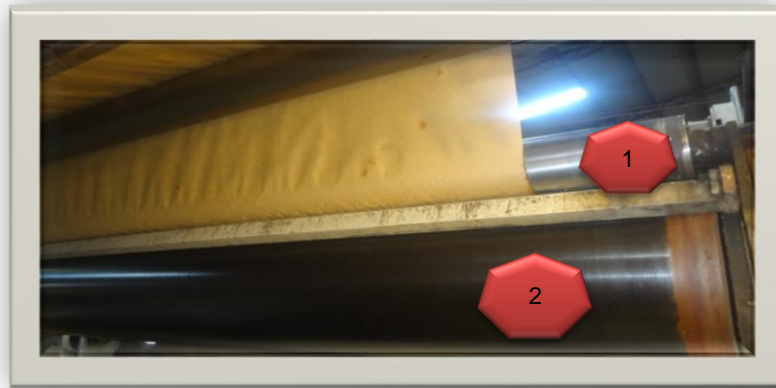
**Figura 1-3.** Ubicación de las Flautas en la corrugadora

**Fuente:** (Manual de funcionamiento de la corrugadora BHS,2005)

En el tablero Mf1 se encuentra la flauta B, la misma que tiene una sección de corrugado para el papel médium facer y papel liner. De la misma manera; se tiene los mismos elementos en el tablero Mf2; de esta manera se puede realizar la diferentes combinaciones de corrugado.

### 3.2.2 Ejecución del arrope

En cada una de las flautas se encuentran ubicados exactamente los mismos elementos, en la figura 2-3 se describe las partes principales que hay q tener en cuenta para el sistema.



**Figura 2-3.** Partes del arrope  
Realizado por Aguilar Antonio.

1. Rodillo envolvente o rodillo de arrope
2. Pre calentador

### 3.2.3 Control manual del sistema

El papel es envuelto alrededor del pre calentador para alcanzar la temperatura que se requiere a través de los rodillos envolventes. Si se desea más temperatura se dará más arrope al papel; es decir; los rodillos envolventes bajan comandados por los pulsadores que se encuentran en el tablero de control

A continuación en la figura 3-3 se muestran los pulsadores mencionados para controlar el arrope o desarrope del papel.



**Figura 3-3.** Botones para el control de arrope del papel liner  
Realizado por Aguilar Antonio

En la siguiente ilustración etiquetada como figura 4-3 se indican los botones que se utilizan para el arrope y desarrope del papel médium, en esta etapa solo se utiliza un arrope, es decir no es necesario realizar el arrope externo o interno del papel médium; además; la estructura mecánica de la maquina corrugadora solo permite realizar un tipo de arrope.

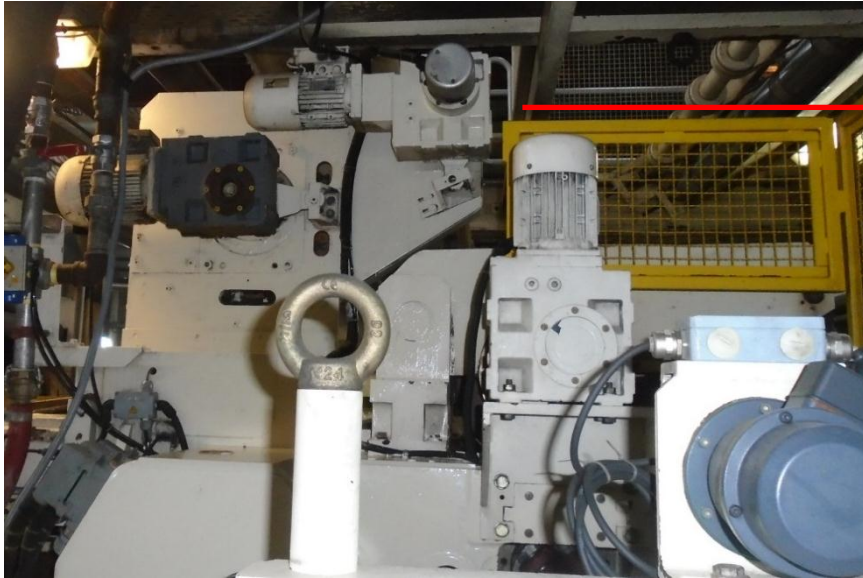


**Figura 4-3.** Botones para el control de arrope del papel médium  
Realizado por Aguilar Antonio

### 3.2.4 Actuadores del sistema de control de temperatura

La parte de fuerza corresponde a los motores del arrope externo e interno, los cuales están conformados; por la parte eléctrica que está constituido por los bobinados; y la parte mecánica que es la caja reductora, la cual ayudara a tener el torque suficiente para mover los rodillos envolventes.

A continuación se muestra la ubicación del motor que controla el arrope externo del papel liner en la figura 5-3. Este será el en cargado de realizar el arrope o desarrope del papel externo del liner.



Motor de arropo externo de liner

**Figura 5-3.** Motor de arropo externo de liner

Realizado por Aguilar Antonio

### **Arropo interno del papel liner**

Este motor es el encargado de realizar el arropo interno del papel corrugado, el cual está constituido con su respectiva caja reductora para proporcionar el torque necesario y poder mover el rodillo envolvente del papel interno.

En la figura 6-3 se tiene el motor para el arropo interno de liner:



**Figura 6-3.** Motor de arropo interno de liner

Realizado por Aguilar Antonio

### Arrope del papel medium

Este motor igualmente; trifásico que trabaja con un voltaje de 440 voltios alternos; es el encargado de realizar el arrope o desarrope del papel medium. De la misma manera el rodillo precalentador debe estar previamente calentado por la circulación del vapor.

En la figura 7-3 se tiene la ubicación del motor de arrope del papel médium:



**Figura 7-3.** Motor de arrope del papel médium

Realizado por Aguilar Antonio

Para la ubicación de la pantalla ktp 600 se ha escogido una parte del tablero principal, por comodidad del operador y para economizar costos

En la figura 8-3 se indica el tablero donde va a ser colocada la pantalla HMI



**Figura 8-3.** Tablero de control del MF  
Realizado por Aguilar Antonio

### 3.3 Identificación de las señales del PLC

Para proceder el diseño y la implementación del sistema de temperatura se debe primero identificar la señales de entrada que se va a manipular, de esta manera se puede tener la idea clara para la programación.

Se debe considerar todas las paradas de seguridades necesarias para evitar algún contratiempo y preservar la integridad física del operador.

#### 3.3.1 Entradas del Logo PLC

En la tabla 1-3 se identifican las entradas que se va a utilizar en el sistema de control de temperatura y la descripción de lo que va a leer cada entrada. En ella se describe la entrada que corresponde en el Logo PLC y la entrada en forma física.



**Tabla 1-3.** Ubicación de las entradas del Logo PLC

Entradas de Logo PLC	Descripción física
I1: Entrada analógica para la temperatura del papel liner lado motor.	Piròmetro lado motor del liner
I2: Entrada analógica para la temperatura del papel liner lado operador.	Piròmetro lado operador del liner
I3: Maquina en Run, bandeja de goma lista para producción.	sensor se seguridad para la bandeja de goma
I4: Reserva.	sin utilizar
I5: Reserva.	sin utilizar
I6: Selector de BHS.	Selector del sistema
I7: Entrada analógica para la temperatura del papel médium facer lado motor.	Piròmetro lado motor del medium
I8: Entrada analógica para la temperatura del papel médium facer lado operador.	Piròmetro del lado operador del medium
I9: Final de carrera mínimo para el arrope externo del papel liner.	Final de carrera mecànico para el arrope minimo externo de liner
I10: Final de carrera máximo para el arrope externo del papel liner.	Final de carrera mecànico para el arrope maximo externo de liner
I11: Final de carrera mínimo para el arrope interno del papel liner.	Final de carrera mecanico para el arrope minimo interno de liner
I12: Final de carrera máximo para el arrope interno del papel liner.	Final de carrera mecanico para el arrope maximo externo de liner
I13: Final de carrera mínimo para el arrope del pre acondicionador en el papel medium facer.	Final de carrera mecànico para el arrope minimo del preacondicionador de medium
I14: Final de carrera máximo para el arrope del pre acondicionador en el papel medium facer.	Final de carrera mecanico para el arrope maximo externo de liner
I15: Bandeja de goma cerrada.	Sensor que indica si la bandeja se encuentra cerrada

Realizado por Aguilar Antonio

El conductor con el que se va a alimentar al logo PLC es el siguiente:

**Tabla 2-3.** Ubicación de alimentación para el Logo

Etiqueta del conductor	Numero	Voltaje	Bornera	Numero de tablero
CB1	1	24 Vcd	X2/12	1512
CB1	2	0 Vcd	X2/20	1512

Realizado por Aguilar Antonio

La tabla 2.-3 indica la etiqueta del conductor, el número de bornera seguido del número de tablero y el voltaje con el cual será alimentada.

### 3.3.2 Salidas del Logo PLC

En la tabla 3-3 indica la relación entre las salidas que se utiliza en el programa del sistema de control de temperatura y las salidas en forma física.

**Tabla 3-3.** Ubicación de las salidas de Logo PLC

Salidas del Logo PLC	Descripción física
Q1: Arrope externo del papel liner.	Bobina 113k1
Q2: Quitar arrope externo del papel liner.	Bobina 113k2
Q3: Arrope interno del papel liner.	Bobina 113k3
Q4: Quitar arrope externo del papel liner.	Bobina 113k4
Q5: Arrope del papel médium facer.	Bobina 113k5
Q6: Quitar arrope del médium facer.	Bobina 113k6

Realizado por Aguilar Antonio

Tanto las entradas como las salidas digitales son colocadas en el armario ordenadamente, etiquetas y conectadas eléctricamente al Logo Plc. Estas entradas tienen pines de conexión en los extremos para tener una mejor sujeción y contacto con las borneras.

En la figura 9-3 se muestra como están conectadas las entradas del sistema de control de temperatura.



**Figura 9-3.** Entradas digitales  
Realizado por Aguilar Antonio

### 3.3.3 Borneras de salida

En la tabla 4-3 se muestra la ubicación las salidas del Logo PLC, también se indica el número de bornera donde deben ir conectadas.

**Tabla 4-3.** Ubicación de las salidas del Logo

Salida	Bornera	Numero
Q1: Arrope externo del papel liner.	CB1	3
Q2: Quitar arrope externo del papel liner.	CB1	4
Q3: Arrope interno del papel liner.	CB1	5
Q4: Quitar arrope externo del papel liner.	CB1	6
Q5: Arrope del papel médium facer.	CB1	7
Q6: Quitar arrope del médium facer.	CB1	8

Realizado por Aguilar Antonio

### Dirección IP para la trasferencia de datos HMI-AUTOMATA

En la tabla 5-3 se indica las direcciones utilizadas para la comunicación entre el autómata o Logo PLC y la interfaz hombre máquina.

**Tabla5-3.** Direcciones IP para la conexión ethernet

Dirección IP	Equipo
192.168.55.20	Autómata
192.168.55.30	Interfaz Hombre Maquina

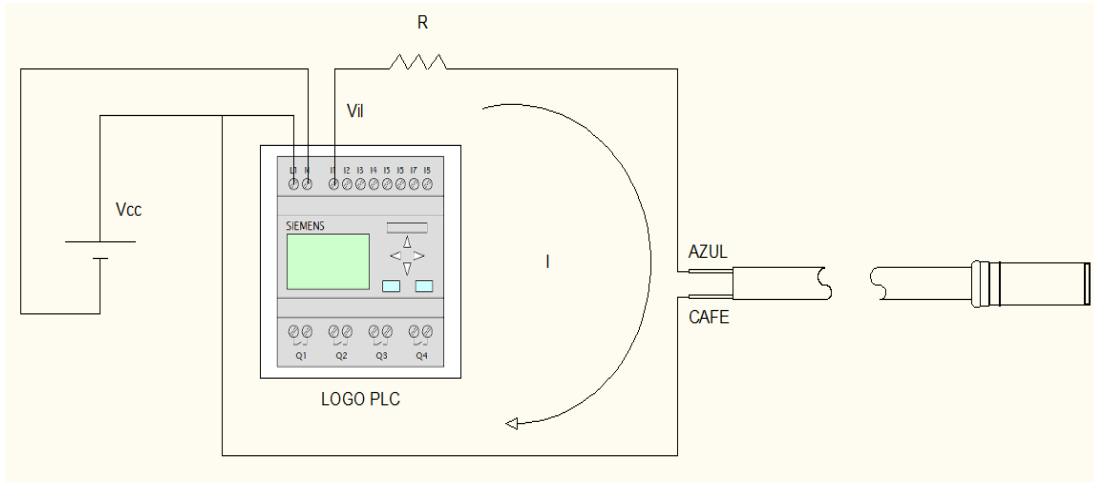
Realizado por Aguilar Antonio

### 3.4 Linealización del sensor de temperatura

Para la linealización del sistema se debe calcular los siguientes parámetros, muy importante para tener precisión en la lectura.

En la figura 10-3 se muestra la forma correcta de conectar el sensor de temperatura, donde el cable de color café es la alimentación y el cable de color azul el retorno que llevara la señal Logo Plc.

También se puede visualizar la corriente que circula por la malla, que es la que corresponde a la corriente del sensor.



**Figura 10-3.** Conexión del sensor con el Logo PLC

Realizado por Aguilar Antonio

Para proceder a resolver la malla existente se debe aplicar la segunda Ley de voltajes de Kirchoff que manifiesta que en un lazo cerrado la suma de todas las tensiones es igual a la tensión total suministrada.

#### **Cálculo de la resistencia ideal del sistema de control.**

Expresado en forma matemática el voltaje que va a ingresar por la entrada es el siguiente:

$$V_{il} = R \cdot I \quad 1.3$$

Despejando R se obtiene la siguiente expresión:

$$R = \frac{V_{il}}{I} \quad 2.3$$

Reemplazando los valores; sabiendo que el voltaje deseado es 10 voltios y la corriente que circula es de 4 miliamperios se obtiene los siguientes valores:

$$R = \frac{10[\text{voltios}]}{4 \cdot 10^{-3}[\text{amperios}]} [\text{ohmios}]$$

$$R = 500 \text{ ohmios}$$

### **Cálculo del valor mínimo de voltaje ideal**

Este es el voltaje que va a ingresar en la entrada del Logo PLC

Ahora se debe calcular el valor mínimo de voltaje en base a la resistencia encontrada.

Entonces reemplazando el valor de la resistencia se obtiene el siguiente voltaje:

$$V_{il} = 500 * 4 * 10^{-3}$$

$$V_{il} = 2[\text{voltios}]$$

Tomando en cuenta que la resistencia del Logo es  $R_L=75$  kilohmios se obtiene la siguiente resistencia equivalente:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_L} \quad 3.3$$

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{500} + \frac{1}{75000}$$

$$R_e = 496 \text{ ohmios}$$

Según las especificaciones del sensor la impedancia máxima del circuito debe ser 900 ohmios, esto quiere decir que el valor de la resistencia calculada está dentro del valor adecuado.

### **Cálculo del voltaje ideal real**

Luego se debe calcular el voltaje ideal real que llegara a la entrada del Logo con la nueva resistencia.

Calculando se obtiene:

Voltaje mínimo en la entrada de Logo:

$$V_{ir} = 496 * 4 * 10^{-3}$$

$$V_{ir} = 1.98 \text{ voltios}$$

Voltaje máximo en la entrada de Logo:

$$Vir = 496 * 20 * 10^{-3}$$

$$Vir = 9.92 \text{ voltios}$$

De esta manera se logra acondicionar la señal de corriente que tiene el sensor, en señales de voltaje para poder leerlas e interpretarlas en el Logo

Ahora se debe hacer la relación de voltaje vs temperatura para poder sacar la ecuación de la recta Considerando la siguiente relación:

La tabla 6-3 indica los valores de temperatura con su valor el voltios.

**Tabla 6-3.** Valores de voltaje vs temperatura

Voltios	°C
1.98	0
9.92	250

Realizado por Aguilar Antonio

Ya es posible sacar la pendiente de la recta

$$m = \frac{T_{MAX} - T_{MIN}}{V_{MAX} - V_{MIN}} \quad 4.3$$

Reemplazando los valores se tiene:

$$m = \frac{250 - 0}{9.92 - 1.98}$$

$$m = 31.48$$

Siguiendo el siguiendo modelo matemático:

$$y - y' = m(x - x') \quad 5.3$$

Reemplazando tenemos:

Se va a coger el punto (1.98, 0)

$$y - 0 = 31.48(x - 1.98)$$

$$y = 31.48x - 62.33$$

Expresado la ecuación en una forma diferente tenemos:

$$\text{Temperatura} = 31.48 * \text{voltaje} - 62.33 \quad 6.3$$

Utilizado una herramienta de gran eficacia como lo es Excel se puede observar la gráfica que genera dicha ecuación

Dando valores de voltaje en un rango de 0 a 9.92 voltios, como se indica la tabla 6-3 se obtiene el comportamiento ideal del sensor de temperatura:

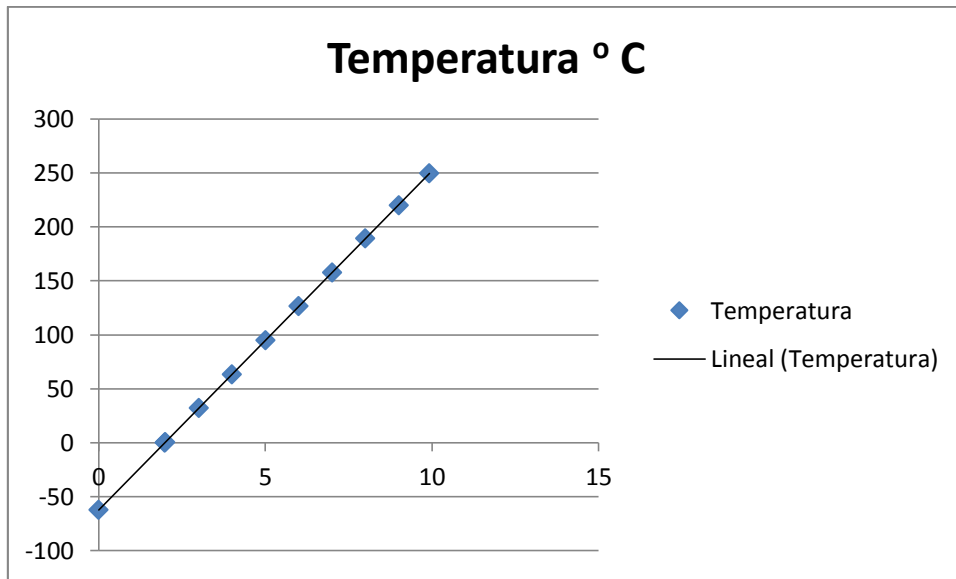
La tabla 7-3 indica los valores teóricos de temperatura que se obtiene dando valores a la variable voltaje de la ecuación 6.3

**Tabla.7-3.** Datos Calculados

<b>Voltios</b>	<b>Temperatura</b>
0	-62.33
1.98	0
2	0.63
3	32.11
4	63.59
5	95.07
6	126.55
7	158.03
8	189.51
9	220.099
9.92	249.95

Realizado por Aguilar Antonio

En la figura 11-3 se indica la gráfica ideal del voltaje vs la temperatura la cual es una recta completamente lineal



**Figura 11-3.** Voltaje vs temperatura ideal  
Realizado por Aguilar Antonio

### Datos experimentales

Ahora bien; los datos experimentales que se tomaron sometiendo al sensor a los cambios de temperatura fueron los siguientes:

La tabla 8-3 indica los valores reales del voltaje vs la temperatura; es decir; cuando el sistema se encuentre trabajando los valores de voltaje que va a leer el Logo PLC son los de la mencionada tabla.

