



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL ENCENDIDO, LA PUESTA A PUNTO Y EL APAGADO DE SEGURIDAD DEL HORNO DE CURADO Y LAS PRENSAS HIDRÁULICAS QUE SE UTILIZAN EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PASTILLAS DE FRENO DE LA EMPRESA INVERSIONES LYG 707274 C.A.

Autor(es): Arnold Melet

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA

**PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA AUTOMATIZADO
PARA EL ENCENDIDO, LA PUESTA A PUNTO Y EL APAGADO DE
SEGURIDAD DEL HORNO DE CURADO Y LAS PRENSAS
HIDRÁULICAS QUE SE UTILIZAN EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN
DE PASTILLAS DE FRENO DE LA EMPRESA INVERSIONES LYG
707274 C.A.**

Informe de Pasantías para optar al título de
INGENIERO MECÁNICO

Empresa:
INVERSIONES LYG 707274 C.A.

Autor:
Arnold J. Melet P.
C.I: 22.727.727

Tutor:
Ing. Antonio Franchi

San Diego, abril 2018



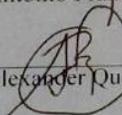
REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA

DISEÑO DE SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL ENCENDIDO, LA
PUESTA A PUNTO Y EL APAGADO DE SEGURIDAD DEL HORNO DE
CURADO Y LAS PRENSAS HIDRAULICAS QUE SE UTILIZAN EN LA
LINEA DE PRODUCCIÓN DE PASTILLAS DE FRENO DE LA EMPRESA
INVERSIONES LYG 707274 C.A.

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN



Antonio Franchi C.I.



Alexander Quezada C.I.

INVERSIONES LYG 707274 C.A.
RIF J-29894500-2

Autor:

Arnold J. Melet P.

C.I: 22.727.727

San Diego, Marzo 2018



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ing. Antonio Franchi, portador de la cédula de identidad N° 13.128.434, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano Arnold Jose Melet Parada, portador de la cédula de identidad N° 22.727.727, titulado **“DISEÑO DE SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL ENCENDIDO, LA PUESTA A PUNTO Y EL APAGADO DE SEGURIDAD DEL HORNO DE CURADO Y LAS PRENSAS HIDRAULICAS QUE SE UTILIZAN EN LA LINEA DE PRODUCCIÓN DE PASTILLAS DE FRENO DE LA EMPRESA INVERSIONES LYG 707274 C.A.”**, presentado como requisito parcial para optar al título de ingeniero mecánico, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los quince días del mes de Marzo del año dos mil dieciocho.



Ing. Antonio Franchi
C. I. N° 13.128.434

DEDICATORIA

Primeramente quiero dedicar este trabajo a DIOS, debido a que sin él nada sería posible, él es la razón de todo y él me fijó en la tierra con un propósito y lucho por hacer su voluntad y una de las cosas más importantes que quiero aportar con mi carrera, es la ayuda humana y la mejora continua para un mundo sin pobreza y sin falta de recursos. DIOS es el que me guía a hacer las cosas de buena manera por lo que dedico el esfuerzo que he empleado en el presente trabajo a su nombre.

Segundo quiero dedicarle este proyecto a mi familia por la crianza que me dieron y por hacerme la persona que soy hoy en día por vivir tantas experiencias con ellos. Arnaldo Melet (papá), Mariela Parada (mamá), Jesús Melet (hermano), Dora Reyes (abuela), Arnaldo Melet (abuelo) y Carmen Martínez (abuela).

El proyecto también va dedicado a mis compañeros de la vida que han estado al tanto de mi proyecto y que han confiado en mí para graduarme como Ingeniero Mecánico, entre ellos están los compañeros y futuros colegas de mi carrera, y los compañeros del colegio que han seguido en contacto y compartiendo conmigo estos momentos de esfuerzo en mi carrera.

A todos los profesores que intervinieron en mi carrera de Ingeniería Mecánica quiero dedicarles este proyecto porque aprecio el tiempo que me dieron para darme las enseñanzas necesarias para mi formación.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer principalmente a DIOS por colocarme en esta vida y hacerme la persona que soy, colocarme a mí al rededor muchas personas con las que puedo contar en las buenas y en las malas, como en el presente proyecto, y porque gracias a DIOS pude finalizar mi proyecto de pasantías, él fue el que me dio muchas fuerzas para continuar y el que me aclaraba la mente en momentos de desespero. Él es el que movió las piezas para que mi proyecto siempre fuera hacia adelante a pesar de los percances.

Agradezco a mi familia que me sirvió de apoyo y me ha demostrado interés en el proyecto de pasantía que elabore y que me han apoyado por lo largo de la carrera para que siga adelante pensando en que tendré un excelente futuro como una persona íntegra y bien formada.

Agradezco a mis amistades cercanas que con su apoyo, han aportado más piezas para mi formación y me han brindado ayuda cuando las necesito.

En cuanto a la elaboración del proyecto de pasantía quiero dar agradecimiento a los dos tutores que tuve como apoyo, el profesor Ángel Pérez y al profesor Antonio Franchi. Además también agradezco a las personas que me aclararon dudas como el profesor Edgar Uribe.

ÍNDICE

INDICE DE FIGURAS	xi
INDICE DE TABLAS	xivv
RESUMEN	0
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO	
I LA EMPRESA	2
1.1 Nombre y Ubicación de la Empresa	2
1.2 Reseña histórica	2
1.3 Descripción	3
1.4 Productos	3
1.5 Misión	3
1.6 Visión	3
1.7 Valores de la Empresa	3
1.8 Estructura Organizacional	4
1.9 Política de la Calidad	5
II EL PROBLEMA	6
2.1 Planteamiento del problema:	6
2.2 Formulación del Problema:	7
2.3 Objetivos de la investigación	7

2.3.1	Objetivo general	7
2.3.2	Objetivos específicos	7
2.4	Justificación de la Investigación	8
2.5	Alcance	8
2.6	Limitaciones	8
III	MARCO TEÓRICO	10
3.1	Antecedentes	10
3.2	Bases teóricas	11
3.2.1	Automatización industrial	11
3.2.2	Elementos de una Automatización industrial	12
3.2.3	Componentes de un sistema básico de automatización	12
3.2.4	Lógica Cableada	12
3.2.5	Lógica Programada	13
3.2.6	Diagrama de escalera (Ladder Diagram)	13
3.2.7	Sistemas de numeración	13
3.2.8	Tipos de señales	14
3.2.9	Línea de producción de la empresa Inversiones	
	LYG 707274 C.A.....	14
3.2.10	Conformado de material por prensa	15
3.2.11	Curado del material de fricción	15
3.2.12	Pruebas de calidad	16
3.2.13	Sistemas de frenos	16

3.2.14	Pastillas de Frenos	16
3.2.15	Elementos que componen una pastilla de freno	17
3.2.16	Componentes del material de fricción de las pastillas de freno	17
3.3	Bases legales	17
3.4	Definición de términos básicos	19
IV	FASES METODOLÓGICAS	22
4.1	Fases metodológicas	¡Error! Marcador no definido.
V	RESULTADOS	24
5.1	Diagnostico la situación actual para el encendido la puesta a punto y el apagado de las prensas y el horno de curado de la empresa INVERSIONES LYG 707274 C.A.	24
5.2	Selección del sistema a implementar evaluando las limitaciones y ventajas de los posibles sistemas.	28
5.3	Realización de un circuito automatizado para el encendido, la puesta a punto y el apagado de seguridad del horno de curado y las prensas hidráulicas de la empresa Inversiones LyG 707274 C.A.	36
5.4	Simulación del sistema automatizado diseñado para el encendido, la puesta a punto y el apagado de seguridad del horno de curado y las prensas hidráulicas de la empresa Inversiones LyG 707274 C.A.	65
	CONCLUSIONES	70

RECOMENDACIONES **701**

BIBLIOGRAFÍA **72**

APENDICES

I	Prensa hidráulica de la empresa INVERSIONES LYG 707274 C.A.....	74
II	Prensas de la línea de producción de la empresa INVERSIONES LYG 707274 C.A.....	74
III	Horno de curado de la empresa INVERSIONES LYG 707274 C.A.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		Pp
1	Estructura Organizativa Gerencia General	4
2	Plano de ubicación de las salidas y entradas del PLC en cada una de las prensas hidráulicas	26
3	Circuito principal de las prensas hidráulicas	27
4	Circuito principal del horno de curado	
5	Circuito de funcionamiento del horno de curado.	
6	Esquema básico de un PLC de la familia SLC-500	
7	Tarjeta procesador SLC/04 CPU	
8	Caja de control para entradas del PLC que representa los comandos de la pantalla HMI	
9	Comandos de programación del PLC desde la línea 000 hasta la línea 005	
10	Comandos de programación del PLC de la línea 006	
11	Comandos de programación del PLC de la línea 007	
12	Comandos de programación del PLC de la línea 008	
13	Comandos de programación del PLC desde la línea 009 hasta la línea 010	
14	Comandos de programación del PLC de la línea 011	
15	Comandos de programación del PLC de la línea 012	
16	Comandos de programación del PLC desde la línea 013 hasta la línea 014	
17	Comandos de programación del PLC desde la línea 015 hasta la línea 016	

- 18 Comandos de programación del PLC de la línea 017
- 19 Comandos de programación del PLC de la línea 018
- 20 Comandos de programación del PLC desde la línea 019
- 21 Comandos de programación del PLC desde la línea 020 hasta la línea 022
- 22 Comandos de programación del PLC de la línea 023
- 23 Comandos de programación del PLC desde la línea 024 hasta la línea 028
- 24 Comandos de programación del PLC de la línea 029
- 25 Comandos de programación del PLC desde la línea 030 hasta la línea 036
- 26 Diagrama representativo de las señales de entrada que serán transmitidas desde el dispositivo HMI al CPU del SLC-5/04
- 27 Diagrama representativo de las señales de salida que serán transmitidas desde el modulo del SLC-5/04
- 28 Circuito eléctrico para las entradas de los PLCs de las Prensas de la empresa INVERSIONES LYG 707274 C.A.
- 29 Diagrama para simplificado de la salida del PLC SLC 5/04 para una prensa del proceso
- 30 Sección de plano de funcionamiento de horno de curado que se va a modificar
- 31 Línea modificada en el presente proyecto
- 32 Representación de conexiones eléctricas del módulo de fuente del PLC
- 33 Emulador I/O del programa LOGIXPRO
- 34 Emulador I/O del programa LOGIXPRO

- 35 Emulador I/O del programa LOGIXPRO
- 36 Emulador I/O del programa LOGIXPRO
- 37 Comandos de programación del PLC desde la línea 018 hasta la línea 020
- 38 Emulador I/O del programa LOGIXPRO

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA		Pp
1	Módulos de entradas y salidas del catálogo SLC 500 systems de la empresa rockwell automation	32
2	Características principales del módulo de salidas	
3	Características principales del módulo de entrada	
4	Entradas y salidas del PLC	
5	Continuación de entradas y salidas del PLC	
6	Continuación de entradas y salidas del PLC	
7	Continuación de entradas y salidas del PLC	
8	Temporizadores del PLC	
9	Continuación temporizadores del PLC	
10	Contadores del PLC	
11	Señales de timers y contadores del PLC	
12	Continuación señales de timers y contadores del PLC	
13	Continuación señales de timers y contadores del PLC	



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE MECÁNICA**

**PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA AUTOMATIZADO PARA
EL ENCENDIDO, LA PUESTA A PUNTO Y EL APAGADO DE
SEGURIDAD DEL HORNO DE CURADO Y LAS PRENSAS
HIDRÁULICAS QUE SE UTILIZAN EN LA LINEA DE PRODUCCIÓN
DE PASTILLAS DE FRENO DE LA EMPRESA INVERSIONES LYG
707274 C.A.**

Autor(es): Arnold Melet
Tutor: Ing. Antonio Franchi
Fecha: Abril de 2018

RESUMEN INFORMATIVO

En la actualidad, las empresas buscan la mejora continua de sus procesos para ser más eficientes, eficaces y más productivos, es por ello que se estudian las líneas de producción de la empresa para establecer las áreas y las posibles mejoras que se pueden desarrollar para tal fin. Este es el caso de la empresa INVERSIONES LYG 707274 C.A. que es una empresa de producción de pastillas de freno semi-metálicas libre de asbesto ubicada en el estado Carabobo, Venezuela. La cual solicitó un proyecto al pasante que consiste en el encendido y apagado automático de seis prensas y un horno que forman parte de línea de producción diaria, para mejorar los tiempos de inicio de producción. Para ello se establecieron cuatro fases que consisten en diagnosticar, seleccionar, diseñar y simular el sistema. Este sistema automatizado cuenta con una máquina PLC y un panel HMI que controlara el encendido y apagado de los equipos mencionados con anterioridad. Se realizó la programación del PLC como parte del proyecto en el programa LOGIXPRO y se seleccionó un procesador de la familia SLC-500 para desarrollar la programación establecida en el presente informe de pasantía. A su vez se diseñaron los circuitos eléctricos del sistema y modificación de algunos ya existentes para cumplir con los objetivos planteados. El proceso de encendido y apagado se debe llevar a cabo los días de semana en horario laboral, es por ello que la orden de inicio se debe dar un día laboral de la semana a las 7:30am. La empresa requiere personal técnico calificado para el chequeo del correcto funcionamiento del PLC y un manual que indique el modo de operación programado.

