



FACULTAD DE INGENIERÍAS

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
ELECTRÓNICO

TEMA:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL Y
SUPERVISIÓN HMI PARA MÁQUINA BARNIZADORA DE LA EMPRESA “EL
TELÉGRAFO”

AUTORES:

XAVIER ALBERTO ROJAS SEGARRA
GABRIEL ALEXANDER CORREA ANCHUNDIA

DIRECTORA:

ING. MÓNICA MIRANDA

GUAYAQUIL, ABRIL DEL 2015

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente proyecto es desarrollado por los señores Xavier Alberto Rojas Segarra portador de la cédula de ciudadanía N° 0922593587 y Gabriel Alexander Correa Anchundia portador de la cédula de ciudadanía N° 0925830911, y declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual por su reglamento y por su normatividad institucional vigente.

Guayaquil, Abril del 2015

Xavier Alberto Rojas Segarra

Ced. 0922593587

Gabriel Alexander Correa Anchundia

Ced. 0925830911

DEDICATORIA

Por ser pilar importante en mi vida, dedico este trabajo de Titulación a mi madre Sra. Martha Ethel Segarra Ramírez. Por brindarme la confianza y el apoyo necesario, en mis proyectos. Mi padre y hermano, por sus consejos.

A mi familia y amigos que han permanecido a mi lado, día a día. Aportando con ideas en las diferentes etapas de mi vida. A mi tutora, por tener la dedicación y el cariño de llevar este proyecto adelante.

Le dedico a Dios, mi trabajo, esfuerzo, paciencia, dedicación por brindarme las fuerzas necesarias para seguir adelante.

Xavier Alberto Rojas Segarra

A mi familia por todo su apoyo y en especial a mi madre, que me ayudo y motivo a estudiar una carrera universitaria, a mis amigos que de alguna forma me apoyaron y creyeron en mí.

Gabriel Alexander Correa Anchundia

AGRADECIMIENTO

Gracias ante todo a Dios, por brindarnos la constancia, el deseo de superación y poder ser así mejores personas y profesionales. A mi tutora Ing. Mónica Miranda por su dedicación, compromiso y respaldo para realizar un gran trabajo de tesis.

Agradezco a nuestra familia, que son parte y motor importante para nuestras vidas, a los docentes y personal administrativo que brindaron un excelente servicio y llevaron con responsabilidad su trabajo, el cual permitió que la Universidad sea un gran medio de enseñanza.

A la institución, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA por buscar siempre la mejor enseñanza con ayuda de excelentes laboratorios e Ingenieros, que saben brindar la motivación para seguir hacia adelante. Sin olvidar las enseñanzas de Don Bosco, que nos invita a ser mejores personas. Siempre el compartir y dar con el corazón nuestro mejor trabajo.

Agradeciendo a la empresa EL TELÉGRAFO, al personal que guían a esta gran familia y así poder permitirnos y darnos la confianza de poder desarrollar este proyecto en sus instalaciones, con el objetivo de seguir aportando para el crecimiento de esta gran institución.

Xavier Alberto Rojas Segarra
Gabriel Alexander Correa Anchundia

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	1
1.2 Delimitación del Problema.....	1
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo General	2
1.3.2 Objetivo Específicos	2
1.4 Justificación:	4
1.5 Variables e Indicadores	6
1.6 Metodología	6
1.6.1 Métodos.....	7
1.6.2 Técnicas.....	7
1.6.3 Instrumentos de Investigación y Recolección de Datos.....	7
1.7 Población y Muestra.....	8
1.8 Descripción de la Propuesta	9
1.8.1 Beneficiarios	9
1.8.2 Impacto.....	10
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	11
2.1 Barniz UV	11
2.2 Bomba Neumática Tipo Diafragma	12
2.3 Lámparas Ultravioletas	14
2.5 Sensor de Temperatura RTD.....	16
2.5 Control PWM.....	17
2.5.1 PWM Síncrona.....	18
2.5.2 PWM - Asíncrona	19
2.6 Variador de Frecuencia	22
2.7 Sistema de Barniz.....	24

2.7 Sistema de Secado.....	24
CAPÍTULO III: EQUIPO BARNIZADO Y SECADO UV	25
3.1 Barnizadora Speed Coater 75.....	25
3.1.1 Apilador de Entrada	25
3.1.2 Banda Transportadora	28
3.1.3 Rodillos Aplicadores.....	28
3.1.4 Reservorio de Barniz.....	29
3.1.4.1 Control de Temperatura	29
3.1.5 Dosificador de Barniz	30
3.1.5.1 Bomba Neumática.....	30
3.2 Secador UV	31
3.2.1 Banda Transportadora	32
3.2.2 Cámara de Secado	33
3.2.2.1 Lámparas UV	34
3.2.2.1.1 Etapa de Encendido de las Lámparas UV	36
3.2.3 Sistema de Enfriamiento	37
3.2.4 Extractor de Aire	38
3.2.5 Sistema Emparejador	38
3.3 Sistema de Control	39
3.3.1 Etapa de Potencia	39
3.3.1.1 Drivers.....	40
3.3.1.2 Protección Eléctrica	40
3.3.1.3 Elementos de Accionamientos	42
3.3.1.4 Distribuidor de Tensión.....	43
3.3.1.5 Transformador de Voltaje	44
3.3.1.6 Relé de Estado Sólido	44
3.3.2 Etapa de Control.....	45

3.3.2.1 Controlador Lógico Programable (PLC).....	45
3.3.2.2 Módulo de Comunicación	46
3.3.2.3 CPU	46
3.3.2.4 Módulo de Expansión	47
3.3.3 Control por Pantalla	49
CAPÍTULO IV: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN	50
4.1 Configuración de la Red.....	50
4.2 Programación de la Pantalla.....	51
4.2.1 Pantalla Principal	51
4.2.2 Diseño Barnizadora Speed Coater 75	52
4.2.3 Diseño Horno Secador UV Speed Max 75	52
4.2.4 Diseño de la Pantalla del Control de la Producción.....	53
4.2.5 Diseño Pantalla Configurar Hora.....	55
4.2.6 Diseño de Pantallas Señales del PLC.....	56
4.2.6.1 Entradas Digitales	56
4.2.6.2 Salidas Digitales.....	56
4.2.6.3 Señales Analógicas.....	57
4.2.6.4 Pantalla General de Información del HMI.....	57
4.2.6.4.1 Imágenes del Sistema.....	57
4.2.6.4.2 Información del Sistema.....	58
4.2.6.4.3 Información del Proyecto.....	59
4.3 Programación del PLC	60
4.3.1 Configuración de PID	63
4.4 Instalación del PLC	69
4.5 Instalación del Tablero de Potencia	70
4.6 Instalacion de la Pantalla.....	70
Pruebas de Funcionamiento	72

Conclusiones	73
Recomendaciones	74
Cronograma de Ejecución	75
Presupuesto	76
Referencias	78
ANEXO I “Programa del PLC”	79
ANEXO II “Diagrama Eléctrico Barnizadora Speed Coater 75”	181
ANEXO III “Diagrama Eléctrico Secadora Speed Max 75”	199
ANEXO IV “Diagrama de la Máquina Barnizadora y Secadora”	208
ANEXO V “Manual de Operación”	213
ANEXO VI “Listado de Componentes”	223
ANEXO VII “Cronograma de Mantenimiento”	226
ANEXO VIII “Certificado del El Telégrafo”	228

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables e Indicadores.....	6
Tabla 2. Población y Muestra	8
Tabla 3. Valores del RTD.....	17
Tabla 4. Tabla de Producción.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Edificio El Telégrafo Planta Industrial y oficinas.	2
Figura 2: Diagrama esquemático del PLC con sus entradas y salidas.	3
Figura 3: Tablero de Control máquina Barnizado y Secado antes de la intervención.	4
Figura 4: Máquina Barnizadora y Secadora antes de la intervención.	5
Figura 5: Transformador Elevador y Capacitores	5
Figura 6: Derecha portada sin Barniz UV e Izquierda portada con Barniz UV.....	11
Figura 7: Esquema Bomba Neumática.....	13
Figura 8: Lámpara UV	14
Figura 9: Lámpara UV	15
Figura 10: Reacción de polimerización por Luz UV	15
Figura 11: RTD	16
Figura 12: Modulación de ancho de pulso	18
Figura 13: Modulación del vector espacial SFVM	21
Figura 14: Señal del variador de frecuencia.....	23
Figura 15: Diagrama Electrónico del Variador de frecuencia	24
Figura 16: Apilador de Entrada.....	25
Figura 17: Cilindro de absorción.....	26
Figura 18: Sensor Capacitivo regulable.	26
Figura 19: Papel cartulina.	27
Figura 20: Papel Couché Brillo 170 gr.	27
Figura 21: Bandas Transportadora Barnizadora.	28
Figura 22: Rodillos aplicadores de barniz.....	28
Figura 23: Depósito de barniz.	29
Figura 24: Dosificador de barniz.....	30
Figura 25: Bomba Neumática del proyecto.	31
Figura 26: Secador UV SPEED MAX 75	31
Figura 27: Banda Transportadora.....	32
Figura 28: Cámara de Secado.	33
Figura 29: Lámparas UV del Proyecto.	34
Figura 30: Espectro Electromagnético.	34
Figura 31: Diagrama de funcionamiento Lámpara UV.....	36
Figura 32: Ventiladores de Enfriamiento.....	37
Figura 33: Extractor de aire.....	38

Figura 34: Pistones emparejador	38
Figura 35: Tablero de Potencia	39
Figura 36: Variador Lenze	40
Figura 37: Breaker un polo	41
Figura 38: Breaker dos polo	41
Figura 39: Breaker tres polos	41
Figura 40: Guarda-motor marca Siemens	42
Figura 41: Contactor y bloque de entradas marca EATON	42
Figura 42: Capacitores de Potencia.....	43
Figura 43: Distribuidor de Tensión marca Legrand.....	43
Figura 44: Transformador de Voltaje de 480VAC a 220VAC marca LEIPOLD.....	44
Figura 45: Relé de estado sólido con doble bobina y doble salida de conmutación con disipador marca Carlo Gavazzi.	44
Figura 46: CPU y módulo de entradas y salidas marca Siemens modelo 1214C DC/DC/DC.....	45
Figura 47: Módulo de Comunicación	46
Figura 48: CPU SIMATIC S7 - 1200	47
Figura 49: Módulo de expansión de 16DI – 16DO SM1223	47
Figura 50: Módulo de expansión de 2AO SM 1232	48
Figura 51: Tarjeta de señal 1 AI para RTD SB 1231	48
Figura 52: Pantalla Touch KTP 600 Basic Color PN	49
Figura 53: Configuración de Red Profinet	50
Figura 54: Pantalla Principal “Proyecto Barnizadora”	51
Figura 55: Pantalla Barnizadora SPEED COATER 75.....	52
Figura 56: Pantalla Horno Secador SPEED MAX 75.....	53
Figura 57: Pantalla de Configuración	54
Figura 58: Pantalla de Ajuste Hora del Sistema.....	55
Figura 59: Entradas Digitales	56
Figura 60: Salidas Digitales	56
Figura 61: Señales Análogas.....	57
Figura 62: Imagen del Sistema.....	58
Figura 63: Información del Sistema.....	59
Figura 64: Información del Proyecto.	59
Figura 65: Lenguaje de Programación KOP o de Contactos	61

Figura 66: Tabla de Variables Estándar.....	61
Figura 67: Variables Marcas.....	62
Figura 68: Objetos Tecnológico.....	63
Figura 69: Objetos Tecnológico.....	64
Figura 70: Bloque Cyclic interrupt.....	65
Figura 71: Asignar el PID Compact.....	66
Figura 72: Configurar los parámetros de entrada/salida.....	66
Figura 73: Cuadro de Optimización.....	67
Figura 74: Carga de parámetros al controlador.....	68
Figura 75: Tablero de Control.....	69
Figura 76: Armario Tablero de Potencia.....	70
Figura 77: Tablero de Control ubicación del HMI.....	71
Figura 78: Estado de la máquina después de la intervención.....	72
Figura 79: Cronograma de ejecución del proyecto.....	75
Figura 80: Presupuesto del Proyecto Barnizadora.....	77

RESUMEN

AÑO	ALUMNOS	DIRECTOR DE TESIS	TEMA DE TESIS
2014 - 2015	XAVIER ALBERTO ROJAS SEGARRA - GABRIEL ALEXANDER CORREA ANCHUNDIA	ING. MÓNICA MIRANDA	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL Y SUPERVISIÓN HMI PARA MÁQUINA BARNIZADORA DE LA EMPRESA “EL TELÉGRAFO”

El presente trabajo de investigación de tesis de grado con el tema “**Diseño e Implementación de un sistema de control y supervisión HMI para máquina barnizadora de la empresa El Telégrafo**”, se basa en el desarrollo de un sistema configurado en un controlador lógico programable, el cual se encarga de controlar y supervisar los diferentes estados de la máquina.

El proceso principalmente tiene lugar en la aplicación de una capa de barniz UV a una lámina de cartulina o papel couché impresa, inmediatamente la lámina es conducida a un horno de secado instantáneo producido por el calor emitido por dos lámparas UV. De esta manera, se protege la duración de los colores impresos en la lámina, por factores ambientales como la humedad y el calor, que los degradan.

Para el control de temperatura del barniz se usó el controlador de Siemens PLC 1214C, el cual permite mantener un valor de temperatura deseado con la configuración de un PID dentro del sistema.

Se instala y configura, una pantalla táctil a través de la cual se puede visualizar los diferentes estados de la máquina, y a la vez realizar el apagado y encendido de diferentes elementos de ella.

Se establece un sistema de avisos con sus respectivos mensajes de ayuda como herramienta para el personal de mantenimiento, a la vez podrán visualizar las entradas y salidas digitales o análogas del controlador.

ABSTRACT

YEAR	STUDENTS	DIRECTOR OF THESIS	THESIS TOPIC
2014 - 2015	XAVIER ALBERTO ROJAS SEGARRA - GABRIEL ALEXANDER CORREA ANCHUNDIA	ING. MÓNICA MIRANDA	DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A SYSTEM OF CONTROL AND MONITORING FOR coating machine HMI COMPANY "THE TELEGRAPH"

The next research work aims to obtain the title of Electronic Engineering, through topic DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A SYSTEM OF CONTROL AND MONITORING HMI FOR VARNISHING MACHINE COMPANY “EL TELÉGRAFO” is based on the development of a configured system on a programmable logic controller, which is responsible for controlling and monitor the different states of the machine.

The process mainly takes place in the application of a UV coating (varnish) layer to a sheet of coated paper or printed cardboard, the sheet is immediately conducted to a flash drying oven produced by the heat from two UV lamps. Thus, the length of the printed colors on the sheet by environmental factors such as moisture and heat that protects degrade.

To control temperature varnish Siemens PLC controller 1214C, which allows us to maintain a desired temperature value with the configuration of a PID within the system was used. It is installed and configured, a touch screen through which to view the different states of the machine, while the off and on different elements of her conduct.

A system of warnings with their help messages as a tool for maintenance personnel can view both digital inputs and outputs or analog controller is established.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Telégrafo cuenta con una máquina industrial de barnizado y secado UV que no está operativa, pero en buen estado del sistema mecánico. Esta máquina tiene un sistema de control bastante obsoleto y manuales técnicos deficientes. Lo que provoca dificultad en la revisión del sistema eléctrico.

¿Qué dispositivo y tipo de norma para diagramas eléctricos permite desarrollar la automatización industrial para controlar y mejorar la asistencia técnica de manera correcta de la máquina barnizadora correspondiente a la empresa EL TELÉGRAFO?

Para este fin se elige por el PLC S7-1200 CPU1214C ya que este controlador lógico programable (PLC) posee salidas digitales de rápido accionamiento, las mismas que se usan para el control de la bomba neumática y demás dispositivos, con esto se podrá realizar una correcta aplicación del barniz a la portada de los libros, se realizará el control de temperatura desde el PLC S7-1200 correspondiente al barniz UV y el ahorro de energía correspondiente a las lámparas UV.

Para el desarrollo de los manuales eléctricos se elige la norma IEC para la resolución de problemas por parte del departamento de mantenimiento, además posee una pantalla HMI (KTP-600) para el control de la máquina por parte del operador.

1.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El proyecto es desarrollado en la empresa El Telégrafo en la planta industrial ubicada en la ciudad de Guayaquil Av. Carlos Julio Arosemena Km 1.5 siendo implementado en el periodo de Octubre 2014 – Marzo 2015.

El proyecto está diseñado para realizar la transferencia uniforme de una capa fina de barniz UV a pliegos de papel tipo cartulina o couché de formatos que van desde los 65 cm (largo) x 70 cm (ancho) hasta los 100 cm (largo) x 90 cm (ancho), realizando el curado de los pliegos de papel mediante la radiación emitida por dos lámparas ultra-violetas.



Figura 1: Edificio El Telégrafo Planta Industrial y oficinas.

Fuente: El Telégrafo (2014)

Recuperado de: <http://www.telegrafo.com.ec/quienes-somos.html>

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un SISTEMA DE CONTROL Y SUPERVISIÓN HMI PARA MÁQUINA BARNIZADORA DE LA EMPRESA “EL TELÉGRAFO”. A través, de un controlador lógico programable (PLC) modelo 1214C DC/DC/DC, en el cuál se desarrollara un programa que realice el control y supervisión del sistema.

1.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Diseñar e implementar un sistema de control para la máquina barnizadora.
- Implementar la interfaz HMI modelo KTP 600 marca SIEMENS para el monitoreo y control del sistema de barnizado.
- Desarrollar el programa en lenguaje KOP para el PLC -1214C DC/DC/DC marca SIEMENS.
- Realizar el control y sincronización de bandas transportadora de entrada y salida.

- Desarrollar manual de eléctrico y de operación para la máquina.

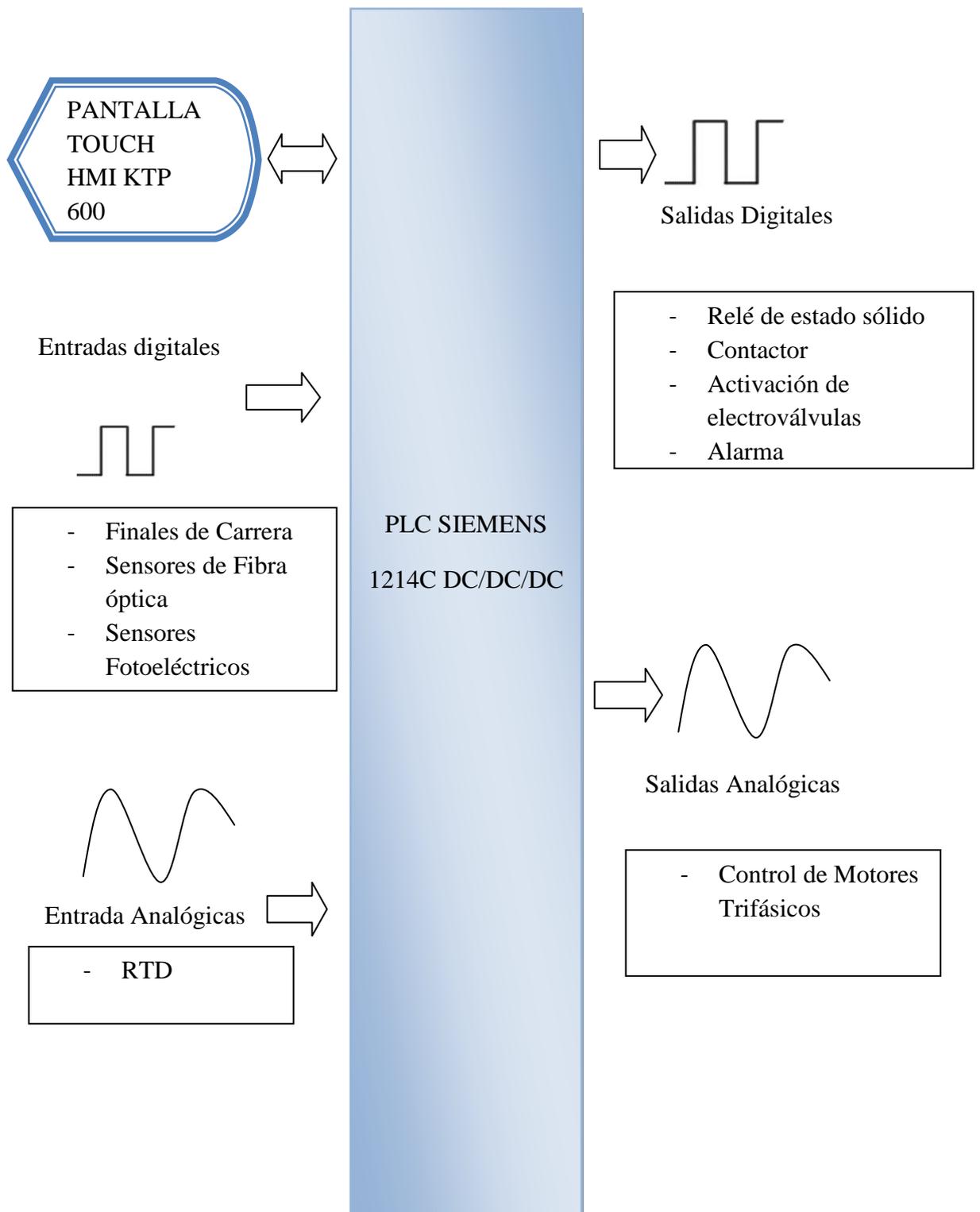


Figura 2: Diagrama esquemático del PLC con sus entradas y salidas.

Fuente: Autores

1.4 JUSTIFICACIÓN:

La automatización ha logrado ser un aporte importante para el sector industrial, debido a su eficaz rendimiento y el notable aumento de producción, el cual permite al empresario brindarle al consumidor un producto de mejor calidad. La tecnología permite realizar funciones con una mayor velocidad de procesamiento, de esta manera se mejora la producción y disminuye los riesgos para el operador.

Por eso es de gran importancia realizar el cambio de tecnología, para brindar una mejor operación de la máquina y mayor seguridad al operador de la misma. Por la cual los autores realizaron la propuesta a EL TELÉGRAFO de realizar la automatización de la máquina barnizadora y Secado UV. Debido a la gran demanda de producción de libros.

EL TELÉGRAFO aprobó la inversión, para realizar la automatización del equipo. El cual realizará un control electrónico, el diseño de manuales y la implementación de un sistema de supervisión HMI que mejoren la capacidad de resolución de fallos, para el personal de mantenimiento de la empresa.

A continuación se presenta imágenes del estado inicial, del equipo de barnizado y secado UV.

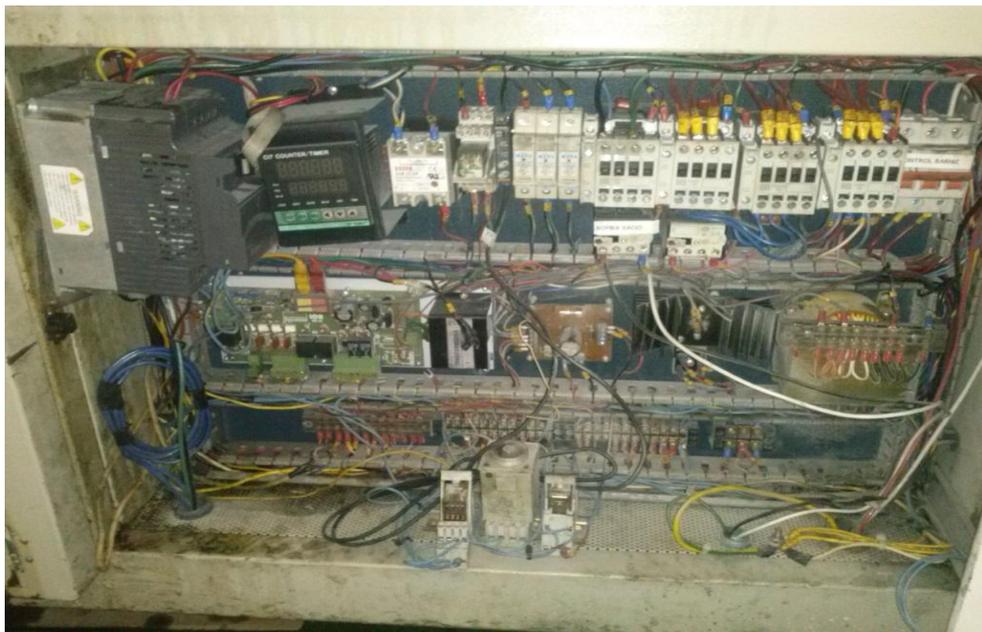


Figura 3: Tablero de Control máquina Barnizado y Secado antes de la intervención.
Fuente: El Telégrafo (2014)



Figura 4: Máquina Barnizadora y Secadora antes de la intervención.
Fuente: El Telégrafo (2014)



Figura 5: Transformador Elevador y Capacitores
Fuente: El Telégrafo (2014)

1.5 VARIABLES E INDICADORES

Tabla 1. Variables e Indicadores

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
Tipo de papel	El equipo barniza distintos formatos y tipos de papel ya sea tipo cartulina o couché.	El tipo de producto como formato y su gramaje, indica el tiempo para cada producción.	Tiempo por producción. Calidad de Brillo.
Temperatura	Es la magnitud que refleja el estado caliente o frío de un elemento ya sea Celsius, Fahrenheit o Kelvin.	Magnitud de temperatura deseada del barniz en grados Celsius.	Temperatura del Barniz

Nota: Elementos de incidencia del proceso.