**Tabla 8-3.** Datos medidos con un pirómetro

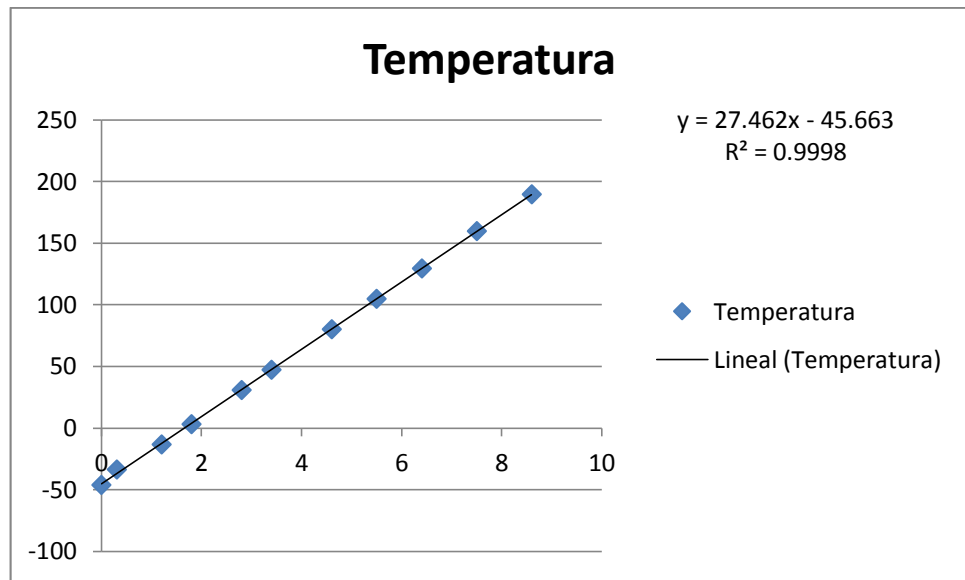
Voltaje	Temperatura
0	-46.33
0.3	-33.88
1.2	-13.2
1.8	3.24
2.8	30.72
3.4	47.11
4.6	80.01
5.5	104.68
6.4	129.36
7.5	159.53
8.6	189.68

Realizado por Aguilar Antonio



La figura 12-3 muestra el comportamiento de la curva en base a los valores de temperatura vs los valores de voltaje reales , se puede observar que el sistema es prácticamente lineal; es decir; se puede confiar en la lectura de temperatura.

Ingresando estos valores a una tabla en Excel se obtiene la siguiente gráfica:



**Figura 12-3.** Voltaje vs temperatura real  
 Realizado por Aguilar Antonio

Se puede notar que Excel nos genera la ecuación que representa los valores obtenidos.

$$y = 27.462x - 45.66$$

Expresando de una forma diferente tenemos:

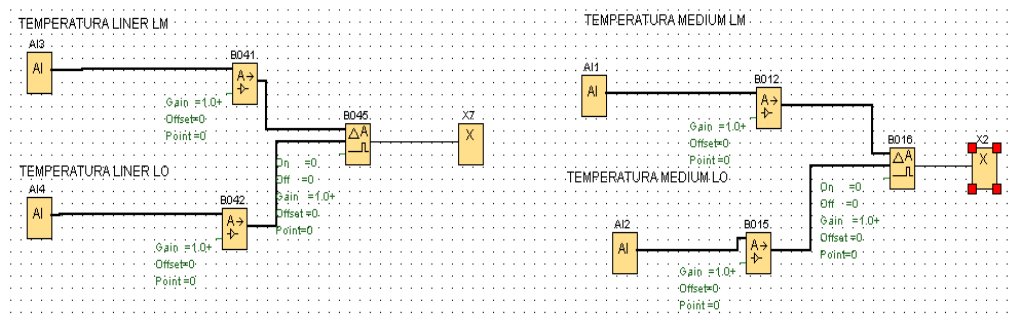
$$Temperatura = 27.462 * voltaje - 45.66 \quad 7.3$$

La ecuación 7.3 indica la ecuación total obtenida para el sistema de control de temperatura, hay que darle la debida importancia porque estos valores son los van a ser ingresado en los bloques de programación. Más adelante se detalla donde será ingresada esta ecuación.

### 3.5 Diseño del programa

Para comprender la solución que se dio a esta problemática se va describir brevemente las partes que conforman el programa

En la figura 13-3 se muestra la captación de los valores de voltaje en el programa del Logo PLC, es decir en logo soft



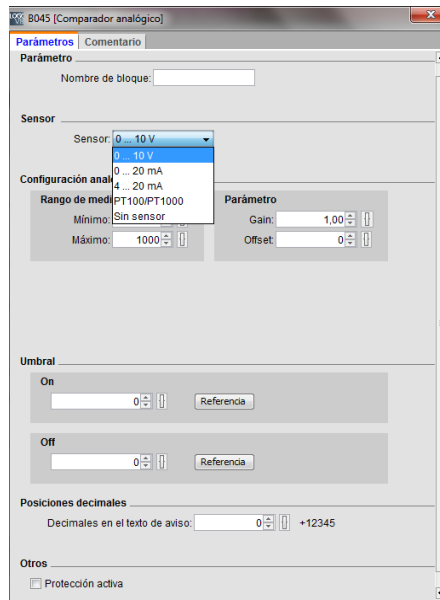
**Figura 13-3.** Captación de señal analógica  
Realizado por Aguilar Antonio

Los valores son leídos por las entradas analógicas AI1 y AI2 para la temperatura del papel médium y AI3 y AI4 para la temperatura del papel liner. Seguidamente estas entradas están conectadas a un amplificador analógico para indicarle al programa que los valores que van a ingresar van a estar en un rango de 0 a 10 voltios.

#### Programación del amplificador analógico

En la pestaña Sensor se debe escoger la opción 0-10v. El rango de medida por defecto es de 0 a 1000, estos valores vienen por defecto en el bloque, y son con los que se va trabajar en el programa

En la figura 14-3 se muestra la configuración del bloque que tiene como nombre Amplificador Analógico:

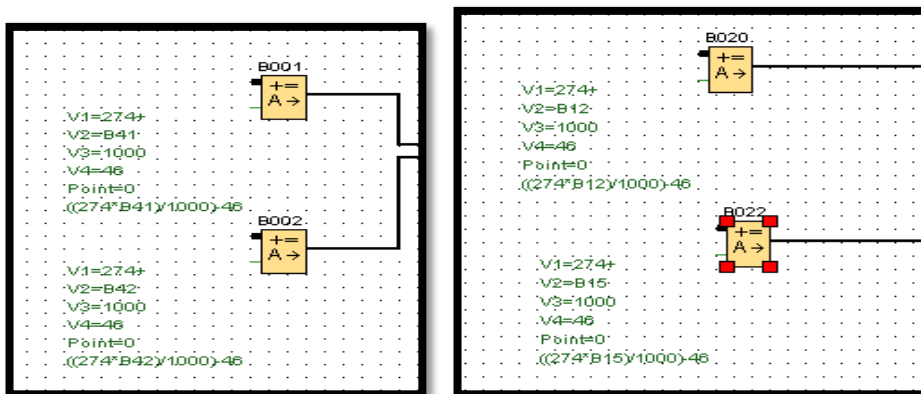


**Figura 14-3.** Amplificador Analógico  
Realizado por Aguilar Antonio

Para ingresar la ecuación que describe el comportamiento de la temperatura se va a utilizar una instrucción aritmética. Logo PLC no acepta números decimales, es por eso que hay que redondear al inmediato superior para trabajar con valores enteros.

### Parametrización de la instrucción aritmética

En la figura 15-3 se indica el bloque que representa las instrucciones aritméticas utilizadas en la programación del sistema



**Figura 15-3.** Instrucción Aritmética  
Realizado por Aguilar Antonio

Al abrir la función aritmética se puede visualizar la siguiente ventana donde se va a ingresar los parámetros correspondientes

Para tener un sistema más cercano a la realidad se va ingresar la ecuación obtenida con los valores experimentales.

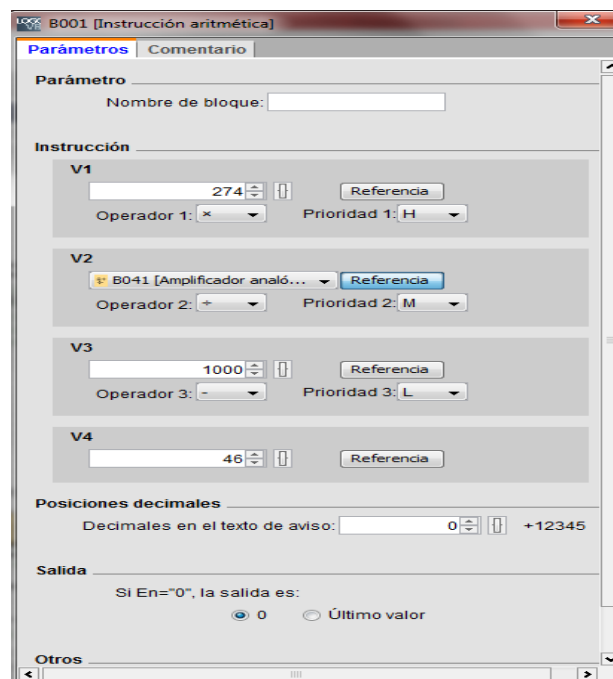
En la figura 16-3 se indica los valores que se debe ingresar en la instrucción aritmética para la parametrización

En este bloque se puede ingresar cuatro valores, si así requiere la programación. En esta instrucción aritmética hubo la necesidad de llamar al bloque B 041 que corresponde al amplificador analógico.

Entonces en esta función aritmética será ingresada la ecuación 7.3 calculada anteriormente, se puede observar que en V1 se ingresa la constante 274, la cual es multiplicada por el valor analógico de voltaje dividido para 1000, seguidamente se suma la siguiente constante representada con el número 46

### Ingreso de la ecuación del sistema de control de temperatura

En la figura 16-3 se indica el ingreso de la ecuación del sistema de control de temperatura en una instrucción aritmética.



**Figura 16-3.** Parametrización de la instrucción aritmética  
Realizado por Aguilar Antonio

Dónde:

V1: Corresponde a la pendiente.

V2: Es la entrada analógica del sensor.

V3: Constante de acondicionamiento.

V4: Constante de la ecuación.

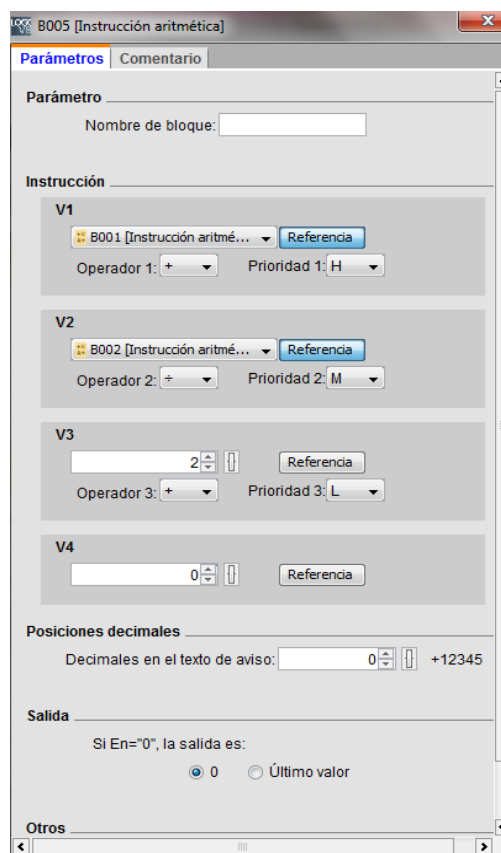
En el programa existen 4 bloques aritméticos, uno por cada sensor, los cuales serán exactamente iguales.

### Promedio de temperatura

Para sacar el promedio de las temperaturas se debe utilizar una función aritmética, donde van a estar involucrados los bloques en los cuales están ingresadas las ecuaciones y que se los muestra en la siguiente figura 17-3

Para el promedio de la temperatura del papel liner la configuración es la siguiente:

Se realiza el llamado de los bloques B001 más el bloque B002 y se los divide para 2



**Figura 17-3.** Configuración del bloque de promedio liner  
Realizado por Aguilar Antonio

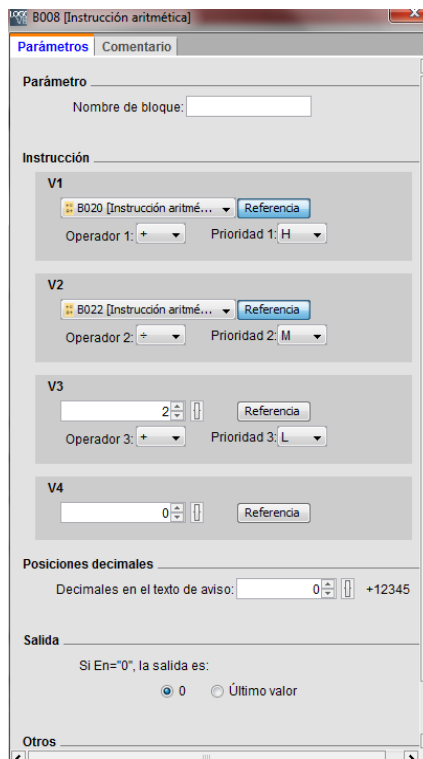
Dónde:

V1: Corresponde a la temperatura del lado motor.

V2: Corresponde a la temperatura del lado operador.

V3: Constante para el cálculo.

En la figura 18-3 se indica la instrucción aritmética para sacar el promedio de temperatura del papel médium, en la cual se hizo el llamado de los bloques B0020 y el bloque B0022, y se procedió a dividir los valores para dos.



**Figura 18-3.** Configuración del bloque de promedio médium  
Realizado por Aguilar Antonio

Dónde:

V1: Corresponde a la temperatura del lado motor.

V2: Corresponde a la temperatura del lado operador.

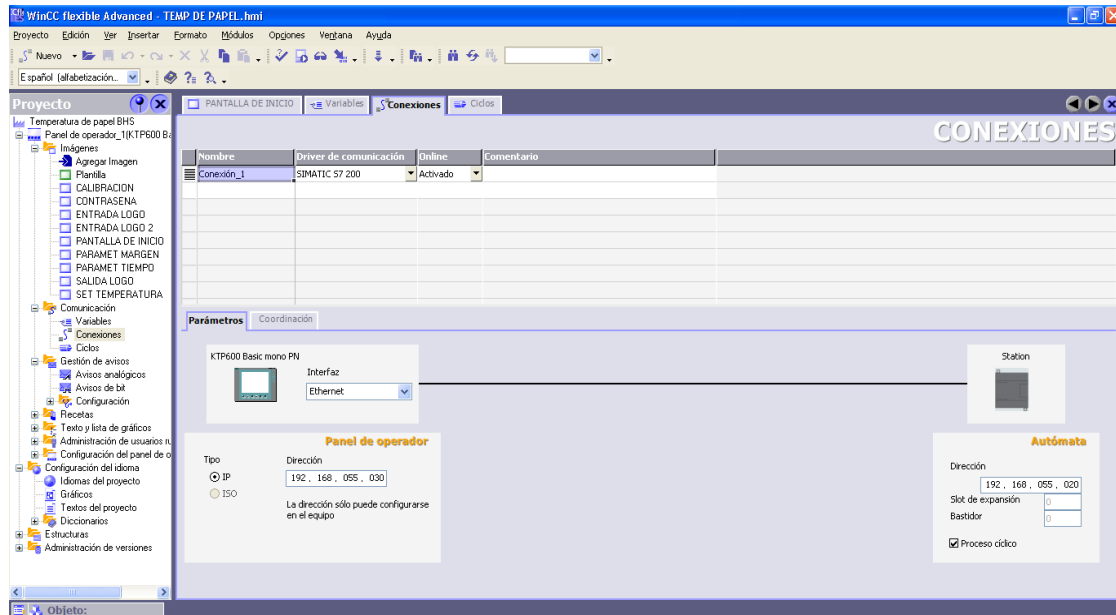
V3: Constante para el cálculo.