Descriptor: Puesta a punto, Automatización, Apagado

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo, se propuso un sistema automatizado para el encendido, la puesta a punto y el apagado del horno de curado y las prensas hidráulicas que emplea la empresa INVERSIONES LYG 707274 C.A. para la producción de pastillas de freno semi-metálicas y libre de asbesto. Para ello se escogió un PLC con las especificaciones que sean aptas para realizar las operaciones deseadas y se programó con el software LOGIXPRO que es compatible con los PLC's de la marca ALLEN BRADLEY de la familia SLC 500, donde se establece el encendido de las máquinas a las 7:30am en los días de semana que son laborables y el apagado a las 5:30pm cada día, incluyendo el lapso de fin de semana como días no laborables, donde además se consideró la elección de gerencia de encender los equipos afuera del rango establecido, es decir que se podrá seleccionar el encendido manual para el/los equipo(s) que se deseen para que no sean encendidos y apagados por el PLC en el horario establecido. En el proyecto, para dar las ordenes al PLC se utilizó un monitor PanelView™ Plus 6-400 de la marca ALLEN BRADLEY y se usarán comandos sencillos para iniciar el proceso.

El proyecto realizado consta de distintas etapas donde los puntos principales abarcados son: la empresa (capítulo I), la problemática (capítulo II), marco teórico (capítulo III), fases metodológicas (capítulo IV), resultados (capítulo V), conclusiones y recomendaciones; los cuales fueron desarrollados de forma continua a lo largo de dos periodos académicos de la UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ y que lleva una estructura metodológica que se adapta a las normas APA.

CAPÍTULO I

LA EMPRESA

1.1 Nombre y Ubicación de la Empresa

- Nombre: INVERSIONES LYG 707274 C.A.
- RIF: J-29894598

• Ubicación: La empresa INVERSIONES LYG 707274 C.A. se encuentra ubicada en la Carretera Variante Yagua Bárbula en el Local y Galpón Nro. 5 Barrió conj. Industrial los naranjillos, Yagua Carabobo Zona postal 2015 en Venezuela.

1.1 Reseña histórica

INVERSIONES L Y G 707274, C.A. Rif. J-29894598-2 fue constituida el 16 de abril de 2010, en la ciudad de Valencia, Estado Carabobo, ante el Registro Mercantil Primero de la Circunscripción Judicial del Estado Carabobo, bajo el tomo 18-A, N.36 según se evidencia en Acta Constitutiva y Estatutos Sociales, pudiendo abrir sucursales y agencias en otros lugares del país.

En Octubre de 2.013 a la Junta Directiva le surge la inquietud sobre la idea de montar una fábrica de pastillas de frenos, ya que en el país existen pocas industrias en dicho sector. Se realizó la consulta a los asesores financieros, quienes dieron su aprobación y con el apoyo y asesoría del equipo de CyS se elaboró el proyecto, el cual se introdujo en Enero de 2.014 y para Abril de 2.014 ya había sido aprobado.

En la actualidad, Inversiones LyG 707274 C.A. importa, distribuye y comercializa componentes para sistemas de fricción de frenos automotriz de la marca FB FULLBRAKE, para las diferentes marcas y modelos de vehículos de mayor demanda en el mercado nacional e internacional, entre ellos: CHEVROLET, FORD, TOYOTA, RENAULT, PEUGEOT, KIA, HYUNDAI, JEEP, MITSUBISHI, VOLKSWAGEN. El producto se comercializa en el mercado nacional a través de un centro de distribución ubicado en Yagua – Carabobo y la fuerza de ventas está

centrada en las regiones Centro, Oriente, Occidente, Llanos y Guayana. Actualmente se está haciendo la puesta a punto de los equipos instalados en la planta para la fabricación propia de estos sistemas de fricción de frenos automotriz.

1.2 Descripción

Es una Distribuidora y Comercializadora de pastillas de freno que son traídas desde el exterior y producidas también en la misma para vender en todo el territorio nacional y para ser comercializadas internacionalmente. Las pastillas de freno que se producen en esta empresa son pastillas semimetálicas libres de asbesto bajo los estándares establecidos en las normas FMSI.

1.3 Productos

La empresa Inversiones LyG 707274 C.A. tiene como productos pastillas de frenos semimetálicas, libres de asbesto para los vehículos con mayor demanda en el país como lo son: CHEVROLET, FORD, TOYOTA, RENAULT, PEUGEOT, KIA, HYUNDAI, JEEP, MITSUBISHI, VOLKSWAGEN

1.4 Misión

Fabricar, distribuir y comercializar componentes para sistemas de fricción seguros, eficientes y confiables, que permita un crecimiento rentable y sostenido, apoyado en el entusiasmo e integridad de nuestra gente.

1.5 Visión

Consolidar a la marca Fullbrake en el mercado nacional e incursionar en el mercado internacional, como un producto confiable de óptima calidad para el sistema de frenado.

1.6 Valores de la Empresa

Los valores son principios que nos permiten orientar nuestro comportamiento, posicionar una cultura en la organización, marcar patrones para la toma de decisiones, promover un cambio de pensamiento evitando conflictos entre el personal,

proporcionar pautas para formular metas y propósitos, personales o colectivos y reflejar nuestros intereses, sentimientos y convicciones más importantes:

- Entusiasmo: Interés, motivación y el agrado de cumplir con nuestras funciones.

- Integridad: Desempeño de nuestras funciones con honestidad, responsabilidad y compromiso hacia la organización, comunidad, estado y nuestro entorno familiar. Es hacer lo correcto, por las razones correctas, del modo correcto.

- Solidaridad: Trabajo mancomunado

- Amabilidad: Interés en el bienestar de las personas. En ser respetuoso, cariñoso, tratable y siempre solidarios.

- Respeto: Tratar a las personas con educación y cordura.

- Comunicación: Base sobre la que se construye la confianza y se mantienen las buenas relaciones.

1.7 Estructura Organizacional

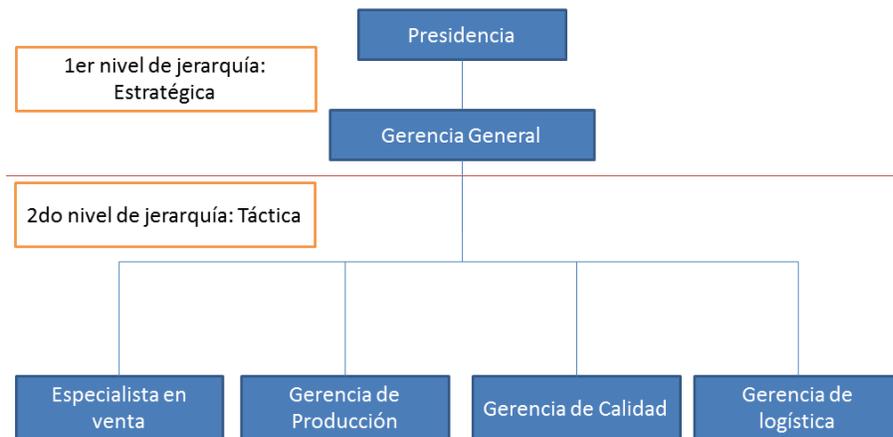


Figura 1. Estructura Organizativa Gerencia General

Fuente: Inversiones LYG 707274 C.A. (2014)

1.8 Política de la Calidad

En Inversiones LyG 707274 C.A., empresa dedicada a la fabricación y comercialización de material de fricción para frenos, estamos comprometidos a trabajar con alto nivel de servicio y calidad para garantizar la satisfacción de nuestros clientes cubriendo sus requisitos y expectativas, a través de la mejora continua de los procesos, competencia y capacitación de nuestro personal, actualización tecnológica, cumplimiento de leyes, regulaciones y requerimientos del sistema de gestión de la calidad, en un entorno seguro, saludable y en armonía con nuestro medio ambiente.

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA

2.1 Planteamiento del problema:

El panorama empresarial actual se caracteriza por ser complejo, dinámico y sobretodo, muy competitivo. En el presente, en Venezuela, una empresa puede estar compitiendo con una de origen japonés, esto debido a que las tendencias han cambiado en pro a la mejora continua de la calidad de vida de la humanidad. Para sobrevivir en el entorno competitivo, ya no es suficiente con cumplir con calidad y expectativas; es necesario superar las expectativas y conseguir resultados excepcionales. Las empresas deben renunciar a los modelos y paradigmas tradicionales y deben ir más allá buscando la gestión integral de los diferentes procesos de negocio internos.

La empresa Inversiones LyG 707274 C.A. es una empresa de distribución y comercialización de pastillas de frenos, que posee una línea de producción con una etapa en la cual se le aplica cierta presión al material de fricción, con unas máquinas hidráulicas, para darle forma a la pastilla. Seguido de esto, las pastillas son ingresadas al horno de curado para tener una consistencia óptima. Actualmente en la empresa, un operario está encargado de la puesta a punto de los equipos mencionados, que debe llegar a una hora más temprano que el resto del personal para calentar los equipos, lo cual se dificulta por el tema del transporte hacia la empresa. Por lo que se desea solventar esta problemática con un sistema automatizado que no requiera de un operario especializado en el proceso. Es importante recalcar, que la puesta a punto de los equipos es llevarlos a condiciones óptimas para la producción, es decir, que cumpla con ciertos parámetros que garanticen la calidad de las pastillas. Por ejemplo, uno de los parámetros más importantes que se pueden mencionar, es la temperatura

de trabajo de las prensas, ya que si no está en la temperatura correcta las pastillas pueden sufrir daños impidiéndoles salir a la venta, como fracturas, pérdida de material, entre otros.

2.2 Formulación del Problema:

¿Cómo se puede garantizar que la temperatura de las prensas y el horno sea la adecuado al momento de iniciar las labores y que se cumpla el apagado de seguridad de las mismas en la empresa INVERSIONES LYG 707274 C.A.?