Fuente: Autores

1.6 METODOLOGÍA

La investigación, ha demostrado ser una valiosa herramienta que ayuda en la resolución de problemas. Aplicando métodos para la obtención de variables en diferentes escenarios, se pueden aplicar estas técnicas para poder desarrollar y mejorar procesos dentro del campo industrial.

El cual, permite desarrollar los siguientes objetivos dentro del proyecto tales como:

- Organizar nuestras variables.
- Analizar las falencias dentro del proceso.
- Ejecutar un plan de re-estructuración de la máquina.
- Desarrollar un presupuesto del proyecto.
- Establecer mejoras de Producción.
- Mejorar índices de mantenimiento
- Ejecutar un plan de capacitación del operador.
- Establecer un sistema de mantenimiento periódico a la máquina.
- Desarrollar manuales eléctrico – electrónico.

1.6.1 MÉTODOS

Para este proyecto se utilizó, diferentes métodos de investigación tales como: De campo, exploratoria, descriptiva, documental, científicos, análisis, síntesis, deducción, histórico-lógico.

1.6.2 TÉCNICAS

- Técnica exploratorio: Ayuda a familiarizarse con fenómenos desconocidos, obtener información para realizar una investigación más completa de un contexto particular, investigar nuevos problemas, identificar conceptos o variables promisorias, establecer prioridades para investigaciones futuras, o sugerir afirmaciones y postulado (Sampieri, R. & Collado, C. & Pilar, L. 2012).

1.6.3 INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS

Se debe de tener cuidado para la elección de los instrumentos necesarios para la investigación y recolección de datos, debido a que determinan la correcta aplicación del proyecto.

Para la recolección de datos, se adoptaron ciertas técnicas como:

- Entrevistas no estructuradas.
- Observación de los informes de Producción.
- Observación de los informes de Mantenimiento.

Según (McDaniel & Gates, 1999), indica que la medición “es el proceso de asignar números o marcadores a objetos, personas, estados, o hechos, según reglas específicas para representar la cantidad o cualidad de un atributo”.

Toda medición o instrumento de recolección de datos debe reunir dos requisitos esenciales: Confiabilidad y validez. (César, B. 2010).

La confiabilidad de un cuestionario se refiere a la consistencia de las puntuaciones obtenidas por las mismas personas, cuando se las examina en distintas ocasiones con los mismos cuestionarios (César, B. 2010).

La validez un instrumento de medición es válido cuando mide aquello para lo cual está destinado (César, B. 2010).

1.7 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población para este proyecto son los tipos de papel que está máquina barniza en la empresa EL TELÉGRAFO como lo son:

Tabla 2. Población y Muestra

Item	Descripción	Gramaje	Formato
1	Cartulina Dúplex	250	65x90
			100x70
		300	65x90
			100x70
2	Couché	80	100x70
			65x90
		115	100x70
			65x90
		150	100x70
			65x90
		200	100x70
			65x90
		250	100x70
			65x90
		300	100x70
			65x90

Nota: Tipos de Papel del proceso.

Fuente: Autores

1.8 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

El proyecto consta de una pantalla de control y supervisión (HMI KTP-600) enlazada al PLC S7-1200. Un circuito de control, fuerza, la señal para el control de temperatura que accionara un relé de estado sólido para activar la resistencia del reservorio del barniz.

La máquina consta con dispositivos de seguridad para garantizar la adecuada operación y protección física de los operarios.

En la interfaz HMI se podrá asignar y visualizar parámetros de proceso tales como, control de velocidad, conteo de portadas, temperatura del barniz, modalidad de operación manual y automático, estado de sensores tales como: Inductivos, capacitivos y ópticos, entre otros parámetros.

Se configura una pantalla en HMI para confirmar las señales de activación de entrada y salida del PLC para uso del personal de mantenimiento.

Se realizó la instalación de lámparas fluorescentes en la parte interna de la máquina por la poca visibilidad a la hora de realizar trabajos de mantenimiento en los motores y partes mecánicas.

La máquina consta con una baliza de tres colores en la parte superior del tablero del control para visualizar el estado de la máquina (operativo, alarma, error).

Además se instala variadores de velocidad para controlar los motores de la banda transportadora a la entrada y salida de la máquina.

La aplicación del barniz se realiza por medio de una bomba neumática fabricada para barniz UV y se controla la misma con la salida digital del PLC S7-1200.

Una vez que se active la bomba el barniz fluirá desde el recipiente hasta una flauta que aplicara barniz al rodillo aplicador.

1.8.1 BENEFICIARIOS

Los principales beneficiarios del proyecto son la empresa El Telégrafo al aumento de producción disminución de paradas por fallos del equipo, los operadores de la máquina y personal técnico de mantenimiento.

1.8.2 IMPACTO

En el proyecto después de la intervención se notó un gran impacto en el aumento de la producción logrando pasar de 700 láminas de papel barnizadas a 1300 láminas de papel tomando en cuenta estos datos con láminas de papel tipo cartulina que se usan para las portadas de los libros.

Al usar variadores de frecuencia trifásico de 440VAC se redujo el consumo de amperaje logrando un ahorro de dinero para la empresa ya que los anteriores variadores trabajan a voltaje 220VAC monofásico y realizaban un mayor consumo de corriente.

Se logra disminuir el número de paro de máquina por fallos eléctrico ya que la máquina antes de la intervención no contaba con diagramas eléctricos lo que dificultaba las reparaciones.

Al colocar un sensor de presencia de portada se logra controlar la potencia de las lámparas de 300w/in a 100w/in al no pasar portada, esto implica un menor consumo de corriente; antes de la intervención las lámparas funcionaban solo a 300w/in haya o no portada lo que provocaba un consumo de energía innecesario, a su vez esto ayuda aumentar la vida útil de la lámpara de 800 horas a 1500 horas de uso.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se detalla información útil del proceso de barnizado y secado UV.

2.1 BARNIZ UV

Un barniz es una mezcla homogénea de una o varias resinas en un disolvente. Se seca fácilmente al entrar en contacto con el aire, el disolvente se evapora y da como resultado una capa o película en la superficie sobre la que se aplica (Quiminet, 2011). Por su origen, los barnices pueden ser naturales o sintéticos. Los barnices de origen natural se derivan de resinas y aceites extraídos de plantas y otros vegetales. Los barnices sintéticos, como su nombre lo indica, se fabrican con formulaciones que incluyen compuestos sintéticos (Quiminet, 2011).

La ventaja del barniz UV es la manera de secado al estar en contacto con el aire pero para un proceso industrial toma demasiado tiempo y no es rentable para la empresa, debido a esto se usa la radiación UV que acelera el proceso de secado realizándolo de manera instantánea.



Figura 6: Derecha portada sin Barniz UV e Izquierda portada con Barniz UV
Fuente: El Telégrafo (2014)

2.2 BOMBA NEUMÁTICA TIPO DIAFRAGMA

Como todo tipo de bomba neumática, permite transportar líquido de un punto a otro con una presión y caudal de acuerdo a las necesidades.

Según (Yamada, 2007) indica que la bomba neumática a diferencia de las eléctricas, actúan con la presión del aire ejercidas en su cámara. Compuesta de varias secciones detalladas a continuación:

- **Succión:** Con diámetros de entrada de ¼” hasta 4”, se acopla la tubería del líquido a absorber.
- **Válvula Check de Succión:** Se compone de una esfera de material plástica o metálica de acuerdo al tipo de líquido. Su función es de bloquear el paso de líquido en sentido inverso al flujo. De esta manera, se previene que el líquido retorne.
- **Cámara de Líquido:** Aquí se almacena un volumen del líquido a transportar.
- **Diafragmas:** Compuesto normalmente de material plástico, transmite la presión ejercida por el aire, al líquido que es dirigido al área de descarga.
- **Válvula Check de Descarga:** Bloquea el paso del líquido de acuerdo al sentido de flujo deseado.
- **Cámara de Aire:** Aquí se ejerce la fuerza de la presión del aire que hace que las membranas realicen el efecto de succión y descarga.
- **Válvula de aire:** Regula la presión del aire a ser transmitida a la cámara de aire.
- **Eje Central:** Es aquel que transmite la presión del aire ejercida en el diafragma ubicada en la cámara de aire al diafragma, la misma que está ubicada en la cámara del líquido.
- **Descarga:** Es la salida del líquido con la presión y caudal necesario ejercida por los diafragmas.

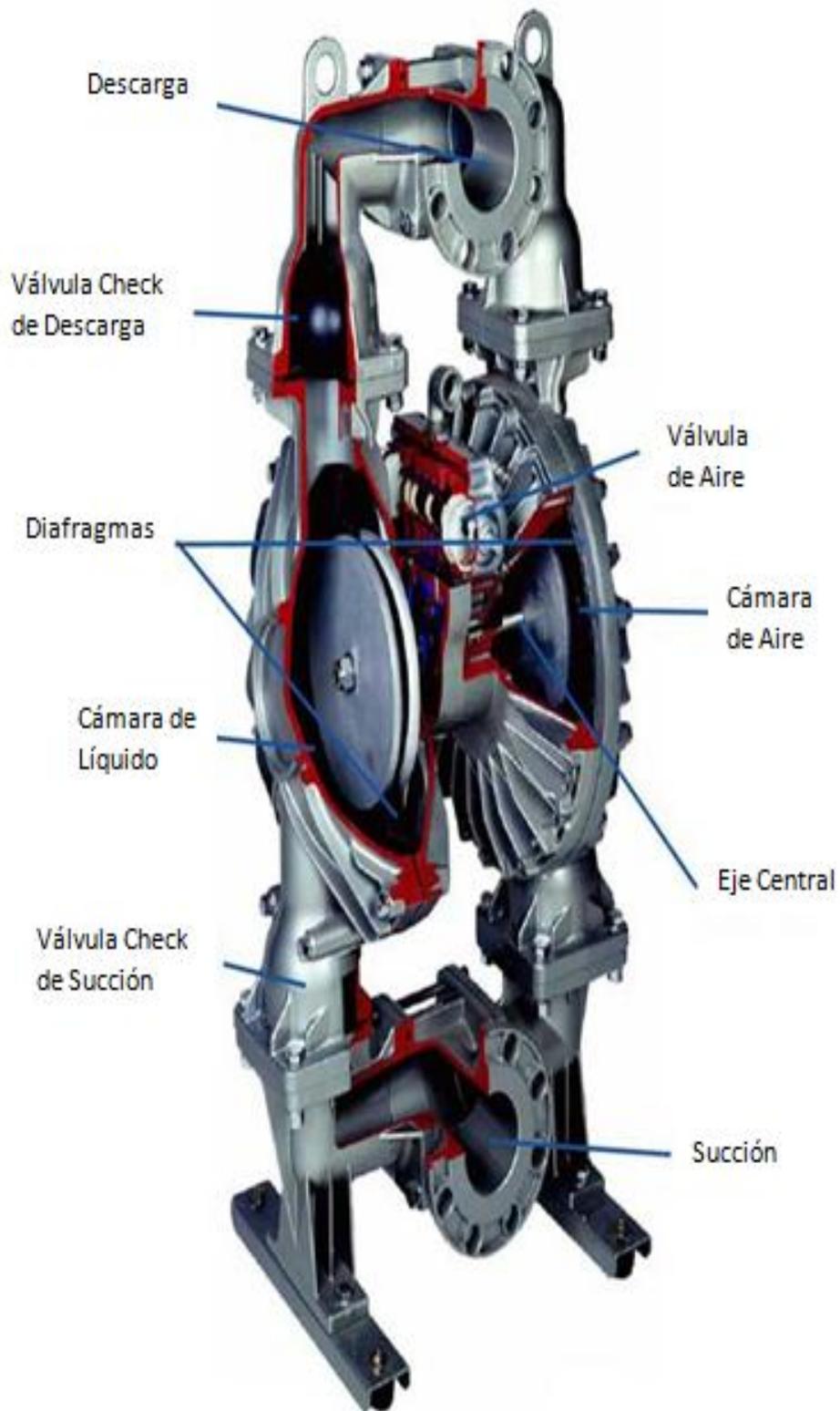


Figura 7: Esquema Bomba Neumática.

Fuente: Yamada (2007)

Recuperado de: http://www.equi-pump.com/site/01_alianzas/03yamada/yamada.htm

2.3 LÁMPARAS ULTRAVIOLETAS

Las lámparas de descarga se pueden clasificar según el gas utilizado vapor de mercurio o sodio, o la presión a la que este se encuentre media o baja. Las propiedades varían mucho de unas a otras y esto las hace adecuadas para unos usos u otros (EneMaqSL, 2015).



Figura 8: Lámpara UV

Fuente: Barnizado Encolado Mueble (2015)

Recuperado de: <http://www.barnizadoencoladomueble.com/el-curado-de-barnices-por-radiacion-uv/>

Lámparas ultravioleta de vapor de mercurio y yoduro de galio: Son lámparas de descarga (EneMaqSL, 2015).

Si la presión interna del tubo es baja, son simplemente lámparas fluorescentes, si la presión es media, su uso es industrial, para curado de tintas u otros productos (EneMaqSL, 2015).

Su espectro de emisión es muy concentrado y suele estar en las frecuencias de 100nm, 260 nm para las de vapor de mercurio y de 300 nm y 380 nm para las de yoduro de galio (EneMaqSL, 2015).

Las potencias van desde 0,1 Kw hasta 25 Kw y con longitudes de hasta 2,5 mts y una vida media de aproximadamente 1500 horas (EneMaqSL, 2015).



Figura 9: Lámpara UV

Fuente: EneMaqSL (2007)

Recuperado de: <http://www.lamparasultravioleta.es/m-lamparas-uv.html>

Las principales ventajas del uso de luz UV para el curado de tintas, barnices y pinturas son:

- Bajos requisitos de energía.
- Alta productividad y gran velocidad de producción.
- Poca o ninguna emisión de solventes.
- Espacio reducido de las instalaciones.
- Permite trabajar tanto alto como bajo brillo indistintamente con buenos resultados.
- Permite trabajar superficies sensitivas al calor.

En la figura 10 se puede ver el mecanismo básico de la reacción de polimerización por luz UV (EneMaqSL, 2015).

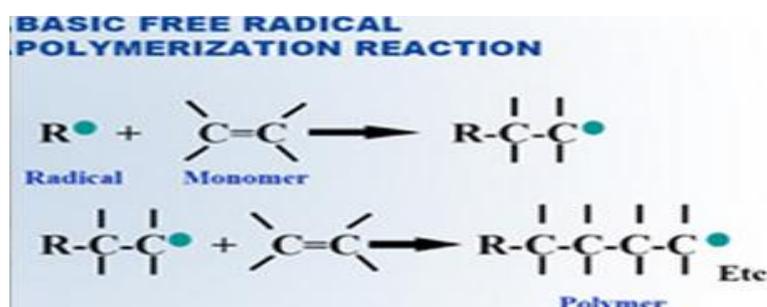


Figura 10: Reacción de polimerización por Luz UV

Fuente: EneMaqSL (2007)

Recuperado de: <http://www.lamparasultravioleta.es/m-tecnologia-curado-ultravioleta.html>

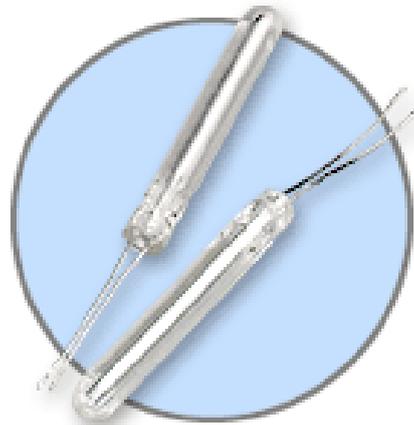
2.5 SENSOR DE TEMPERATURA RTD

Son sensores que se utilizan para medir la temperatura mediante la correlación de la resistencia del elemento RTD con la temperatura.

La mayoría de los elementos de IDT consisten en una longitud de alambre en espiral fina envuelta alrededor de un núcleo de cerámica o de vidrio.

El elemento suele ser bastante frágil, lo que a menudo se coloca dentro de una sonda de enfundado para protegerlo.

El elemento RTD está hecho de un material puro cuya resistencia a diversas temperaturas se ha documentado (Omega, 2015).



1PT100G RTD Elements

Figura 11: RTD

Fuente: Omega (2015)

Recuperado de: <http://www.omega.com/prodinfo/rtd.html>

El material tiene un cambio predecible en la resistencia como los cambios de temperatura; es este cambio predecible que se utiliza para determinar la temperatura (Omega, 2015).

Tabla 3. Valores del RTD

Precisión para Standard OMEGA RTD		
Temperatura °C	Ohm	°C
-200	±0,56	±1,3
-100	±0,32	±0,8
0	±0,12	±0,3
100	±0,30	±0,8
200	±0,48	±1,3
300	±0,64	±1,8
400	±0,79	±2,3
500	±0,93	±2,8
600	±1,06	±3,3
650	±1,13	±3,6
700	±1,17	±3,8
800	±1,28	±4,3
850	±1,34	±4,6

Nota: Precisión de Omega RTD

Fuente: Omega (2015)

Recuperado de: <http://www.omega.com/prodinfo/rtd.html>

2.5 CONTROL PWM

Modulación de ancho, o PWM, es una técnica para obtener resultados análogos con medios digitales (Arduino, 2015).

Control digital se utiliza para crear una onda cuadrada, una señal cambia entre encendido y apagado. Este patrón de encendido y apagado puede simular voltajes entre completa en (5 voltios) y OFF (0 Voltios) cambiando la porción del tiempo de la señal pasa en frente al tiempo que la señal pasa fuera. La duración de "a tiempo" se llama el ancho de pulso (Arduino, 2015).

Para obtener variando valores analógicos, se cambia, o modular, que el ancho de pulso. Si repite este patrón de encendido y apagado suficientemente rápido con un LED por ejemplo, el resultado es como si la señal es una tensión constante entre 0 y 5v controlar el brillo del LED (Arduino, 2015).

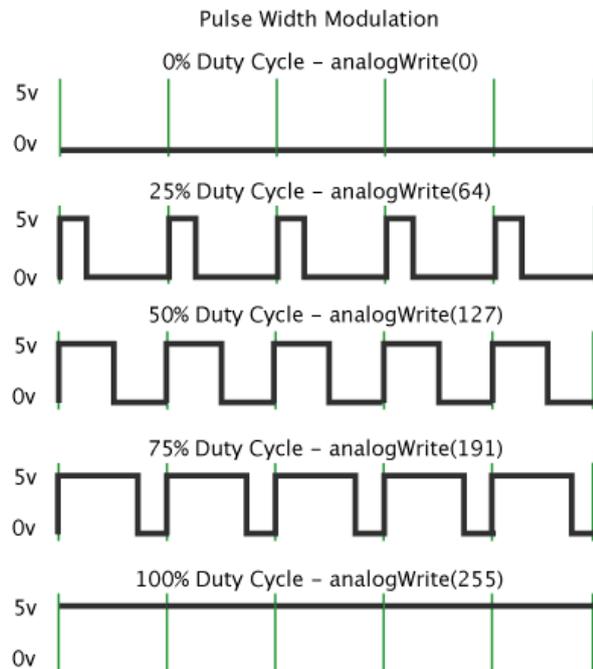


Figura 12: Modulación de ancho de pulso
Fuente: Arduino (2015)
Recuperado de: <http://arduino.cc/en/Tutorial/PWM>

2.5.1 PWM SÍNCRONA

Un problema básico del procedimiento de PWM controlada sinusoidalmente estriba en determinar los tiempos óptimos de conmutación y el ángulo de la tensión en un período determinado. Estos tiempos de conmutación son necesarios para permitir únicamente un mínimo de ondas armónicas superiores. Dicho patrón de conmutación sólo se mantiene durante una banda de frecuencias dada (limitada). El funcionamiento fuera de esta banda requiere otro patrón de conmutación (Electricautomationnetwork, 2000).

Con la PWM controlada sinusoidalmente es necesario optimizar la utilización de la tensión y minimizar el espectro de armónicos. Si el índice de repetición (es decir, la frecuencia de la tensión de triángulo) sube demasiado con respecto a la frecuencia de la señal de referencia, estas dos señales pueden circular asincrónicamente entre sí. Con relaciones de frecuencias próximas o inferiores a 10, se producen perturbaciones de armónicos, por lo que es preciso sincronizar las dos señales. Esta sincronización puede verse en el cambio de relación, que es adecuado para unidades trifásicas de

CA con propiedades dinámicas bajas, donde la tensión y la frecuencia (control V/f normal) pueden cambiarse lentamente (Electricautomationnetwork, 2000).

2.5.2 PWM - ASÍNCRONA

La demanda de una orientación de campo y de la reacción rápida del sistema para el control del par y la velocidad de las unidades trifásicas de CA (servo-unidad excluido) exige modificar escalonadamente la amplitud y el ángulo de la tensión del inversor. Esto no es posible con un patrón de conmutación «normal» o de PWM «síncrona» (Electricautomationnetwork, 2000).

No obstante, un modo de satisfacer este requisito es el procedimiento de PWM asíncrona, donde, en lugar de sincronizar la modulación de la tensión de salida con la frecuencia de salida, como sue-le hacerse para reducir los armónicos en el motor, la modulación se introduce en el ciclo de control de vector de tensión, lo cual provoca una relación asíncrona con la frecuencia de salida (Electricautomationnetwork, 2000).

Hay dos técnicas principales de PWM asíncrona:

- SFAVM (Stator Flow-oriented Asynchronous Vector Modulation - modulación vectorial asíncrona con orientación del flujo del estator)
- 60° AVM (Asynchronous Vector Modulation – modulación vectorial asíncrona).

SFAVM

SFAVM es un procedimiento de modulación del vector espacial que permite cambiar la tensión, la amplitud y el ángulo del inversor de una forma aleatoria pero escalonada dentro del tiempo de conmutación (en otras palabras, asíncronamente). Así se obtiene un mejor rendimiento dinámico (Electricautomationnetwork, 2000).

El principal objetivo de esta modulación es optimizar el flujo del estátor utilizando la tensión del estátor y a la vez minimizar el rizado de par, ya que la desviación del ángulo depende de la secuencia de conmutación y puede provocar un rizado de par más elevado (Electricautomationnetwork, 2000).

Por consiguiente, es preciso calcular la secuencia de conmutación para reducir al mínimo la desviación del ángulo vectorial. La conmutación entre vectores de tensión se basa en el cálculo de la trayectoria deseada del flujo del estátor de los motores, que a su vez determina el par del entrehierro (Electricautomationnetwork, 2000).

Antes, el suministro de PWM convencional adolecía de una desviación de la amplitud del vector de flujo del estátor y del ángulo de flujo (Electricautomationnetwork, 2000).

Estas desviaciones afectaban al campo rotativo (par) del entrehierro del motor y originaban un rizado de par. El efecto de la desviación de amplitud es insignificante y puede reducirse aún más aumentando la frecuencia de conmutación (Electricautomationnetwork, 2000).

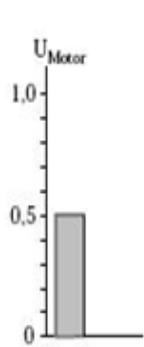
Generación de tensión del motor

Durante el funcionamiento estático se controla el vector de tensión U_{ot} de la máquina hasta una trayectoria circular (Electricautomationnetwork, 2000).

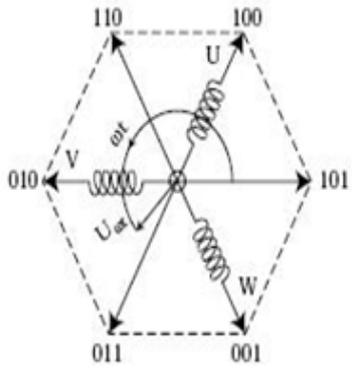
La longitud del vector de tensión es una medida del valor de la tensión del motor y de la velocidad de rotación, y corresponde a la frecuencia de funcionamiento en el momento de que se trate. La tensión del motor se genera con la formación de promedios utilizando pulsos cortos de vectores adyacentes (Electricautomationnetwork, 2000).