### 3.6 Mapeo de variables en WinCC

Para poder establecer la conexión entre la interfaz hombre máquina y el Logo Plc se debe realizar el siguiente procedimiento:

Lo primero que se debe hacer es crear una conexión entre el autómata y la interfaz hombre máquina, asignándole la ventana interfaz que la conexión será via Ethernet, por ende hay que asignarle una dirección ip a cada uno de los equipos conectados

A continuación se muestra en la figura 19-3 la pantalla que debe salir para realizar la configuración de las direcciones ip :

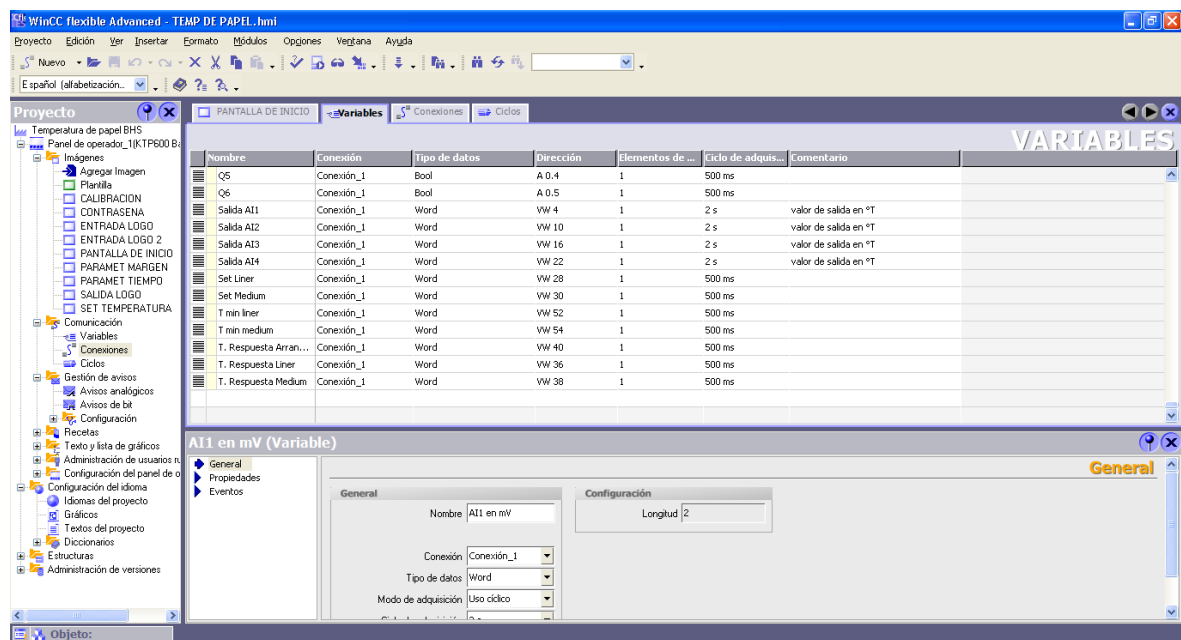


**Figura 19-3.** Ventana de conexión entre la HMI y el Logo PLC  
Realizado por Aguilar Antonio

Para el mapeo de las variables se debe elegir la opción “Variables” que se encuentra ubicado en la parte izquierda. En la tabla que se presenta en la parte derecha es donde se va a declarar todas las variable que van a intervenir en la programación, las cuales deben ser las mismas variables que están en el Logo PLC, si estas no son iguales, no se podrán utilizar para la configuración del monitoreo de temperatura.

Los campos que es necesario configurar es el nombre de la variable, especificar a qué conexión pertenece, el tipo de datos y la dirección.

A continuación se muestra en la figura 20-3 la ventana que debe salir para declarar las variables a utilizar:



**Figura 20-3.** Tabla de variables de Win CC  
Realizado por Aguilar Antonio

Luego de tener las variables listas se procede a configurar las pantallas necesarias para crear un ambiente amigable con el operador.

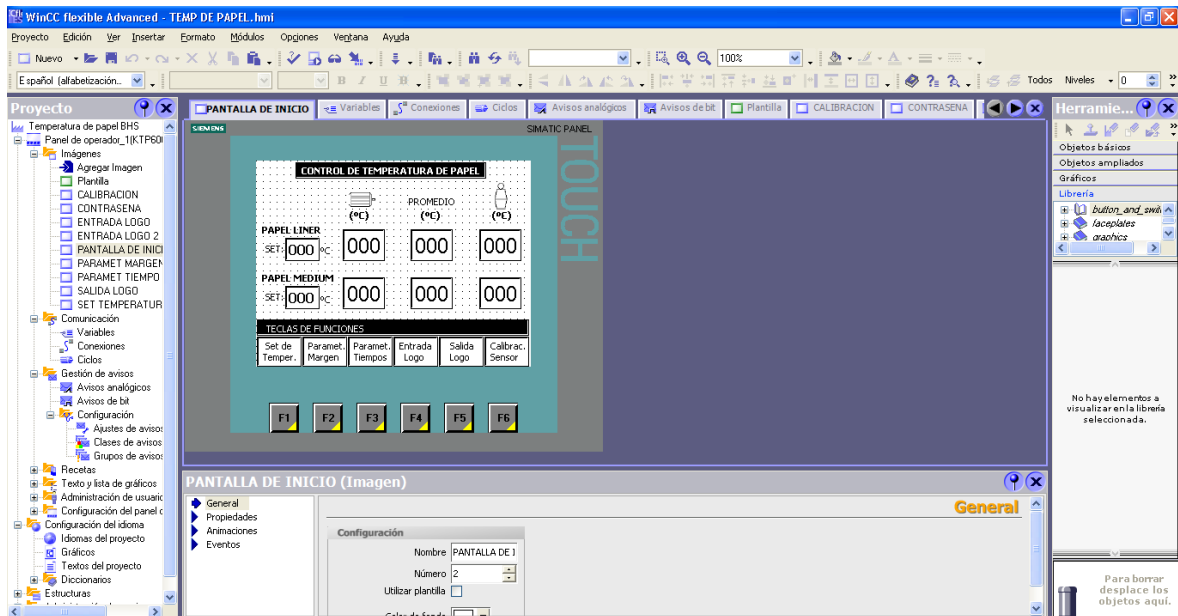
Esta pantalla HMI debe constar con la visualización de la temperatura del papel liner, tanto en el lado motor como en el lado operador.

De la misma manera se visualiza la temperatura del lado motor y el lado operador del papel médium. Además consta de una opción llamada set, para que el operador pueda ajustar la temperatura que el desee.

De esta manera se puede visualizar y controlar el sistema de control de temperatura de una manera automática y confiable.



En la figura 21-3 se muestra la pantalla principal del sistema de control de temperatura

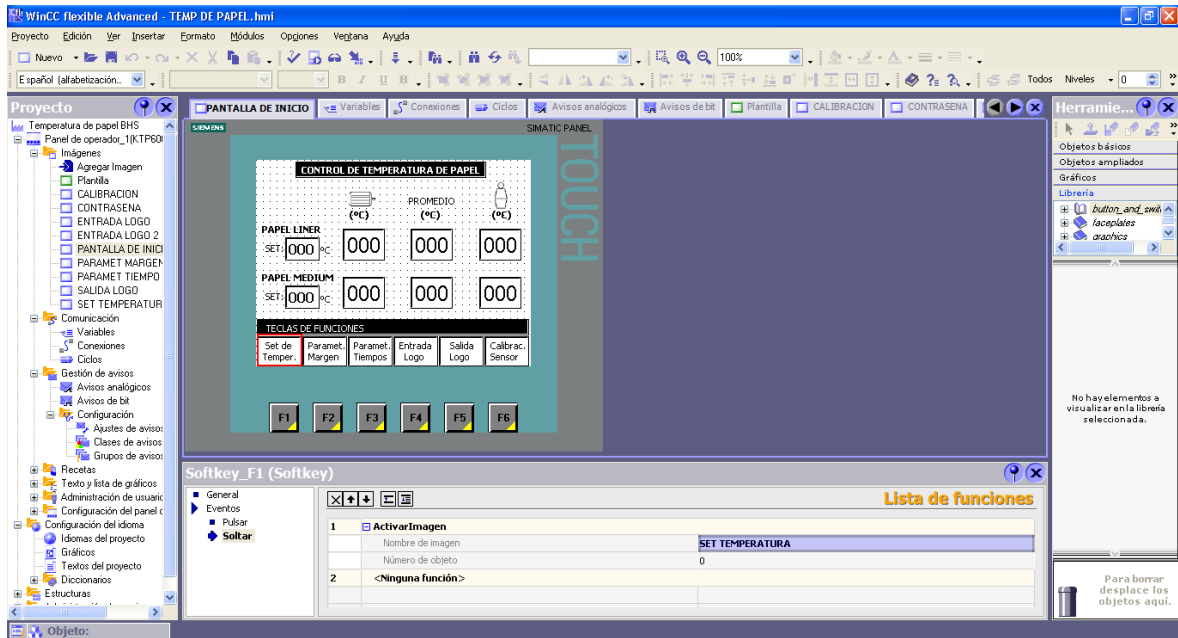


**Figura 21-3.** Pantalla principal del sistema de control de temperatura  
Realizado por Aguilar Antonio

En esta parte de la programación se configura la tecla de función “F1” que corresponde al set de temperatura. Se debe seguir los siguientes pasos:

1. Tener activa la “PANTALLA DE INICIO”
2. Se debe hacer clic en la opción soltar
3. En la opción activar imagen llamamos a la pantalla llamada “SET TEMPERATURA”

En la figura 22-3 se indica la pantalla que se debe visualizar para configurar la tecla F1 . se puede observar que en la parte de abjo aparecen los campos que se debe configurar en esta tecla. Para que realice el proceso que se desea.

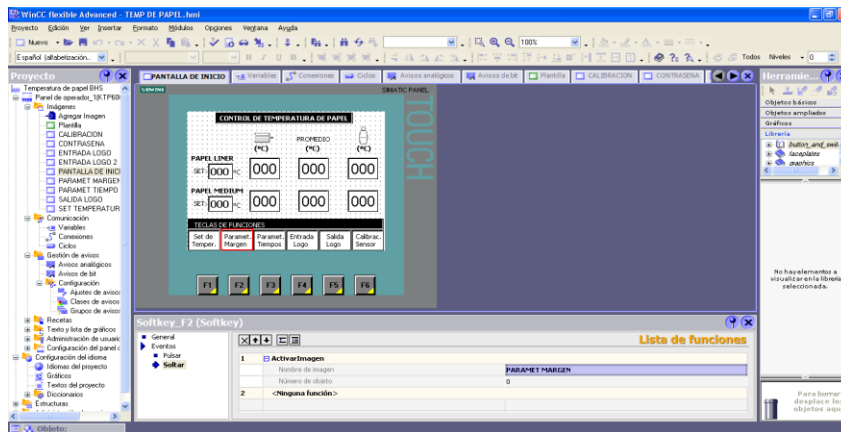


**Figura 22-3.** Configuración de la tecla F1  
Realizado por Aguilar Antonio

Para configurar la tecla F2 que corresponde a los parámetros de margen se debe seguir los siguientes pasos:

1. Tener activa la “PANTALLA DE INICIO”
2. Se debe hacer clic en la opción soltar
3. En la opción activar imagen llamamos a la pantalla llamada “PARAMET MARGEN”

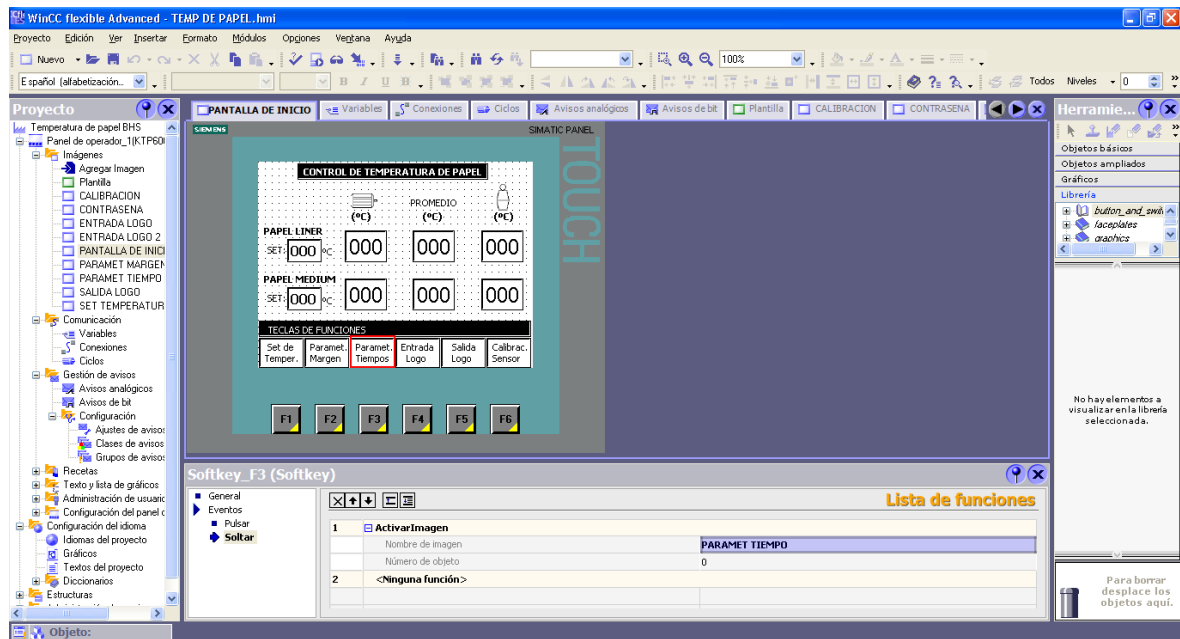
En la figura 22-3 se ilustra los campos que deben modificarse. Basándonos en nuestro sistema de control de temperatura



**Figura 23-3.** Configuración de la tecla F2  
Realizado por Aguilar Antonio

Para configurar la tecla F3 que indica los parámetros de tiempo hay que seguir los siguientes pasos:

1. Tener activa la “PANTALLA DE INICIO”
2. Se debe hacer clic en la opción soltar
3. En la opción activar imagen llamamos a la pantalla llamada “PARAMET TIEMPO”

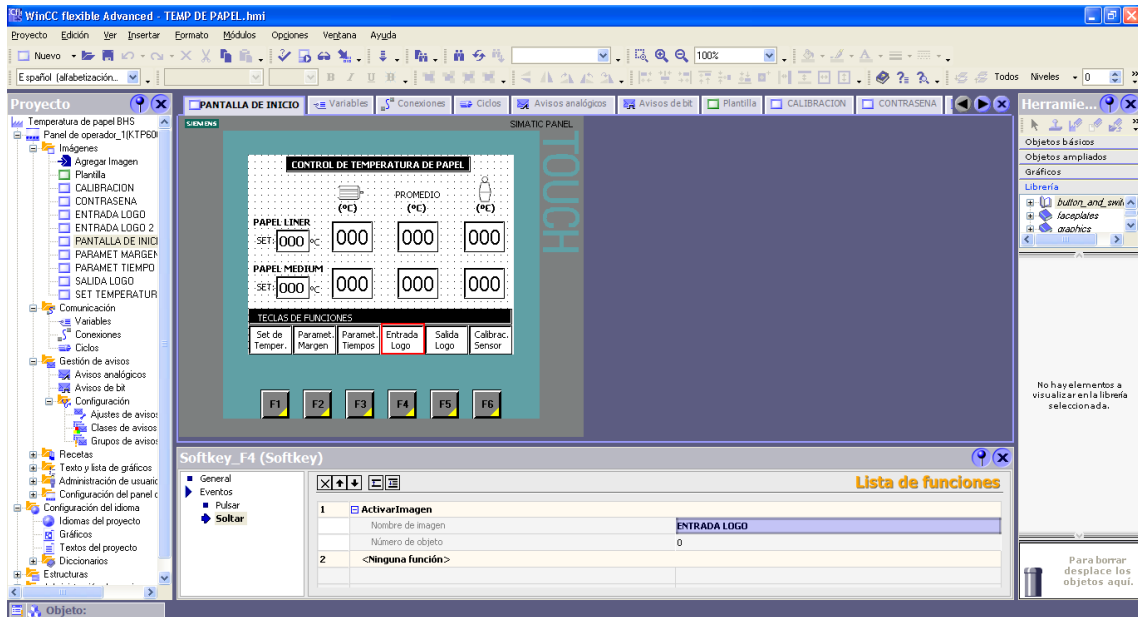


**Figura 24-3.** Configuración de la tecla F3  
Realizado por Aguilar Antonio

La configuración de la tecla F4 correspondiente a las entradas del Logo PLC se realiza de la siguiente manera:

1. Tener activa la “PANTALLA DE INICIO”
2. Se debe hacer clic en la opción soltar
3. En la opción activar imagen llamamos a la pantalla llamada “ENTRADA LOGO”

En la figura 25-3 se ilustra los campos configurables para esta tecla de función.

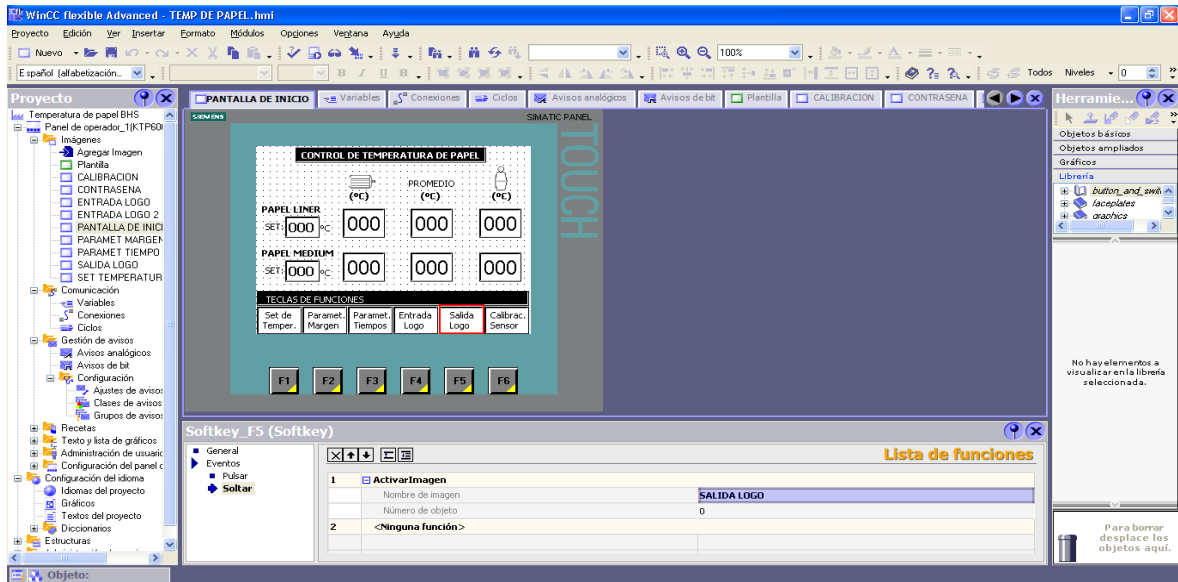


**Figura 25-3.** Configuración de la tecla F4  
Realizado por Aguilar Antonio

Para la configuración de la tecla F5 que son las salidas del Logo PLC se debe realizar los siguientes pasos:

1. Tener activa la “PANTALLA DE INICIO”
2. Se debe hacer clic en la opción soltar
3. En la opción activar imagen llamamos a la pantalla llamada “SALIDA LOGO”

En la figura 26-3 se muestra la configuración de esta tecla de función, ya que al pulsar esta tecla, se debe visualizar las salidas del logo. Es decir al momento que esta trabajando el sistema, es posible observar cuales salida se activan o desactivan.