2.3 Objetivos de la investigación

2.3.1 Objetivo general

Elaborar un sistema automatizado para el encendido, la puesta a punto y el apagado de seguridad del horno de curado y las prensas que se utilizan en la línea de producción de pastillas de freno de la empresa INVERSIONES LYG 707274 C.A.

2.3.2 Objetivos específicos

- Recopilar información referente a la problemática para tener una variedad de soluciones a aplicar.
- Seleccionar la forma del sistema a implementar evaluando las limitaciones, ventajas y desventajas de los posibles sistemas.
- Realizar un circuito automatizado para el encendido, la puesta a punto y el apagado de seguridad del horno de curado y las prensas hidráulicas de la empresa INVERSIONES LYG 707274 C.A.
- Simular el sistema automatizado diseñado para el encendido, la puesta a punto y el apagado de seguridad del horno de curado y las prensas hidráulicas de la empresa INVERSIONES LYG 707274 C.A.

2.4 Justificación de la Investigación

La importancia de la implementación de un sistema automatizado para el encendido, puesta a punto y apagado de seguridad del horno y las prensas hidráulicas resulta indispensable para alcanzar los objetivos establecidos por la empresa, ya que actualmente se utiliza un operario para esta actividad, que tiene la obligación de llegar más temprano a la empresa para ejecutarlo, teniendo que trabajar en horas de sueño, y desaprovechando la disponibilidad del operario para realizar otras actividades en la empresa en un horario normal de trabajo. Otra desventaja que presenta el sistema actual es que se depende del operario para esta actividad y si tiene la imposibilidad de ir un día a la empresa esto desfavorecerá al proceso de producción.

El presente trabajo garantiza el crecimiento de la formación en el área para los pasantes, ya que se realizara una investigación en donde se debe comparar y diseñar un sistema automatizado que cumpla con los objetivos planteados, lo cual servirá de enseñanza práctica en el tema de los recursos que se pueden utilizar según el ambiente en el que se va a trabajar o los productos que se elaboran en la empresa Inversiones LyG 707274 C.A.

Por otra parte, la universidad ampliará su biblioteca de trabajos lo cual permite que cualquier alumno de la universidad José Antonio Páez que quiera investigar sobre el tema o temas relacionados lo tengan al alcance para su estudio.

2.5 Alcance

El alcance de este proyecto está situado en la etapa de estabilización del equipo para poder operar de forma correcta en sus actividades diarias en la empresa. Desde el encendido programado del equipo, hasta el apagado del mismo.

2.6 Limitaciones

Esta investigación, está prevista de distintos tipos de limitaciones que se presentan en cualquier industria o automatización, entre estas, el restringido acceso a

material y equipamiento más avanzado en el campo de las automatizaciones presenta una de las muchas causas que se notan hoy en día a nivel nacional, pero entre las más importantes se presenta también la limitación de presupuesto que tiene la empresa Inversiones LyG 707274 C.A.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes

Como principal antecedente bibliográfico se encuentra el informe de pasantía realizado por Acevedo, Luis Miguel (2012), egresado de la Universidad José Antonio Páez, quien condujo un proyecto titulado **Automatización de la puesta en marcha del generador de potencia auxiliar de la empresa Venezolana de Cartones Corrugados C.A.** Donde el proyecto se basó en automatizar la puesta en marcha de un generador de potencia auxiliar, debido a que en la empresa Venezolana de Cartones Corrugados C.A. se veía afectada por las limitaciones y fallas en el suministro eléctrico, y decidió adquirir su propia planta de potencia auxiliar y consultaron a la empresa APROTEDI S.A. para el desarrollo de ese sistema supervisor y un acoplador manual. Sin embargo el sistema operativo que traía la misma era un sistema manual para que un operador efectuara el arranque, la parada, el acople y el desacople de la máquina.

El proyecto realizado por Luis Miguel, tiene una relación con el presente trabajo ya que se utiliza una estructura similar para la programación de las actividades a realizar de forma automatizada, donde se utilizan instrumentos de automatización y se estudia de la misma manera, por lo que sirve de material de apoyo para reforzar la idea principal y la aplicación de la misma.

Para el presente trabajo también se estudió lo efectuado en el documento realizado por el doctor en ingeniería electrónica Flavio Humberto Fernández-Morales y el doctor en ciencias físicas Julio Enrique Duarte (2015), que lleva por título **Automatismo para el monitoreo y control de un grupo electrógeno con arranque eléctrico** que tiene como objetivo desarrollar un sistema automático para el monitoreo de variables y el control sobre un grupo de electrógeno trifásico con

arranque eléctrico. Donde se controlan los procesos de encendido y apagado del grupo electrógeno, entre otras cosas. Este trabajo tiene una base teórica muy completa y un desarrollo ideal para apoyar el estudio del presente proyecto.

Como antecedentes, existen una variedad de trabajos relacionados con la automatización a efectuar, pero no hay una relación directa con el tema tratado, por lo que se pueden utilizar de apoyo para el desarrollo de la presente investigación y como ejemplos de sistemas que tengan una función similar a la que se ejecutara.

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Automatización industrial

La Automatización Industrial es un conjunto de técnicas que involucran la aplicación e integración de sistemas mecánicos, eléctricos-electrónicos, unidos con los controladores lógicos programables (PLC's) para operar y controlar diferentes tipos de sistemas industriales de forma autónoma. Es un área en la que confluyen diferentes disciplinas para la solución de problemas industriales. Los problemas de eficiencia, productividad, calidad, decisiones estratégicas y diseño de procesos, tanto en el ámbito de producción y planta como a nivel gerencial, son también problemas de Automatización Industrial.

Extraído de la World wide web cursos.bankhacker.com

Una automatización puede ser de tipo fija, programable, flexible o autómatas programables.

La automatización es importante en la actualidad debido a que brinda muchos beneficios a las industrias ya que asegura la calidad del producto, teniendo una producción más controlada que la que tiene un operador común. La inversión inicial es alta, pero garantiza un proceso más económico, disminuyendo costos del personal, mantenimiento, entre otras cosas. Existe una reducción en los tiempos de procesamiento de información debido a que se trabaja de forma más digital, lo cual ayuda a tener un conocimiento más detallado del proceso, mediante la recopilación de

información y datos estadísticos del proceso. En la mayoría de los casos se consigue la disminución de la contaminación y daño ambiental. Racionalización y uso eficiente de la energía y la materia prima. Y sobre todo el aumento en la seguridad de las instalaciones y la protección a los trabajadores.

3.2.2 Elementos de una Automatización industrial

En la automatización industrial los principales elementos que se utilizan son los siguientes:

- Máquinas
- Accionadores
 - Accionadores eléctricos
 - Accionadores neumáticos
 - Accionadores hidráulicos
- Pre-accionadores
- Captadores

3.2.3 Componentes de un sistema básico de automatización

Los sistemas automatizados se conforman por una parte de mando y otra parte operativa. La parte de mando es la estación central de control o autómeta. Es decir el elemento principal del sistema, encargado de la supervisión, manejo, corrección de errores, comunicación, etc. Mientras que la parte operativa es la parte que actúa directamente sobre la máquina, son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice las acciones. Son por ejemplo, los motores, cilindros, compresoras, bombas, relés, etc.

3.2.4 Lógica Cableada

La lógica cableada se encarga del diseño de automatismos enfocándose en los circuitos cableados, donde se utilizan herramientas electro-mecánicas o eléctricas como los contactores, relés, relés temporizados o contadores, válvulas oleo-hidráulicas o neumáticas, entre otras. Estos circuitos están constituidos por

funciones de mando y control, de señalización, protección y de potencia. Cabe destacar que cualquier cambio que se haga en la programación de la instalación, implicará el cambio en el cableado y los elementos de forma que cumplan las nuevas funciones de mando, protección y potencia.

3.2.5 Lógica Programada

La lógica programada es la que se enfoca en la sustitución de los elementos utilizados en los circuitos de mando (contactos auxiliares de relés electromecánicos, contactores de potencia, relés temporizados, relés contadores, etc.) por PLC's, Automatas Programables o Relés programables. Lo que permite realizar cambios en las operaciones de mando, mediante el cambio de la programación, y por ello no tener que modificar el cableado.

3.2.6 Diagrama de escalera (Ladder Diagram)

El lenguaje Ladder, diagrama de contactos, o diagrama en escalera, es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los autómatas programables debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos. De este modo, con los conocimientos que todo técnico eléctrico posee, es muy fácil adaptarse a la programación en este tipo de lenguaje.

Ladder es uno de los varios lenguajes de programación para los controladores lógicos programables (PLC's) estandarizados con IEC 61131-3.

Para programar un autómata con Ladder, además de estar familiarizado con las reglas de los circuitos de conmutación, (también denominada Lógica de Contactos), es necesario conocer cada uno de los elementos de que consta este lenguaje.

3.2.7 Sistemas de numeración

Estos son un conjunto de números y reglas que se emplean para representar datos numéricos podemos encontrar un sistema de numeración decimal, binario, hexadecimal o código BCD. Estos sistemas son importantes para el desarrollo de la

programación de un PLC ya que representan las distintas señales analógicas interpretadas por los PLC's

3.2.8 Tipos de señales

- **Señales Analógicas**

Son aquellas señales que se dividen en un infinito número de información de una magnitud física variable.

- **Señales digitales o discretas**

Son aquellas señales que no varían en forma continua si no que cambian en pasos o incrementos discretos.

3.2.9 Línea de producción de la empresa Inversiones LYG 707274 C.A.

En la empresa Inversiones LYG 707274 C.A. el proceso de producción de pastillas comienza por el pesado de la materia prima a emplear en la mezcla del material de fricción, para luego ser ingresados a la maquina mezcladora que se encargara de obtener una mezcla homogénea para formar la pastilla. Paralelo a esto, se le va a aplicar una limpieza a los backingplate en una granalladora, que con esferas pequeñas de granalla a alta velocidad eliminarán material corrosivo u oxidación del backing plate por fricción con el mismo. Para mejorar esta limpieza se le hace un tratamiento ultrasónico al backing plate para darle una capa protectora ante las impurezas para alargar la vida del mismo. A continuación se procesa el backing plate por una línea de rocío de pegamento para mejorar la adherencia de este al material al de fricción. Luego de este proceso se lleva tanto la mezcla preparada como el backing plate a las prensas hidráulicas que se encargaran de compactar la mezcla y adherirla al backing plate dándole la forma común a la pastilla de frenos, donde se le aplica un tratamiento térmico junto con una compactación en un intervalo de tiempo. Seguido de esto, la pastilla es ingresada al horno de curado para mejorar las propiedades del material. Finalizado este proceso se lleva la pastilla a las máquinas de corte para darle una forma adecuada para que fluya el calor a través de ella cuando se esté usando y

mejorando la transferencia de calor en su uso. Termina en una máquina de chorro de arena (sand-blasting) para mejorar la superficie de la pastilla. Lo único que resta en el proceso es la línea final, en donde la pastilla se pinta, se le agregan los accesorios, se vierte en papel termo-encogible y es empaquetado para su traslado.

3.2.10 Conformado de material por prensa

Es el proceso en el cual se da forma al material, dimensiones y superficies controladas, además se establece su densidad y micro estructura, utilizando una prensa que induce presión y temperatura.

La misión del prensado en caliente es la de aglutinar los diferentes componentes. Por una parte, con la presión que se aplica se consigue una reducción del volumen, pero a su vez con la temperatura lo que se hace es fundir las resinas para que estas fluyan por todo el material ligando los diferentes elementos. Esta etapa del proceso lleva asociado unos ciclos de prensado, es decir, que la prensa actuará sobre las pastillas durante un determinado tiempo, para a continuación permitir la salida de los gases. En esta etapa es en la que los soportes son pegados al material de fricción. Esto se produce por dos motivos principales, uno de ellos es que el soporte lleva impregnado una resina que consigue la adhesión del material y por otro lado, existen unos huecos pasantes en los soportes cuya función es la de alojar el material de fricción que fluye para conseguir una completa fijación del material de fricción al soporte. El tiempo típico de prensado varía de 4 a 12 minutos según la fórmula empleada para permitir el curado en prensa de las resinas.