La modulación SFAVM de Danfoss, posee entre otras las siguientes propiedades:

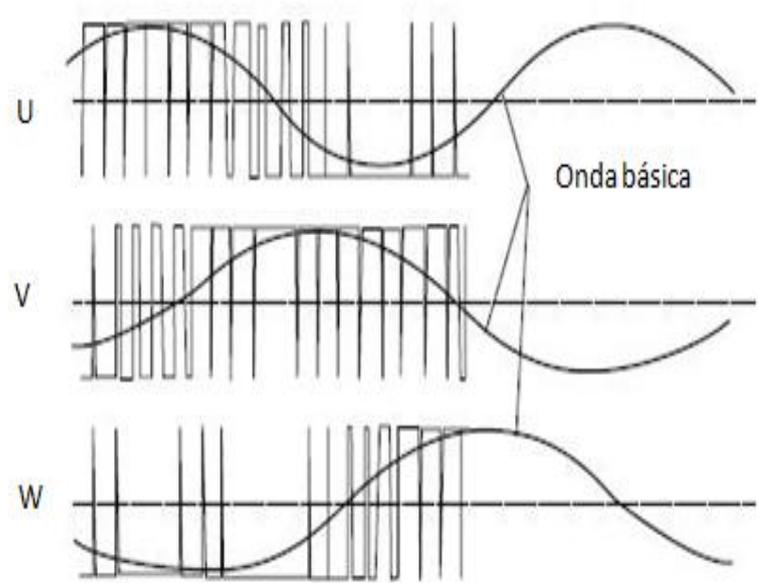
- El vector de tensión puede controlarse sin desviación con respecto a la referencia interna, en amplitud y ángulo.
- Posee una secuencia de conmutación que siempre comienza por 000 o 111. Así cada vector de tensión tiene tres modos de conmutación.
- Es posible obtener un promedio del vector de tensión mediante pulsos cortos de vectores adyacentes y de los vectores cero 000 y 111.



a) Tensión de Salida actual, 50% de la tensión nominal



b) Subsiguiente generación del vector de tensión ideal $U(\omega t)$ con PWM entre vectores adyacentes de tensión ajustable



c) Secuencia temporal de las señales de control para las tres fases del inversor: U, V, W.

Figura 13: Modulación del vector espacial SFAVM
 Fuente: Electricautomationnetwork (2000)
 Recuperado de: <http://www.electricautomationnetwork.com/blog/es/tema-5-variadores-de-frecuencia/#.VRWYPvmG-D8>

2.6 VARIADOR DE FRECUENCIA

Según (Actiweb, 2014) indica que “los dispositivos variadores de frecuencia operan bajo el principio de que la velocidad síncrona de un motor de corriente alterna (CA) está determinada por la frecuencia de CA suministrada y el número de polos en el estator, de acuerdo con la relación”:

$$RPM = 120 \times \frac{f}{p}$$

Donde:

RPM: Revoluciones por minuto.

f: frecuencia (hz)

p: números de polos.

Motor del VFD

El motor usado en un sistema VFD es normalmente un motor de inducción trifásico. Algunos tipos de motores monofásicos pueden ser igualmente usados, pero los motores de tres fases son normalmente preferidos (Actiweb, 2014).

Varios tipos de motores síncronos ofrecen ventajas en algunas situaciones, pero los motores de inducción son más apropiados para la mayoría de propósitos y son generalmente la elección más económica (Actiweb, 2014).

Motores diseñados para trabajar a velocidad fija son usados habitualmente, pero la mejora de los diseños de motores estándar aumenta la fiabilidad y consigue mejor rendimiento del variador de frecuencia (Actiweb, 2014).

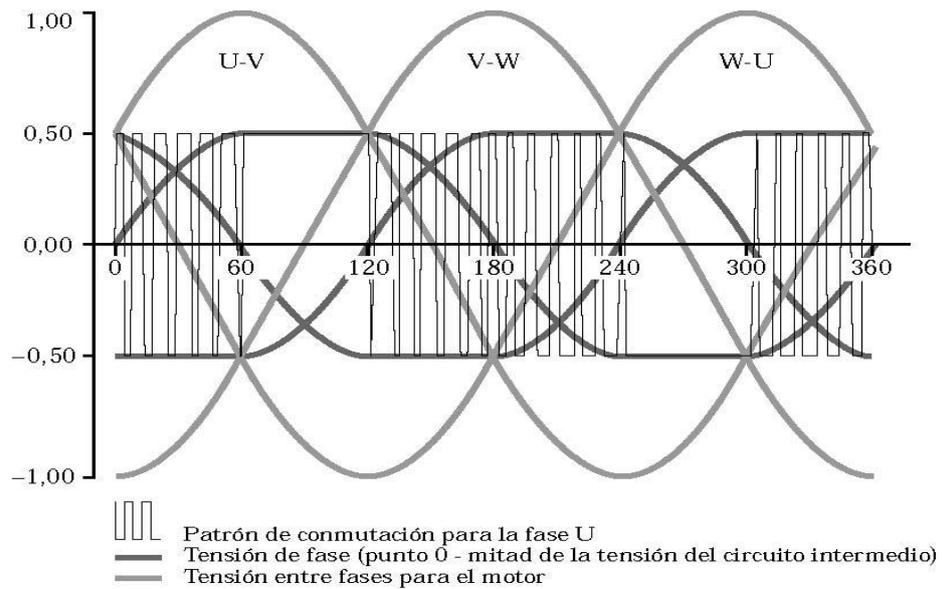


Figura 14: Señal del variador de frecuencia.

Fuente: Electricautomationnetwork (2000)

Recuperado de: <http://www.electricautomationnetwork.com/blog/es/tema-5-variadores-de-frecuencia/#.VRWYPvmG-D8>

Controlador del VFD

El controlador del dispositivo de variación de frecuencia está formado por dispositivos de conversión electrónicos de estado sólido. El diseño habitual primero convierte la energía de entrada CA en CC usando un puente rectificador. La energía intermedia CC es convertida en una señal quasi-senoidal de CA usando un circuito inversor conmutado (Actiweb, 2014).

Actualmente se emplean IGBT's (Isolated Gate Bipolar Transistors) para generar los pulsos controlados de tensión. Los equipos más modernos utilizan IGBT's inteligentes que incorporan un microprocesador con todas las protecciones por sobre corriente, sobre tensión, baja tensión, cortocircuitos, puestas a masa del motor, sobre-temperaturas, etc. (Actiweb, 2014)

El rectificador es usualmente un puente trifásico de diodos, pero también se usan rectificadores controlados. Debido a que la energía es convertida en continua, muchas unidades aceptan entradas tanto monofásicas como trifásicas (actuando como un convertidor de fase, un variador de velocidad). (Actiweb, 2014).

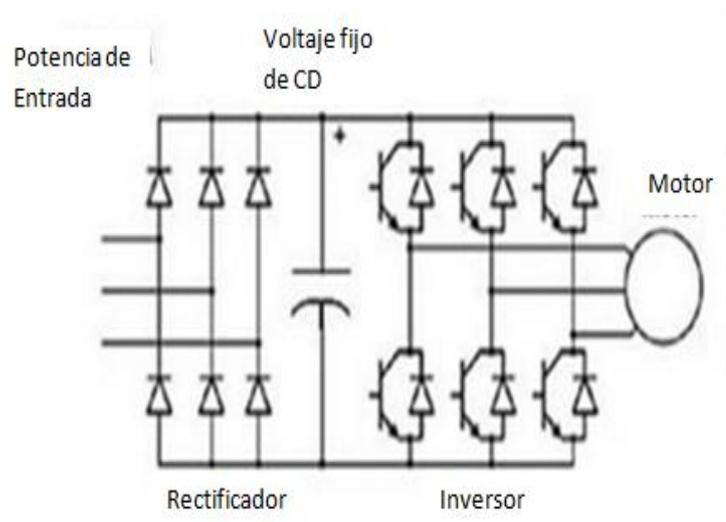


Figura 15: Diagrama Electrónico del Variador de frecuencia

Fuente: Actiweb (2014)

Recuperado de:

http://www.actiweb.es/hosteltronic/variadores_de_frecuencia.html%20

2.7 SISTEMA DE BARNIZ

La función principal de cualquier barniz es la de proteger las superficies en las que se aplique. Debe preservarlas de la corrosión, el agua, la abrasión, entre otros posibles daños. También se le puede añadir color para darle un uso decorativo (Quiminet, 2011).

Existen diferentes tipos de barnices que se pueden aplicar en plásticos u otras superficies. Uno de estos es el llamado barniz UV o barniz ultravioleta (Quiminet, 2011).

2.7 SISTEMA DE SECADO

- **Tecnología de Curado Ultravioleta:** La radiación UV de alta intensidad es usada para el curado y secado de pinturas debido a la rápida y completa polimerización que produce en los materiales (EneMaqSL, 2015).

Para ello, se usan lámparas de media presión de vapor mercurio o de Yoduro de Galio. El uso de una o de otra depende del espectro de absorción de rayos UV que tenga el foto-iniciador utilizado en la pintura a curar (EneMaqSL, 2015).

CAPÍTULO III: EQUIPO BARNIZADO Y SECADO UV

En el presente capítulo, se describe cada componente de la máquina barnizadora y secador de barniz UV.

3.1 BARNIZADORA SPEED COATER 75

Es aquí, donde las láminas de papel ingresan para realizar la aplicación uniforme de barniz, mediante la transferencia de rodillos, teniendo a la salida la lámina húmeda por el líquido.

3.1.1 APILADOR DE ENTRADA

Para el ingreso de las láminas de papel, se posee una bandeja de entrada donde se colocan las láminas y mediante un rodillo de absorción transfiere la lámina del apilador a la banda transportadora.

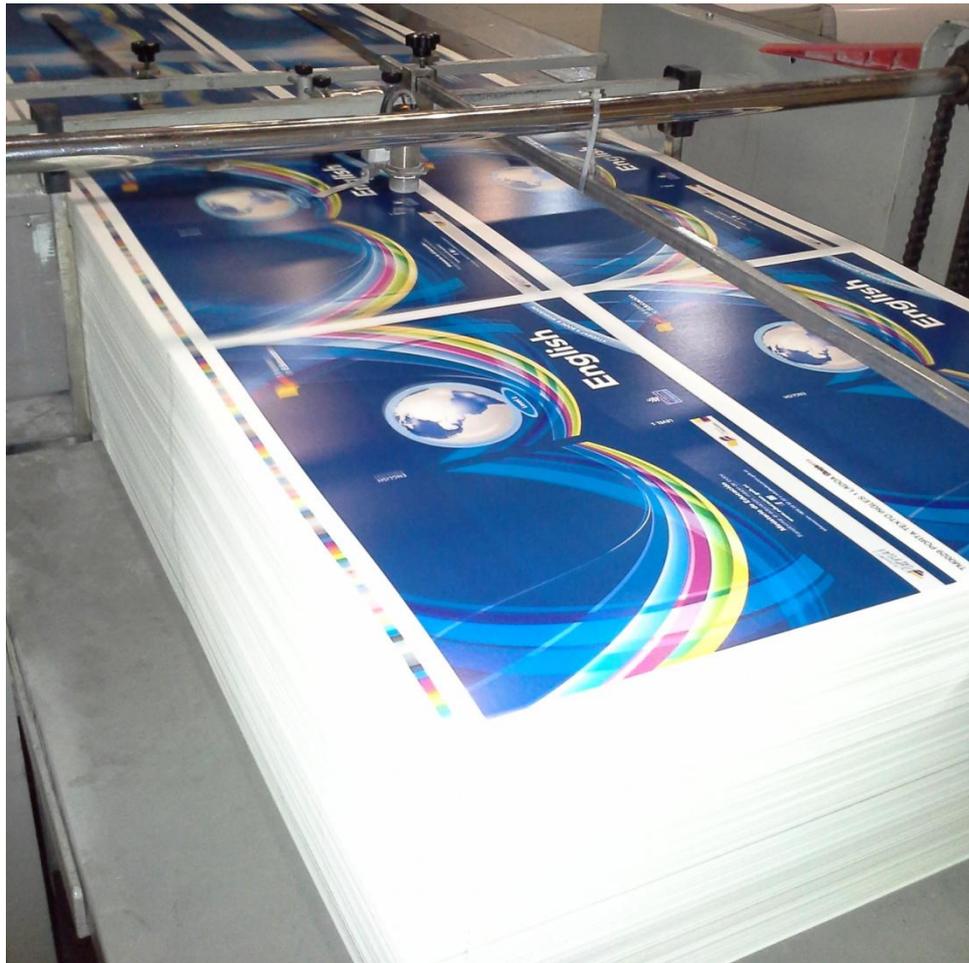


Figura 16: Apilador de Entrada
Fuente: El Telégrafo (2014)

El cilindro de absorción cuenta con unos orificios que están ubicados alrededor del centro del rodillo que absorben la lámina y en el movimiento de rotación permite que la lámina se transfiera a las bandas transportadoras.



Figura 17: Cilindro de absorción
Fuente: El Telégrafo (2014)

Un sensor capacitivo, regulable activa el motor que permite que el apilador de entrada siga subiendo mientras se va disminuyendo las láminas durante la producción.



Figura 18: Sensor Capacitivo regulable.
Fuente: El Telégrafo (2014)

El tipo de material que, pasa por la máquina son:

Papel Cartulina Dúplex: posee un gramaje desde los 200gr – 300gr, es un papel más grueso que los demás.



Figura 19: Papel cartulina.

Fuente: Halley (2015)

Recuperado de: <http://www.halley.cl/productos/ver-2/4/cartulina-blanca-pliego-papel-9.html>

Papel Couché: es un tipo de papel, de contextura lisa y brillo. La barnizadora realiza solamente trabajos dentro de los gramajes de 80gr - 115gr – 150gr – 200gr – 250gr - 300gr.



Figura 20: Papel Couché Brillo 170 gr.

Fuente: Halley (2015)

Recuperado de: <http://www.topoffice.cl/index.php/papeleria/papeles-varios/url-key-6061.html>

3.1.2 BANDA TRANSPORTADORA

Compuesta por dos cintas que transportan las láminas de papel del apilador de entrada hasta los rodillos aplicadores de Barniz. El sistema se encuentra mecánicamente acoplado a los rodillos aplicadores, trabajando todo el sistema a una misma velocidad.

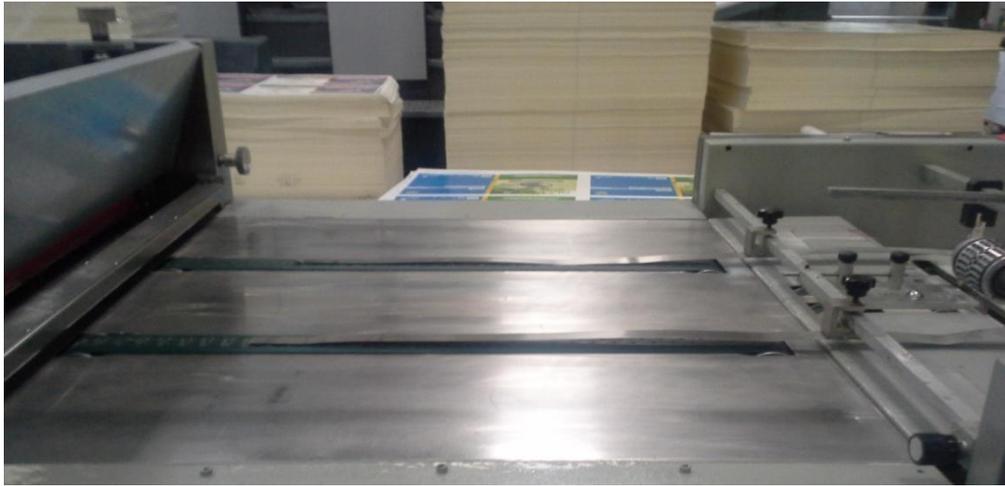


Figura 21: Bandas Transportadora Barnizadora.
Fuente: El Telégrafo (2014)

3.1.3 RODILLOS APLICADORES

Consta de un sistema de cinco rodillos, los cuales dos son de goma y tres de metal, por método de transferencia y la presión ejercida entre rodillos se adhiere el barniz UV a las láminas de papel.

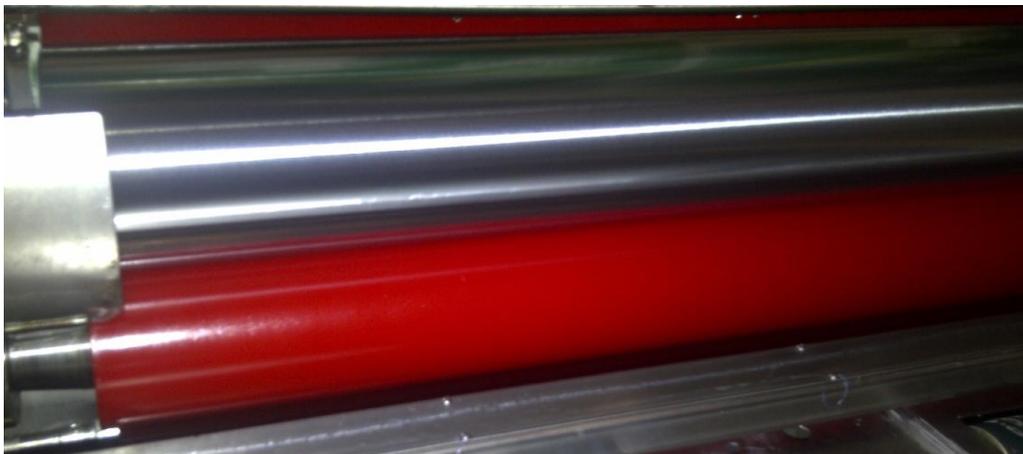


Figura 22: Rodillos aplicadores de barniz.
Fuente: El Telégrafo (2014)

3.1.4 RESERVORIO DE BARNIZ

Se coloca barniz tipo UV, compuesto de un catalizador que al estar en contacto con la radiación ultravioleta realiza el secado instantáneo del barniz dejando una capa o película sobre la superficie a la que se ha aplicado que realza el brillo y los colores.



Figura 23: Depósito de barniz.
Fuente: El Telégrafo (2014)

3.1.4.1 CONTROL DE TEMPERATURA

El control para la temperatura, se lo realiza mediante un PID configurado en un controlador lógico programable (PLC), el cual tendrá como variable de entrada el valor emitido por una PT 100, que está en contaste monitoreo de la temperatura del Barniz.

EL PID, comandara la acción de activar o desactivar la resistencia calefactora que se encuentra conectada a un relé de estado sólido, el mismo que es activado por pulsos hasta que el regulador alcance el valor de set-point indicado al inicio de la configuración del PID.

3.1.5 DOSIFICADOR DE BARNIZ

Mediante un tubo hueco con orificios en la parte inferior, que se sitúa de extremo a extremo de los rodillos, se realiza la dosificación de barniz de una manera uniforme sobre los rodillos de goma y metalizado.

El barniz, humedece a los rodillos aplicadores prolongando así su vida útil por la continua fricción que existe entre ellos.

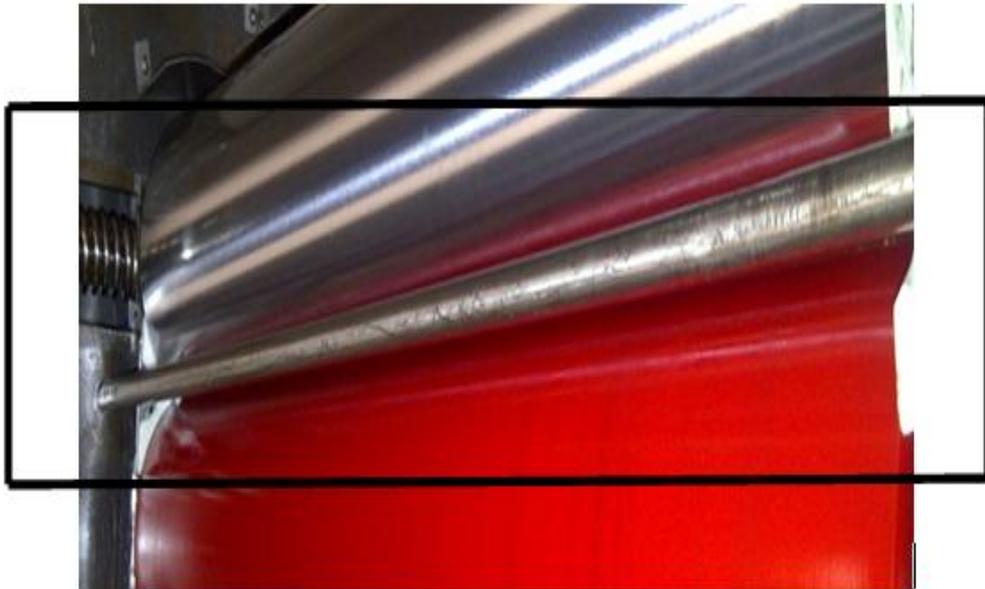


Figura 24: Dosificador de barniz.
Fuente: El Telégrafo (2014)

3.1.5.1 BOMBA NEUMÁTICA

La bomba neumática del proyecto es de doble diafragma, este tipo de bombas no necesitan ser cebadas, regulándola a un caudal de 3 litros por minuto y cortando su salida con una llave de paso de apertura manual para los mantenimientos programados.

Se le asigna una presión de trabajo de 2.8 bar, ubicada dentro del equipo de barnizado Speed Coater 75, siendo resistente a la corrosión del barniz evitando así las continuas falencias que se había con el sistema anterior basado en un motor DC.

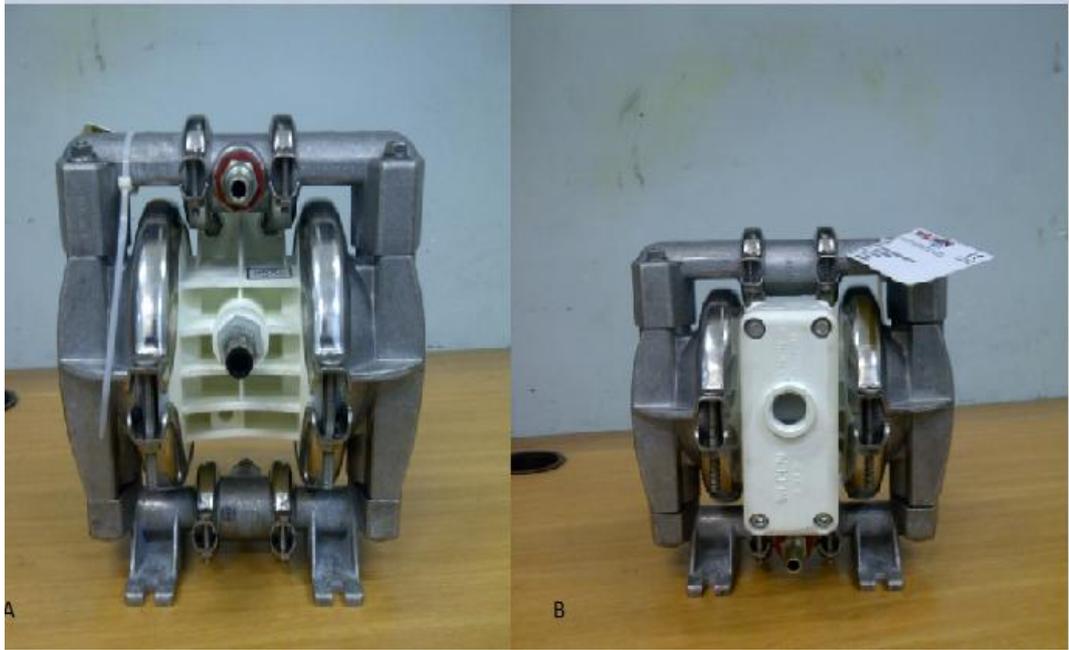


Figura 25: Bomba Neumática del proyecto.
Fuente: Wilden (2014)

3.2 SECADOR UV

El Secador UV SPEED MAX 75, es una máquina que realiza el secado rápido de las láminas de papel que se ha aplicado una capa de barniz. Mediante la radiación emitida por dos lámpara UV.