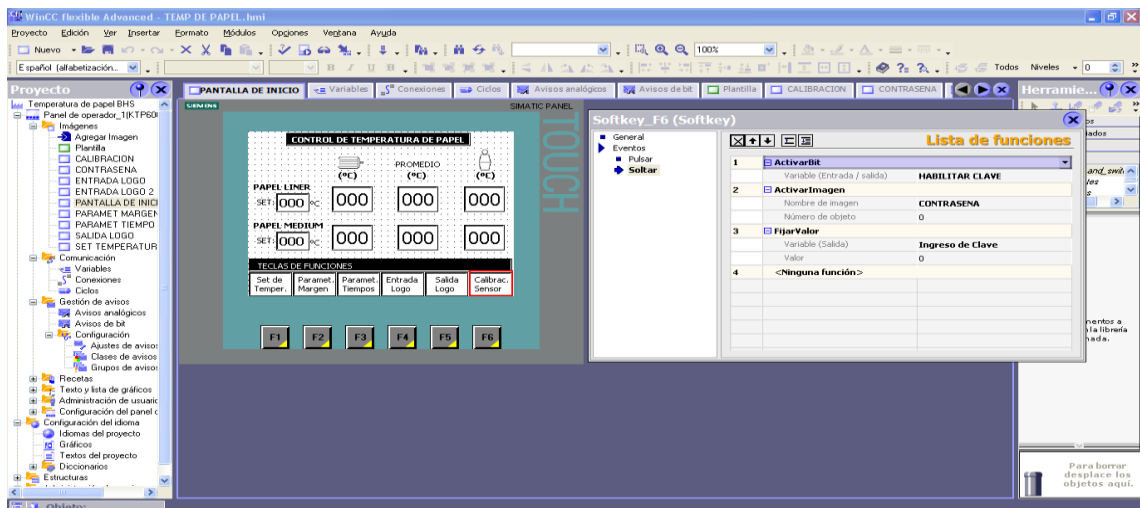
**Figura 26-3.** Configuración de la tecla F5

Realizado por Aguilar Antonio

Para la tecla de función F6 que corresponde a la calibración hay que seguir los siguientes pasos:

1. Tener activa la “PANTALLA DE INICIO”
2. Se debe hacer clic en la opción soltar.
3. En la opción activar bit, escoger la opción “HABILITAR CLAVE”.
4. En activar imagen llamar a la pantalla “CONTRASEÑA”.
5. En fijar valor escoger la opción “Ingreso de Clave”

En la figura 27-3 se muestra la pantalla en la que se va a configurar los campos



**Figura 27-3.** Configuración de la tecla F6

Realizado por Aguilar Antonio

### **3.7 Diagramas eléctricos**

Para los diagramas eléctricos se ha utilizado el software simulación Cade simu, el cual permite realizar el diseño y simulación de los circuitos eléctricos que se está utilizando en el sistema de control de temperatura

#### **3.7.1 Armarios para tableros de control**

En este esquema se especifica los tableros que van a estar involucrados. Debido a que los dispositivos como el HMI, el logo PLC y los relés utilizados para el control no se encuentran en un mismo tablero hay que obligadamente especificar donde se encuentra cada uno de ellos, de igual manera se indica el número de cables que lleva la señal a cada uno de los elementos del sistema.

En el anexo A se puede dar referencia a lo especificado en el apartado anterior.

#### **3.7.2 Conexiones del sistema de control de temperatura**

En este diagrama describe las entradas y salidas que van al Logo PLC, así como la alimentación la conexión de los sensores y el acondicionamiento de la señal.

En el Anexo B se puede visualizar la ubicación de los pirómetros o sensores de temperatura, donde debe ir conectado, y el voltaje con el que debe ser alimentado. Así mismo la conexión de la tarjeta de acondicionamiento de señal para captar los valores de voltaje.

También se puede apreciar las entradas y salidas que van conectadas al Logo PLC con sus respectivas etiquetas para poder identificarlas lo más rápido posible en caso de que haya algún inconveniente con la conexión

#### **3.7.3 Diagrama eléctrico modificado**

En el Anexo C se muestra las modificaciones que se ha realizado en el circuito eléctrico de la máquina corrugadora.

En el circuito se puede apreciar que al momento de activar los relés representados por K1y k2 se van cerrar los contactos normalmente abiertos para enviar la señal desde el Logo PLC hacia las bobinas de los contactores para enviar corriente a los motores trifásicos.

La bobina de los relés son activadas por medio de un selector fijo que se lo identifica como S1 y que es de dos posiciones, una posición es para trabajar con el sistema implementado y la otra posición es para trabajar por velocidad.

Cuando el selector está en la posición “Por BHS” los relés están desactivados y por lo tanto el sistema funciona como de fábrica, es decir, el Plc que esta implementado envía la señal a las bobinas de los contactores, pero como se ha manifestado anteriormente este proceso es realizado manualmente

#### **3.7.4 Diagrama eléctrico del motor de arroje externo del papel médium**

En el Anexo D se puede ver diagrama eléctrico describe el motor que controla el arroje externo del papel médium etiquetado con la numeración 43M1; el cual tiene un guardamotor de 2.5A como protección, para evitar que la corriente que circula por el motor sobrepase esta cantidad de amperaje. Los contactores que gobiernan el sentido de giro del motor son el 113K5 y 113K6.

#### **3.7.5 Diagrama de arroje externo e interno del liner**

En el Anexo E se puede identificar los motores que hacen actuar los arropes interno y externo del papel line, describiendo los contactores que los hacen funcionar, así como las protecciones necesarias para preservar la vida útil de los motores.

En el diagrama se puede ver que para el arroje externo del papel liner se encuentra conectado un motor trifásico de 0.75 Kw, el sentido de giro están gobernados por los contactores 113K1 Y 113K2.

Como protección se conecta un guardamotor de 2.5 A.

El arroje interno actúa cuando el motor trifásico de 0.75 Kw etiquetado como 41M2 entra en funcionamiento, el sentido de giro lo dan los contactores 113K3 Y 113K4.

La protección está dada por el guardamotor 41Q2.

#### **3.7.6 Conexión Logo Plc con Interfaz Hombre maquina**

En el anexo F se describe como está realizada la conexión y las etiquetas que describe cada uno de los cables conectados en el Logo Plc y a la interface hombre maquina (HMI).

Aquí se describe el voltaje que debe llegar al Logo Plc y al Hmi, de la manera se figura la alimentación de las entradas y salidas del Logo PLC ; y por último el cable de red para la transferencia de datos.

### 3.8 Acondicionamiento de señal

En todo proceso industrial se debe realizar un acondicionamiento de señal, para saber el estado del proceso que se está controlando. Para ello, es necesario conectar algún modulo compatible con el automático que se está utilizando, o en su defecto diseñar una tarjeta electrónica para captar las señales.

Para leer las señales analógicas que entrega el sensor de temperatura es necesario el diseño y la fabricación de una tarjeta que sea capaz de convertir los miliamperios en señal de voltaje, y así puedan ser leídas por el Logo PLC.

La tarjeta de acondicionamiento de señal que se va a implementar se muestra en la figura 28-3, el valor de las resistencias son los calculados con la ecuación 3.3



**Figura 28-3.** Tarjeta de acondicionamiento de señal  
Realizado por Aguilar Antonio

### 3.9 Implementación del sistema

#### 3.9.1 Consideraciones para la implementación del sistema

Para evitar complicaciones en el funcionamiento del sistema se debe elegir una correcta ubicación de los materiales, equipos, etc, de tal manera que brinde la seguridad necesaria para confiar en lo implementado.



Distribución de los componentes: Los materiales, tales como el Logo PLC, relés, borneras, etc, deben ser fijan sobre un riel din y dentro de un armario provisto de buenas superficies conductoras

Masa del armario: A la masa del armario se conecta el cable de puesta a tierra para preservar la vida útil de los equipos.

Condiciones ambientales: Se debe considerar los siguientes aspectos:

- Ausencia de gas corrosivo.
- Ambiente exento de gases inflamables.
- Circuito de mando lo más alejado posible del vapor.
- El armario debe tener una correcta refrigeración

Buena alimentación: Si existe demasiada variación de tensión, o el voltaje es demasiado bajo, se debe instalar un transformador para el circuito de control.

Protección del circuito de mando: Para elegir el equipo de protección es necesario sumar las corrientes nominales, en consecuencia se eligió un breaker de 4A.

Disposición global: En el sistema completo se debe distinguir entre el circuito de alimentación para el Logo y el circuito de alimentación para los motores que constituyen el circuito de potencia.

Circuito de alimentación del Logo: Este circuito alimenta al Logo, a la tarjeta de acondicionamiento, y los sensores de temperatura. En el armario ya existe una fuente de 24 VCC, así que no va a ser necesario agregar otra.

Circuito de alimentación para los motores: Este circuito de alimentación comprende el voltaje que hace funcionar lo actuadores, en este caso, los motores. Este voltaje es de 400VAC.

### **3.9.2 Distribución eléctrica.**

- Para el tendido del cable de los sensores es necesario protegerlo contra las temperaturas que existen en el medio.
- Para la ubicación de los sensores hay que tener en cuenta que no tengan contacto con la superficie metálica, de esta manera se evita la transferencia de calor.
- El cableado debe estar direccionado por medio de las canaletas.
- Los cables conectados en las borneras deben estar etiquetados.

- Utilizar pines de conexión en los extremos de los cables.
- La pantalla de interfaz hombre maquina (HMI), debe estar conectada a tierra. Asimismo, debe haber una bornera destinada para conectar el cable de tierra.

### **3.9.3 Protecciones eléctricas**

Para lograr el correcto funcionamiento se debe tomar algunas medidas de protección, de tal manera que el operador tenga la certeza que la temperatura es la correcta.

#### **Medidas contra interferencias.**

La caja de conexiones donde están conectados los sensores debe ser hermética para evitar en mayor medida la humedad. Esta caja está expuesta a la temperatura que se desprende del precalentador; por esta razón es necesario que sea de un material disipador de calor, en este caso se utiliza una caja de aluminio.

Dentro del armario no deben existir sobretensiones en las líneas de alimentación. Para ello se tomó las siguientes medidas de seguridad:

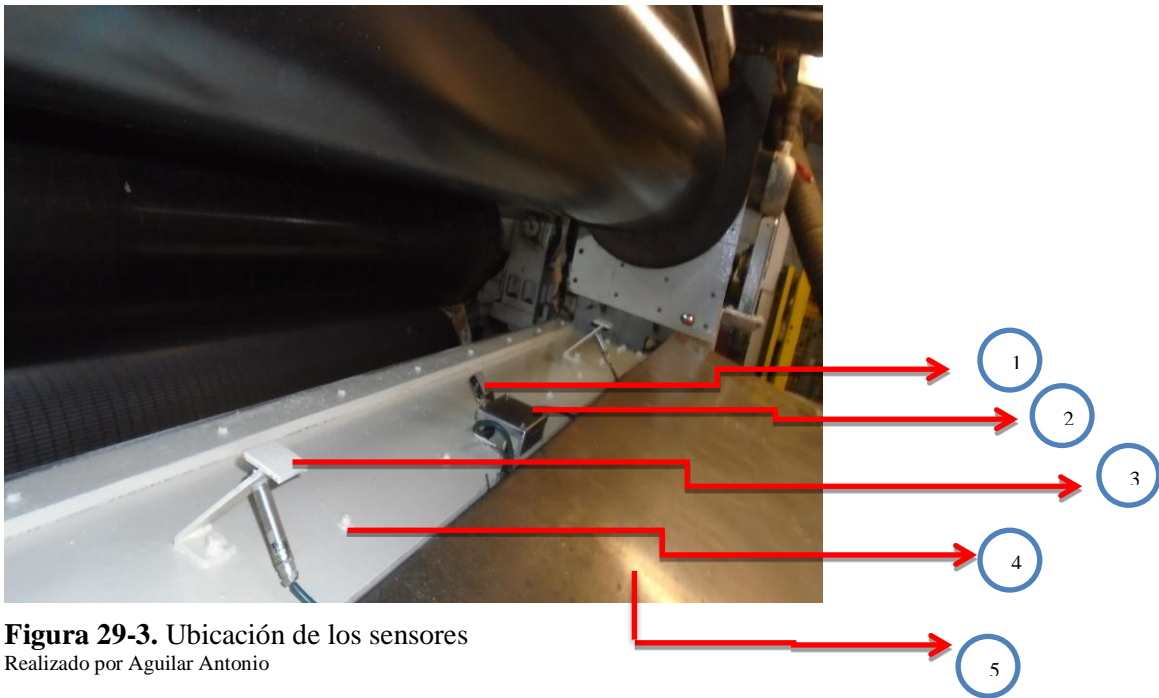
- ✓ Los dispositivos que generan magnetismo deben estar alejados de las borneras para evitar interferencia en la señal.
- ✓ Siguiendo el esquema propio de la maquina corrugadora para ubicación de los dispositivos, los contactores están ubicados en un armario diferente, muy alejado del circuito de mando.
- ✓ Para el tendido del cable de los sensores se debe buscar el camino donde haya menor humedad.

### **3.9.4 Ubicación de los sensores.**

Tanto los sensores como el cableado de los mismos deben ir ubicados en la parte de la bandeja de goma para el papel liner, para el papel médium los sensores deben estar ubicados en la parte opuesta del precalentador de la flauta C.

Además como lógica de diseño, para saber que el sistema está listo para funcionar se ubicó un sensor óptico, el cual indicara que la bandeja de goma esta lista y por ende el papel ya está enhebrado por los rodillos correspondientes.

En la figura 29-3 se muestra la ubicación de los sensores de temperatura conjuntamente con la caja de conexiones, el sensor óptico, la bases donde se encuentran sujetos los sensores de temperatura.



**Figura 29-3.** Ubicación de los sensores  
Realizado por Aguilar Antonio

1. Sensor óptico
2. Caja de conexiones
3. Base metálica para los sensores
4. Sensor de temperatura
5. Bandeja de goma

### 3.9.5 Ubicación del interfaz hombre maquina (HMI)

La mejor ubicación para el interfaz hombre maquina es a lado derecho de la pantalla principal, de esta manera el operador no tiene que ir demasiado lejos y se la hace más fácil estar vigilando la temperatura del papel, siempre con la certeza de tener un sistema confiable para controlar la temperatura del papel.

En la figura 30-3 se ilustra el tablero Mf de la flauta B, el cual es el encargado de realizar el control semiautomático de diferentes actividades para obtener un papel corrugado de excelente calidad, entre esas actividades, se encuentra: accionar el rodillo engomador, subir y bajar la velocidad de la máquina corrugadora, activar las ducha de vapor, etc. En la actualidad, en este tablero se tiene la pantalla para el control automático de temperatura.



**Figura 30-3.** Tablero Mf de la Flauta B  
Realizado por Aguilar Antonio

### 3.9.6 Ubicación del selector

El selector está ubicado al lado derecho de la interfaz hombre máquina, el cual activara el sistema de control de temperatura. De esta manera el arropo lo realizará automáticamente.

En la figura 3-3 se muestra el seletor del sistema para el control automatio de temperatura



**Figura 31-3.** Selector del sistema

Realizado por Aguilar Antonio

## Capítulo IV.- Pruebas y resultados

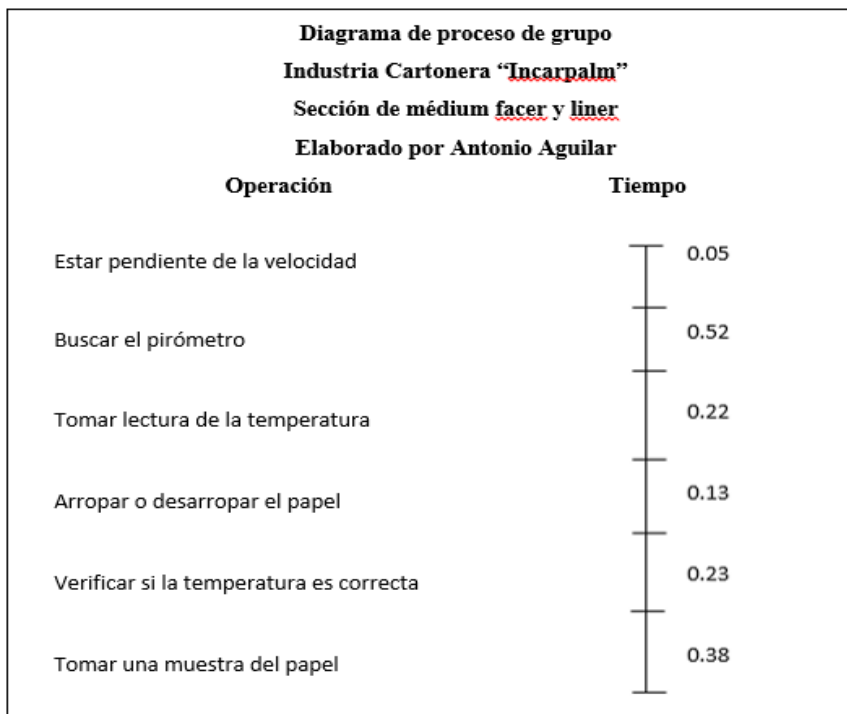
### 4.1 Definición de procesos y actividades

Cuando se presenta la necesidad de mejorar un método de trabajo en ocasiones la situación suele ser complicada, debido a que se puede encontrar actividades dependientes de otras, si se desea lograr mejorar el proceso se debe aislar las tareas individuales y descubrir las relaciones que existen entre sí. (Control automático mediante señales analógicas mediante PLC S7-200 SIEMENS, 2014, p. 65).