3.2.11 Curado del material de fricción

Una vez prensado y pegado el material de fricción al soporte, se obtiene la pastilla, la cual pasa a un proceso de curación en horno, donde se somete entre siete y dieciocho horas a diferentes temperaturas. La misión principal de esta etapa del proceso es la completa polimerización de las resinas, para conseguir una perfecta compactación del material, además de ir perdiendo el contenido todavía existente de

volátiles. Este proceso también es función del tiempo y de la temperatura que se va alcanzando en las diferentes etapas. En esta etapa los lotes de producción son sumamente inspeccionados para detectar la presencia de grietas o desperfectos en la superficie de las pastillas.

3.2.12 Pruebas de calidad

En el proceso de calidad se determina:

- **Coefficiente de fricción**

Mediante el friction wear tester, donde se somete a la probeta del material de fricción a diferentes condiciones de presión y temperatura.

- **Dureza**

Mediante un equipo de Dureza de Rockwell se realiza una leve perforación a la probeta a fin de determinar la dureza de la misma.

- **Test de resistencia al cizallamiento**

Se mide la resistencia del material de fricción a ser despegado del soporte metálico.

3.2.13 Sistemas de frenos

“El sistema de frenos es el conjunto de órganos que intervienen en el frenado y que tienen por función disminuir o anular progresivamente la velocidad de un vehículo, estabilizar esta velocidad o mantener el vehículo inmóvil si se encuentra detenido” (Hola-mecanicaautomotriz.blogspot.com, 2017)

3.2.14 Pastillas de Frenos

Las pastillas de freno son aquellos aparatos que nos permiten frenar o parar el vehículo. Esto se realiza a través del ejercicio de presión en ambos lados del rotor de freno, el que gira junto con las ruedas. Como se puede intuir fácilmente de lo anterior, las pastillas de freno se encuentran fabricadas y diseñadas para producir una fuerte fricción con el disco, de manera que se logre el frenado del rotor. Las pastillas deben

ser revisadas y cambiadas a menudo, ya que una mínima falla en ellas podría ser causante de un grave accidente de tránsito.

3.2.15 Elementos que componen una pastilla de freno

- **Backing plate:** Es la pieza metálica que hace la función de soporte del material de fricción.
- **Pega (Underlayer):** Esta es una capa de pega que va entre el backing plate y el material de fricción, y que tiene como función el pegado de estos dos elementos.
- **Material de fricción:** Este es el material principal de la pastilla, es el que hace la fricción con el disco y realiza la función del frenado del vehículo.
- **Anti ruidos (Chin):** Es una pieza que va detrás del backing plate y hace la función de evitar el ruido.
- **Muelles (Accesorios):** Estos son accesorios que hacen la función de evitar que la pastilla se esté moviendo.
- **Avisadores de desgaste:** Estos son accesorios o mejor dicho unos sensores que tienen como función el avisar cuando la pastilla de freno ya se está desgastando.

3.2.16 Componentes del material de fricción de las pastillas de freno

Los componentes que utilizan las pastillas de freno para su material de fricción, básicamente son materiales de hierro, como polvo de hierro, alambre de metal, lana de acero, alambres de metal, compuestos adhesivos, entre otros. Debido a información confidencial no se especifican los materiales ni su porcentaje en el compuesto, el cual varía en cada empresa.

3.3 Bases legales

Los primeros PLC's surgieron debido a la necesidad de sustituir los enormes cuadros de maniobra construidos con contactores y relés. Por lo tanto, la

comunicación hombre máquina debía ser similar a la utilizada hasta ese momento. El lenguaje utilizado, debería ser interpretado, con facilidad, por los mismos técnicos electricistas que anteriormente estaban en contacto con la instalación.

Con el tiempo estos lenguajes evolucionaron de tal forma que algunos de ellos ya no tenían nada que ver con el típico plano eléctrico a relés, además de haber evolucionado siguiendo caminos distintos. Todo esto unido al incremento en la complejidad de los procesos a automatizar, no hizo más que complicar el uso de aquello que se creó con una finalidad bien distinta.

Con el fin de rectificar este problema la dirección del IEC, Comisión Electrotécnica Internacional, institución internacional encargada de normalizar los campos de lo eléctrico, electrónico y tecnologías relacionadas, ha presentado numerosas normalizaciones desarrolladas conjuntamente con la ISO (Organización Internacional para la Estandarización).

En la empresa Inversiones LYG 707274 C.A. se basan en las normas ISO 9001 que ayuda a las organizaciones a cumplir con las expectativas y necesidades de sus clientes, entre otros beneficios.

Otro ente utilizado en la empresa es el FMSI que según sus siglas en inglés se define como friction materials standards institute que es el Instituto de Normas de Materiales de fricción fundada como una asociación comercial de fabricantes de automóviles del mercado de accesorios de fricción. Se basó en la creación de un sistema estandarizado de numeración de parte de los frenos y de embrague.

Por otro lado, están basados también en las normas COVENIN 797:1996 Automotriz. Material de fricción para frenos, que establece los requisitos mínimos y métodos de ensayo que deben cumplir los materiales de fricción para los sistemas de frenos usados en vehículos automotores destinados al transporte de personas, de carga y de mercancías.

3.4 Definición de términos básicos

PLC: Un controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés PLC (Programmable Logic Controller) o por autómatas programables, es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas.

HMI: Una HMI (por sus siglas en inglés HUMAN MACHINE INTERFAZ) es una interfaz, por ejemplo una pantalla, que permite a un usuario u operador del sistema de control interactuar con los procesos mediante la observación de estados de tareas programadas en un PLC o incluso teniendo control del proceso desde la pantalla.

Curado: es la etapa del proceso donde se completa la polimerización de las resinas, para conseguir una perfecta compactación del material.

Prensa Hidráulica: La prensa hidráulica es un mecanismo conformado por vasos comunicantes impulsados por pistones de diferentes áreas que, mediante una pequeña fuerza sobre el pistón de menor área, permite obtener una fuerza mayor en el pistón de mayor área. Los pistones son llamados pistones de agua, ya que son hidráulicos.

Backing Plate: chapa soporte o contra placa metálica que posee la pastilla de freno para el soporte del material de fricción.

Sand-blasting: El sand-blasting es una técnica abrasiva utilizada para alisar o dar forma a las superficies mediante la aplicación de un chorro de arena a gran presión. Esta técnica es tradicionalmente utilizada en la industria de la construcción para tratar el metal y la cerámica, entre otros. La arena natural contiene sílice.

Electro-mecánica: Técnica que trata de las aplicaciones de la electricidad a la mecánica.

Contactador: Un Contactador es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se dé tensión a la bobina (en el caso de contactores instantáneos).

Relé: Dispositivo electromagnético que, estimulado por una corriente eléctrica muy débil, abre o cierra un circuito en el cual se disipa una potencia mayor que en el circuito estimulador.

Temporizador: El temporizador es un elemento que permite poner cuentas de tiempo con el fin de activar bobinas pasado un cierto tiempo desde la activación. El esquema básico de un temporizador varía de un autómeta a otro, pero siempre podemos encontrar una serie de señales fundamentales, aunque, eso sí, con nomenclaturas totalmente distintas.

Máquinas: Son los equipos mecánicos que realizan los procesos, traslados, transformaciones, etc. de los productos o materia prima.

Accionadores: Son equipos acoplados a las máquinas, y que permiten realizar movimientos, calentamiento, ensamblaje, embalaje. Pueden ser:

Accionadores eléctricos: Usan la energía eléctrica, son por ejemplo, electroválvulas, motores, resistencias, cabezas de soldadura, etc.

Accionadores neumáticos: Usan la energía del aire comprimido, son por ejemplo, cilindros, válvulas, etc.

Accionadores hidráulicos: Usan la energía de la presión del agua, se usan para controlar velocidades lentas pero precisas.

Pre-accionadores: Se usan para comandar y activar los accionadores. Por ejemplo, contactores, switches, variadores de velocidad, distribuidores neumáticos, etc.

Captadores: Son los sensores y transmisores, encargados de captar las señales necesarias para conocer el estados del proceso, y luego enviarlas a la unidad de control.

Elementos de mando: Son los elementos de cálculo y control que gobiernan el proceso, se denominan autómatas, y conforman la unidad de control.

CAPÍTULO IV

FASES METODOLÓGICO

4.1 Fases metodológicas

En este capítulo se pretende desarrollar las fases que se desarrollaron para alcanzar de manera exitosa el cumplimiento de los objetivos planteados en el desarrollo de este informe de pasantías

4.1.1 FASE I: Se diagnosticó la situación actual para el encendido, la puesta a punto y el apagado de las prensas y el horno de curado de la empresa INVERSIONES LYG 707274 C.A.

Se recopiló la información de cómo se está llevando actualmente la problemática en la empresa, analizando el proceso llevado a cabo y se consultó que beneficios se desea obtener solventando la problemática.

4.1.2 FASE II: Se seleccionó el sistema a implementar evaluando las limitaciones y ventajas de los posibles sistemas.

En esta etapa, se desarrolló el planteamiento del tipo de sistema que se va a utilizar. Para evaluar así la factibilidad del mismo y tomar una decisión en base a los beneficios que trae a la empresa.

4.1.3 FASE III: Se realizó un circuito automatizado para el encendido, la puesta a punto y el apagado de seguridad del horno de curado y las prensas hidráulicas de la empresa Inversiones LyG 707274 C.A.

Es decir que se utilizó las herramientas para poder diseñar un circuito que cumple con las condiciones planteadas y satisface la problemática establecida. Como a su vez se realizó la programación correspondiente para el programa que llevará a cabo el PLC.

4.1.4 FASE IV: Se simuló el sistema automatizado diseñado para el encendido, la puesta a punto y el apagado de seguridad del horno de curado y las prensas hidráulicas de la empresa Inversiones LyG 707274 C.A.

Luego de terminada la fase III se procedió a hacer una simulación del circuito a través de un programa de computadora, para verificar el correcto funcionamiento del sistema, antes de su implementación para evitar daños en los equipos.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 Diagnóstico de la situación actual para el encendido la puesta a punto y el apagado de las prensas y el horno de curado de la empresa INVERSIONES LYG 707274 C.A.

En la empresa inversiones LYG 707274 C.A. actualmente un trabajador de mantenimiento mecánico se encarga de la puesta a punto de las maquinas hidráulicas y del horno de curado.

Para el encendido de las prensas hidráulicas se deben ejecutar los siguientes pasos:

- 1) Ubicarse en la prensa #1 (P1) y abrir la ventanilla de encendido
- 2) Activar el primer selector para que el plato superior inicie la transferencia de calor
- 3) Activar el segundo selector para que el plato medio inicie la transferencia de calor
- 4) Activar el tercer selector para que el plato inferior inicie la transferencia de calor
- 5) Una vez cumplido los 3 puntos anteriores se va a activar el selector que enciende el motor hidráulico

Nota: al activar el selector del motor se encenderá una luz indicando la activación del mismo

- 6) Se cierra la compuerta
- 7) Luego se repite este mismo proceso, con las 5 prensas restantes y cada una irá aumentando su temperatura hasta llegar a los parámetros deseados para la producción de las pastillas.

Nota: En el lado derecho de la caja central de cada equipo se encuentra un interruptor para apagar la maquina en casa de emergencia.