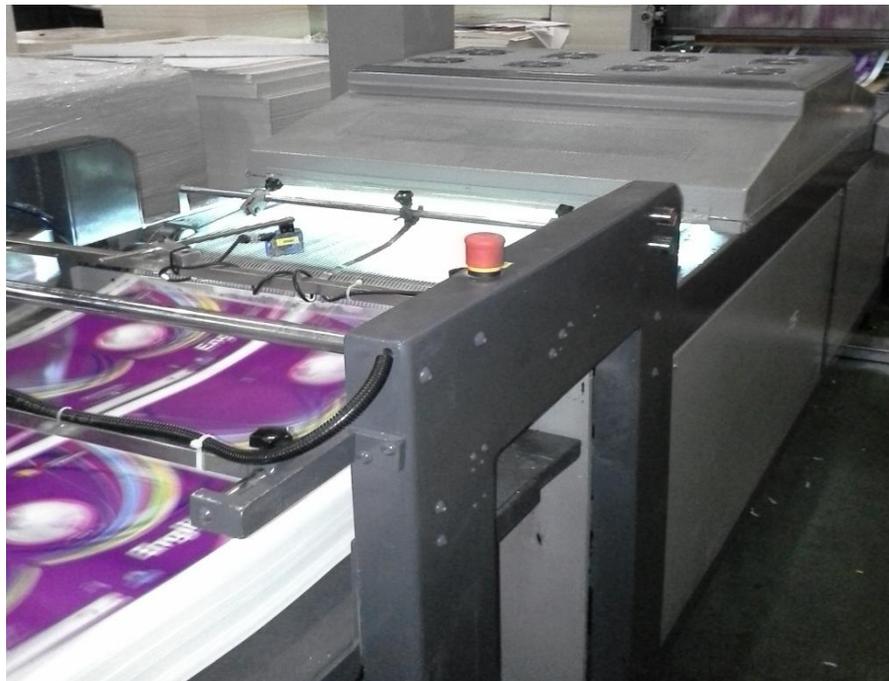


Figura 26: Secador UV SPEED MAX 75
Fuente: El Telégrafo (2014)

3.2.1 BANDA TRANSPORTADORA

Compuesta por una malla de cáñamo, para soportar la alta temperatura ejercida en la cámara de secado, permite transportar las láminas de papel salidas de la barnizadora SPEED COATER 75. Una vez que la lámina haya pasado por la cámara de secado, la misma banda la transporta al apilador de salida.

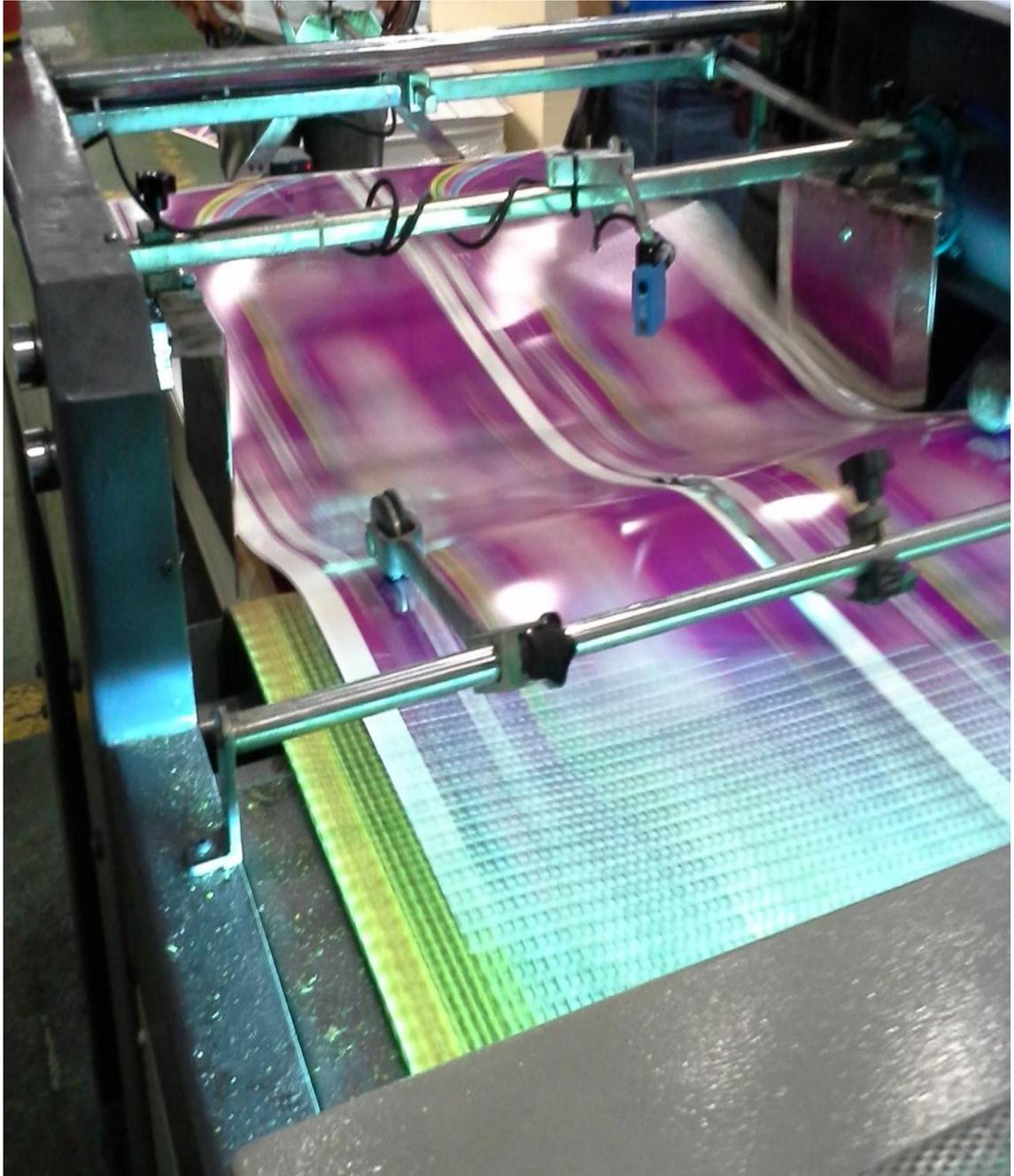


Figura 27: Banda Transportadora.
Fuente: El Telégrafo (2014)

3.2.2 CÁMARA DE SECADO

La cámara de secado se encuentran dos lámpara UV, que al ser energizadas alcanzan una temperatura de 300W/in. Las lámparas UV se accionan con una secuencia de calentamiento. Lo cual ayuda en la vida útil de las mismas. El voltaje suministrado a máxima potencia es de 1900 VAC.



Figura 28: Cámara de Secado.
Fuente: El Telégrafo (2014)

3.2.2.1 LÁMPARAS UV

El horno de secado SPEED MAX 75, cuenta con dos lámparas ultravioletas compuesto por vapor de mercurio o yoduro de galio.



Figura 29: Lámparas UV del Proyecto.
Fuente: El Telégrafo (2014)

Las lámparas UV suministran la energía necesaria para provocar la reacción química en el barniz UV y así efectuar el curado casi instantáneo.

Este sistema es eficiente para tareas de producción de mayor volumen, puesto que es capaz de realizar el curado de barniz de una manera rápida. Según la longitud de onda se clasifica los rayos ultravioletas como:

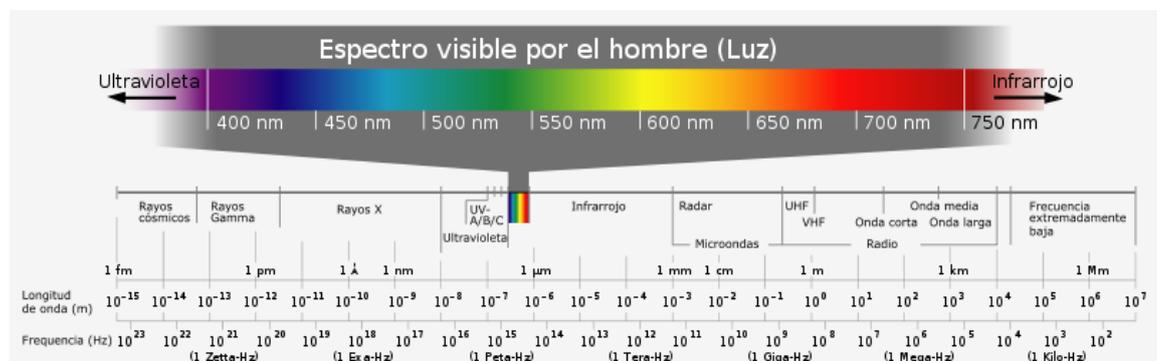


Figura 30: Espectro Electromagnético.

Fuente: Electromagnetic-fields (2015)

Recuperado de: [http:// http://electromagnetic-fields.wikispaces.com/ONDAS+ELECTROMAGN%C3%89TICAS](http://electromagnetic-fields.wikispaces.com/ONDAS+ELECTROMAGN%C3%89TICAS)

La lámpara UV para la aplicación de curado trabaja en una longitud de onda correspondiente a los 100 nm – 260nm, las que están compuestas por el vapor de mercurio y de 300nm a 380nm las que están compuestas de yoduro de galio.

Las lámparas UV posee una potencia de 300W/in esto indica que para obtener la potencia de la lámpara se debe multiplicar la longitud total de la lámpara por la potencia.

$$P(\text{watts})= 300 * \text{longitud}(\text{pulgada})$$

En el proyecto la lámpara posee una longitud de 80cm convertido a pulgadas da 31.5pulg. Realizando el cálculo pertinente se posee por lámpara una potencia de 9450Watts

$$P(\text{watts})= 300 * 31.5\text{pulg} = 9450\text{Watts}$$

El sistema consta de dos transformadores elevadores de tensión de 480VAC a 1900VAC. En la etapa inicial cuenta con un sistema de pre-calentamiento donde la secuencia de encendido es la siguiente:

- Primer paso: Potencia de arranque 100W/in.
- Segundo paso: Potencia media de 200W/in.
- Tercer paso: Potencia máxima de 300W/in.

El tiempo de vida útil de una lámpara ultravioleta es normalmente 1500 horas de trabajo dependiendo del fabricante. Por lámpara se posee cuatro capacitores de 2uf conectados en paralelo quienes suministran la energía necesaria para aumentar la potencia de las lámparas.

En el diagrama se observa la conexión en paralelo de los capacitores de potencia correspondientes a las lámparas UV, el cual consta de dos capacitores conectados directo para suministrar una potencia de 100W/in.

El relé 201K5 se activa para elevar la potencia a 200 W/in y al tener accionado 201K5 Y 201K6 permite poseer una potencia de 300W/in.

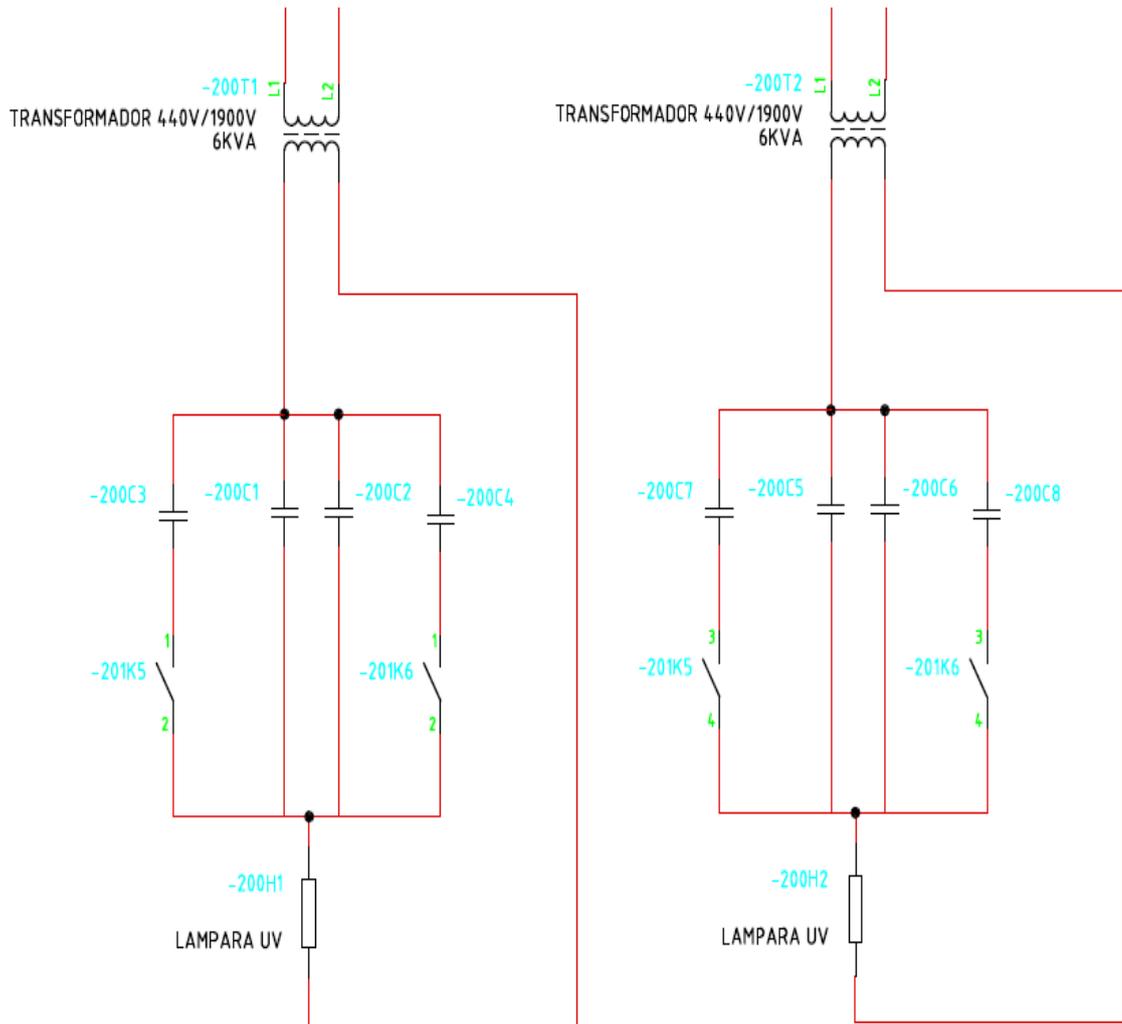


Figura 31: Diagrama de funcionamiento Lámpara UV
Fuente: Autores

3.2.2.1.1 ETAPA DE ENCENDIDO DE LAS LÁMPARAS UV

El proceso consta de dos lámparas UV que trabaja con cuatro capacitores de dos micro-faradios a 1900VAC por cada lámpara UV, de esta manera los pasos para obtener la máxima potencia de las lámparas en el proyecto son:

1. Activar la banda transportadora correspondiente al Secado UV.
2. Habilitar el encendido de las lámparas en este paso las lámparas trabajan a una potencia de 100W/in con el accionamiento de dos capacitores.
3. Transcurrido un tiempo de un minuto habilita un capacitor adicional de esta manera las lámparas alcanzan una potencia de 200 W/in

4. Inmediatamente después del tercer paso, se debe esperar un minuto para habilitar el último capacitor y alcanzar la etapa de 300W/in su máxima potencia.
5. Se habilita el sistema de enfriamiento de la recámara de secado y el extractor eliminando los vapores emitidos en el proceso de secado.

Este proceso ayuda a calentar el gas que se encuentra dentro de las lámparas aumentando la presión en ellas logrando emitir luz ultravioleta dentro de la longitud de onda adecuada con la cual las lámparas son diseñadas para operar.

3.2.3 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Su objetivo es proveer un ligero enfriamiento a la cubierta protectora superior de la cámara de secado, cuenta con ocho ventiladores de 220VAC.



Figura 32: Ventiladores de Enfriamiento
Fuente: El Telégrafo (2014)

3.2.4 EXTRACTOR DE AIRE

Su función es absorber los gases emitidos por la evaporación del barniz al interior de la cámara de secado.



Figura 33: Extractor de aire
Fuente: El Telégrafo (2014)

3.2.5 SISTEMA EMPAREJADOR

Dos cilindros accionados a la vez neumáticamente y ejecutan la función de emparejar los pliegos que se van depositando en el apilador de salida.



Figura 34: Pistones emparejador
Fuente: El Telégrafo (2014)

3.3 SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control implementado en este proyecto provee varias etapas, las cuales son:

- Etapa de Potencia
- Etapa de Control
- Control por Pantalla

3.3.1 ETAPA DE POTENCIA

En esta etapa, enfocaremos el control de voltajes perjudiciales para la salud humana. El equipo está diseñado para operar con voltajes de 480VAC y 220VAC, con una frecuencia de 60hz.

Los accionamientos trifásicos, que necesitan estos niveles de energía son:

- Motores trifásicos asíncronos jaula de ardilla.
- Transformador elevador de tensión.
- Bombas de vacío



Figura 35: Tablero de Potencia
Fuente: Autores

3.3.1.1 DRIVERS

El proyecto consta de dos driver, marca LENZE, el cual permite manipular o variar la velocidad a los motores trifásicos jaula de ardilla deseada en el proceso.

Al modificar la frecuencia suministrada en los motores, el driver cuenta con un modulo extraíble de entradas y salidas para configurar el arranque y el sentido de giro del motor.



Figura 36: Variador Lenze
Fuente: Lenze (2014)

3.3.1.2 PROTECCIÓN ELÉCTRICA

Se posee varios tipos de protección para precautelar los equipos eléctricos y electrónicos, algunos son de accionamiento rápido y otros con retardo.

Entre las protecciones que poseen retardo en su activación se puede mencionar a los breakers, su activación depende del consumo elevado de corriente, lo que provoca un ascenso de temperatura del filamento interno del dispositivo cortando la conmutación y de esta manera se interrumpe el flujo de corriente.

Se los clasifica de las siguientes maneras de acuerdo a las líneas de tensión a usarse.

- Un polo

-



Figura 37: Breaker un polo
Fuente: ABB (2014)

- Dos polos

-



Figura 38: Breaker dos polo
Fuente: ABB (2014)

- Tres polos



Figura 39: Breaker tres polos
Fuente: Moeller (2014)

Las protecciones entre ellas de accionamiento regulado, son los Guarda-motor. Que son el conjunto del contactor con el breaker.

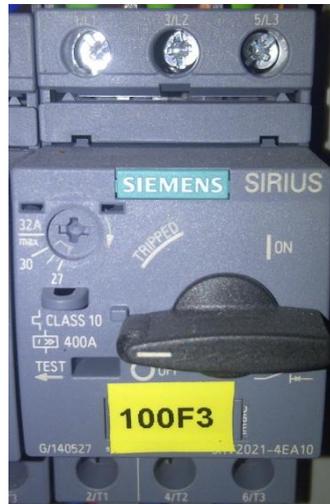


Figura 40: Guarda-motor marca Siemens
Fuente: Siemens (2014)

Son accionados o disparados, de la misma manera que los breaker.

3.3.1.3 ELEMENTOS DE ACCIONAMIENTOS

Contactor

Son activados al excitar sus bobinas con un voltaje normalmente de 24Vdc o 120 - 240VAC. Poseen la capacidad de acoplar un bloque de contactos normalmente abierto o cerrado. Para la parte lógica del control.



Figura 41: Contactor y bloque de entradas marca EATON
Fuente: Eaton (2014)

Capacitores de Potencia

El secador UV cuenta con ocho capacitores de 2micro-faradios para operar a un voltaje de 1900VAC. Cada lámpara UV absorbe la energía suministrada por 4 capacitores las cuales entran en activación dependiendo de la potencia requerida logrando operar cada lámpara a 100W/in – 200W/in – 300W/in.

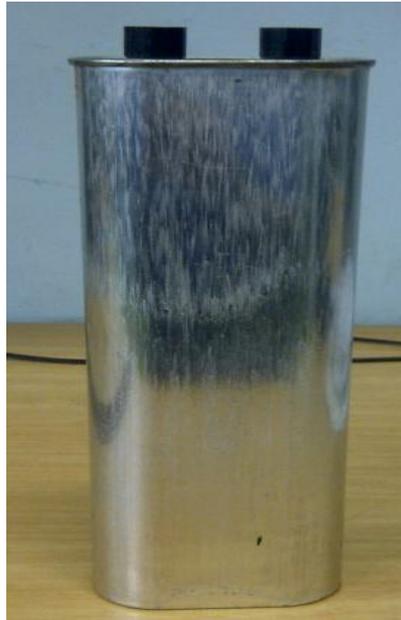


Figura 42: Capacitores de Potencia
Fuente: El Telégrafo (2014)

3.3.1.4 DISTRIBUIDOR DE TENSIÓN

Es compuesto de barras de cobre, las cuales se conectan a cada una de las líneas de voltaje, tierra o neutro del sistema. Para interconectar los diferentes accionamientos.



Figura 43: Distribuidor de Tensión marca Legrand.
Fuente: Legrand (2014)

3.3.1.5 TRANSFORMADOR DE VOLTAJE

Una principal característica de estos equipos y como lo indica su nombre permite transformar los niveles de Tensión y Capacidad para un fin específico.



Figura 44: Transformador de Voltaje de 480VAC a 220VAC marca LEIPOLD.
Fuente: Leipold (2014)

3.3.1.6 RELÉ DE ESTADO SÓLIDO

Diseñado electrónicamente para realizar conmutaciones a mayor frecuencia y con larga durabilidad. Los relés de estado sólidos son normalmente usados para activar o desactivar resistencias de calentamiento.

La activación de estos relés está asociada a un control PID, el mismo que envía los pulsos a las bobinas de relés de estado sólido, y de esta manera se logra controlar la temperatura del barniz.



Figura 45: Relé de estado sólido con doble bobina y doble salida de conmutación con disipador marca Carlo Gavazzi.
Fuente: Carlo Gavazzi (2014)

3.3.2 ETAPA DE CONTROL

3.3.2.1 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

El PLC utilizado para el proyecto es el CPU 1214 DC/DC/DC con salidas de transistores, se eligió el presente controlador por las bondades técnicas, como su capacidad de procesamiento y salida transistor que permite una mayor velocidad en su conmutación.



Figura 46: CPU y módulo de entradas y salidas marca Siemens modelo 1214C DC/DC/DC.

Fuente: Siemens (2014)

La comunicación establecida con el PLC es mediante la red PROFINET, el programador dentro del proyecto debe establecer una dirección IP a todos los dispositivos configurados teniendo en cuenta, que están ubicados dentro de la red.

La programación en lenguaje KOP o de contactos, fue escrita en el programa TIA PORTAL V12, en la cual se desarrolla un proyecto que contiene la estructura y pasos que deseamos que el controlador ejecute.

El dispositivo, cuenta con una memoria EPROM diseñada para almacenar datos aun durante un reinicio del sistema.

Entre las características más importantes del dispositivo cabe mencionar las siguientes:

- Fuente de alimentación 24Vdc.

- Red de comunicación PROFINET
- Económico.
- Memoria de trabajo 50kb.
- Memoria de carga 2Mb.
- Memoria remanente 2Kb.
- Memoria expandible hasta 24Mb.
- Memoria EEPROM integrada.
- Ocho Módulos expandibles IN – OUT.
- Tres Módulos de comunicación.
- 0.04 ms/1000 instrucciones.

3.3.2.2 MÓDULO DE COMUNICACIÓN

Ubicada a lado derecho de la CPU del controlador, sirve para conectar más dispositivos de la misma interfaz profinet, o a un equipo que use la interfaz profibus de comunicación.



Figura 47: Módulo de Comunicación
Fuente: Siemens (2014)

3.3.2.3 CPU

Unidad Central de Procesos, en este dispositivo donde se ejecutan todas las líneas de comando, tomando en cuenta las entradas y salidas del sistema, todas están instrucciones se encuentran en un bloque de programación principal organizacional.

La CPU, tiene la capacidad de expandir sus puertos de entradas y salidas de acuerdo a la aplicación deseada. Tanto digital como analógica teniendo una limitante de hardware de ocho módulos.

Del lado izquierdo del dispositivo, se conectan los módulos de comunicación que son capaces de servir como switch o interfaz de otro medio de comunicación por ejemplo PROFIBUS.



Figura 48: CPU SIMATIC S7 - 1200
Fuente: Siemens (2014)

3.3.2.4 MÓDULO DE EXPANSIÓN

Se pueden configurar hasta 8 módulos de entradas, salidas ó entradas salidas. De acuerdo a las necesidades del proyecto.

En el proyecto, se usa un módulo SM 1223 DC/DC de 16 entradas y 16 salidas digitales.



Figura 49: Módulo de expansión de 16DI – 16DO SM1223
Fuente: Siemens (2014)

Un módulo analógico con 2 salidas digitales para valores dentro del rango de 0 – 10 Vdc. Con una escala de 14bit.