El diagrama general de flujo está diseñado para tener una visión general de la acción de un material o persona durante el proceso o procedimiento.

Para diagramar la toma de datos de la temperatura en la sección de médium facer y liner, se está utilizando el diagrama de procesos de grupo.

En la figura 1-4 se ilustra el diagrama de proceso de grupo donde se muestra la relación entre los ciclos de operación y ocio, de maquina como del operador.



**Figura 1-4** Diagrama de proceso de grupo  
Realizado por Aguilar Antonio

El siguiente paso es la investigación de los enfoques del análisis de la operación.

#### **4.2 Análisis de operaciones**

El procedimiento primordial del análisis de la operación es tan efectivo en la planeación de nuevos centros de trabajo como en el mejoramiento de los ya existentes. Es considerado como un procedimiento sistemático utilizado para el estudio de todos los factores que afectan al método con el que se realiza una operación

Los principios del análisis de operación son aplicables a cualquier clase o tipo de trabajo. A continuación se describe brevemente los posibles aspectos que se debe tomar en cuenta en cada operación:

#### **4.3 Finalidad de la operación**

La mayoría de las operaciones que se establece por primera vez son las más adecuadas. Una regla primordial a observar es tratar de eliminar o combinar operaciones antes de mejorarla. Pequeños cambios en los procesos precedentes o subsecuentes pueden afectar la eficiencia de una operación o la necesidad que se tenga de la misma.

#### **4.4 Diseño de la pieza**

Siempre se debe revisar todos los diseños en busca de mejoras posibles. Los diseños no son permanentes, y pueden cambiarse si la situación lo amerita, se asegurar que el método sea el correcto y deseable

#### **4.5 Análisis de proceso**

El efecto de cualquier cambio sugerido se debe analizar como parte de un proceso completo, se puede determinar si la operación puede eliminarse, cambiarse o realizarse durante el tiempo de espera de otra operación.

#### **4.6 Requerimientos de inspección**

Consiste en alcanzar las mejoras en la calidad a través de la optimización de diseño del producto y métodos, de hecho proporcionan a menudo la selección de procesos y métodos específicos.

#### **4.7 Material**

Es uno de los primeros puntos que se debe considerar, los costos de material son una parte fundamental del costo total de cualquier trabajo o clase de trabajo, se debe considerar el tamaño, la conveniencia, condiciones de los materiales existentes, usar más económicamente los suministros y herramientas, emplear materiales de manera más económica, buscar el mejor proveedor desde el punto de vista del precio y surtido posible.

#### **4.8 Manejo de materiales**

Las consideraciones a tomar aquí son: tiempo, lugar cantidad y espacio, se compone de una serie de viajes separados, entre los almacenes y las estaciones de trabajo, por medio de un estudio minucioso de la necesidad de transportación de los materiales y manejo de los mismos es posible reducir este costo.

#### **4.9 Distribución, organización y equipamiento del lugar de trabajo**

La distribución del lugar de trabajo, determina los movimientos de del operador al hacer su trabajo. En esta parte se necesario considerar la colocación de materiales y herramientas, es importante la manera en que se asigna el trabajo, la forma en el operario recibe las instrucciones para realizar una tarea, la forma en que se obtiene el material auxiliar como dibujos, herramientas especiales e implementos para la medición.

#### **4.10 Posibilidades comunes para la mejora**

Si, al hacer alguna de las siguientes preguntas la respuesta fuera, no, se tendrá la oportunidad de mejoramiento.

¿Ambas manos trabajan simultáneamente y en direcciones simétricas u opuestas?

¿Cada mano efectúa el menos movimiento posible?

¿Está organizado el sitio de trabajo para evitar las distancias excesivas a alcanzar?



#### **4.11 Condiciones del trabajo**

Las empresas que mantienen buenas condiciones de trabajo sobrepasan en producción a los que carecen de ella. El ambiente en el que se hace el trabajo juega un papel importante en la eficiencia y la comodidad del obrero, las condiciones extremas de calor, luz ventilación, exceso de ruido así como los riesgos de trabajo pueden causar fatiga y preocupación.

#### **4.12 Método**

Consiste en tomar cada paso del método actual y analizarlo tomando en cuenta todos los puntos claves y encontrar sus puntos débiles, de esta manera encontrar el método final como solución.

Una vez determinado todos estos enfoques se procede a realizar las mediciones del caso.

#### **4.13 Medición del trabajo**

Para medición del trabajo es necesario aplicar técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador para llevar a cabo una tarea determinada, se puede aplicar en cualquier situación donde se necesite la planificación, programación y control de mantenimiento. Sin medición no hay control, si no hay control, no es posible mejorar.

Todos los sistemas prácticos de medición de trabajo involucran, la medición del tiempo real observado y el ajuste del tiempo observado para obtener el tiempo estándar. Así tenemos la siguiente clasificación:

1. Estudio de tiempo cronometro.
2. Muestreo de trabajo.
3. Sistema de medición del trabajo con datos estándares.

Dado que no se cuenta con datos estándares validos que sirvan para ser aplicados en el estudio, se utilizara la medición del trabajo por medio de estudio de tiempos por cronómetro.

La metodología para el estudio de tiempos con cronometro se desarrolla a través de los siguientes pasos:

#### **4.13.1 Selección de los operarios**

No se debe elegir a un operario lento, o con poca destreza, debido a que los cálculos pueden resultar en estándares de tiempos muy holgados perjudicando a la empresa.

No se debe elegir al mejor operario, debido a que el estudio puede resultar en estándares de tiempos muy reducidos perjudicando a los trabajadores.

El operario promedio normalmente realizara un trabajo consistente y su ritmo tenderá a estar en el intervalo aproximado a lo normal.

**Técnica de método continuo:** El cronometro se deja correr mientras dura el estudio, se lee el punto terminal de cada elemento mientras las manecillas están en movimiento.

La ventaja de este método es que presenta un registro completo de todo el periodo de observación; la desventaja es que se necesita restas sucesivas de las lecturas para determinar los tiempos elementales transcurridos.

Las tablas de medición deben permitir recopilar la mayor cantidad de datos que sean de trascendencia para el estudio, como los elementos en los que se descompone la operación, el proceso, condiciones de trabajo, registro de tiempos de inicio y finalización de cada actividad, número de actividades.

#### **4.13.2 Elaboración de tablas de medición y selección de técnicas a utilizarse en la toma de tiempos**

Para determinar los tiempos elementales durante el estudio existen dos técnicas muy eficaces:

- Técnica de método continuo
- Técnica de regreso a cero.

### 4.13.3 Determinación del número de observaciones necesarias para el estudio de tiempos

Se pueden utilizar las tablas elaboradas por General Electric Company o la de Westinghouse Electric Company, para el estudio se va a utilizar la tabla 1-4 que pertenece a la General Electric:

**Tabla 1-4** Tabla método General Electric

Tiempo de ciclo en minutos	Numero de ciclos recomendados
0,1	200
0,25	100
0,5	60
0,75	40
1	30
2	20
2-5	15
5-10	10
10-20	8
20-40	5
40 en adelante	3

Fuente: General Electric

### Toma de tiempos y registros de valores e información

Durante el trabajo de es importante captar la siguiente información que permita:

- Identificar el proceso, el método, la instalación, la maquina o las condiciones en que se realizó el estudio.
- Identificar al operario
- Describir la duración del estudio

### 4.13.4 Calificación del operador

Una vez registrado el tiempo observado, se ajusta con el fin de determinar el tiempo que se requiere para que un individuo realice un trabajo normal a un ritmo normal.

Se utiliza la clasificación global en ciclos de trabajo de media duración hasta 30 minutos y compuesto de elementos de corta duración inferior a 0.10 minutos.

La sumatoria de los cuatro valores nos da una compensación en porcentaje. Adicionando uno da como resultado un factor de ejecución.

**Factor de calificación** = (destreza/habilidad+consistencia+condiciones+esfuerzo/desempeño)+ 1

**Sistema Westinghouse:** Para la calificación de la actuación se va a utilizar el sistema Westinghouse, teniendo como guía desde la tabla 2-4 a la tabla 5-4.

**Tabla 2-4** Tabla de puntuación de destreza o habilidad

<b>Puntaje</b>	<b>Nomenclatura</b>	<b>Definición</b>
0,15	A1	Extrema
0,13	A2	Extrema
0,11	B2	Excelente
0,08	B2	Excelente
0,06	C1	Buena
0,03	C2	Buena
0	D	Regular
-0,05	E1	Aceptable
-0,1	E2	Aceptable
-0,16	F1	Deficiente
-0,22	F2	Deficiente

**Fuente:** S.M. Lowry, H.B. Maynard y G.J. Stegemerten, Time and Motion Study and Formulas for Wage Incentives, 3a. ed. (N.Y. McGraw-hill)

**Tabla 3-4** Tabla para calificar la consistencia

<b>Puntaje</b>	<b>Nomenclatura</b>	<b>Definición</b>
0,04	A1	Perfecta
0,03	B	Excelente
0,01	C	Buena
0	D	Regular
-0,02	E	Aceptable
-0,04	F	Deficiente

**Fuente:** S.M. Lowry, H.B. Maynard y G.J. Stegemerten, Time and Motion Study and Formulas for Wage Incentives, 3a. ed. (N.Y. McGraw-hill)

**Tabla 4-4** Tabla para calificar la condiciones

<b>Puntaje</b>	<b>Nomenclatura</b>	<b>Definición</b>
0,06	A1	Perfecta
0,04	B	Excelente
0,02	C	Buena
0	D	Regular
-0,03	E	Aceptable
-0,07	F	Deficiente

**Fuente:** S.M. Lowry, H.B. Maynard y G.J. Stegemerten, Time and Motion Study and Formulas for Wage Incentives, 3a. ed. (N.Y. McGraw-hill)

**Tabla 5-4** Tabla para calificar el esfuerzo y desempeño

<b>Puntaje</b>	<b>Nomenclatura</b>	<b>Definición</b>
0,13	A1	Excesiva
0,12	A2	Excesiva
0,1	B2	Excelente
0,08	B2	Excelente
0,05	C1	Bueno
0,02	C2	Bueno
0	D	Regular
-0,04	E1	Aceptable
-0,08	E2	Aceptable
-0,12	F1	Deficiente
-0,17	F2	Deficiente

**Fuente:** S.M. Lowry, H.B. Maynard y G.J. Stegemerten, Time and Motion Study and Formulas for Wage Incentives, 3a. ed. (N.Y. McGraw-hill)

#### 4.13.5 Aplicación de márgenes y tolerancia

Es necesario la aplicación de márgenes de tolerancia al tiempo normal, con el fin de agregar un tiempo suficiente al tiempo de producción normal que permita cubrir: demoras personales, fatiga y retrasos inevitables

La fórmula para el cálculo en minutos es la siguiente:

$$t = \frac{\% \text{Suplemento}}{100} + 1$$

Para el estudio se puede utilizar la tabla 6-4. elaborada por la oficina internacional del trabajo

**Tabla 6-4** Márgenes de tolerancia

A.	Tolerancias constantes	
1.	Tolerancia personal	5
2.	Tolerancia básica por fatiga	4
B.	Tolerancias variables	
1.	Tolerancia por estar de pie	2
2.	Tolerancia por posición no normal	
a.	Ligeramente molesta	0
b.	Molesta(cuerpo encorvado)	2
c.	Muy molesta(acostado, extendido)	7
3.	Empleo de fuerza o vigor muscular (para levantar, tirar de, empujar )	
	Peso levantado (Kg/libras)	
	2.5; 5	0
	5; 10	1
	7.5; 15	2
	10; 20	3
	12.5; 25	4
	15; 30	5
	17.5; 35	7
	20; 40	9
	22.5; 45	11
	25; 50	13
	30; 60	17
	35; 70	22
4.	Alumbrado deficiente	
a.	Ligeramente inferior a lo recomendado	0
b.	Muy inferior	2
c.	Sumamente inadecuado	5
5.	Condiciones atmosféricas (calor y humedad)	0-10
6.	Atención estricta	
a.	Trabajo moderadamente fino	0
b.	Trabajo fino o de grana cuidado	2
c.	Trabajo muy fino o muy exacto	5
7.	Nivel de ruido	
a.	Continuo	0
b.	Intermitente fuerte	2
c.	Intermitente muy fuerte	5
d.	De alto volumen fuerte	5
8.	Esfuerzo mental	
a.	Proceso moderadamente complicado	1
b.	Proceso complicado o que requiere amplia atención	4
c.	Muy complicado	8
9.	Monotonía	
a.	Escasa	0
b.	Moderada	1
c.	Excesiva	4
10.	Tedio	
a.	Algo tedioso	0
b.	Tedioso	2
c.	Muy tedioso	5

Fuente: Oficina internacional del trabajo

#### 4.13.6 Cálculo de tiempo estándar

Es el resultado de la multiplicación del tiempo medio observado, por el factor de conversión y se describe a continuación:

$$T_s = T_m \times (f \times t)$$

<b>T<sub>s</sub>:</b>	Tiempo estándar
<b>T<sub>m</sub>:</b>	tiempo medio observado
<b>F:</b>	calificación de la actuación
<b>t:</b>	tolerancia

Se puede notar que el tiempo estándar depende directamente del método de trabajo lo que encierra, herramientas, equipos, distribución de la estación de trabajo, tipo de materia, etc.

#### Selección de la técnica a utilizar para la toma de tiempos y elaboración de tablas de medición

Se utilizó la técnica del método continuo, donde se deja correr el cronometro mientras dura el estudio y se lee en el punto terminal de cada elemento mientras las manecillas están en movimiento. La ventaja de utilizar este método de evaluación es que presenta un registro completo de todo el periodo de observación.

La desventaja que tiene este método es que se requiere de cálculos adicionales para determinar los tiempos individuales de los elementos.

#### 4.14 Comprobación de la sistematización

El objetivo principal de la metodología es proponer mejoras en base a la reducción de tiempos improductivos para reducir el desperdicio generado en la sección de médium facer y liner correspondientes a cada una de las flautas.

### **¿De qué manera influirá el control de temperatura en la etapa de singler facer y médium face para reducir el desperdicio de cartón corrugado?**

La manera en que aporta el sistema de control de temperatura en la etapa de médium facer y singler facer son múltiples, una de ellas indudablemente es la reducción del desperdicio generado por el cristalizado o pega falsa, debido a que el control ya no se lo realiza manualmente, de esta manera el arroje del papel es más rápido, brindando eficiencia y la seguridad que el operador necesita en esta etapa para preservar la temperatura y evitar que se den estos problemas. En el anexo B se puede visualizar los datos de desperdicio correspondiente al mes de febrero del 2015, que fue el mes en el que se empezó a realizar el estudio, y el anexo C se muestra los datos de desperdicio generado en el mes de noviembre del mismo año, que corresponden a los datos de desperdicio con el sistema ya implementado. Esta información fue facilitada por el departamento de planificación de la Industria Cartonera Incarpalm.

### **¿Por qué se va a reducir los tiempos de control de temperatura en la máquina corrugadora?**

Como se puede visualizar en el análisis de operación para el control de arroje, el tiempo que se demora el operador en realizar el proceso es de dos minutos, siendo una carga estresante y tediosa para el mismo, con el control de temperatura automático se eliminaron estos tiempos muertos de operación, por ende de producción, ya que son seis actividades que la persona encargada en la sección de médium facer y liner está exento de realizar. Esto era en realidad un problema para el operador, a veces llamadas de atención, o multas, porque se debe cumplir una meta de láminas corrugas por cada turno.

Antes de la implementación del sistema el operador tenía que descuidarse de otras actividades y verificar la temperatura del papel por medio de un pirómetro manual, adquirido exclusivamente para suplir esa necesidad, corriendo el peligro de sufrir quemaduras hasta de segundo grado por estar demasiado cerca del área de corrugado.

A continuación se describe el proceso que se realizó para determinar el tiempo muerto de producción es decir el tiempo que se va a corregir para aumentar la producción:



### 1) Exploración preliminar de las actividades para lograr una temperatura deseada

Como se había dicho anteriormente el proceso empieza con la lectura manual de la temperatura utilizando el pirómetro hasta que finalmente se llega a la temperatura que se necesita.

A continuación se presenta una tabla que se elaboró, en base a la observación, donde consta un desglose de las actividades de la toma de lectura de la temperatura, de esta manera se tiene una idea general de la operación y lo se involucra.

**Tabla 7-4.** Actividades para la lectura de temperatura

<b>Proceso: Lectura de temperatura</b>	<b>Operación: Mover rodillos de arropo</b>	<b>Observador: Antonio Aguilar</b>	
<b>Sección</b>	<b>Operación:</b>	<b>No.</b>	<b>Actividad</b>
Medium Facer y Liner	Lectura de temperatura	1	Estar pendiente de la velocidad
		2	Buscar el pirómetro
		3	Tomar lectura de la temperatura
		4	Arropar o desarropar el papel
		5	Verificar si la temperatura es correcta
		6	Tomar una muestra del papel

Realizado por Aguilar Antonio

Cada una de las actividades mencionadas en la tabla 1-3 se realiza de forma independiente por el colaborador, debido a que solo una persona es la encargada de controlar este proceso, esto puede ser fatigoso o estresante.

Lo que se busca es reducir o eliminar el número de actividades encontrando la mejor solución para ello, mejorando así la calidad del trabajo, el bienestar del trabajador etc.

### 2) Toma de tiempos

La toma de tiempos se la realizo en base a las actividades expuestas en la tabla 1-3, se debió cronometrar el tiempo de cada actividad realizada por el operador para efectuar el arropo del papel.

### 3) Determinación del número de observaciones necesarias

Se utilizó la tabla elaborada por General Electric como guía para determinar el número de observaciones

La tabla 1-4 muestra el número de observaciones con las cuales se recomienda trabajar para todo los datos, con el fin de recolectar la mayor cantidad de información.