Para realizar el encendido del horno de curado se deben realizar los siguientes pasos:

- 1) Se pulsa el botón de power ON y se enciende una alarma arriba del tablero de control
- 2) Una vez apagada la alarma se presiona el botón de blower ON para encender el sistema de calor

Una vez que las máquinas estén encendidas se debe cumplir un tiempo de estabilización que es aproximadamente 30 minutos, para que las mismas alcancen los parámetros de producción. Lo que indica que el encendido de los equipos debe ejecutarse a las 7:30am de lunes a viernes para que a las 8:00am el equipo esté listo para comenzar a trabajar y cumplir con el horario laboral de la empresa Inversiones LYG 707274 C.A. que comienza a las 8:00am y termina a las 5:00pm

Una de las características importantes en este sistema es el tiempo que toma para que el personal de mantenimiento mecánico se desplace entre cada uno de los equipos y repita el proceso desde el punto uno hasta el punto seis en el caso de las prensas hidráulicas, el cual se puede reducir, optando por un sistema de encendido donde se energicen en paralelo los equipos y con una sola orden se enciendan cada una de las maquinas. Se realizaron tres conteos del proceso de encendido de los equipos donde el promedio obtenido del tiempo de encendido de los siete equipos es de 84 segundos y luego los equipos tienen un tiempo de estabilización de sus parámetros de 30 minutos para que los operarios puedan comenzar su proceso de producción.

En el apéndice I se muestra una prensa con sus dos estaciones de trabajo, y en el apéndice III se presenta el horno de curado de la empresa INVERSIONES LYG 7017274 C.A.

Cada una de las prensas cuenta con un PLC que controla los mandos a ejecutar para las acciones del mismo y para controlar las variables de las que depende su uso.

A continuación se muestran los diagramas y circuitos eléctricos de los equipos mencionados (ver figura 2):

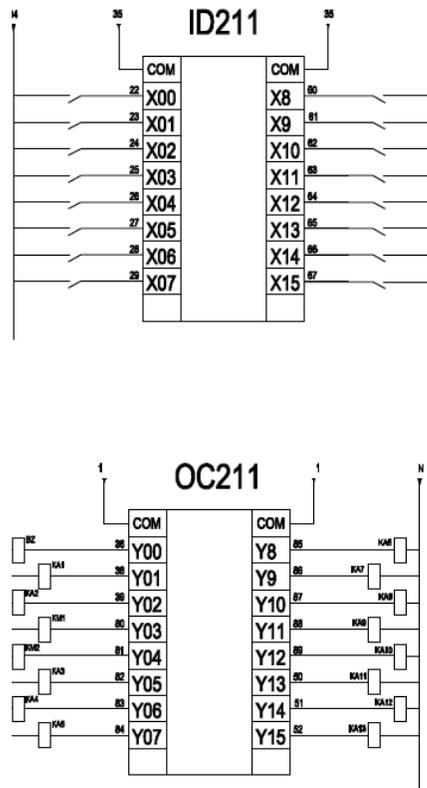


Figura 2. Plano de ubicación de las salidas y entradas del PLC en cada una de las prensas hidráulicas.

Fuente: Bull brake industry Co (2014)

En la figura 2 se muestran los diagramas de PLC que se tienen de cada prensa.

En la figura 3 se observa el encendido de los dos motores que utilizan las prensas, donde se refleja el guarda motor en cada uno, es decir los interruptores con protección QF1 y QF2. También se puede apreciar el contactor que conecta a ellos por las corrientes L7, L8, L9, L14, L15 y L16.

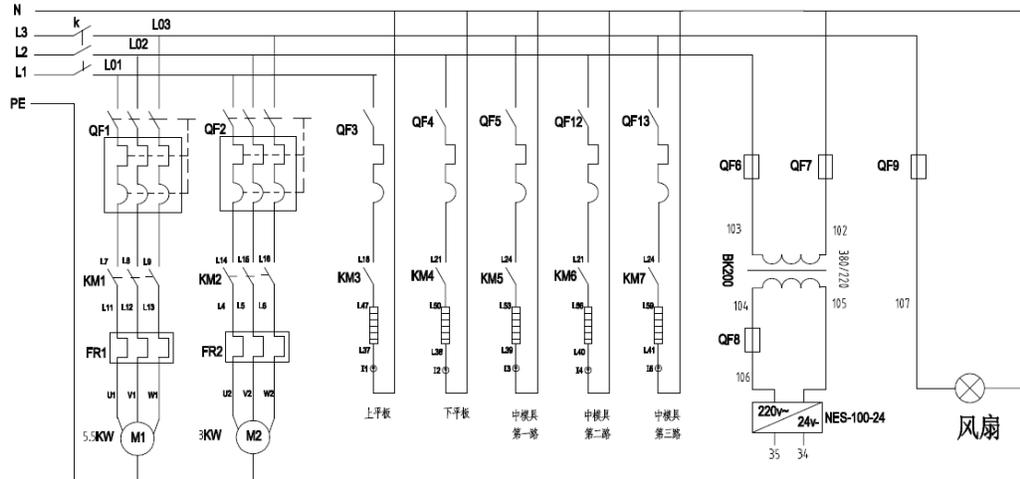


Figura 3. Circuito principal de las prensas hidráulicas.

Fuente: Bull Brake Industry Co (2014)

Por otra parte el plano eléctrico general del horno de curado se puede observar en la figura 4.

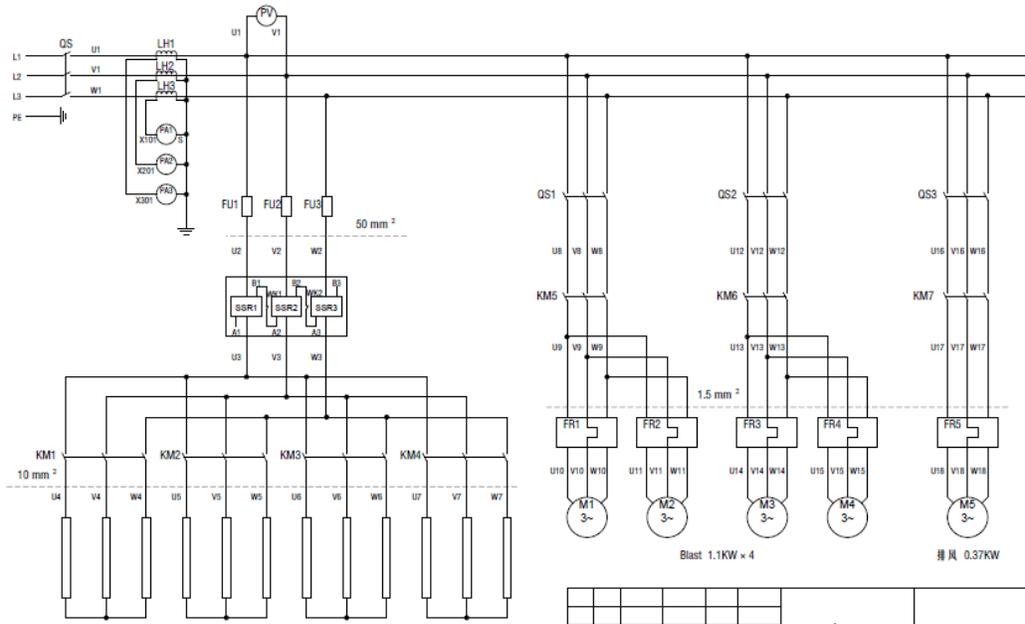


Figura 4. Circuito principal del horno de curado.

Fuente: Bull Brake Industry Co (2014)

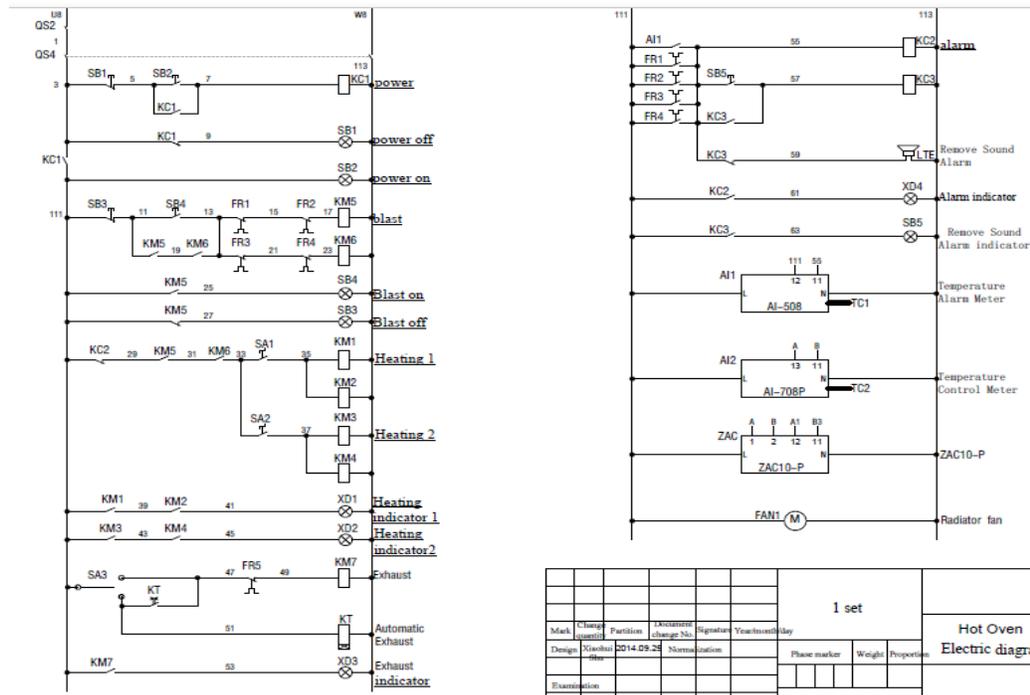


Figura 5. Circuito de funcionamiento del horno de curado.

Fuente: Bull Brake Industry Co (2014)

La potencia del horno es trifásica de corriente alterna a 220V y 60HZ de frecuencia. Y para las prensas la corriente es igual de 220V AC trifásica y 110V AC para los voltajes de control.

Con la información recopilada se finaliza la Fase I para dar inicio a la Fase II que se presenta a continuación.

5.2 Selección del sistema a implementar evaluando las limitaciones y ventajas de los posibles sistemas.

Según el análisis del sistema, se implementará un PLC modular de la marca Allen Bradley de la familia SLC-500 como controlador principal para programar el encendido en paralelo de las seis prensas y el horno de curado de la empresa

INVERSIONES LYG 707274 C.A. Que ejecutará el programa las 24 horas del día y los siete días de la semana por todo el año, exceptuando las paradas de planta.

Dentro de las ventajas que los PLC's poseen se encuentra que, gracias a ellos, es posible ahorrar tiempo en la elaboración de proyectos, pudiendo realizar modificaciones sin costos adicionales. Por otra parte, son de tamaño reducido y mantenimiento de bajo costo, permitiendo a su vez ahorrar dinero en mano de obra y la posibilidad de controlar más de una máquina con el mismo equipo.

Básicamente este tipo de sistemas se conforma por un chasis, fuente de poder, procesador (CPU), módulos de entradas y salidas (E/S), una interface de operación, programación y/o monitoreo. El presente informe se enfoca en las cuatro primeras características y en la programación (ver figura 6).