Figura 50: Módulo de expansión de 2AO SM 1232
Fuente: Siemens (2014)

Hay que configurar una tarjeta de señal para una entrada analógica que obtendrá la lectura de RTD, la cual se encuentra ubicada en el reservorio del barniz.



Figura 51: Tarjeta de señal 1 AI para RTD SB 1231
Fuente: Siemens (2014)

3.3.3 CONTROL POR PANTALLA

La pantalla configurada para el proyecto es una KTP 600 Basic Color PN, es un dispositivo muy confiable y sencillo para la programación diseñada para la interfaz PROFINET por lo cual requiere una dirección IP para enlazar la comunicación y realizar la configuración.

El sistema por la cual se configura el equipo es el TIA PORTAL V12. Permite interactuar de una forma fácil y ordenada logrando enlazar las variables creadas dentro del PLC de una forma ágil y segura.

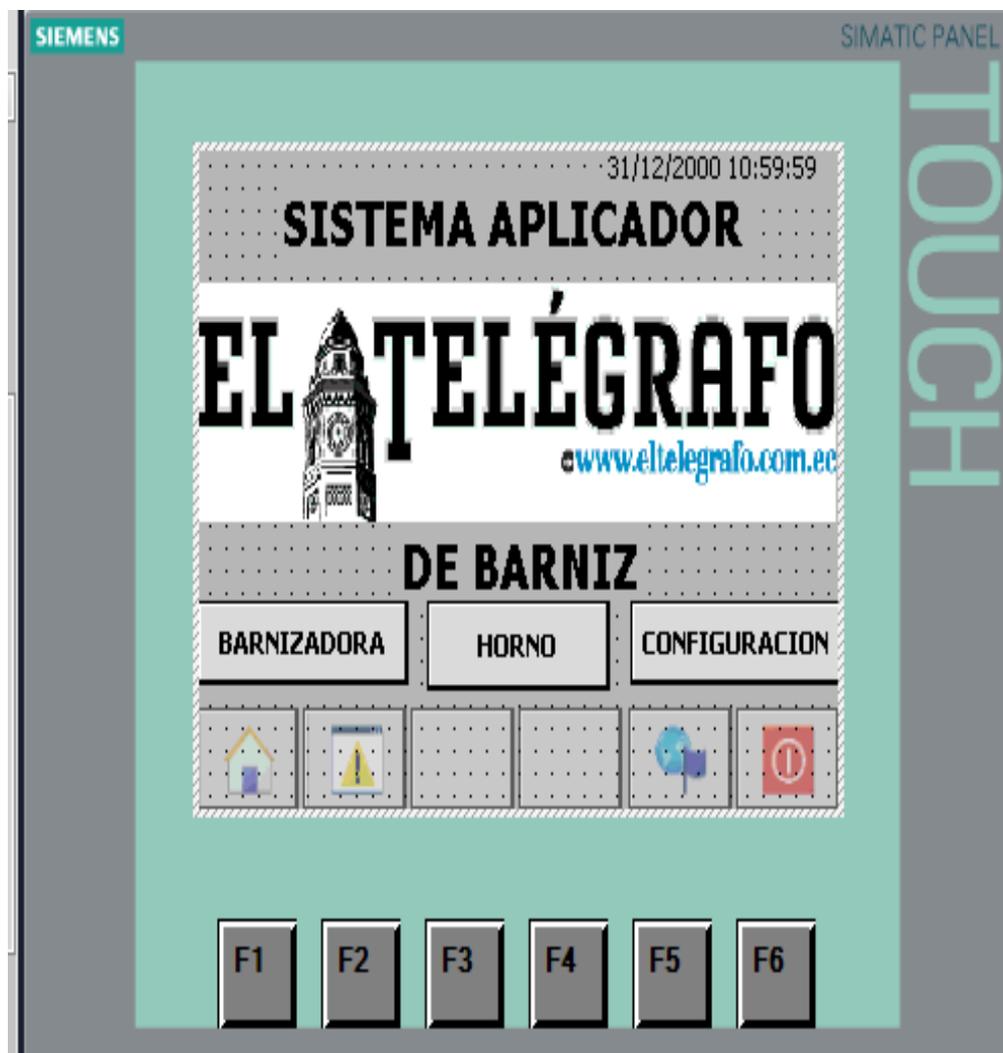


Figura 52: Pantalla Touch KTP 600 Basic Color PN
Fuente: Autores

CAPÍTULO IV: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

En el diseño e implementación se usan varios software para realizar la configuración, programación y diseño del proyecto, tales como:

Para la configuración y programación del HMI KTP 600 - PLC 1214 DC/DC/DC se usa:

- TOTALLY INTEGRATED AUTOMATION PORTAL(TIA PORTAL V12)

Para el diseño de Tablero, esquemático de la máquina, diagrama eléctrico y electrónico se usa:

- AUTOCAD

4.1 CONFIGURACIÓN DE LA RED

Los PLC de la familia de los 1200, se comunican mediante la interfaz profinet. Para lo cual, es necesario asignarles una dirección IP, ubicándolos en la misma red.

En el proyecto poseemos los siguientes dispositivos y sus respectivas direcciones y máscaras de subred.

PLC_1 CPU 1214C DC/DC/DC	IP:192.168.0.2	MÁSCARA
		SUBRED:255.255.255.0
HMI KTP600 BASIC COLOR	IP:192.168.0.3	MÁSCARA
		SUBRED:255.255.255.0



Figura 53: Configuración de Red Profinet
Fuente: Autores

4.2 PROGRAMACIÓN DE LA PANTALLA

El proyecto cuenta con una Interfaz Hombre Máquina (HMI), en la que el operador podrá acceder a diferentes diseños de pantalla que representa el estado actual de la máquina en diferentes etapas.

La configuración fue realizada en el programa TIA PORTAL V12 que pertenece a la marca SIEMENS.

4.2.1 PANTALLA PRINCIPAL

Imagen raíz o pantalla inicial, es la ventana principal del proyecto donde con ayuda de pulsadores se puede acceder a las ventanas del proyecto como Barnizadora, Horno y Configuración.



Figura 54: Pantalla Principal “Proyecto Barnizadora”
Fuente: Autores

4.2.2 DISEÑO BARNIZADORA SPEED COATER 75

En esta pantalla se poseen pulsadores que conducen a diferentes pantallas del proceso, además existe un push-button de activación del modo Automático o Manual.

Se puede visualizar el esquema de la máquina en la cual el operador puede ingresar valores de velocidad y potencia de la bomba de barniz. Cuenta con un contador de portadas entrantes.

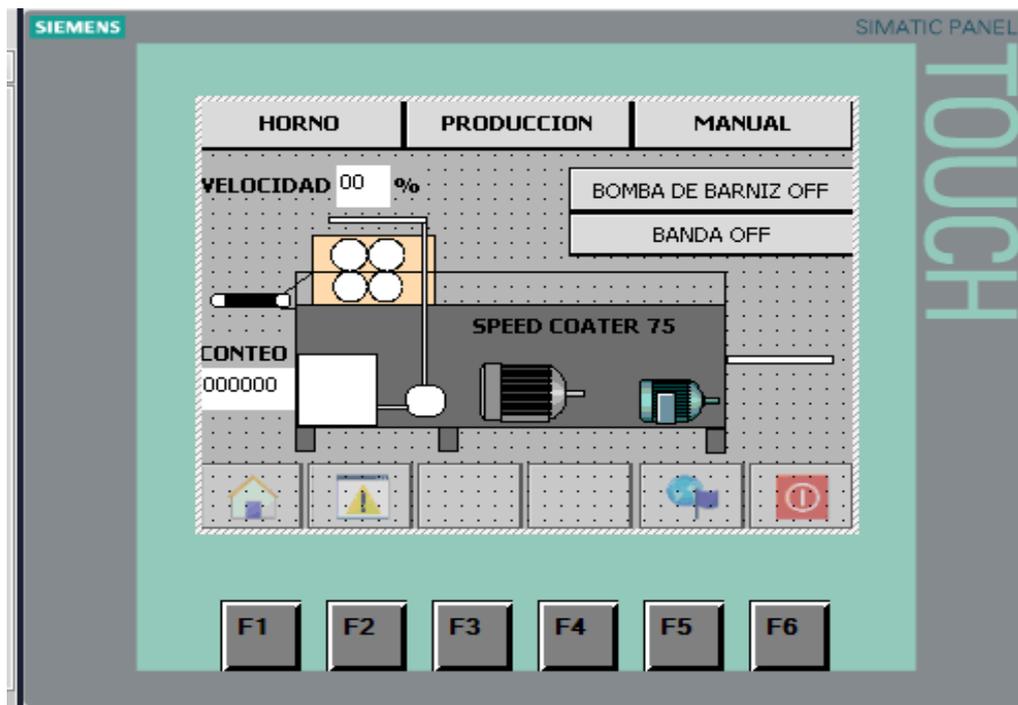


Figura 55: Pantalla Barnizadora SPEED COATER 75

Fuente: Autores

4.2.3 DISEÑO HORNO SECADOR UV SPEED MAX 75

El operador puede hacer uso de los pulsadores para acceder a las diferentes gráficas del proyecto, tales como la Barnizadora, Producción o el estado de Manual – Automático.

Se puede ingresar valores para la velocidad de la banda que está sincronizada con la barnizadora SPEED COATER 75.

Se visualiza el estado de las lámparas UV, mostrando la secuencia de activación mediante indicadores colocados en la pantalla. El contador hace referencia al número de portadas que pasan dentro de la cámara de curado.

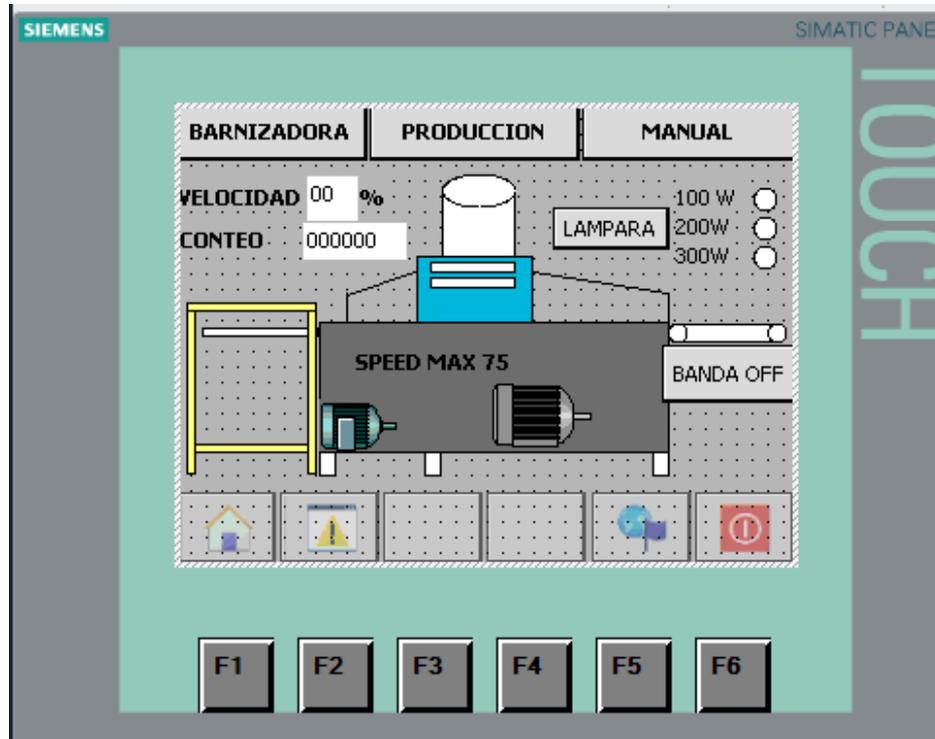


Figura 56: Pantalla Horno Secador SPEED MAX 75
Fuente: Autores

4.2.4 DISEÑO DE LA PANTALLA DEL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

Dentro de esta pantalla, se puede contar con pulsadores con las siguientes características:

- **Horno:** Activa la imagen de pantalla correspondiente al horno secador UV Speed Max 75.
- **Barnizadora:** Activa la imagen de pantalla correspondiente a la Barnizadora Speed Coater 75.
- **Blower Barnizado:** Activa el blower correspondiente al barnizado Speed Coater 75.
- **Bomba de vacío:** Activa la bomba de vacío correspondiente al barnizado Speed Coater 75.

- **Iluminación:** Activa el sistema de iluminación de la Barnizadora Speed Coater 75 y Horno Speed Max 75.
- **Configurar hora:** Permite ajustar la hora del PLC y Touch Panel.
- **Señales PLC:** Activa la imagen donde se visualiza las diferentes señales originadas del PLC, sea estas entradas – salidas, tales como digitales o analógicas.
- **Reset Contadores:** Reinicia los contadores de entrada, salida de pliegos y también el contador de funcionamiento de las Lámparas UV.



Figura 57: Pantalla de Configuración
Fuente: Autores

- **Habilitar Banda Barniz:** Enciende el driver o variador de velocidad correspondiente a la banda transportadora de la barnizadora UV.
- **Habilitar Banda Secado:** Enciende el driver o variador de velocidad correspondiente a la banda transportadora del secador UV.

4.2.5 DISEÑO PANTALLA CONFIGURAR HORA

En esta pantalla se puede configurar la hora del PLC, a la hora del lugar ubicado. Con el pulsador SET TIME, se confirma el ingreso del nuevo dato de hora ingresada.

Se posee dos pulsadores que ejecutan las siguientes funciones:

- **Configuración:** Activa la imagen Producción del proyecto.
- **Inicio:** Activa la imagen principal del proyecto.

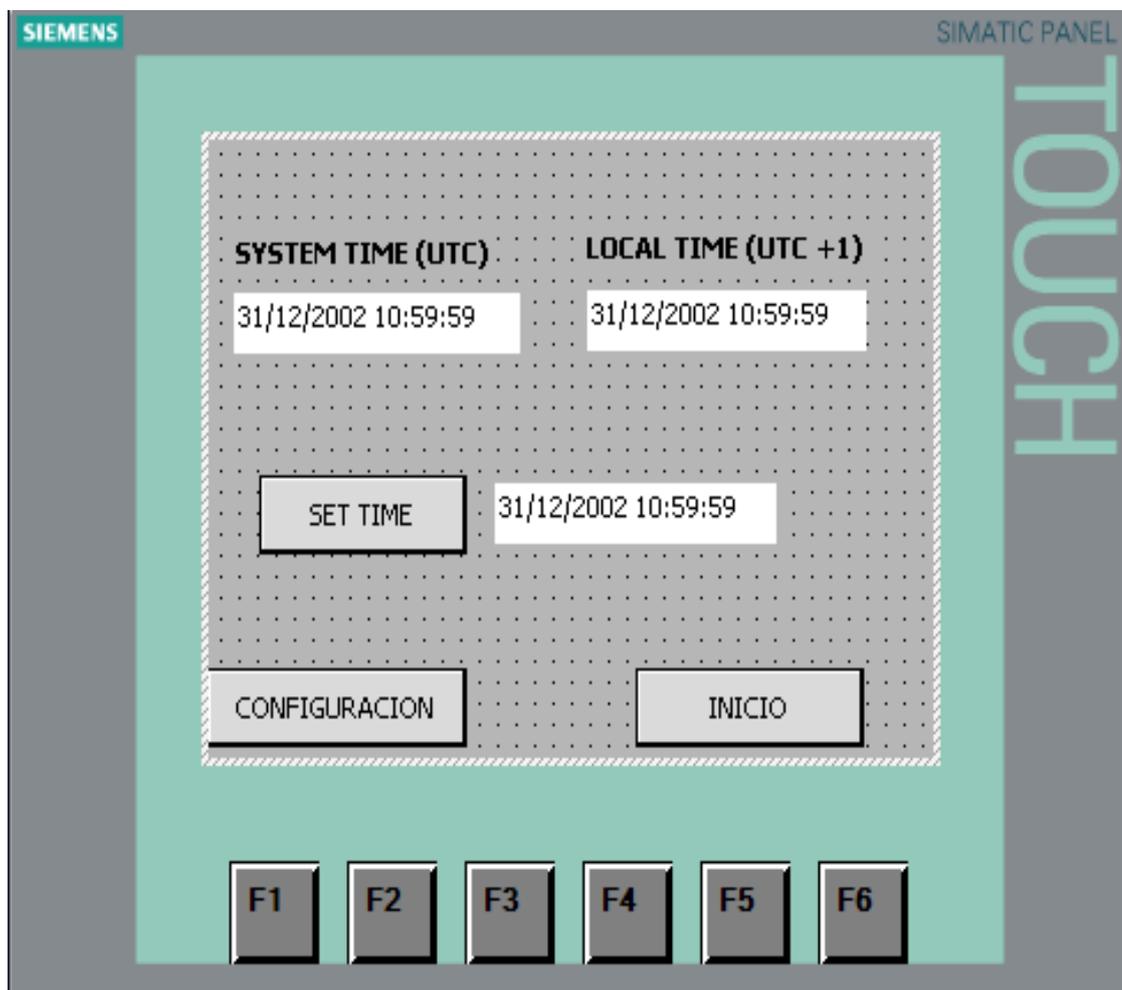


Figura 58: Pantalla de Ajuste Hora del Sistema
Fuente: Autores

4.2.6 DISEÑO DE PANTALLAS SEÑALES DEL PLC

4.2.6.1 ENTRADAS DIGITALES

Se creó una pantalla para visualizar las diferentes entradas al PLC que se encuentran conectadas a sensores, pulsadores y finales de carrera, de manera que se pueda informar al personal de mantenimiento del estado actual de cada una de ellas.



Figura 59: Entradas Digitales
Fuente: Autores

4.2.6.2 SALIDAS DIGITALES

Dentro del proyecto se diseñó la imagen SALIDAS DIGITALES, para el área de mantenimiento donde se puede visualizar las diferentes salidas que contiene el PLC.

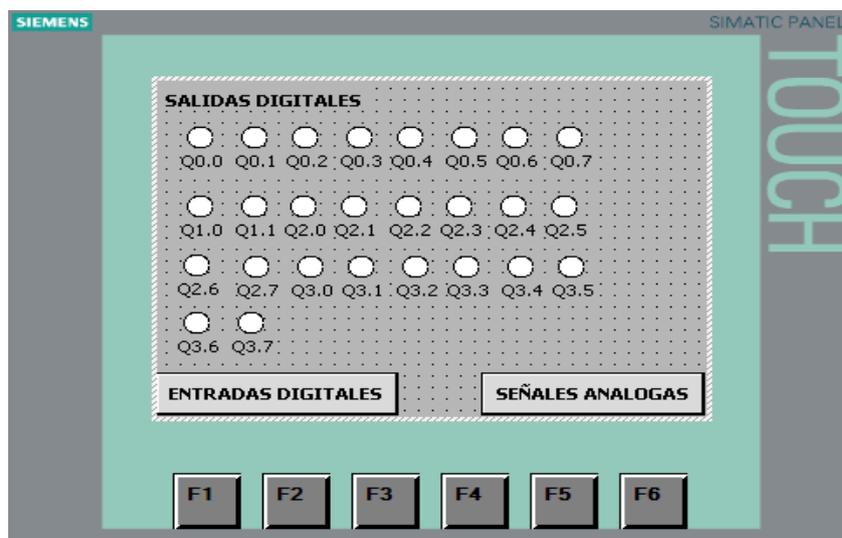


Figura 60: Salidas Digitales
Fuente: Autores

4.2.6.3 SEÑALES ANALÓGICAS

Dentro del proyecto se diseño la imagen SEÑALES ANALOGAS, para el área de mantenimiento donde se puede visualizar los diferentes valores de las señales análogas que posee el PLC como entrada o salida.

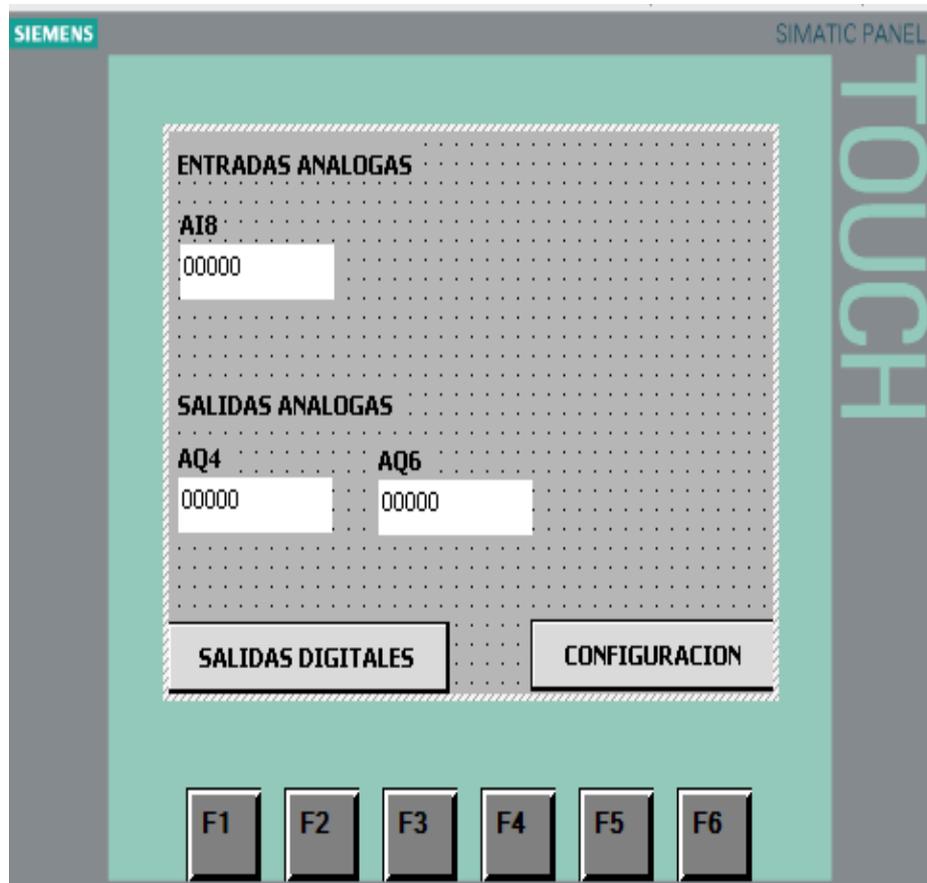


Figura 61: Señales Análogas.
Fuente: Autores

4.2.6.4 PANTALLA GENERAL DE INFORMACIÓN DEL HMI

4.2.6.4.1 IMÁGENES DEL SISTEMA

Podemos acceder a diferentes sub-ventanas para visualizar parámetros del proyecto tales como:

- Información del Proyecto
- Administración de Usuarios
- Información del Sistema
- Tareas Varias

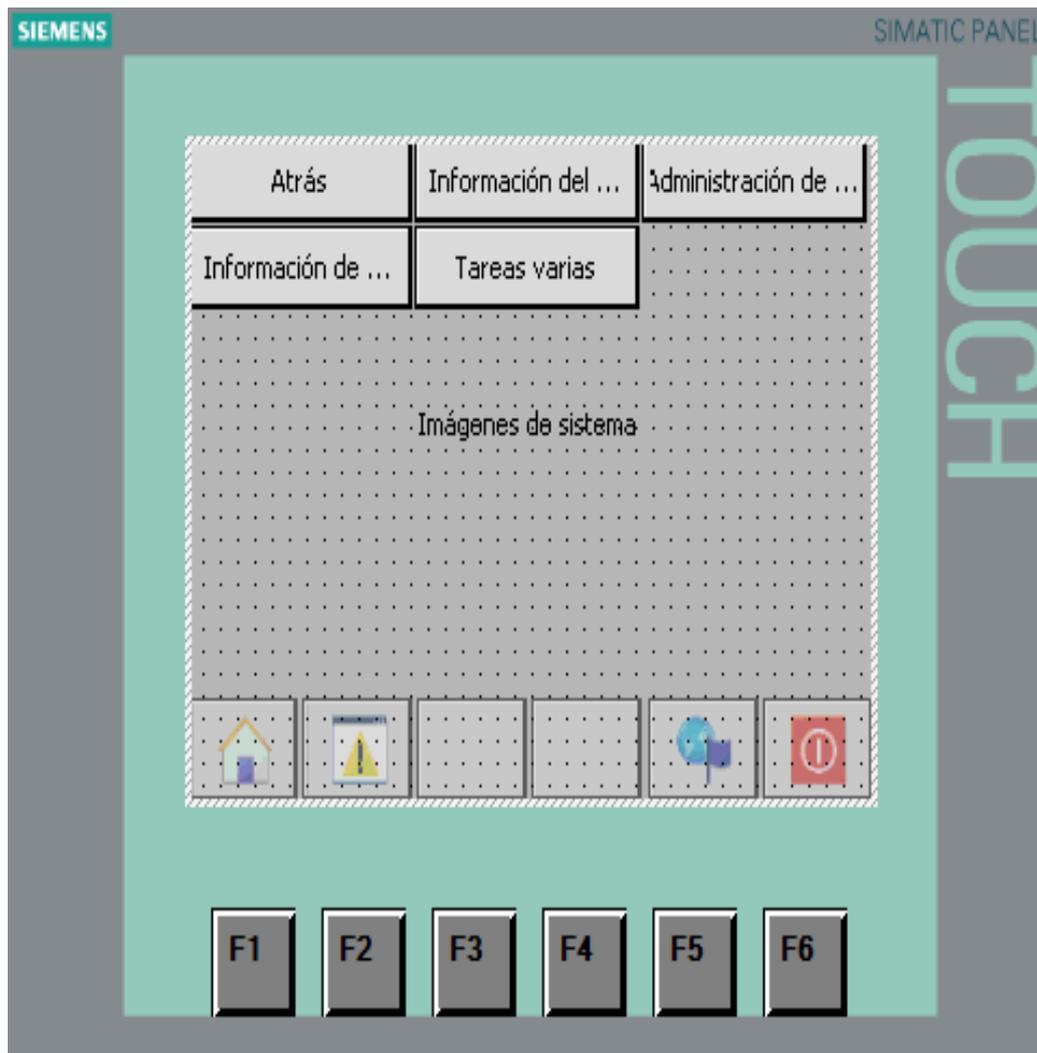


Figura 62: Imagen del Sistema.
Fuente: Autores

En estas sub-ventanas, podemos encontrar información relevante del tipo de proyecto autor, tipo de red, controladores conectados, fecha de creación y una breve descripción indicando alguna característica en específico del proyecto.