**Tabla 8-4** Número de observaciones para el estudio de tiempo

Proceso: Lectura de temperatura		Operación: Mover rodillos de arripe			Observador: Antonio Aguilar	
Sección	Operación	No.	Actividad	Tiempo de ejecución individual(min)	Tiempo de ejecución total(min)	Número de observaciones
Medium Facer y Liner	Lectura de temperatura	1	Estar pendiente de la velocidad	0,075	1,555	20 observaciones
		2	Buscar el pirómetro	0,52		
		3	Tomar lectura de la temperatura	0,22		
		4	Arropar o desarropar el papel	0,13		
		5	Verificar si la temperatura es correcta	0,23		
		6	Tomar una muestra del papel	0,38		

Realizado por Aguilar Antonio

#### 4) Calificación del operador

Considerando las tablas mencionadas en el capítulo anterior para determinar el factor de calificación y el factor de tolerancia se tiene las siguientes tablas:

**Tabla 9-4** tabla de calificaciones del operador

Destreza/habilidad	Consistencia	Condiciones	Esfuerzo y desempeño	SUMATORIA
Buena	Buena	Buena	Buena	
C1	C1	C	C1	
0,06	0,01	0,02	0,05	0,14

Realizado por Aguilar Antonio

$$\text{Factor de calificación} = (0,06 + 0,01 + 0,02 + 0,05) + 1$$

$$\text{Factor de calificación} = 1,14$$

La siguiente tabla indica los valores de tolerancia que se debe tener en cuenta para calcular el tiempo estándar.

**Tabla 10-4** Valores de tolerancia para el operador

Tolerancia básica por fatiga	Tolerancia por estar de pie	Condiciones atmosféricas (calor y humedad)	De alto volumen fuerte	TOTAL
4	2	6	5	17

Realizado por Aguilar Antonio

**Factor de tolerancia**=  $(17/100) + 1$

**Factor de tolerancia**= 1.17

### 5) Cálculo de tiempo estándar

#### Toma de tiempos y cálculo de tiempo estándar

Una vez que se tomaron todos los datos como se indica la tabla anterior y calculados los valores promedios para cada elemento, se tiene la tabla de resumen como se muestra en el Anexo I , donde se aprecian los tiempos promedios y se asignan valores de actuación del operario y por tolerancia.

La calificación del operario fue asignada en base a los puntajes establecidos en las tablas del sistema Westinghouse, que evalúa la actuación de la persona por su destreza/habilidad, consistencia, condiciones, y esfuerzo/desempeño. De la misma manera, se valoró las condiciones en las que se cumplen estas actividades para la lectura de temperatura y aplicar un margen de tolerancia al tiempo normal por concepto de fatiga, demoras personales y condiciones del ambiente de trabajo. Para los valores de tolerancia se aplicó la tabla de márgenes y tolerancia de la oficina internacional del trabajo.

**Tabla 11-4. Actividades para la lectura de temperatura**

Proceso: Lectura de temperatura		Operación: Mover rodillos de arroje			Observador: Antonio Aguilar		
Sección	Operación	No.	Actividad	Tiempo medio observado(min)	Factor calificación del operario	Factor de tolerancia	Tiempo estándar(min)
Medium Facer y Liner	Lectura de temperatura	1	Estar pendiente de la velocidad	0,075	1,14	1,17	0,1
		2	Buscar el pirómetro	0,52			0,69
		3	Tomar lectura de la temperatura	0,22			0,29
		4	Arropar o desarropar el papel	0,13			0,17
		5	Verificar si la temperatura es corr	0,23			0,31
		6	Tomar una muestra del papel	0,38			0,51
<b>TIEMPO TOTAL</b>							<b>2,07</b>

Realizado por Aguilar Antonio

Entonces sumando el tiempo medio observado se tiene lo siguiente:

Total de tiempo medio observado = 0.075+0.52+0.22+0.13+0.23+0.38

Total de tiempo medio observado = 1.55 minutos

Aplicando la fórmula del tiempo estándar y la calificación del operario, ya es posible calcular el tiempo que se va tardar el operador en realizar el proceso de arroje en forma manual.

Tiempo estándar = 1.55\*1.14\*1.17

Tiempo estándar= 2.07 minutos

Este es el tiempo total que el operador se demora en realizar la toma de lectura de temperatura conjuntamente realizando el arroje o desarroje del papel.

### **¿Para qué se va implementar un sistema de control de temperatura?**

Existen algunas razones por la que se ha implementado el sistema, entre ellas es la falta de visualización de la temperatura, pérdida de tiempo en realizar los arropes, y principalmente por el desperdicio generado a causa de la temperatura errónea que se le aplica al papel para una correcta gelatinización del almidón, y por ende, una perfecta adherencia entre las capas que constituyen una lámina.

Con la implementación del control y monitoreo de temperatura, el operador tiene la facilidad de tener una lectura correcta del papel, de esta manera, con un valor de temperatura correcto, seteado

por el operador se tiene la seguridad de que el papel no tendrá un cristalizado o pega falsa durante el proceso.

### **¿Es necesaria la implementación de un sistema de control de temperatura?**

Es absolutamente necesaria la implementación de un sistema de control de temperatura, y una razón principal fue la falta de tecnificación en la sección de médium facer y liner. Además se le brinda el mayor bienestar posible al operador, reduciendo la fatiga laboral, como se demostró en la tabla de análisis de las actividades para realizar la lectura de temperatura, son seis actividades que se van a eliminar para realizar dicho proceso. Estas actividades pueden llevar al colapso del operador por el exceso de carga laboral y responsabilidad para mantener la temperatura ideal del papel,

### **¿El operador podrá producir a una mayor velocidad?**

La persona que se encuentra operando en esta sección de corrugado, ya sea en la flauta B o flauta C, con seguridad podrá aumentar la velocidad y mantenerla constante, debido a que el operador ya no tiene que estar con la incertidumbre que la temperatura no será la idónea para el pegado del papel. Antes de la implementación del sistema la máquina producía laminas de cartón a una velocidad de 150 metros/minuto. Ahora con la implementación del sistema el operador puede producir a una velocidad de hasta 200 metros /minuto; esta información fue establecida y ratificada por el departamento de planificación de la Industria Cartonera Incarpalm.

### **Conclusiones**

- Con la implementación del sistema control de temperatura se redujo la cantidad de desperdicio generado por la pega falsa y cristalizado del papel corrugado debido a que el control ya no se lo realiza manualmente sino, que ahora se lo realiza de una manera sistematizada y automática .
- Se redujo el tiempo de producción del papel corrugado gracias a que se eliminaron las actividades que se tenían que ejecutar para tomar la lectura de la temperatura del papel, ahora estas actividades son realizadas en un tiempo imperceptible para la producción de las láminas
- El operador tiene más confianza en aumentar la velocidad de la máquina corrugadora debido a que en la actualidad puede visualizar el valor de temperatura en el HMI y ya no realiza el proceso manualmente sino de una forma automática, de esta manera se tiene la

certeza que se va producir más láminas de cartón corrugado con un desperdicio casi nulo por causa del cristalizado y pega falsa.

- El operador ahora tiene un mejor ambiente laboral, más tranquilo menos tenso, con mayor seguridad al momento de producir una lámina de cartón corrugado, además corre menos riesgo de sufrir quemaduras producidas por vapor ya que ahora se encuentra más alejado del área por donde circula el papel.

### **Recomendaciones**

- Realizar periódicamente un mantenimiento preventivo cada vez que se lo planifique, utilizando contact cleaner en la caja de conexión de los sensores, para contrarrestar cierta cantidad de humedad concentrada en las borneras.
- Sopletear con aire a presión las borneras que se encuentran en el armario, ya que cada vez que se realiza una limpieza general de la corrugadora en el armario se pueden filtrar fibras de cartón.
- En cada mantenimiento verificar si los terminales conectados ya sea en las borneras o en el Logo PLC se encuentran correctamente conectados; la vibración de la maquina puede aflojar los cables.

## BIBLIOGRAFIA

1. **Andreas John C** *Electrical Apparatus Service Association, Inc. Understanding energy efficient motors* [en línea]. volumen 12 Inglaterra 2009, [Consulta: 20 diciembre 2015]. Disponible en web: [http://wp-content/uploads/2012/01/2003\\_Quispe\\_URE\\_MotoresInducion.pdf](http://wp-content/uploads/2012/01/2003_Quispe_URE_MotoresInducion.pdf).
2. **B. DORF**. *Sistemas de Control Moderno* [en línea]. volumen 4 Madrid 2011 [Consulta: 5 marzo 2015]. Disponible en: <http://lsm.dei.uc.pt/ribie/docfiles/txt200373118347paper-222.pdf>.
3. **D. Estrin, R. Govindan, J. Heidemann, and S. Kumar**. *Next century challenges: Scalable coordination in sensor networks. In Proceedings of the fifth annual ACM/IEEE international conference on Mobile computing and networking* [en línea], pages 263–270, Seattle, WA USA, 2005. [Consulta: 7 julio 2015] Disponible en la web [http://www.cifp-mantenimiento.es/e-learning/index.php?id=2&id\\_sec=2](http://www.cifp-mantenimiento.es/e-learning/index.php?id=2&id_sec=2)
4. **Falcón, Nelson; Quintero, Amilkar** *Piroeléctricos* [en línea]. volumen 16 Venezuela 2010 [Consulta: 15 noviembre 2015]. Disponible en: [http://www.researchgate.net/profile/Nelson\\_Falcon/publication/237039081\\_Electrometros\\_piroelectricos/links/0c9605374d70d4a370000000.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Nelson_Falcon/publication/237039081_Electrometros_piroelectricos/links/0c9605374d70d4a370000000.pdf).
5. **HOLGUIN L, Germán A. y OROZCO G, Álvaro A. y PEREZ L, Sandra M.** *Conexión de dispositivos electrónicos*. [en línea]. Revista Colombiana Volumen 8 Edición número 29, Febrero de 2002, [Consulta: 16 octubre 2015] Disponible en web: [http://www.cifp-mantenimiento.es/e-learning/index.php?id=2&id\\_sec=2](http://www.cifp-mantenimiento.es/e-learning/index.php?id=2&id_sec=2).
6. **Ing. Iskender Palma Lima** *Control automático mediante señales analógicas mediante PLC S7-200 SIEMENS* [en línea]. México 2014 [Consulta: 5 septiembre 2015] disponible en web: <http://documents.mx/documents/control-plc-s7200-de-siemens.html>
7. **Ing. Francis A. Alfaro Benavides** *Análisis de la operación* [en línea]. México 2008 [Consulta: 14 diciembre 2015] disponible en web: [https://faabenavides.files.wordpress.com/2013/03/unidad-vi-anc3a1lisis-de-la-operac3b3n-\\_los-diez-enfoques-primarios\\_.pdf](https://faabenavides.files.wordpress.com/2013/03/unidad-vi-anc3a1lisis-de-la-operac3b3n-_los-diez-enfoques-primarios_.pdf)
8. **J. L. Villanueva Montoto Varela** *Manual de Cade Simu* [en línea] México 2014 [consulta: 7 julio 2015]. Disponible en web: <http://es.slideshare.net/danielfxa1/manual-cadesimu>.
9. **José Moreno Gil, David Martín, Romo García, Juan Carlos Gómez** *Guía de las Normas Une* [en línea] volumen 1 México 2010 [Consulta: 7 julio 2015] disponible en web: <https://books.google.com.ec>.

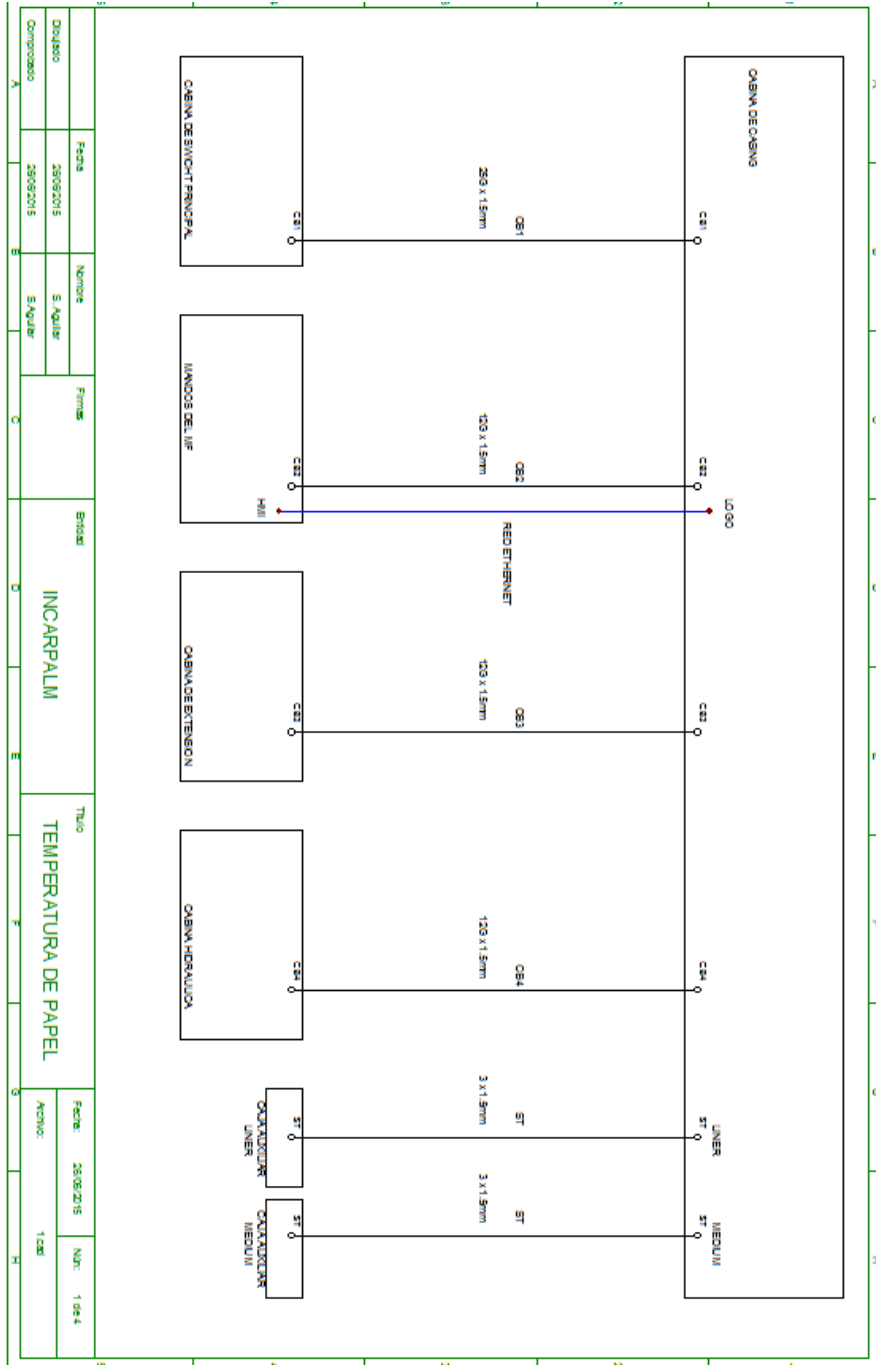
10. **Katsuhiko Ogata** *Ingeniería en Control Moderna* [en línea] volumen 3 Madrid 2010 [Consulta: 6 septiembre 2015]. Disponible en: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=QK148EPC\\_m0C&oi=fnd&pg=IA1&dq=Sistema+de+control+de+lazo+cerrado+&ots=214ks78Rpc&sig=aMr1MFaJ0\\_3fqXMLcHO6SBb6HLU#v=onepage&q=Sistema%20de%20control%20de%20lazo%20cerrado&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=QK148EPC_m0C&oi=fnd&pg=IA1&dq=Sistema+de+control+de+lazo+cerrado+&ots=214ks78Rpc&sig=aMr1MFaJ0_3fqXMLcHO6SBb6HLU#v=onepage&q=Sistema%20de%20control%20de%20lazo%20cerrado&f=false).
11. **Lawrence A. Klein** *Electrónica Industrial Moderna* [en línea]. volumen TT1, México, 2006 [Consulta: 21 junio 2015]. Disponible en web: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=HirtU49BokC&oi=fnd&pg=PR20&dq=+++Interruptores+Industriales+concepto&ots=FatV90Nrt&sig=mJV1XK7WZq5wLHbga9x70iJAQ#v=onepage&q=Interruptores%20Industriales%20concepto&f=false>.
12. **Linnyer Beatrys Ruiz, Jose M. S. Nogueira, and Antonio A. Loureiro. Manna: A management architecture for wireless sensor networks. IEEE Communications Magazine** [en línea]. Inglaterra 2003, [Consulta: 1 agosto 2015] Disponible en web: [http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esotecnologia/quincena11/4quincena11\\_contenidos\\_3d.htm](http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esotecnologia/quincena11/4quincena11_contenidos_3d.htm)
13. **L. Prasad, S. S. Iyengar, and R. L. Rao. Fault-tolerant Sensor integration using multiresolution decomposition. Physical Review** La Florida, 2004. [Consulta: 1 agosto 2015] Disponible en web <http://www.loboinstruments.com/ProgLogicSP.pdf>.
14. **Luis Miguel Cerda Filii** *Instalaciones Eléctricas y Automatismos* [en línea]. Madrid 2014 [Consulta: 2 julio 2015]. Disponible en web: <https://books.google.com.ec/books?id=oFfvBgAAQBAJ&pg=PA265&dq=sensores+ finales +de+carrera+mecanicos&hl=es-419&sa=X&ved=0CCMQ6AEwAGoVChMIkeOR0NveyAIVQtYeCh1Y6wQ1#v=onepage&q=sensores%20finales%20de%20carrera%20mecanicos&f=false>.
15. **Marco Antonio Aucapiña Maza, Byron Andrés Cuzco Caraguay** *Adaptación, mejoramiento y puesta en funcionamiento de la maquina engomadora ( Glue Machine) en la lina de cartoncorrugado para la empresa Cartopel S.A.I. División Ondutec (tesis).* Universidad Politecnica Salesiana facultad de Ingenierías, Ingeniería Mecánica. Cuenca-Ecuador. 2010. pp 80-93. Disponible en: <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBsQFjAAahUKEwjNzImDgIfJAhUHeSYKHaHVCsk&url=http%3A%2F%2Fdspace.ups.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F1367%2F13%2FUPS-CT001998.pdf&usg=AFQjCNHE0HGSMPEoU8n5T6JV6Gtw4cy3Xw&bvm=bv.107406026,bs.2,d.eWE&cad=rja>