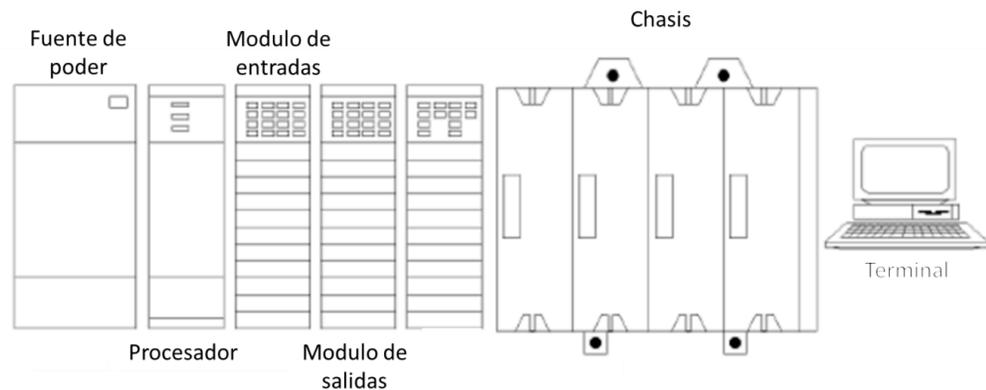


Figura 6. Esquema básico de un PLC de la familia SLC-500

Fuente: SLC 500 SYSTEMS selection guide (2013)

Con las especificaciones de los equipos adentro de la familia SLC-500 se va a seleccionar el procesador SLC 5/04 como recomendación para el proyecto planteado por las características que se mencionan a continuación:

- Tamaños de memoria de programación de 16 K, 32 K o 64 K.
- Rendimiento de alta velocidad: lo normal es 0.90 ms/K.
- Control de hasta 4096 puntos de entrada y salida.

- Programación en línea (incluye edición de tiempo de ejecución).
- Canal DH+ incorporado, compatible con: Comunicación de alta velocidad (57.6 K, 115.2 K y 230.4 K por baudio) Capacidades de comunicación de mensajes con procesadores SLC 500, PLC-2, PLC-5 y PLC-5/250.
- Canal RS-232 incorporado compatible con full-dúplex DF1, maestro/esclavo half-duplex DF1 para SCADA, DH-485 usando un 1761-NET-AIC con cable 1747-CP3 y protocolos ASCII.
 - Capacidad de función de paso "passthrough" entre canales (DH+ a DH-485).
 - Función de paso "passthrough" entre canales (full-duplex DF1 a DH+).
 - Función de paso "passthrough" de E/S remota desde el canal 0 (DF1) o el canal 1 (DH+) mediante un módulo escáner de E/S remota 1747-SN o 1747-BSN.
 - Función de paso "passthrough" de DeviceNet mediante un módulo escáner de DeviceNet 1747-SDN.
 - Interrupción temporizada seleccionable (STI) de 1 ms.
 - Interrupción de entrada discreta (DII) de 0.50 ms.
 - Funciones matemáticas avanzadas: trigonométricas, PID, exponenciales, punto flotante (coma flotante) y las instrucciones de cálculo.
 - Direccionamiento indirecto.
 - El PROM de la memoria flash proporciona actualizaciones de firmware sin cambiar EPROMS físicamente.
 - Módulo de memoria flash EPROM opcional disponible.
 - Interruptor de llave: RUN, REMote, PROGram (borrado de fallos).
 - RAM con batería de respaldo

La figura 7 muestra claramente la ubicación de los componentes del módulo que contiene el procesador SLC 5/04 CPU, recomendado para este proyecto.

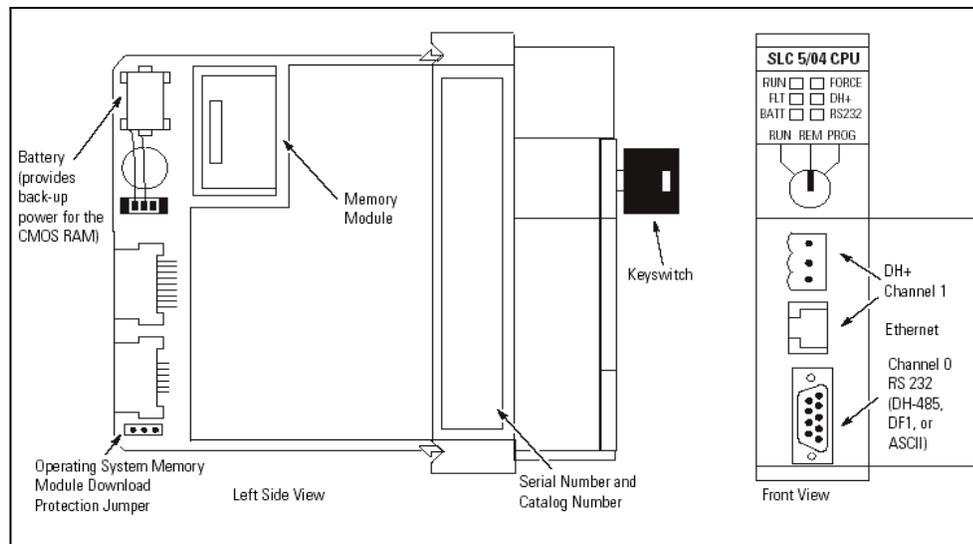


Figura 7. Tarjeta procesador SLC/04 CPU

Fuente: SLC 500 SYSTEMS selection guide (2013)

Una vez seleccionado el procesador se continuó a buscar en el catálogo de la empresa internacional ROCKWELL AUTOMATION para seleccionar el módulo de entradas y el módulo de salidas. En la tabla 1 se muestran los distintos módulos disponibles para el PLC (ver tabla 1).

En naranja se muestra el módulo de salidas seleccionado como recomendación para el proyecto el cual presenta las características expresadas en la tabla 2. Este módulo cuenta con 16 tomas que son las necesarias para cumplir con la programación diseñada. Y en rojo se muestra el módulo de entradas seleccionado para introducir la señal del horno para realizar el encendido del mismo y a su vez tener el panel de entradas disponibles para tener la oportunidad de configurar la programación para requisiciones futuras(ver tabla 3).

Tabla 1. Módulos de entradas y salidas del catalogo SLC 500 systems de la empresa rockwell automation

Digital I/O Module Overview

Catalog Number	Voltage Category	I/O Points	Description	For Detailed Specifications, See
DC Modules				
1746-IB8	24V DC	8	Current Sinking DC Input Module	Sinking DC Input Modules page 11
1746-IB16	24V DC	16	Current Sinking DC Input Module	
1746-IB32	24V DC	32	Current Sinking DC Input Module	
1746-IB16	24V DC	16	Fast Response DC Sinking Input Module	
1746-IC16	48V DC	16	Current Sinking DC Input Module	
1746-IH16	125V DC	16	Current Sinking DC Input Module	
1746-IV8	24V DC	8	Current Sourcing DC Input Module	Sourcing DC Input Modules page 12
1746-IV16	24V DC	16	Current Sourcing DC Input Module	
1746-IV32	24V DC	32	Current Sourcing DC Input Module	
1746-ITV16	24V DC	16	Fast Response DC Sourcing Input Module	
1746-IG16 ⁽¹⁾	5V DC	16	Current Sourcing TTL Input Module	
1746-OB6EI	24V DC	6	Electronically Protected Isolated Sourcing DC Output Module	Sourcing DC Output Modules page 13
1746-OB8	24V DC	8	Current Sourcing DC Output Module	
1746-OB16	24V DC	16	Current Sourcing DC Output Module	
1746-OB16E	24V DC	16	Electronically Protected Current Sourcing DC Output Module	
1746-OB32	24V DC	32	Current Sourcing DC Output Module	
1746-OB32E	24V DC	32	Electronically Protected Current Sourcing DC Output Module	

Fuente: SLC 500 SYSTEMS selection guide (2013)

Tabla 2. Características principales del módulo de salidas

Sourcing DC Output Modules



Specifications	1746-OB6EI	1746-OB8	1746-OB16	1746-OB16E
Number of outputs	6 Electronically Protected	8	16	16 Electronically Protected
Points per common	Individually isolated	8	16	16
Voltage category	24V DC			
Operating voltage range	10 ...30V DC	10...50V DC		10...30V DC
Backplane current (mA) @ 5V	46 mA	135 mA	280 mA	135 mA
Backplane current (mA) @ 24V	0 mA	0 mA	0 mA	0 mA

Fuente: SLC 500 SYSTEMS selection guide (2013)

Tabla 3. Características principales del módulo de entrada



Sourcing DC Input Modules

Specifications	1746-IG16	1746-IV8	1746-IV16
Number of inputs	16	8	16
Points per common	16	8	16
Voltage category	5V DC	24V DC	24V DC
Operating voltage range	4.5...5.5V DC ⁽¹⁾	10...30V DC	
Backplane current (mA) @ 5V	140 mA	50 mA	85 mA
Backplane current (mA) @ 24V	0 mA	0 mA	0 mA
Voltage, off-state input, max.	2...5.5V DC	5.0V DC	5.0V DC
Nominal input current	3.7 mA @ 5V DC	8 mA @ 24V DC	
Current, off-state input, max.	4.1 mA	1 mA	
Signal on delay, max	0.25 ms max	8 ms max	
Signal off delay, max	0.50 ms max	8 ms max	

(1) 50 mV peak-to-peak ripple (max.)

(2) Typical signal delay for this module: ON = 0.1 ms, OFF = 0.25 ms @ 24V DC.

Fuente: SLC 500 SYSTEMS selection guide (2013)

Para reducir el volumen de cableado para las entradas del PLC se seleccionó un panel HMI donde se programan las ordenes con pulsadores y selectores virtuales de manera de que la interfaz sea más cómoda para el usuario y el montaje más sencillo. Se conectará el HMI al PLC a través de un cable RS-232 y como un ejemplo gráfico de las opciones que aparecerán en el monitor se puede observar la figura 8.

Para la programación se utiliza el programa “FactoryTalk View Studio Software” y se seleccionó el producto PanelView™ Plus 6-400 con las siguientes características:

- Tiene una pantalla a color o a blanco y negro de 3.5-in combinadas con un teclado físico.
- Velocidad de procesador incrementada desde 350 MHz hasta 1 GHz
- La memoria del sistema incrementada desde 64MB RAM hasta 256MB RAM
- Memoria flash incrementada desde 64MB hasta 512MB

- Iluminación de luz de fondo LED incrementada.
- Mejor conexión a una variedad de herramientas como impresoras, ratón y teclados.
- Compatible con controles ActiveX®
- Se integra con softwares terceros como Microsoft® Internet Explorer® y Microsoft Office Viewers
- Compatible con conectividad remota (VNC y FTP)
- Ofrece funcionalidad de backup/restore
- Archivos .CSV
- Usa gráficos de vector-base desde Symbol Factory
- Incluye lector de PDF para soporte.
- Compatible con DataStore Plus logging and trending.

A continuación se presenta la lista de componentes necesarios para implementar el proyecto en la empresa INVERSIONES LYG 707274 C.A.