4.2.6.4.2 INFORMACIÓN DEL SISTEMA

En la presente sub-ventana podemos visualizar datos como el tipo de panel, conexión y modelo del controlador con el cual se encuentra enlazado.



Figura 63: Información del Sistema.
Fuente: Autores

4.2.6.4.3 INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Se posee una información detallada del proyecto tanto así como su nombre, fecha de creado, autores y descripción.

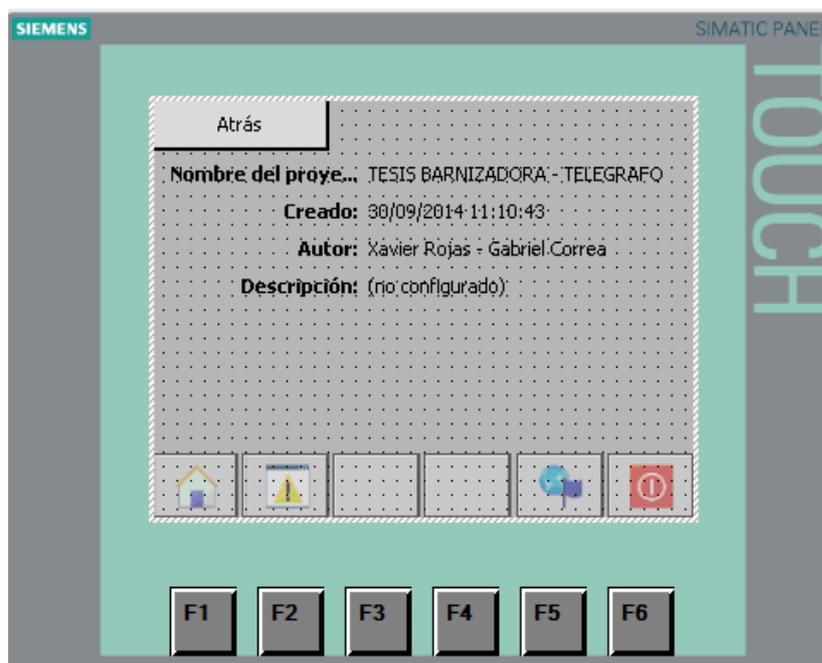


Figura 64: Información del Proyecto.
Fuente: Autores

4.3 PROGRAMACIÓN DEL PLC

Dentro de los modelos de controladores SIMATIC de Siemens, unos de los más potentes y con bajo costo se encuentran los SIMATIC S7 – 1200. Ya sean para proyectos con tareas fáciles o complicadas. Sus características principales son:

- Interfaz de comunicación PROFINET.
- Módulos de entradas de alta y baja velocidad.
- Fácil programación para proyectos de control.
- Software de programación enlazado con el diseño del SCADA.
- Lenguaje de programación KOP o AWL.
- Módulos de entrada/salida expandible hasta 8.
- Configuración de ejes de movimiento
- Control PWM
- Contadores rápidos
- Entrada/salida de tipo analógica.
- Temporizadores
- Bloque de función
- Bloque de organización
- Variables globales y locales
- Memoria expandible con Memory Card.

El controlador lógico programable (PLC), cuenta con un espacio de memoria de 32mb interno, lugar donde se almacena la programación desarrollada en el TIA PORTAL V12.

La lectura de la programación se realiza tipo escalera, esto se refiere a ejecutar la primera línea de comando hasta el fin de la línea de programación. Paralelamente durante la ejecución de la programación puede sufrir saltos o interrupciones previamente especificadas por el programador.

Dentro del proyecto, se crea variables enlazadas con las entradas y salidas físicas del controlador, como puerto de comunicación para el intercambio de información.

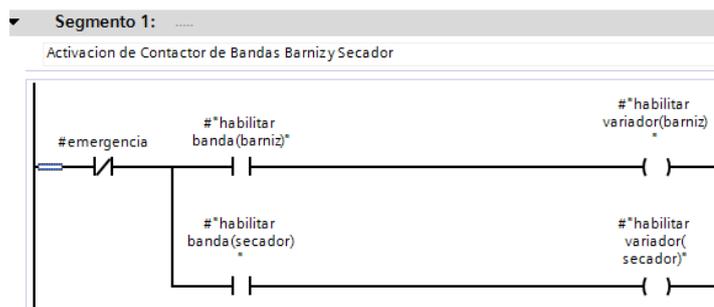


Figura 65: Lenguaje de Programación KOP o de Contactos
Fuente: Autores

El TIA PORTAL V12 posee una tabla de variables donde el programador debe asignarle información relacionada con el objeto a enlazar, entre sus campos se detallan los siguientes:

- Nombre de la variable
- Tipo de datos
- Dirección

Tabla de variables estándar							
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Visibl...	Acces...	Comenta
13	Seguridad Nivel Inferior apilador(b...	Bool	%I1.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	Seguridad Nivel Superior apilador(..	Bool	%I1.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	Activacion automatica(sensor de n.	Bool	%I2.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	Conteo de portadas(barnizado)	Bool	%I2.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	Nivel Bajo de barniz	Bool	%I2.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 66: Tabla de Variables Estándar.
Fuente: Autores

En la casilla correspondiente al tipo de datos, se debe especificar la señal a analizar. Entre las más comunes se pueden mencionar las siguientes:

- **Bool:** Analiza el flanco de subida o bajada de una señal del bit.
- **Byte:** Es la composición de ocho bits.
- **Word:** Conocida como palabra es la composición de dos BYTE.
- **DWord:** Doble palabra, se refiere a la composición de dos WORD
- **Integer:** Maneja el tipo de datos enteros.
- **Real:** Maneja los datos de coma flotante.

Existen varios tipos de variables que permiten al programador hacer referencia del estado de un contacto de una forma lógica, sin necesidad de relacionar con una salida o entrada física del controlador.

Entre las cuales se destacan las siguientes:

- **Variables globales:** Estos tipos de variables se encuentran accesibles al programador en cualquier parte de la programación.
- **Variables Temporales:** Solo están disponibles dentro del bloque de programación el cual haya sido creado.
- **Marcas:** Son espacios de memoria donde se almacenan estados lógicos del programa, representados con la letra (M) con una dirección independiente.

ERRORES-MARCAS							
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Visibl...	Acces...	Comen
1	FALLO ALIMENTACION 480VAC	Bool	%M13.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	PARO EMERGENCIA MAQUINA	Bool	%M13.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	FALLO ALIMENTACION FUENTE DC	Bool	%M13.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	FALLO ALIMENTACION BANDA BA...	Bool	%M13.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	FALLO ALIMENTACION APILADOR ...	Bool	%M13.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	FALLO ALIMENTACION BOMBA DE...	Bool	%M13.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	FALLO ALIMENTACION RESISTENCI...	Bool	%M13.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	FALLOS GLOBAL	Int	%MW12	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	FALLO ALIMENTACION LAMPARA ...	Bool	%M13.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	FALLO ALIMENTACION BANDA SE...	Bool	%M12.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	FALLO ALIMENTACION APILADOR ...	Bool	%M12.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	FALLO ALIMENTACION EXTRACTO...	Bool	%M12.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	RESET FALLOS	Int	%MW14	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	reset1	Bool	%M15.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 67: Variables Marcas.
Fuente: Autores

La programación provee un sistema de alertas funcionales para el personal de mantenimiento de la empresa EL TELÉGRAFO.

El sistema está implementado teniendo como consideración la seguridad física de los operadores y personal técnico.

4.3.1 CONFIGURACIÓN DE PID

El controlador lógico programable S7-1200 1214C DC/DC/DC permite configurar un control PID, el cual regula en el control de Temperatura del barniz.

La señal de entrada del controlador se obtiene de un sensor de temperatura nominada PT-100, la misma que varía el rango de su resistencia de acuerdo al nivel de temperatura en la que se encuentra ubicado el sensor.

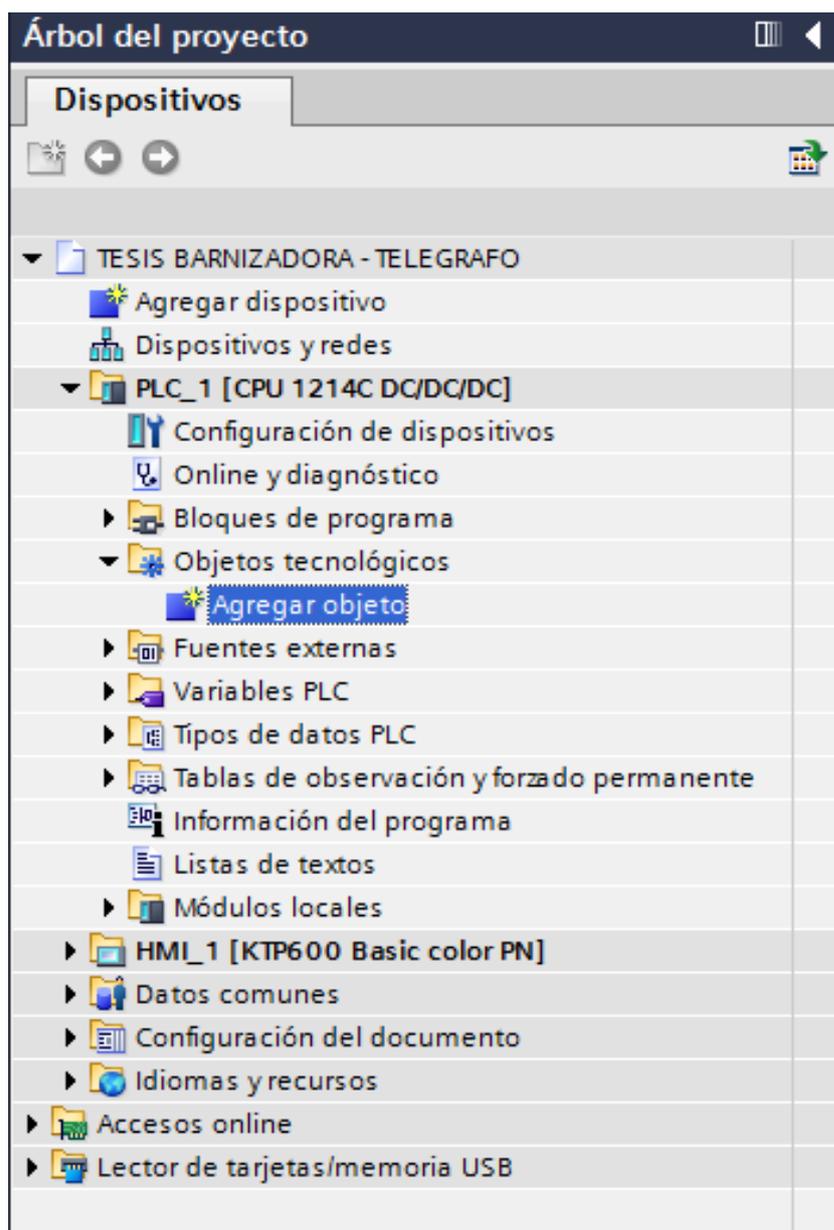


Figura 68: Objetos Tecnológico.
Fuente: TIA PORTAL V12 (2014)

En la figura 68, se indica la opción para agregar un Objeto tecnológico que puede ser los siguientes:

- Control Motion
- Control PID

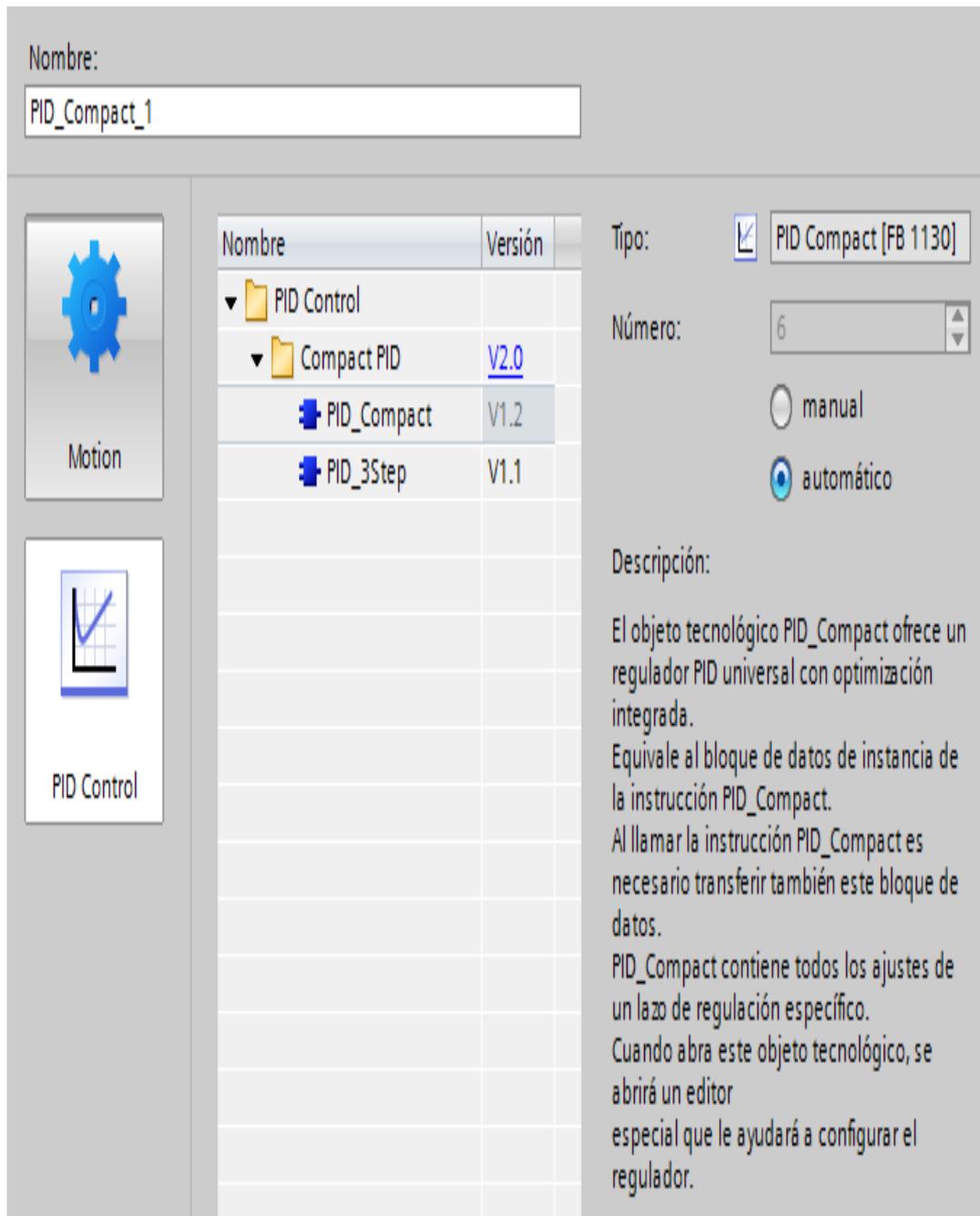


Figura 69: Objetos Tecnológico.
Fuente: TIA PORTAL V12 (2014)

Para el proyecto se configura el control con el PID_COMPACT, el cual ayuda a la regulación de la temperatura del reservorio de barniz.

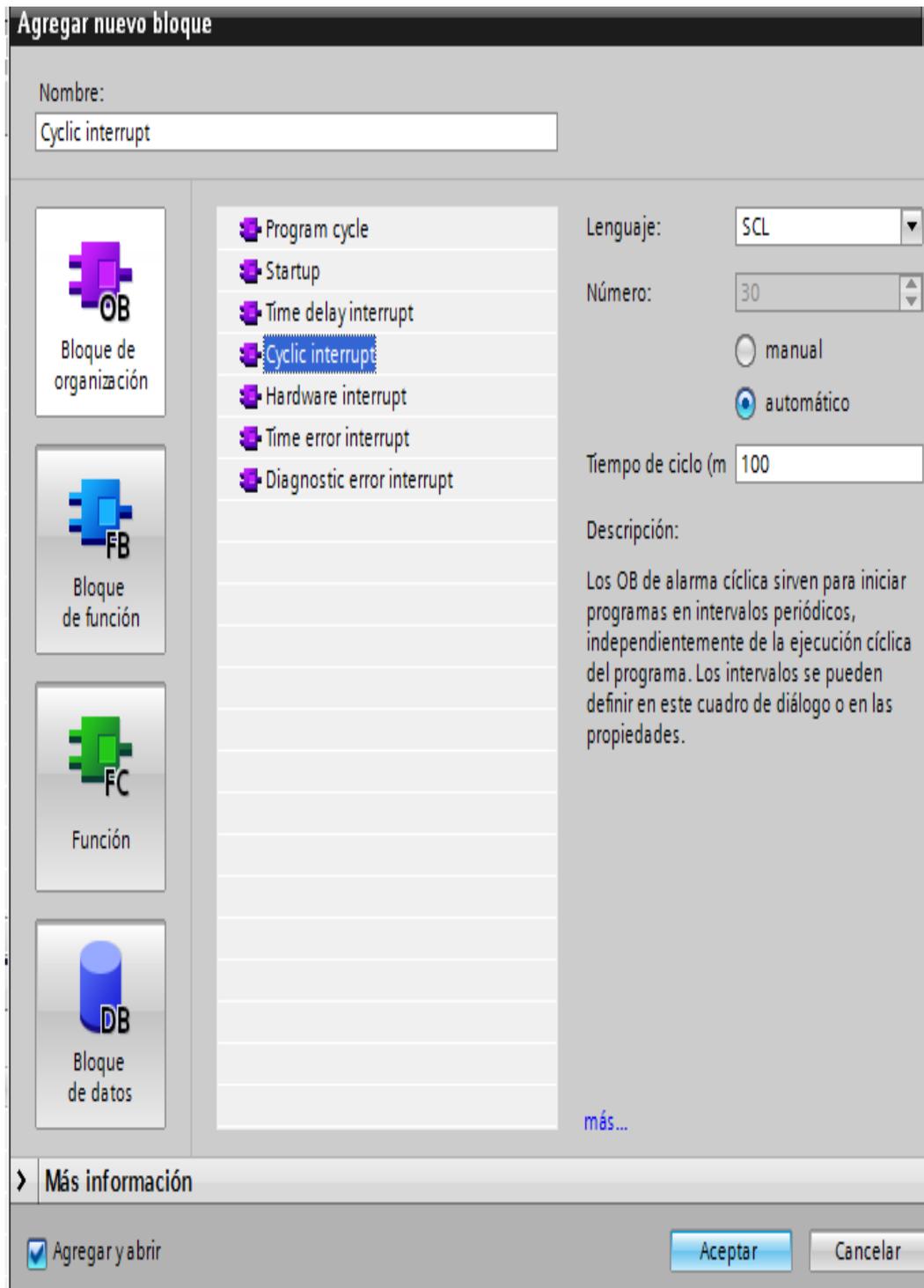


Figura 70: Bloque Cyclic interrupt.
Fuente: TIA PORTAL V12 (2014)

Se debe de agregar un bloque de Interrupción cíclica o OB 30 donde se deberá colocar el objeto tecnológico creado.

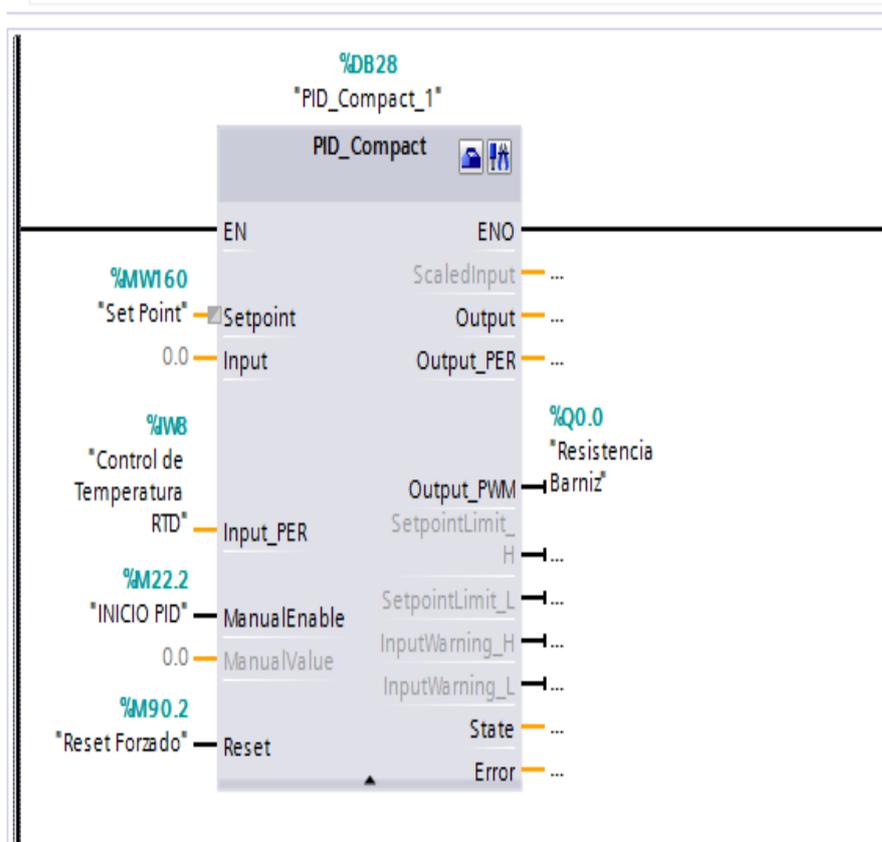


Figura 71: Asignar el PID Compact.
Fuente: Autores

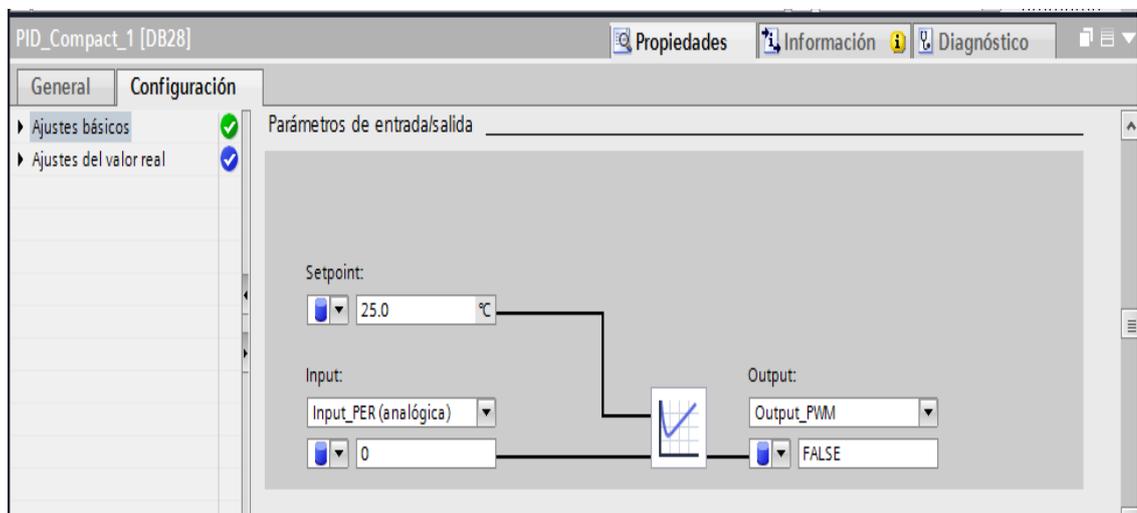


Figura 72: Configurar los parámetros de entrada/salida.
Fuente: TIA PORTAL V12 (2014)

Dentro del OB 30, se debe de especificar todas las variables involucradas en el PID, en el proyecto se poseen tres:

- Sensor de Temperatura PT 100

- Set point
- Resistencia de activación.