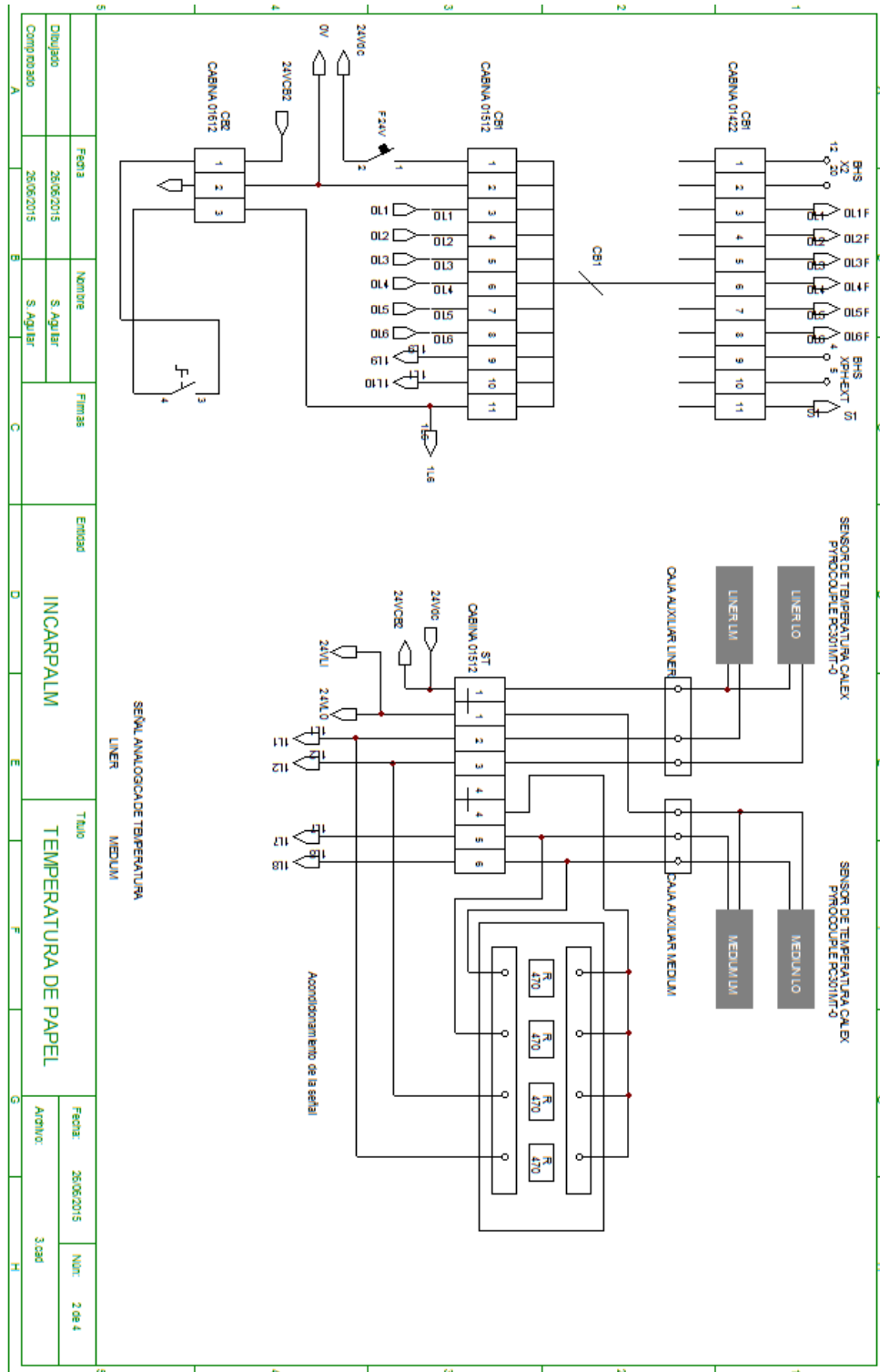
16. **M. Gea** *Curso Virtual de Introducción a la Interacción Persona-Ordenador* [en línea]. Chile 2008. [Consulta: 3 septiembre 2015]. Disponible en web: <http://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/1/619/620/621/3620.pdf>.
17. **N. Popescu, J. Zhang**, “*Image Feature Extraction for a Robust VisionBased Localization on a Mobile Robot*” [en línea]. Politehnica University of Bucharest and University of Hamburg, 2009. [Consulta: 10 octubre 2015]. Disponible en web: <http://ccc.inaoep.mx/~pgomez/publications/congress/PggCii08.pdf>.
18. **Rashid, Muhammad.H.** *electrónica de potencia TERCERA EDISION* [en línea]. México 2007 [Consulta: 6 diciembre 2015]. Disponible en web: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=5OXh2vdmCRsC&oi=fnd&pg=PR19&dq=T%C3%A9nicas+de+control+en+electronica&ots=9smRvz77mt&sig=GKQ6qx8fo3VP5Mrs0fzku248WwE#v=onepage&q=T%C3%A9nicas%20de%20control%20en%20electronica&f=fals>.
19. **Reed, R.P.** *Thermoelectric Inhomogeneity – Obscure obstacle to Quality. NCSL Workshop and Symposium* [en línea]. volumen 6 Arizona 2013 [Consulta: 5 diciembre 2015] disponible en web: <http://www.scielo.br/pdf/sa/v58n4/6306.pdf>.
20. **Rodrigo Rojas, Jaime Glaría** *Medidores De Temperatura: Termo-Resistencias Y Termistores* [en línea]. volumen 7 Chile 2011. [Consulta: 6 diciembre 2015] disponible en web: <http://medidores.de.temperatura.elo.utfsm.cl/~jgb/termomC.pdf>.
21. **Thorp J.S. Giovanini R. Birman K. Coury D. Wang X.R., Hopkinson K.M.** *Developing an agentbased backup protection system for transmission networks. Power Systems and Communications Infrastructures for the Future* [en línea]. Beijing Septiembre 2002. [Consulta: 12 diciembre 2015] Disponible en web: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/23086/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/23086/Documento_completo.pdf?sequence=1).
22. **Siemens AG**, *Bereich Automation and Drives* [en línea]. Alemania 2003 [Consulta: 11 diciembre 2015]. Disponible en Web: [https://cache.industry.siemens.com/dl/files/461/16527461/att\\_82567/v1/Logo\\_s.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/461/16527461/att_82567/v1/Logo_s.pdf).
23. **Simatic HMI, WinCC V7.3 WinCC: Trabajar con WinCC Manual de Sistema [en línea]. Alemania 2014 disponible en web: [Consulta: 8 diciembre 2015] [http://wikifab.dimf.etsii.upm.es/wikifab/images/b/b8/WinCCBasic\\_v11.pdf](http://wikifab.dimf.etsii.upm.es/wikifab/images/b/b8/WinCCBasic_v11.pdf).**
24. **Victor N, Afaro Ruiz** *Controladores PID* [en línea]. volumen 12 Costa Rica 2009 [Consulta: 13 diciembre 2015] disponible en web: <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/ingenieria/article/viewFile/6430/6135>.

# ANEXOS

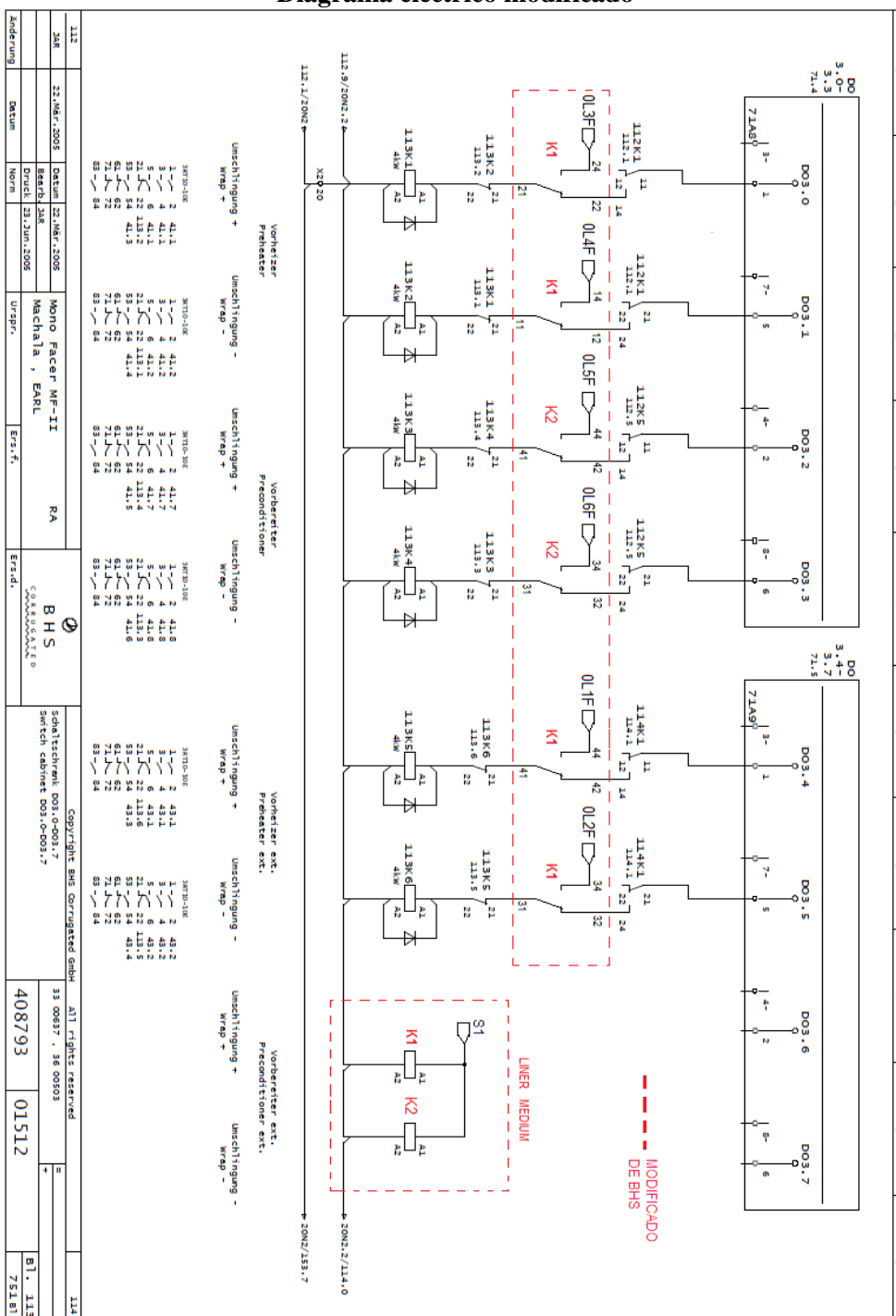
## Anexo A Armarios para tableros de control



## Anexo B Conexiones del sistema de control de temperatura

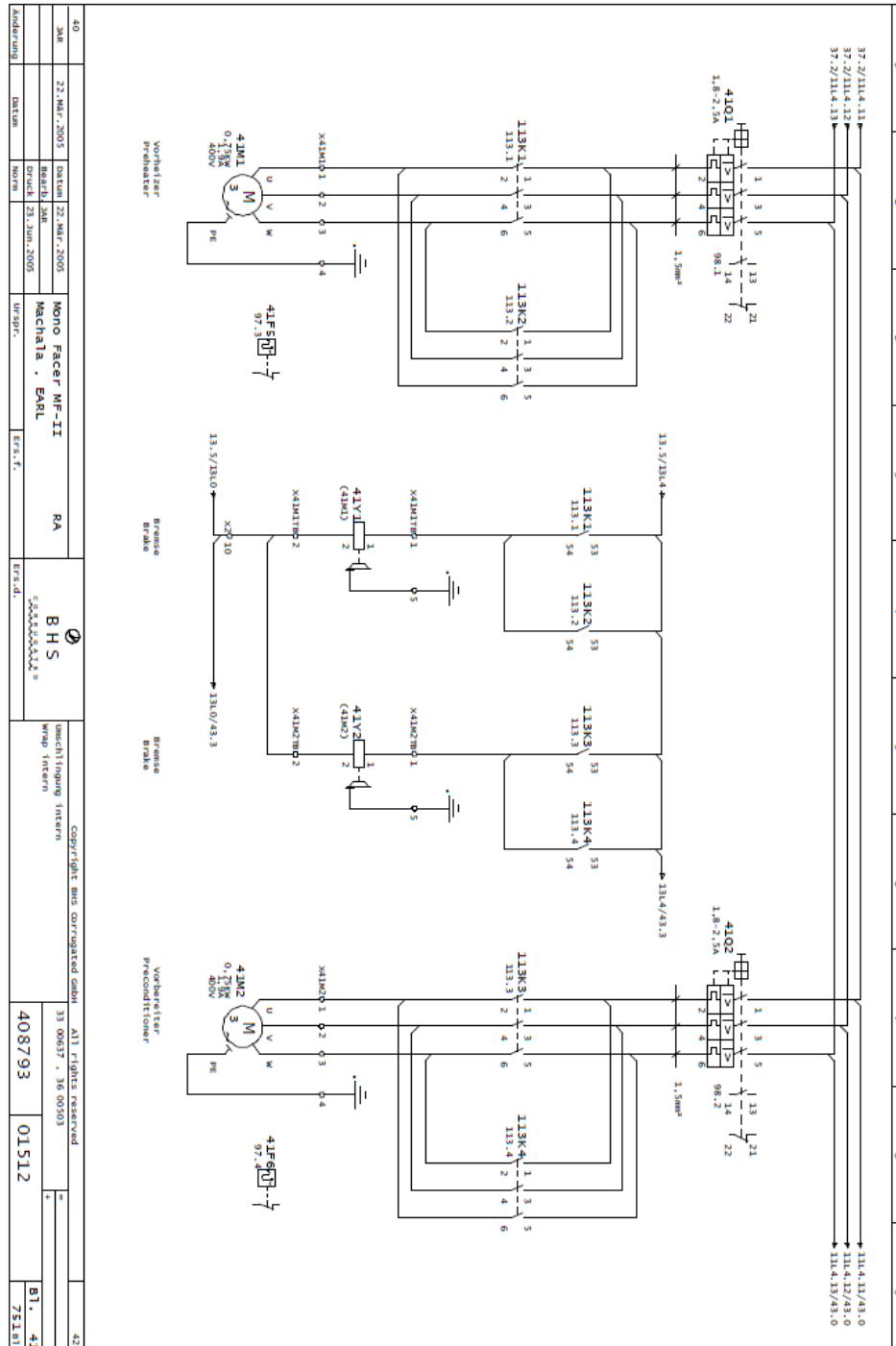


## Anexo C Diagrama eléctrico modificado

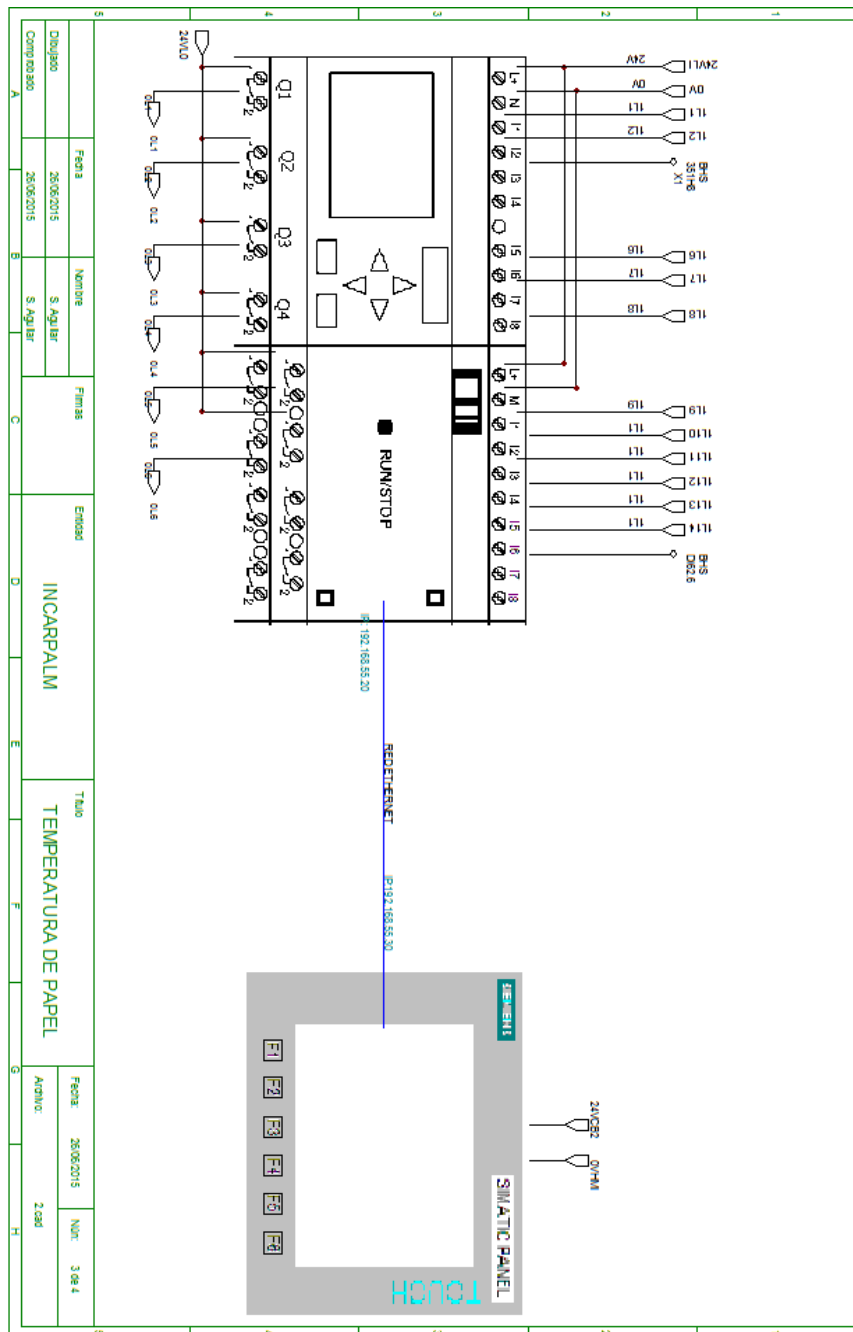




# Anexo E Diagrama de arropo externo e interno del liner



## Anexo F Conexión Logo Plc con Interfaz Hombre maquina



### Anexo G

#### Desperdicio total de la corrugadora del mes de febrero del 2015

<b>Desperdicio total de la corrugadora del mes de febrero del 2015</b>			
<b>FECHA</b>	<b>Desperdicio malo Controlable(Kg)</b>	<b>Consumo de bobinas(Kg)</b>	<b>Cristalizado y pega falsa(Kg)</b>
1,02	15.128	304.480	100
2,02	22.347	392.144	525
3,02	25.459	410.471	264
4,02	23.238	401.720	74
5,02	21.573	419.744	55
6,02	22.433	430.754	40
7,02	18.332	356.639	52
8,02	0	0	0
9,02	18.085	313.975	0
10,02	20.944	374.680	400
11,02	24.042	408.903	100
12,02	16.212	301.645	115
13,02	19.190	465.776	0
14,02	21.683	459.334	190
15,02	5.612	138.174	449
16,02	784	3.120	0
17,02	16.131	234.271	72
18,02	19.326	431.269	139
19,02	23.153	414.204	173
20,02	25.692	487.920	102
21,02	22.838	456.823	157
22,02	6.355	106.682	66
23,02	16.256	298.943	327
24,02	21.729	419.437	285
25,02	20.289	341.929	0
26,02	23.120	390.728	718
27,02	21.517	416.612	0
28,02	20.633	384.141	90
<b>TOTAL</b>	<b>512.101</b>	<b>9,564.518</b>	<b>4.493</b>