- ✓ Un relé para cada salida del PLC y uno para cada selector de las prensas
- ✓ Cableado para todo el sistema nuevo

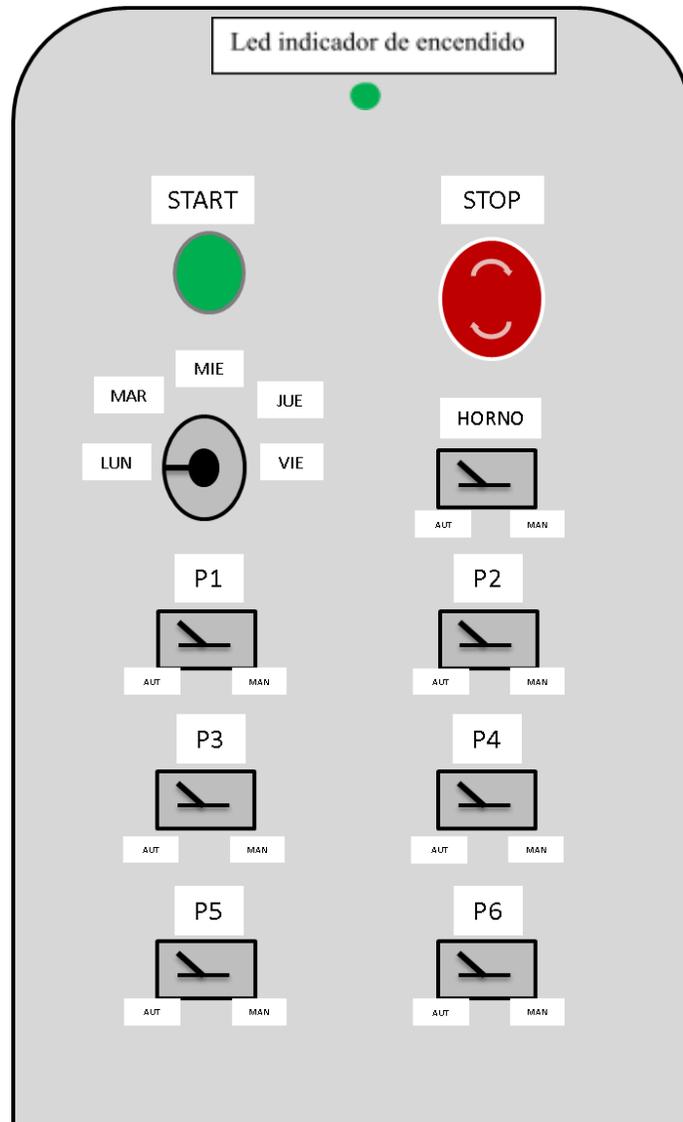


Figura 8. Caja de control para entradas del PLC que representa los comandos de la pantalla HMI.

Fuente: Arnold Melet (2018)

5.3 Realización de un circuito automatizado para el encendido, la puesta a punto y el apagado de seguridad del horno de curado y las prensas hidráulicas de la empresa Inversiones LyG 707274 C.A.

Para la presente etapa se describirá a continuación la programación empleado para cumplir con los propósitos planteados en el presente informe (ver figura 9).

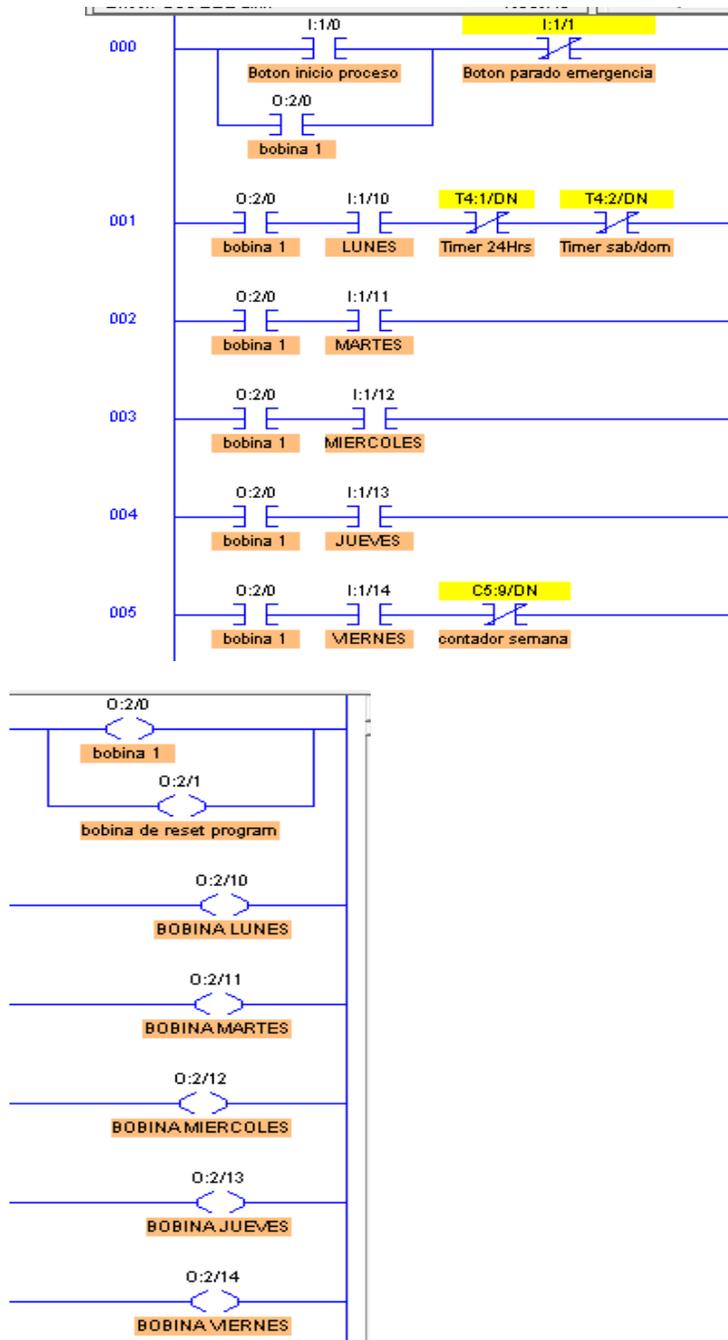


Figura 9. Comandos de programación del PLC desde la línea 000 hasta la línea 005

Fuente: Arnold Melet (2018)

Desde la línea 000 se inicia el proceso donde se encuentra la señal de entrada N/A (normalmente abierta) del botón de START del programa del PLC con la dirección I:1/0 y la etiqueta botón inicio de proceso, el cual posee un enclavamiento cuando se acciona la bobina 1 de dirección O:2/0 para que el PLC continúe encendido una vez accionado el botón.

Seguido se encuentra la señal de STOP que va a recibir la entrada I:1/1 para detener todo el proceso con un contacto N/C (normalmente cerrada).

Al final de la línea 000 conseguimos una bobina con la dirección O:2/1 que enviará una señal para reiniciar los contadores y los timers del proceso que se presentan más adelante una vez que se mande la señal de parada del proceso. También se encuentra la bobina 1 que activará otras líneas de programación.

Desde la línea 001 hasta la 005 se representara cada día de la semana, es decir que en cada línea se encuentra una señal de entrada que va a venir de un selector con 5 posiciones para seleccionar el día en el que se va a dar inicio el proceso, si el proceso se va a iniciar un día miércoles, se tendrá que colocar el selector en la posición del miércoles para energizar la línea que corresponde a ese día con los contactores N/A y seguido de eso presionar el botón de start de proceso a las 7:30am de la mañana.

Nota: para saber la dirección de cada una de las señales de cada día dirigirse a la tabla 4 de entradas y salidas del PLC.

En algunas de las líneas se encuentran unos accionadores que recibirán la señal de los timers o contadores para ejecutar su acción, todos son para procesos terminados (DN) es decir que una vez terminado el conteo se activaran esos contactos N/C.

Cabe destacar que en cada línea se encuentran unas bobinas que son las que enviarán la señal a la programación que corresponde con respecto al día seleccionado para inicio del proceso (ver figura 10).

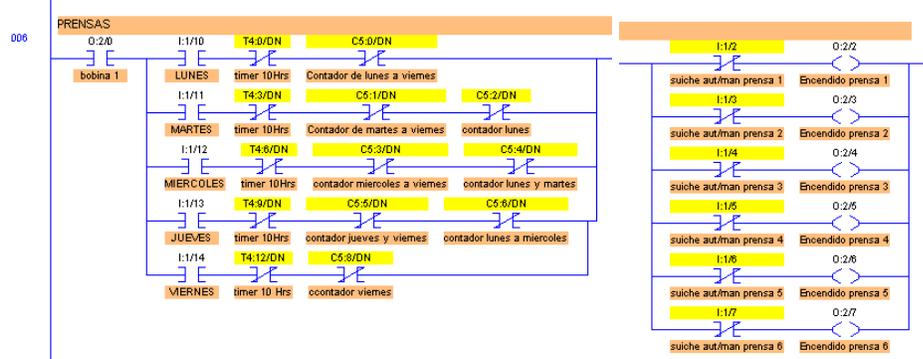


Figura 10. Comandos de programación del PLC de la línea 006

Fuente: Arnold Melet (2018)

Para el inicio de la línea 006 se encuentra el contacto accionado por la bobina 1 mencionada en la línea 000, y al igual que esa encontramos los contactos para el selector de día de la semana con la misma función antes mencionada y con los contactos N/C que serán accionados por cada uno de los timers y contadores del programa como se indica en las tablas que se presentan seguido de la programación. Al final de la línea en paralelo se encuentra un contacto N/C para cada una de las prensas que recibirá una señal de entrada de un interruptor por cada prensa el cual será etiquetado como aut/man lo cual indica que en modo automático la prensa será encendida y apagada por el programa del PLC, y en modo manual la prensa será independiente al programa y podrá encenderse de forma manual y apagar de la misma manera. Al final de cada rama se encuentra la señal de salida que van a estar conectados a las entradas del PLC de cada prensa con el uso de un relé el cual activará los contactos en paralelo de los interruptores de encendido de las prensas

como se muestra en el circuito de la figura 11 que se muestra más adelante en el presente informe.

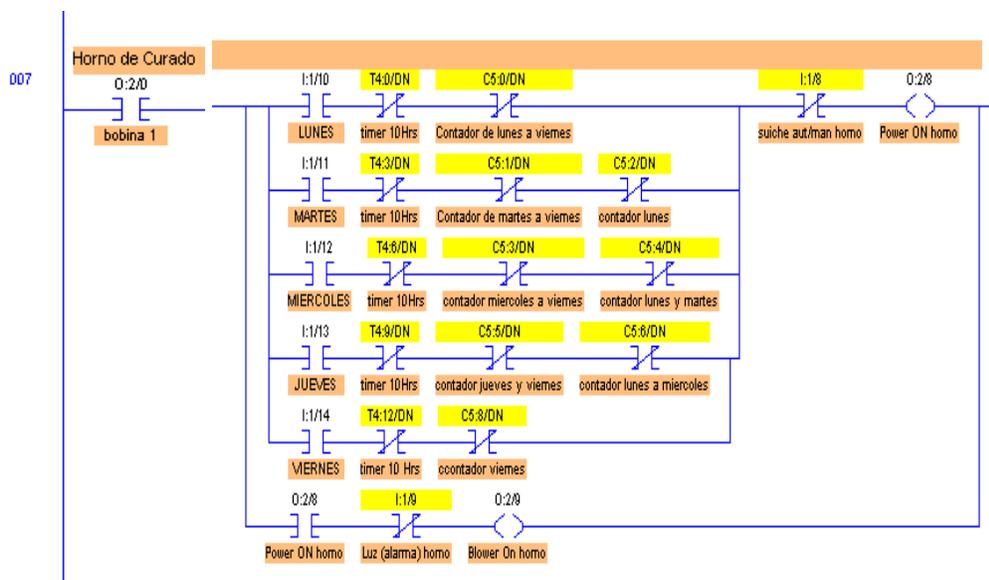


Figura 11. Comandos de programación del PLC de la línea 007

Fuente: Arnold Melet (2018)

En la línea 007 se aprecia el accionamiento de un contacto N/A por la bobina 1 para luego llegar a una división de ramas en paralelo, donde las primeras 5 ramas son similares a las de la rama 006 para luego activar un contacto N/C para el interruptor de aut/man del horno. Al igual que en las prensas, el final de la línea activará con un relé la línea que esté conectada al botón de Power ON del horno de curado y a su vez se activará un contacto N/A con dirección O:2/8 donde se conseguirá con un contacto abierto debido a que al activar el botón de power ON del Horno de curado se encenderá una luz con forma de sirena de bomberos que estará conectada a una de las entradas del PLC en I:1/9 y cuando se apague la luz el contacto volverá a cerrarse lo

cual hará que se energice la salida O:2/9 que estará conectado con un relé y un diodo al circuito del botón Blower ON del horno lo que iniciara los calentadores del horno.