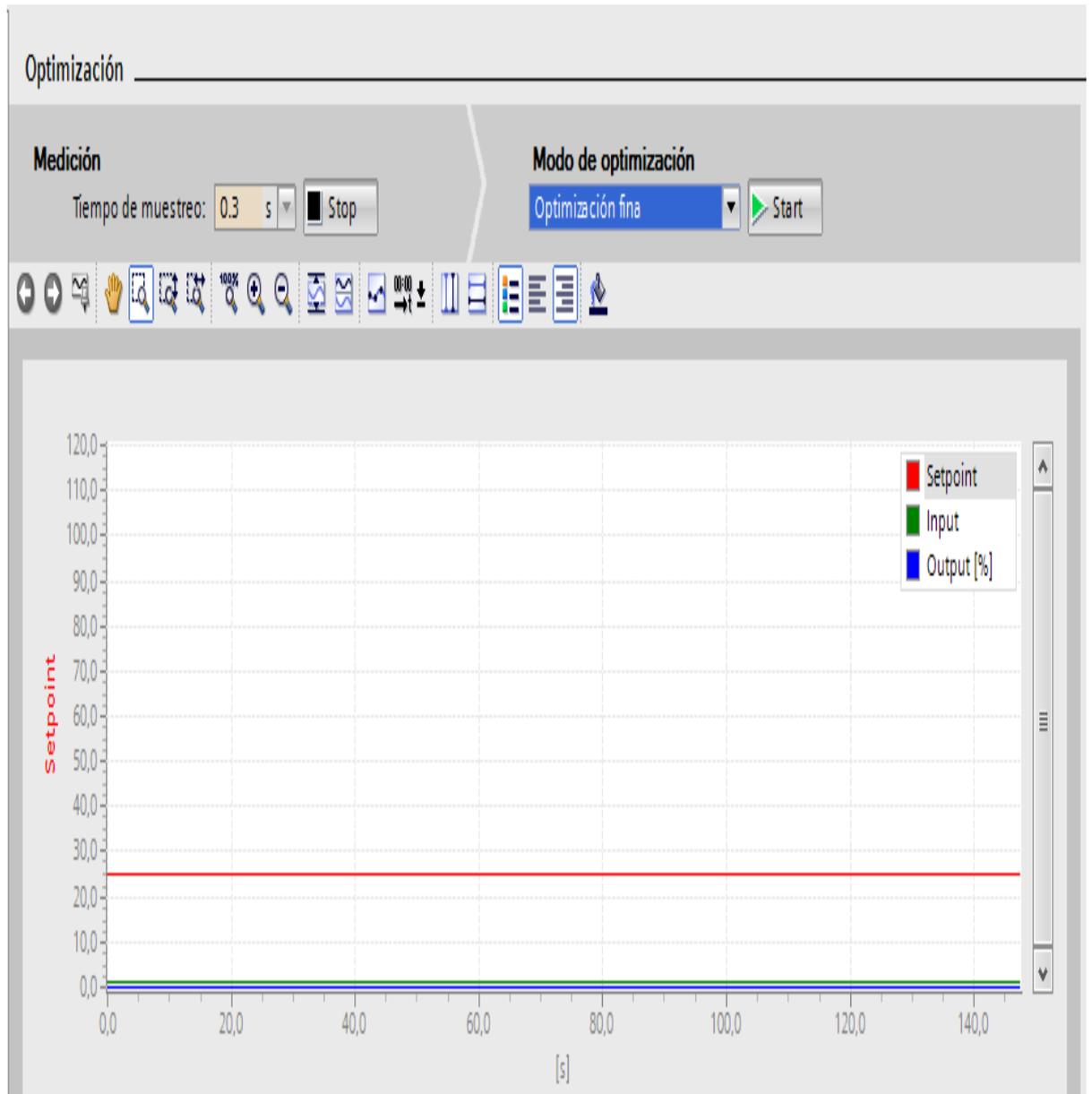


Figura 73: Cuadro de Optimización.
Fuente: TIA PORTAL V12 (2014)

Se realiza una optimización fina de la regulación especificando tiempo de muestreo según indica la figura 73.

	Nombre	Tipo d..	Direcc..	Color	Mín. escala Y	Máx. escala Y	Unidad	Comentario
1	Setpoint	Syste...		Red	0	120		
2	Input	Syste...		Green	0	120		
3	Output	Syste...		Blue	0	100	%	

Estado de la optimización

Progreso:

Estado: Todavía no se ha iniciado ninguna optimiz

Estado online del regulador

Setpoint:

Input:

Output: %

Modo manual

Estado del regulador: Desactivado - inactivo

Parámetros PID

Cargar parámetros PID

Ir a parámetros PID

Figura 74: Carga de parámetros al controlador.
Fuente: TIA PORTAL V12 (2014)

Finalizado la optimización fina, se procede a cargar los valores al controlador y arrancar el estado del regulador.

4.4 INSTALACIÓN DEL PLC

Para el montaje del tablero de control, donde va ubicado el controlador lógico programable (PLC) en él, solo se ubican elementos que trabajen en un rango de 0 – 24 Vdc.

De esta manera evitamos se filtren señales de alto voltaje que puedan dañar un dispositivo de control.

Para la activación de los elementos de 220VAC, se cuenta con relés de 24Vdc que filtran las señales que emite el controlador. La interconexión con los elementos del tablero de control y con los dispositivos como sensores y actuadores se los realiza mediante borneras.



Figura 75: Tablero de Control.
Fuente: Autores

4.5 INSTALACIÓN DEL TABLERO DE POTENCIA

Se dispone de un switch principal en el exterior del armario para bloquear el acceso a los dispositivos por parte de personal no capacitado.



Figura 76: Armario Tablero de Potencia
Fuente: Beaucoup (2014)

4.6 INSTALACION DE LA PANTALLA

La pantalla Touch KTP 600 marca Siemens está ubicado en la puerta del tablero de Control, el mismo funciona con una alimentación de 24VDC y un cable de red para la comunicación con el controlador lógico programable (PLC).

Se encuentra ubicado a una altura de 1.50mts desde el suelo para la manipulación por parte de los operadores y personal de mantenimiento.

En la pantalla se podrá visualizar el estado de la máquina e indicadores de mantenimiento de los componentes principales del equipo.



Figura 77: Tablero de Control ubicación del HMI
Fuente: Autores

En el tablero se cuenta con un pulsador marcha/paro para el encendido de la parte de control donde se procederá a la activación del PLC y HMI quienes estarán encargados en controlar y supervisar las variables del proceso.

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO



Figura 78: Estado de la máquina después de la intervención.
Fuente: Autores

En las pruebas de funcionamiento y simulación de errores, la máquina pasa a trabajar a su máxima capacidad obteniendo como resultado una mejora del 27.88% con los siguientes valores de producción.

Tabla 4. Tabla de Producción

Ítem	Descripción	Gramaje	Formato(cm) largo/ancho	Antes Láminas por hora	Después Láminas por hora
1	Cartulina Dúplex	250	65x90	2500	3197
			90x70	1875	3000
		300	65x90	2500	3197
			90x70	1875	3000
2	Couché	150	100x70	1250	1598
			65x90	2200	2813
		200	100x90	1250	1598
			65x90	2200	2813
		250	100x70	1250	1598
			65x90	2200	2813
		300	100x70	1250	1598
			65x90	2200	2813

Nota: Datos de producción.
Fuente: Autores

CONCLUSIONES

En el desarrollo de este proyecto se aplicaron los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería en mención sistemas industriales, siendo pilar importante en el campo industrial.

El Telégrafo, cuenta con maquinaria de alto nivel tecnológico que ayudó a implementar y acoplar estos conocimientos en el proyecto. Las mejoras en la máquina se evidencian tanto en el acabado estético como en la parte eléctrica y electrónica. Mejorando la capacidad de producción y en un correcto plan de mantenimiento.

Se desarrolla un menor consumo de energía al configurar los motores trifásicos a un voltaje de operación de 480VAC.

Al contar con una bomba neumática que suministra el barniz necesario al sistema, se evidencia la mejora del proceso puesto que el sistema anterior constaba de partes mecánicas en continuos daños provocados por la corrosión del barniz que ocasionaba la parada de la máquina disminuyendo la producción. El regulador PID configurado en el calentamiento del barniz UV, trabaja en un set-point de 30 grados Celsius.

RECOMENDACIONES

Las lámparas ultravioletas están diseñadas para trabajar entre 1500 a 2000 horas necesitando un cambio de las mismas y de igual manera la bomba neumática requieren un mantenimiento preventivo logrando de esta manera aumentar el tiempo de vida de este equipo.

El mantenimiento preventivo de los elementos como contactos, resistencia de calentamiento del barniz, ajustes de terminales y cambio de rodamientos son factores que ayudan en la eficiencia del equipo.

Es conveniente tener en bodega un stock de componentes del equipo para tenerlos disponibles en la ejecución del programa de mantenimiento preventivo tales como: bandas, cadenas, rodamientos, grasa.

Los operadores deben de realizar el mantenimiento externo de la máquina previa capacitación por parte del personal técnico.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

ITEM	ACTIVIDADES	MESES (SEMANAS)																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	Elaboración del diseño																								
2	Selección del tipo de plc y hmi																								
3	Selección y adquisición de dispositivos																								
4	Instalación de dispositivos																								
5	Acoplamiento de los dispositivos																								
6	Sistema de protección																								
7	Instalación de motores																								
8	Conexiones y verificaciones de funcionamiento																								
9	Elaboración de manual operativo y manual eléctrico																								
10	Guía de operador																								
11	Manual eléctrico																								
12	Manual de funcionamiento																								
13	Elaboración del informe final de grado																								
14	Desarrollar informe de la presentación final del proyecto																								

Figura 79: Cronograma de ejecución del proyecto
Fuente: Autores

PRESUPUESTO

El presupuesto estimado para la realización de este proyecto está enfocado en los siguientes elementos:

Descripción	Referencia	Cantd	Unidad	Precio unid	Precio
Contactador 220/240V 9amp	LCDD09	1	U	\$ 5,00	\$ 5,00
Guarda-motor 9A 3 polos	GV3P13	5	U	\$ 81,01	\$ 405,05
Bloque de contactos instantáneo 1 NA/NC	GVAAN11	5	U	\$ 10,08	\$ 50,40
Variador de frecuencia Lenze 8200	ATV12H018M2	2	U	\$ 649,40	\$ 1.298,80
Rele miniatura 6A/24Vdc	RXM4AB1BD	8	U	\$ 8,40	\$ 67,20
Rele temporizador on delay 24Vdc	RE7TL11BU	1	U	\$ 69,63	\$ 69,63
Rele inteligente Zelio compacto 24Vdc	SR2B122BD	2	U	\$ 178,86	\$ 357,72
Cable de programación Serial para zelio	SR2CBL01	2	U	\$ 104,22	\$ 208,44
Fuente de alimentación 24Vdc 5ª	ABL8REM4050	5	U	\$ 125,00	\$ 625,00
Switch selector 2P 1NA	XB4BD21	5	U	\$ 16,24	\$ 81,20
Boton pulsador verde 1 NA	XB4BA31	5	U	\$ 11,44	\$ 57,20
Boton pulsador iluminado doble	XB4BW73731B5	5	U	\$ 34,72	\$ 173,60
Caja plástica de 1 servicio	XALD102	5	U	\$ 22,51	\$ 112,55
Bornera de control tipo resorte 4 terminales de conexión	AB1RR235U4GR	20	U	\$ 2,40	\$ 48,00
Canaletas plásticas 30x35x2	AK2GA33	5	U	\$ 11,03	\$ 55,15
Porta-fusible de control 20ª	DF6AB08	5	U	\$ 6,59	\$ 32,95
Terminales para cable con porta-marquilla	DZ5CA010	11	U	\$ 10,44	\$ 114,84
Riel DIN estándar 35mm	NSYS DR200BD	2	M	\$ 6,49	\$ 12,98
Interruptor termo-magnético para riel Din 1P 6ª	12479	5	U	\$ 5,61	\$ 28,05
Interruptor termo-magnético para riel Din 2P 6ª	12480	5	U	\$ 5,61	\$ 28,05
Interruptor termo-magnético para riel Din 3P 6ª	11050	5	U	\$ 18,90	\$ 94,50
Variador de frecuencia Sinamic G110 0,5hp	6sl3211-0ab13-7ua1	1	U	\$ 209,00	\$ 209,00
Panel de operador básico	6sl3255-0aa00-4ba1	1	U	\$ 42,00	\$ 42,00
Motor trifásico 4 polos 1800rpm 220V 0,5hp	1la7070-4ya60	5	U	\$ 158,00	\$ 790,00
Módulo de E/S logo DM8	6ed1055-1mb00-0ba1	3	U	\$ 89,00	\$ 267,00

PLC S7-1200 CPU-1214C	6ed1055-4mh00-0ba0	1	U	\$ 579,00	\$ 579,00
Cable para comunicación Profinet	6xv1840-2ah10	10	m	\$ 4,00	\$ 40,00
Conector RJ45 metálico Profinet	6gk1901-1bb10-2aa0	10	U	\$ 36,00	\$ 360,00
Tablero eléctrico 100x80x25		2	U	\$ 200,00	\$ 400,00
Bomba neumática tipo diafragma		1	U	\$ 700,00	\$ 700,00
Conector banana rojo		50	U	\$ 0,35	\$ 17,50
Equipo de Pintura		1	U	\$ 120,00	\$ 120,00
Conector banana negro		50	U	\$ 0,35	\$ 17,50
TOTAL					\$ 7.468,31

Figura 80: Presupuesto del Proyecto Barnizadora.
Fuente: Autores

Siendo un aproximado de \$7.468,31 dólares americanos, donde el 90% del monto cubre la empresa y el 10% los estudiantes.

REFERENCIAS

BIBLIOGRÁFICAS:

- Cerda, H. (1998). Los elementos de la investigación. Bogotá: El Búho.
- Reitz & Milford. (2006). Fundamentos de la Teoría Electromagnética. Editorial Uteha
- César A. (2010). Metodología de la Investigación. USA: Pearson
- Roberto, S. & Carlos, C. & Pilar, L. (2004) Metodología de la Investigación Quinta edición.
- Arias, F. (1991). Introducción a la metodología de la investigación en ciencias de la administración y del comportamiento. México: Trillas
- Finke, R.A. (1998). Creatividad. Teoría, investigación y aplicaciones. Buenos Aires: Paidós.
- Romera, P. (2007). Autómatas Programables. España: Paraninfo S.A.

FUENTES WEB:

- Festo (2000). Fundamentos de Electro-neumática. Recuperado de: http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/095246_leseprobe_es.pdf
- Siemens (2015). S7 1200 – EASYBOOK. Recuperado de: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/145/39710145/att_5787/v1/s71200_easy_book_en-US_en-US.pdf

ANEXO I “PROGRAMA DEL PLC”

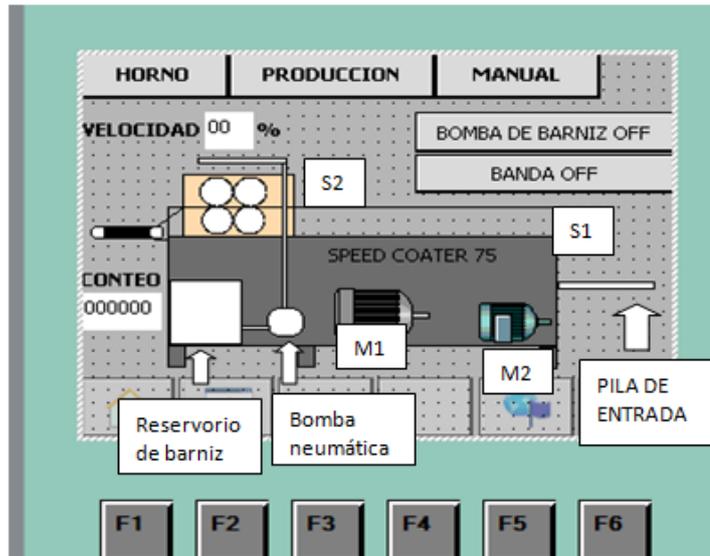
**ANEXO II “DIAGRAMA ELÉCTRICO BARNIZADORA SPEED COATER
75”**

ANEXO III “DIAGRAMA ELÉCTRICO SECADORA SPEED MAX 75”

**ANEXO IV “DIAGRAMA DE LA MÁQUINA BARNIZADORA Y
SECADORA”**

ANEXO V “MANUAL DE OPERACIÓN”

BARNIZADORA SPEED COATER 75



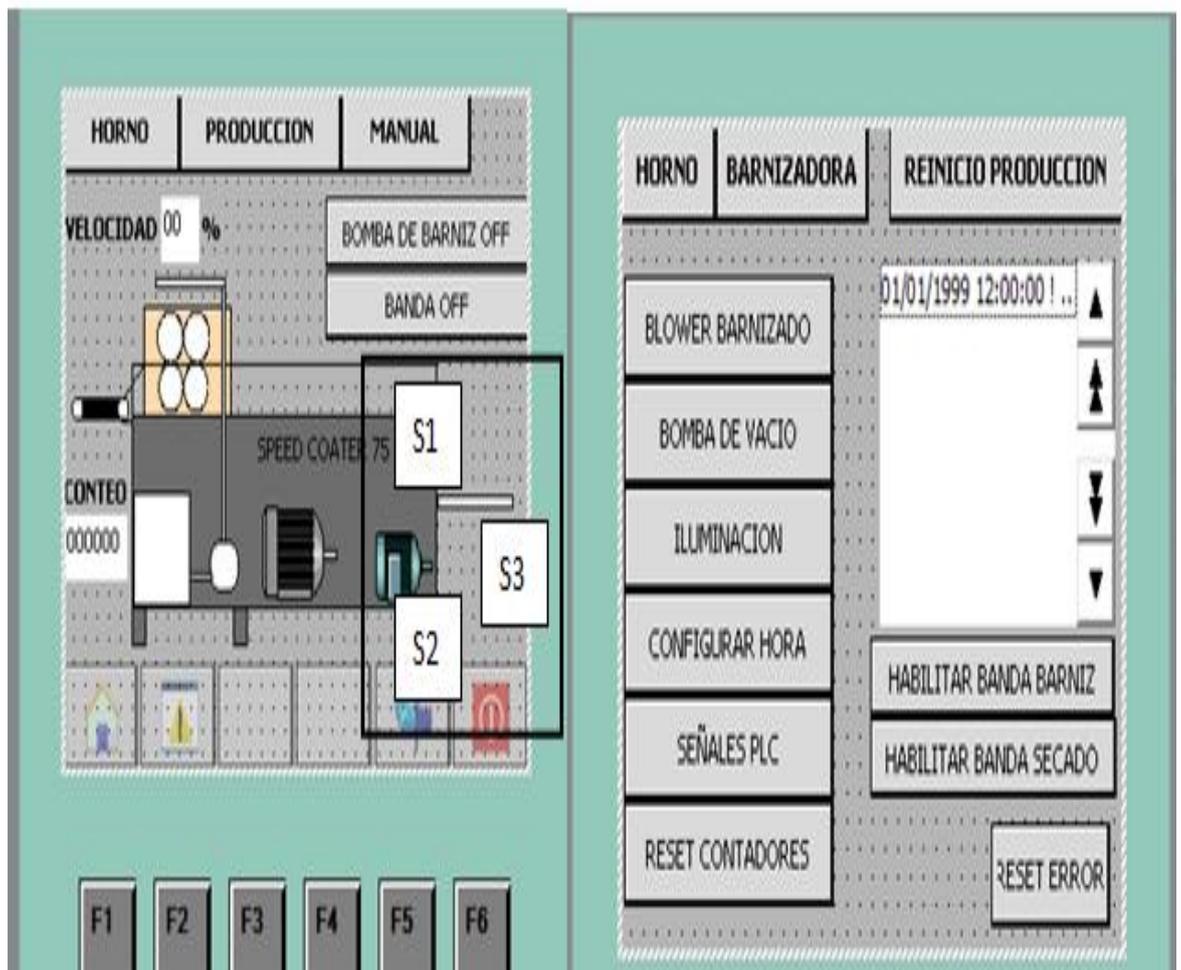
Selección modo de producción Manual

- **Pila de entrada:** Se posee dos pulsadores colocados a un costado de la pila de entrada, donde el operador podrá realizar el movimiento de la pila hacia arriba o abajo al accionar los pulsadores que accionan el motor M2, y de esta manera podrá cargar o descargar las láminas de acuerdo a la producción programada.
- **Bomba neumática:** Permite activar la bomba neumática que absorbe el barniz ubicado en el reservorio para transportarlo a la flauta de dosificación.
- **Reservorio de Barniz:** Es donde se coloca el barniz y se procede a calentarlo con ayuda de una resistencia de potencia, para su posterior traslado a los rodillos aplicadores por la activación de la bomba neumática.
- **Banda Transportadora:** Al presionar los pulsadores de adelante/atrás, se puede activar el movimiento del motor M1, para la calibración de los rodillos aplicadores.
- Al presionar el botón **Banda off/on**, procede a habilitar al driver Lenze, para que realice el movimiento al motor. En la cual mediante un acoplamiento mecánico se realiza el movimiento de la banda y rodillos aplicadores. Se posee dos pulsadores, con el cual se puede realizar el movimiento avance/reversa de los rodillos y banda.

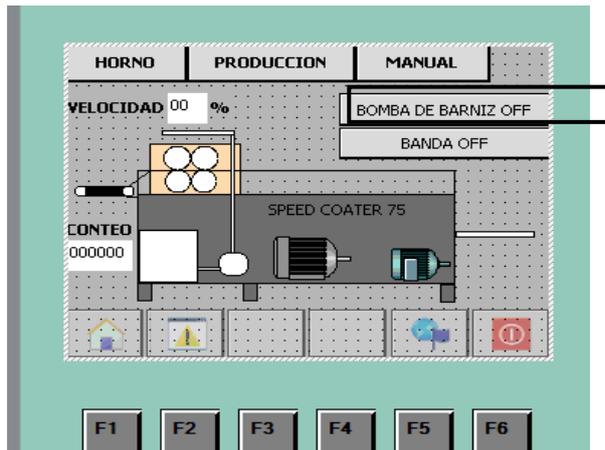
- **Bomba de Barniz:** Este pulsador permite activar la bomba neumática para el constante suministro del barniz a los rodillos aplicadores.

Selección modo de producción Automático.

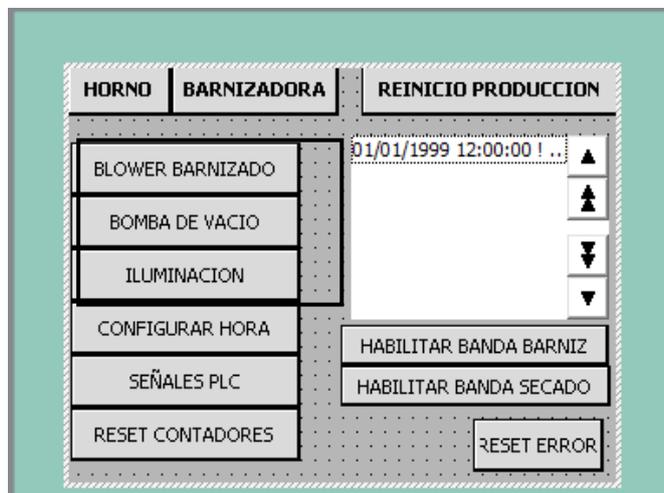
- **Paso 1:** Calibrar la pila de entrada a nivel de absorción del cilindro aspirador y del sensor capacitivo “S3”. En modo automático los sensores “S1” y “S2” indica la posición de la pila arriba o abajo respectivamente. Al activarse el final de Carrera S1 y el Sensor capacitivo “S3” se activa la función para ubicar la mesa de la pila de entrada a la barnizadora en su nivel bajo, logrando calibrar la altura con los pulsadores ubicados a un costado de la mesa de entrada. Se debe de presionar el pulsador “Reinicio de Producción” para activar la función del movimiento automático hacia arriba.