**Anexo H**  
**Desperdicio generado por cristalizado y pega falsa**

<b>Desperdicio total de la corrugadora del mes de noviembre del 2015</b>			
<b>FECHA</b>	<b>Desperdicio malo Controlable(Kg)</b>	<b>Consumo de bobinas(Kg)</b>	<b>Cristalizado y pega falsa(Kg)</b>
1,11	16.545	300.152	1
2,11	20.662	348.321	2
3,11	26.669	325.459	1
4,11	22.300	389.529	1
5,11	22.322	378.598	0
6,11	23.915	489.697	1
7,11	19.736	459.657	0
8,11	0	0	0
9,11	19.207	283.412	0
10,11	19.973	368.457	1
11,11	22.941	369.874	1
12,02	20.122	326.987	0
13,02	15.632	358.529	0
14,02	23.943	414.688	0
15,02	19.290	456.965	0
16,02	10.937	323.680	0
17,02	7.309	399.544	0
18,02	12.942	349.682	0
19,02	15.934	299.652	0
20,02	23.643	313.419	0
21,02	21.953	298.903	0
22,02	0	0	0
23,02	18.954	466.438	1
24,02	23.905	384.698	0
25,02	22.957	401.998	0
26,02	24.935	431.667	1
27,02	22.953	332.654	0
28,02	23.065	469.632	2
29,11	17952,00	490.391	0
30,11	12673,00	483.761	0
<b>TOTAL</b>	<b>553.369</b>	<b>10.716.444</b>	<b>12</b>

## Anexo I Información de estudio de tiempos

Proceso: Lectura de temperatura			Operación: Mover rollos de arropo																	Tempo medio						
Sección	Operación	No.	Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Promedio		
Medium Factory Liner	Lectura de temperatura	1	Estar pendiente de la velocidad	0.048	0.051	0.053	0.052	0.051	0.049	0.051	0.052	0.05	0.051	0.053	0.05	0.52	0.05	0.051	0.051	0.051	0.048	0.049	0.05	0.074		
		2	Buscar el instrumento	0.53	0.51	0.52	0.5	0.51	0.51	0.51	0.54	0.49	0.51	0.5	0.5	0.53	0.52	0.54	0.52	0.53	0.53	0.51	0.53	0.54	0.52	
		3	tomar lectura de la temperatura	0.23	0.22	0.21	0.22	0.22	0.22	0.21	0.22	0.21	0.22	0.21	0.21	0.22	0.23	0.2	0.2	0.23	0.22	0.22	0.22	0.22	0.21	0.2175
		4	Arropar o desarropar el papel	0.14	0.13	0.13	0.13	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.14	0.14	0.15	0.12	0.11	0.13	0.13	0.13	0.12	0.13	0.13
		5	Verificar si la temperatura es correcta	0.23	0.23	0.23	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.24	0.24	0.23	0.23	0.23	0.22	0.23	0.22	0.24	0.23	0.23	0.22	0.2275
		6	Tomar una muestra de papel	0.38	0.37	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.37	0.38	0.35	0.38	0.39	0.38	0.38	0.39	0.39	0.38	0.38	0.37	0.38	0.38	0.38	0.38
<b>Temorales:</b>																								<b>1.554</b>		

## ANEXO J Manual de Usuario

**DESCRIPCIÓN GENERAL:** El sistema consta de 2 sensores Infrarrojo ubicados a una distancia 850mm de centro de máquina que sirve para medir la temperatura del papel tanto lado operador como lado máquina, el promedio de ambos es el que servirá de referencia para controlar el arroje con el fin de llegar a la temperatura del SET.

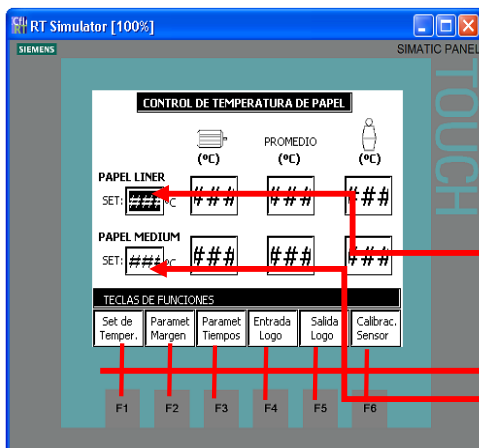


**Debe ser de consideración que el ancho de papel mínimo para el funcionamiento del control de Temperatura es de 1700mm,**

en caso que la medida es inferior colocar el selector de “CONTROL DE ARROPE” en la posición de “POR BHS” para trabajar por parámetros de velocidad

### DESCRIPCIÓN DE LA HMI:

#### PANTALLA INICIO



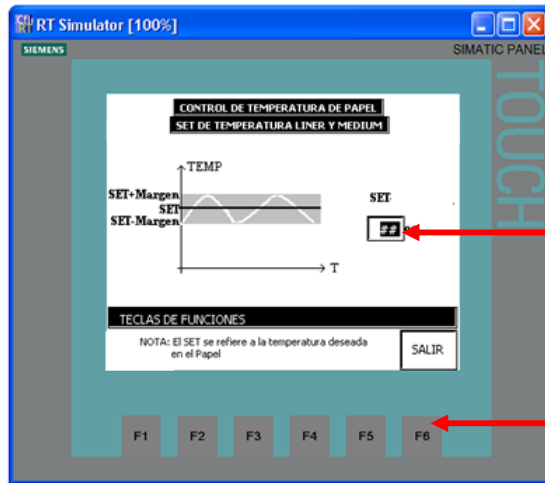
**Pantalla de INICIO:** Cuya pantalla se muestra el valor de temperatura Lado Operador, Lado Maquina y Promedio en unidades de grados centígrados:

**SET DE LINER:** Se puede pulsar aquí para cambiar el valor de la Temperatura deseada en el Papel Liner

**SET DE MEDIUM:** Pulsar en el cuadro para cambiar el valor de la temperatura deseada en el Papel Medium

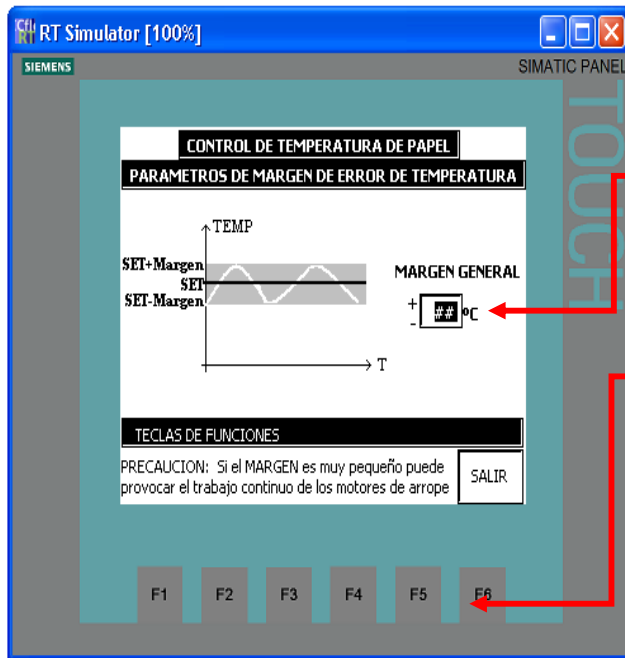
**Funciones (F1 – F6):** Son accesos a pantallas adicionales para ajustes

### Pantalla INICIO + tecla "F1" (PANTALLA SET)



Es otro vínculo en donde se puede acceder a modificar el valor de SET GENERAL. Con la tecla F6 se vuelve a la Pantalla de INICIO

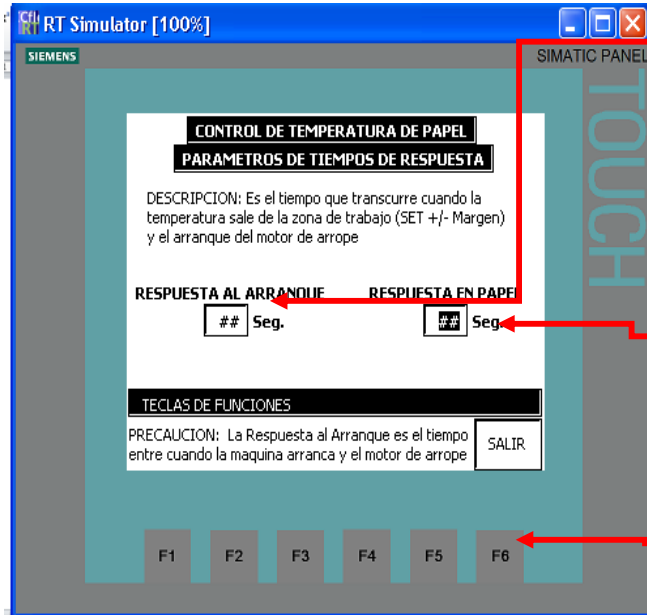
### Pantalla INICIO + tecla "F2" (PANTALLA PARAMETRO DE MARGEN)



Es donde se fija una margen de trabajo es decir el SET +/- el Margen de Trabajo

Con la tecla F6 se vuelve a la Pantalla de INICIO

**Pantalla INICIO + tecla “F3” (PANTALLAS DE PARAMETROS DE TIEMPOS)**



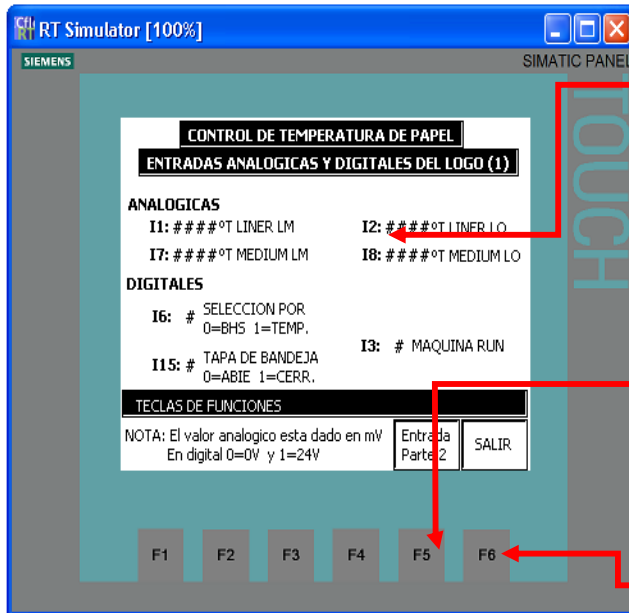
Es donde se fija el tiempo de respuesta de los arropes y consiste en:

AL ARRANQUE: después de una parada de maquina

EN LINER y MEDIUM: cuando la temperatura sale del rango de trabajo

Con la tecla F6 se vuelve a la Pantalla de INICIO

**Pantalla INICIO + tecla “F4” (PANTALLA DE ENTRADA LOGO PARTE 1) USOS TECNICO**

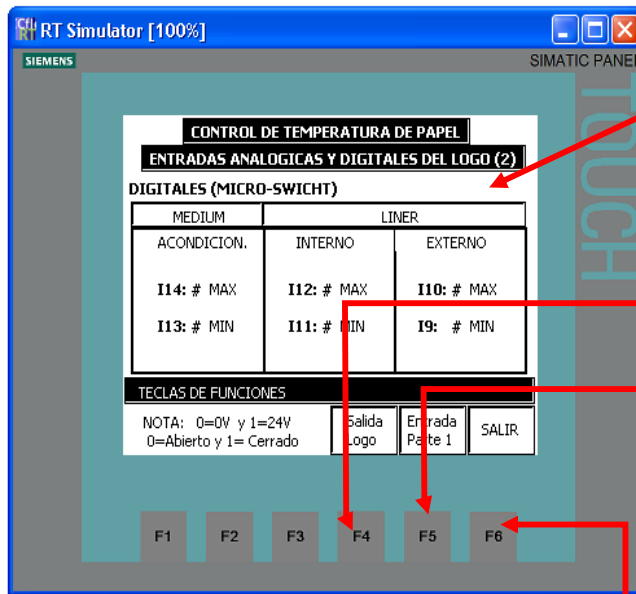


Es donde se muestra el estado de las entradas que van al LOGO, es utilizado para monitorear tanto entradas analógicas como digitales

Con la tecla F5 se muestra la PARTE 2 de las entradas del LOGO

Con la tecla F6 se vuelve a la Pantalla de INICIO

## Pantalla de Entrada LOGO parte 1 + tecla "F5" (Parte 2) USOS TECNICOS



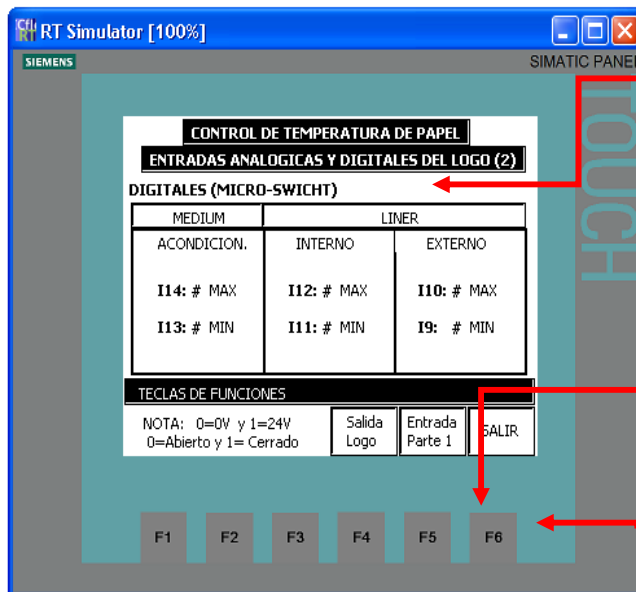
Es donde se muestra el estado de las entradas que van al LOGO, es utilizado para monitorear los limites switch de los arropadores

Con la tecla F4 se muestra la PARTE 1 de las entradas del LOGO

Con la tecla F5 se muestra la salidas del LOGO

Con la tecla F6 se vuelve a la Pantalla de INICIO

## Pantalla INICIO + tecla "F5" (PANTALLA DE SALIDA LOGO) USOS TECNICOS

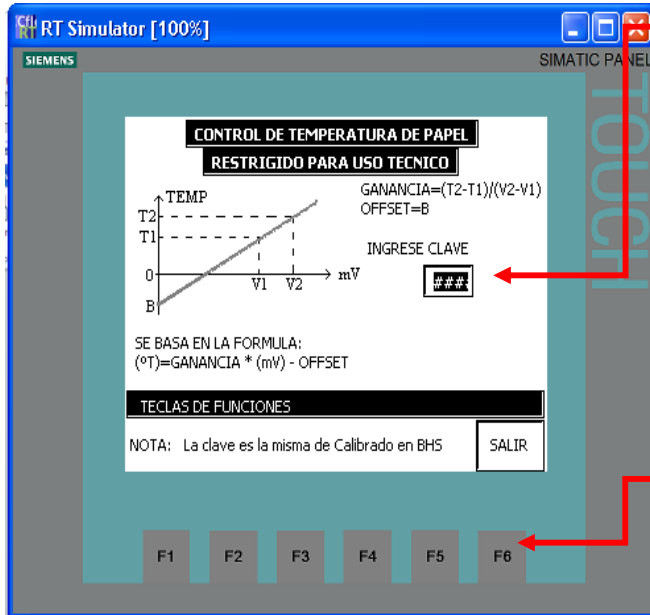


Es donde se muestra el estado de las salidas del LOGO, es utilizado para monitorear los contactores de los motores de arrop

Con la tecla F5 se muestra la Entrada del LOGO Parte 2

Con la tecla F6 se vuelve a la Pantalla de INICIO

## Pantalla INICIO + tecla “F6” (PANTALLA DE CALIBRACION) USOS TECNICO



Es donde se ingresa la ecuación con valores de Ganancia y Offset para convertir la señal de voltaje a valor de temperatura, para ingresar hay que poner una clave (LA DE CALIBRADO DE BHS), exclusivo para personal técnico

Con la tecla F6 se vuelve a la Pantalla de INICIO

## ANEXO K

### Flauta corrugadora



# ANEXO L

## Programa completo del sistema de control de temperatura