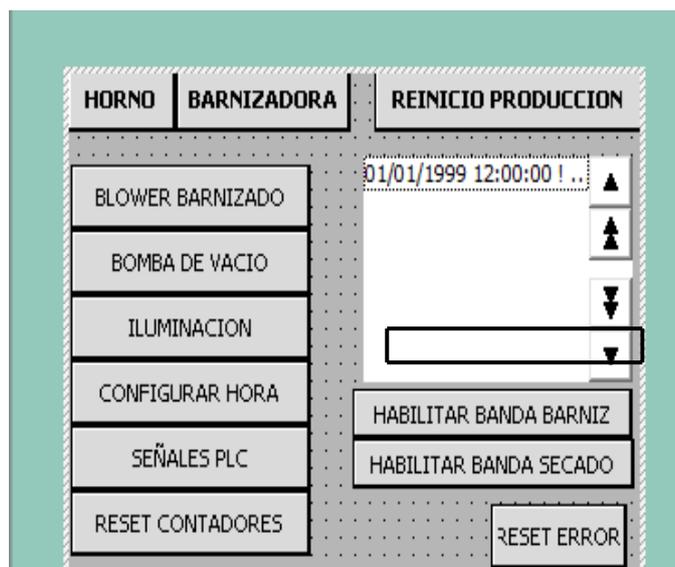
- **Paso 2:** Habilitar la bomba de barniz al estado de ON.



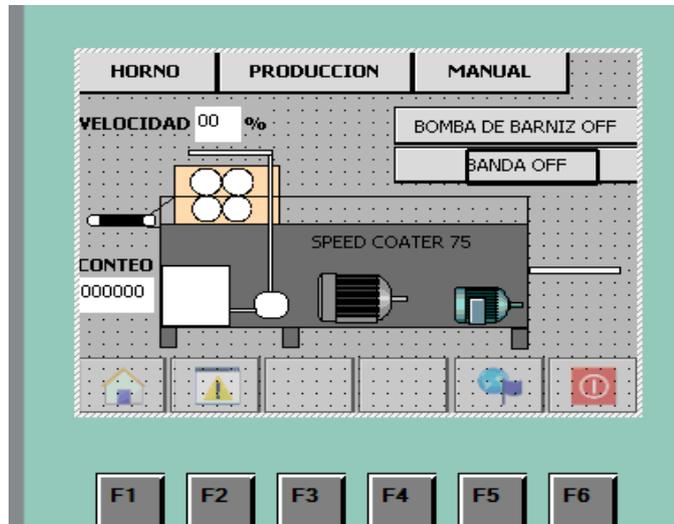
- **Paso 3:** Encender los accionamientos básicos de la máquina tales como: Blower Barnizado, Bomba de Vacío e Iluminación al permanecer activo el botón pasa a un color azul.



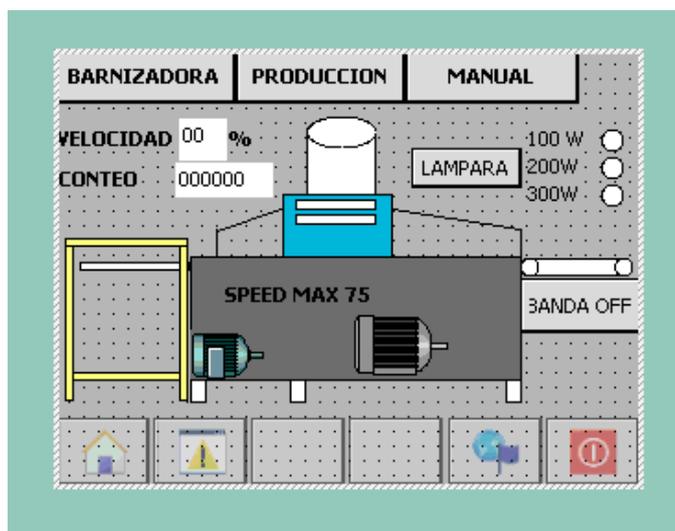
- **Paso 4:** Activar el driver de la banda de Barniz



- **Paso 5:** Habilitar el driver de barniz Banda Off/On, para iniciar el continuo barnizado de láminas.



SECADOR SPEED MAX 75

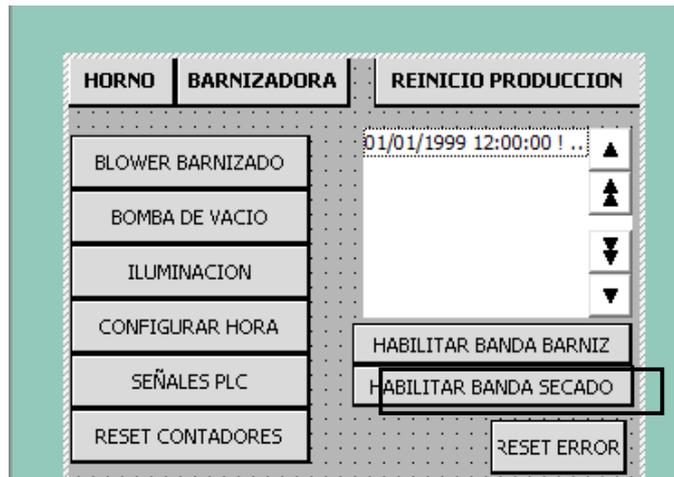


Selección modo de producción Manual

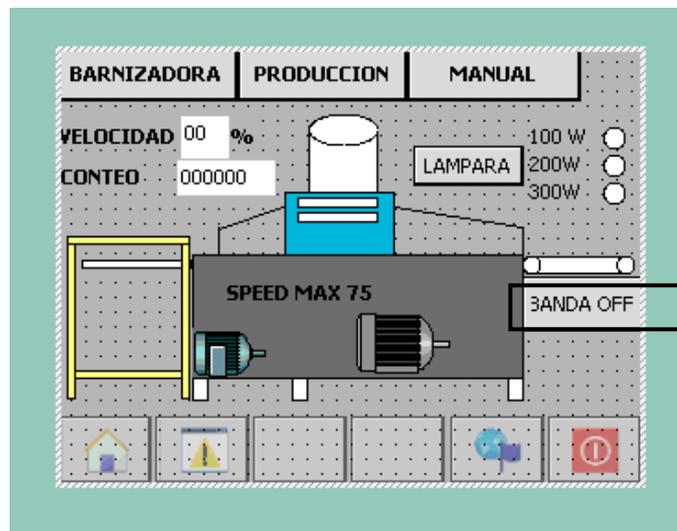
- **Banda Transportadora:** Cuando se necesite calibrar la banda durante un cambio de malla, se acciona el motor M1 para darle movimiento, presionando el pulsador de Banda Off/On.
- **Pila de Salida:** Permite activar el motor M2 para manipular la altura de la mesa de salida.

Selección modo de producción Automático

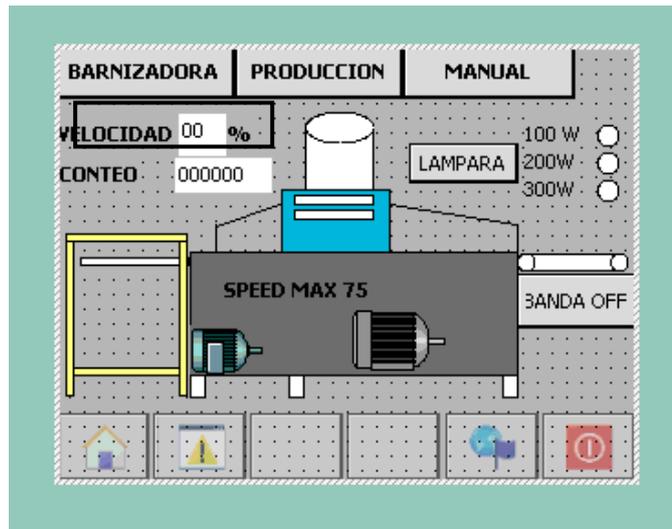
- **Paso 1:** Presionar en la pantalla de Producción el pulsador “Habilitar Banda Secado” para encender el driver de la Banda Transportadora. Cuando está accionado posee un color de fondo azul.



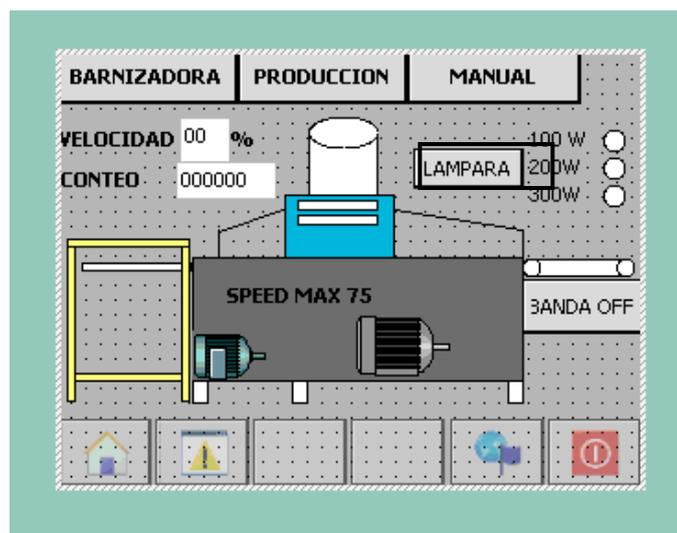
- **Paso 2:** Presionar “Banda Off/On”, para bloquear o desbloquear la marcha de la banda.



- **Paso 3:** Se debe de fijar una velocidad mayor o igual al 40% de la máxima velocidad que puede alcanzar la banda transportadora, esto se realiza con el objetivo de pre-cautelar la vida útil de la banda transportadora. En caso de ser menor a este porcentaje entonces las lámparas UV no se enciende.

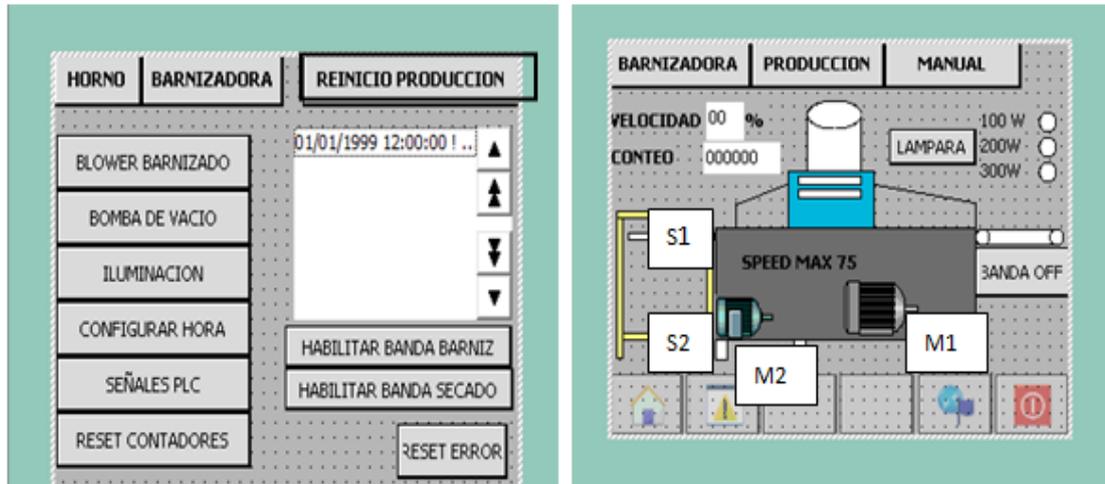


- **Paso 4:** Presionar el pulsador denominado “LAMPARA”, para activar la secuencia del encendido de las lámparas UV, alcanzando su potencia de trabajo (300W/in) en un tiempo de 3 minutos.



- **Paso 5:** Al terminar la secuencia de encendido, se activa el extractor de aire de la recámara de curado y el sistema de enfriamiento de las capas reflectoras ubicadas encima de cada lámpara UV.
- **Paso 6:** Arranca su secuencia de ahorro de energía, el cual consiste en disminuir la potencia de las lámparas UV a 100W/in cambiando a su máxima potencia de 300W/in al detectar láminas en la máquina Barnizadora Speed Coater 75.
- **Paso 7:** Al momento que la mesa se encuentra a su máxima capacidad se activa el final de carrera S2 indicando que la pila está completa,

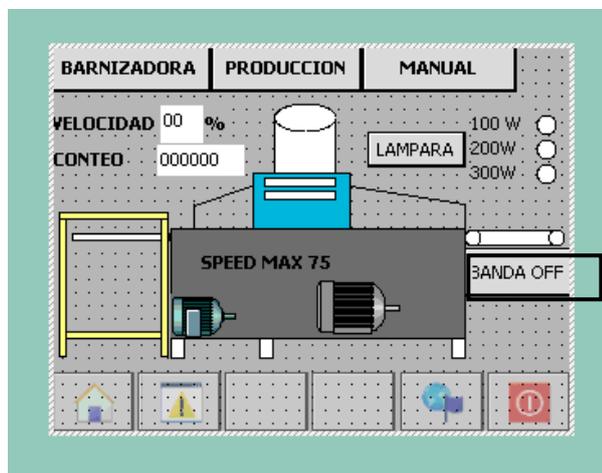
posteriormente a la descarga de las láminas se procede a activar el pulsador de “Reinicio Producción” y con esto la mesa de trabajo regresa a su posición inicial para continuar con la producción.



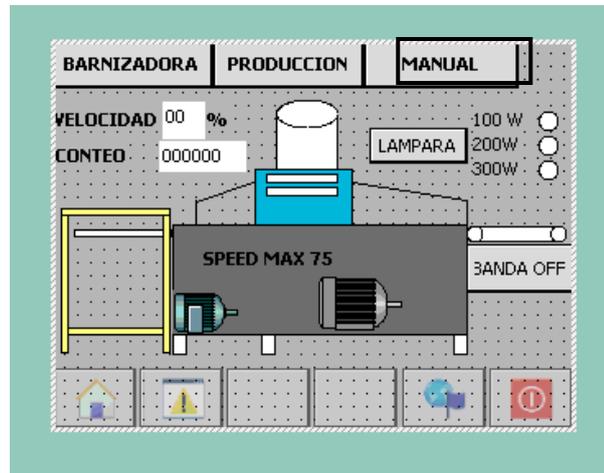
- **Paso 8:** En modo automático, se activa la función de emparejado que consiste en activar dos pistones neumáticos para crear una pila de láminas uniforme.

Apagado del equipo Secado Speed Max 75

- **Paso 1:** Se desactiva el pulsador “Lámpara” para activar la secuencia de apagado del sistema de calentamiento, dejando activado el contactor de 300W para efectuar la descarga de los condensadores en un tiempo de 150 segundos.
- **Paso 2:** Se desactiva el pulsador Banda Off/On, para detener el movimiento de la banda transportadora.



- **Paso 3:** Se presiona el pulsador “Manual/Automático” para pasar al modo manual del equipo.



Sistema de Seguridad

La máquina consta de tres Paros de Emergencia, que desactiva toda función del equipo con el afán de pre-cautelar la integridad física de los operadores y personal técnico. Al accionarse cualquiera de estos pulsadores que están ubicados en tres lugares diferentes a lo largo de la línea de producción, todo el sistema de operación queda suspendido en la máquina, menos el sistema de enfriamiento y el extractor de aire, todas estas seguridades se toman para evitar que la banda se queme.

ANEXO VI “LISTADO DE COMPONENTES”

LISTADO DE ELEMENTOS			
ELEMENTOS DEL TABLERO DE POTENCIA			
ITEM	DESCRIPCION	MARCA	LOCALIZACION
1	SWITCH PRINCIPAL 440VAC		TABLERO POTENCIA
2	BREAKER 3 POLOS 220VAC - 32AMP	MOELLER	TABLERO POTENCIA
3	DISTRIBUIDOR 440VAC - 125AMP	LEGRAND	TABLERO POTENCIA
4	DISTRIBUIDOR 220VAC - 125AMP	LEGRAND	TABLERO POTENCIA
5	GUARDA-MOTOR 7-10 AMP	SIEMENS	TABLERO POTENCIA
6	GUARDA-MOTOR 4.5 - 6.3 AMP	SIEMENS	TABLERO POTENCIA
7	GUARDA-MOTOR 1.8 - 2.5 AMP	SIEMENS	TABLERO POTENCIA
8	GUARDA-MOTOR 1.1 - 1.6 AMP	SIEMENS	TABLERO POTENCIA
9	GUARDA-MOTOR 1.8 - 2.5 AMP	SIEMENS	TABLERO POTENCIA
10	GUARDA-MOTOR 1.1 - 1.6 AMP	SIEMENS	TABLERO POTENCIA
11	GUARDA-MOTOR 4.5 - 6.3 AMP	SIEMENS	TABLERO POTENCIA
12	GUARDA-MOTOR 27 - 32 AMP	SIEMENS	TABLERO POTENCIA
13	CONTACTORES 24VDC LC1D09	SCHNEIDER	TABLERO POTENCIA
14	CONTACTORES 24VDC LC1D09	SCHNEIDER	TABLERO POTENCIA
15	CONTACTORES 24VDC LC1D09	SCHNEIDER	TABLERO POTENCIA
16	CONTACTORES 24VDC LC1D09	SCHNEIDER	TABLERO POTENCIA
17	CONTACTORES 24VDC LC1D18	SCHNEIDER	TABLERO POTENCIA
18	CONTACTORES 24VDC LC1D18	SCHNEIDER	TABLERO POTENCIA
19	CONTACTORES 24VDC LC1D12	SCHNEIDER	TABLERO POTENCIA
20	CONTACTORES 24VDC LC1D12	SCHNEIDER	TABLERO POTENCIA
21	BREAKER 3 POLOS 400VAC - 60AMP	MOELLER	TABLERO POTENCIA
22	BREAKER 3 POLOS 400VAC - 20AMP	MOELLER	TABLERO POTENCIA
23	BREAKER 2 POLOS 220VAC	SCHNEIDER	TABLERO POTENCIA
24	BORNERA ATORNILLABLES		
25	BORNERA DE PRESIÓN		
26	RELÉ DE ESTADO SÓLIDO 24VDC - 220VAC	CARLO GAVAZZI	TABLERO POTENCIA
27	TRANSFORMADOR 250 VA IN: 220VAC OUT: 110VAC	LEIPOLD	TABLERO POTENCIA
CONTROL			
ITEM	DESCRIPCION	MARCA	LOCALIZACION
1	BREAKER 3 POLOS 43 AMP - 440VAC	SCHNEIDER	TABLERO DE CONTROL
2	BREAKER 2 POLOS 220VAC	SIEMENS	TABLERO DE CONTROL
3	BREAKER 1 POLO 2AMP	ABB	TABLERO DE CONTROL
4	CONTACTOR 24VDC	SIEMENS	TABLERO DE CONTROL
5	FUENTE DE PODER 3 POLOS IN: 400V - 500 VAC OUT: 24 - 28.8 VDC 20AMP	SIEMENS	TABLERO DE CONTROL
6	MODULO CSM 1277 SIMATIC NET	SIEMENS	TABLERO DE CONTROL

7	CPU 1214C DC/DC/DC S7 - 1200	SIEMENS	TABLERO DE CONTROL
8	MODULO SB1231 RTD AI1xRTDx18BIT	SIEMENS	TABLERO DE CONTROL
9	MODULO SM1223 DC/DC 16DI/16DO	SIEMENS	TABLERO DE CONTROL
10	MODULO SM1232 AQ	SIEMENS	TABLERO DE CONTROL
11	CONTACTOR 24VDC	TELEMECANIQUE	TABLERO DE CONTROL
12	RELES 24 VDC - 6AMP/250VAC LZ: PT570024	SIEMENS	TABLERO DE CONTROL
13	TOUCH PANEL KTP 600 BASIC COLOR PN	SIEMENS	TABLERO DE CONTROL
14	BALIZA TIPO TORRE		
15	PULSADOR MARCHA - PARO		
MÁQUINA BARNIZADORA			
ITEM	DESCRIPCION	MARCA	LOCALIZACION
1	VARIADOR DE VELOCIDAD 440VAC	LENZE	MÁQUINA
2	TARJETA DIGITAL STANDARD 000/3G	LENZE	MÁQUINA
3	REGULADOR DE PRESION 0 - 2.5 BAR	NORGREN	MÁQUINA
4	ELECTROVALVULA 3/2 VIAS 24VDC		MÁQUINA
5	BORNERA ATORNILLABLES		MÁQUINA
6	BORNERA PRESIÓN		MÁQUINA
7	BOMBA NEUMATICA TIPO DIAFRAGMA	WILDEN	MÁQUINA
8	MOTOR TRIFASICO 1HP 220VAC - 440VAC	SIEMENS	MÁQUINA
9	MOTOR TRIFASICO 1HP 220VAC - 440VAC	SIEMENS	MÁQUINA
10	BOMBA DE VACIO	DUP	MÁQUINA
11	CONECTOR CLAVIJA TRIFASICO 32 AMP 440VAC	SASSIN	MÁQUINA
12	FINALES DE CARRERA		MÁQUINA
13	PULSADORES NO		MÁQUINA

ANEXO VII “CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO”

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO - MAQUINA BARNIZADORA - SECADO UV													
MAQUINA	DESCRIPCION	HORAS FUNCIONAMIENTO	HORAS							ACTIVIDAD	FECHA	PROXIMO MANTENIMIENTO	
			50 HORAS	200 HORAS	1000 HORAS	2000 HORAS	2500 HORAS	5000 HORAS	10000 HORAS				
BARNIZADORA	MOTOR TRIFASICO BANDA TRANSPORTADORA										CAMBIO DE RODAMIENTOS/APLICACIÓN CAPA DE BARNIZ/AJUSTE DE CONTACTOS		
	MOTOR TRIFASICO PILA DE ENTRADA										CAMBIO DE RODAMIENTOS/APLICACIÓN CAPA DE BARNIZ/AJUSTE DE CONTACTOS/ENGRASE DE CAJA REDUCTORA		
	MECANISMO RODILLOS APLICADORES DE BARNIZ Y BANDA TRANSPORTADORA										ENGRASE DE CHUMACERAS - CADENAS		
	MECANISMO DE PILA DE ENTRADA										ENGRASE DE CHUMACERA - CADENAS		
	BOMBA NEUMATICA										LIMPIEZA INTERNA DE RECAMARA DE AIRE Y DISPOSITIVOS DE BLOQUEO DE FLUJO		
	RODILLOS APLICADORES										CAMBIO DE RODILLOS DE CAUCHO		
	FINALES DE CARRERA PILA DE ENTRADA										AJUSTE DE CONTACTOS / CONFIRMACION DE SEÑALES		
	RESERVORIO DE BARNIZ										LIMPIEZA DE RESISTENCIA Y TANQUE / VERIFICACION DE RTD		
SECADOR	SENSORES - DRIVERS										AJUSTE DE CONTACTOS - LIMPIEZA CON AIRE		
	BANDA DE CAÑAMO										CAMBIO DE BANDA TRANSPORTADORA		
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA - CAPACITORES										AJUSTE DE TERMINALES - LIMPIEZA DE CONTACTOS		
	MOTOR TRIFASICO EXTRACTOR DE AIRE										CAMBIO DE RODAMIENTOS / APLICACIÓN CAPA DE BARNIZ / AJUSTE DE CONTACTOS / LIMPIEZA DE HELICE		
	MOTOR TRIFASICO BANDA TRANSPORTADORA										CAMBIO DE RODAMIENTOS/APLICACIÓN CAPA DE BARNIZ/AJUSTE DE CONTACTOS		
	VENTILADORES DISIPADORES DE CALOR LAMPARAS UV										LIMPIEZA / CONFIRMACIÓN DE FUNCIONAMIENTO / AJUSTE DE CONTACTOS		
	LAMPARAS UV										CAMBIO DE LAMPARAS UV		
	SISTEMA EMPAREJADOR										AJUSTE DE CONTACTOS/ LUBRICACIÓN DEL VÁSTAGO		
GABINETES	SENSOR DE CONTEO										LIMPIEZA / AJUSTE DE CONTACTOS		
	FINALES DE CARRERA PILA DE SALIDA										AJUSTE DE CONTACTOS / CONFIRMACION DE SEÑALES		
	TABLEROS DE CONTROL / POTENCIA										LIMPIEZA / AJUSTE DE CONTACTOS		

ANEXO VIII “CERTIFICADO DEL EI TELÉGRAFO”