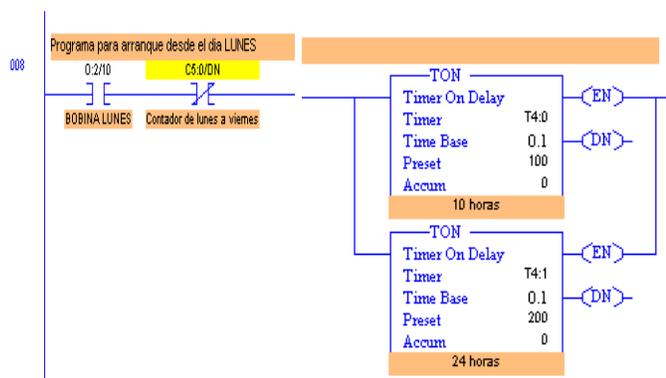


Figura 12. Comandos de programación del PLC de la línea 008

Fuente: Arnold Melet (2018)

En la línea 008 (ver figura 12) se inicia la programación para iniciar el programa el día lunes teniendo inicialmente un contacto N/A que será activado por el selector de los días cuando se ubique en el día lunes.

Al final de la línea 008 encontramos un paralelo de dos timers. El primero de ellos es el de la dirección T4:0 que llevará un tiempo de preset de 36.000 segundos con un time base de 1 y un acumulado de 0 y llevara como nombre timer de 10Hrs. Este timer es el que apagará las máquinas al final de la jornada laboral. El programa se iniciará a las 7:30am para que luego de transcurrida 10Hrs el mismo de la orden de apagado de las máquinas.

NOTA: Para efectos de simulación y ejemplo los timers se trabajarán con un tiempo muy corto para apreciar el funcionamiento de los mismos, pero en la ejecución del proyecto se deberán establecer los tiempos que se mencionan en el texto.

El timer con nombre 24Hrs se programará con un time base de 1 un preset de 86.400 y un acumulado de 0 el cual va a contar las 24 horas de un día para encender nuevamente las máquinas y a su vez mandar una señal a los contadores de días.

A continuación se presenta el contador de días de la semana que va a contar los cinco días de lunes a viernes para dar la orden de detener los equipos todo el fin de semana a través del timer de sab/dom. Este contador se va a establecer con un acumulado de cero y un preset de cinco y será detenido al finalizar el conteo del timer T4:2 (ver figura 13).

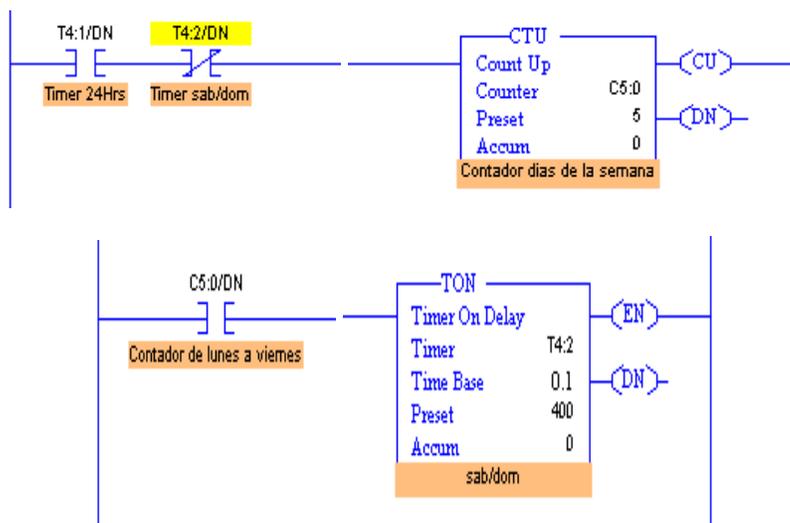


Figura 13. Comandos de programación del PLC desde la línea 009 hasta la línea 010

Fuente: Arnold Melet (2018)

En el punto anterior se mencionó el timer de sab/dom que es el que se muestra con dirección T4:2 que es accionado por un contacto N/A que responde a la señal de terminado del contador de semana.

Para finalizar el programa del día lunes se presenta un comando de RESET para reiniciar el contador de días de la semana e iniciar nuevamente. (ver figura 14)



Figura 14. Comandos de programación del PLC de la línea 011

Fuente: Arnold Melet (2018)

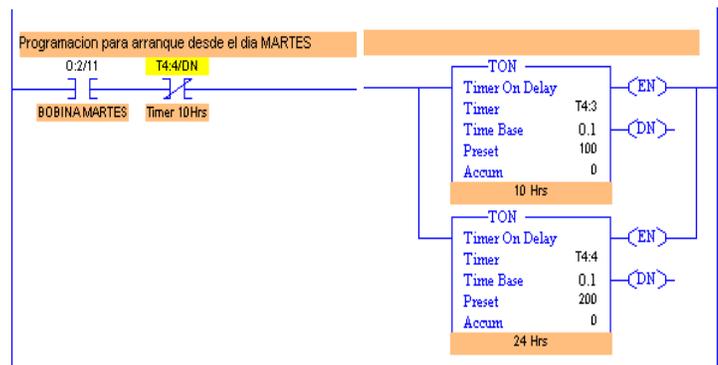


Figura 15. Comandos de programación del PLC de la línea 012

Fuente: Arnold Melet (2018)

En la línea 012 (ver figura 15) se presenta el inicio de la programación en caso de iniciar el programa un día martes. Esta línea va a tener una función similar a la que se ejecuta en la línea 008 como se menciona con anterioridad.

Luego en la línea 013 a diferencia de la línea 009, se colocará en paralelo un contador de los días completos de la semana para que al terminar el conteo de la orden de reiniciar la semana nuevamente, mientras que el otro contador que esta acomodado en preset 4 contara los días del martes al viernes para iniciar el timer de fin de semana que se presenta en la línea 014 (ver figura 16).

Una vez finalizado el conteo del fin de semana se resetea el contador de 4 días para eliminar su función de detener el encendido. Y más adelante en la línea 016 (ver figura 17) el contador de todos los días de la semana dará la orden de reinicio de los dos contadores que se encuentran en paralelo para iniciar nuevamente el proceso de la semana.

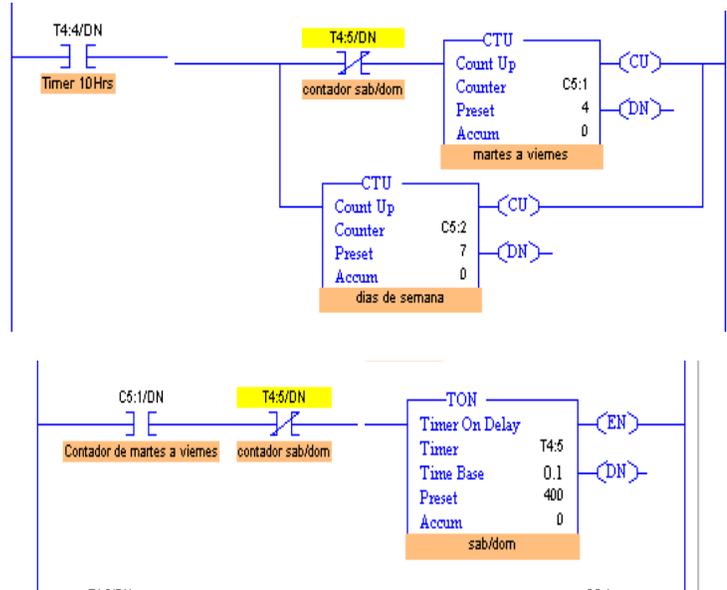


Figura 16. Comandos de programación del PLC desde la línea 013 hasta la línea 014

Fuente: Arnold Melet (2018)

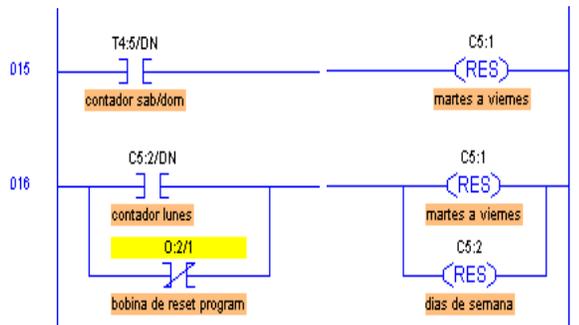


Figura 17. Comandos de programación del PLC desde la línea 015 hasta la línea 016

Fuente: Arnold Melet (2018)

A continuación se inicia la programación en caso de que el programa se arranque un día miércoles (ver figura 18).

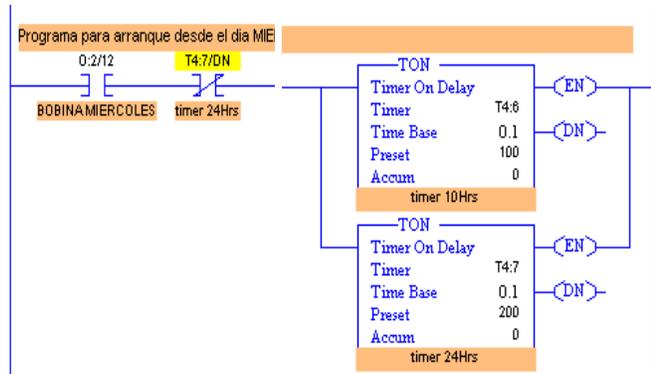


Figura 18. Comandos de programación del PLC de la línea 017

Fuente: Arnold Melet (2018)

Para iniciar este proceso se activa mediante el contacto N/A de la bobina de los días miércoles en la línea 017 y se ejecuta una acción similar a la de la línea 008. Para que el timer de 24Hrs de una orden de pulso para los contadores conectados en paralelo en la línea 018, uno que contare los días de miércoles a viernes para activar el conteo de fin de semana y otro que contará la semana completa para reiniciar los contadores y empezar nuevamente (ver figura 19).

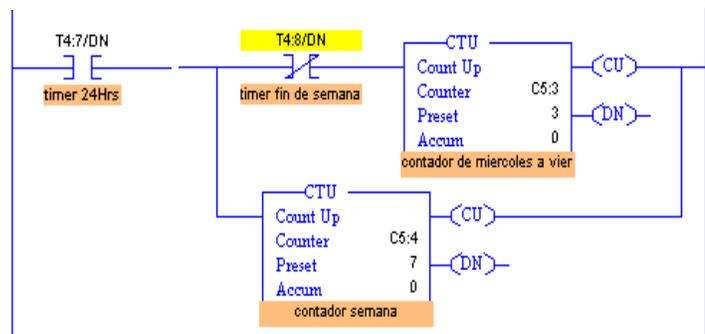


Figura 19. Comandos de programación del PLC de la línea 018

Fuente: Arnold Melet (2018)

En la línea 019 se encuentra un contador de fin de semana como los mencionados con anterioridad (ver figura 20).

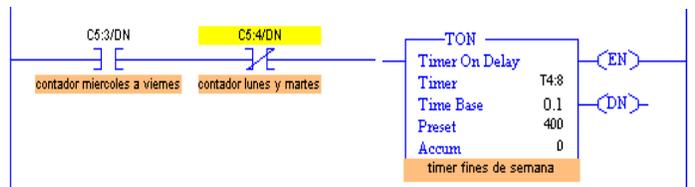


Figura 20. Comandos de programación del PLC desde la línea 019

Fuente: Arnold Melet (2018)

Y en las líneas 020 y 021 los reinicios respectivos de los contadores (ver figura 21).

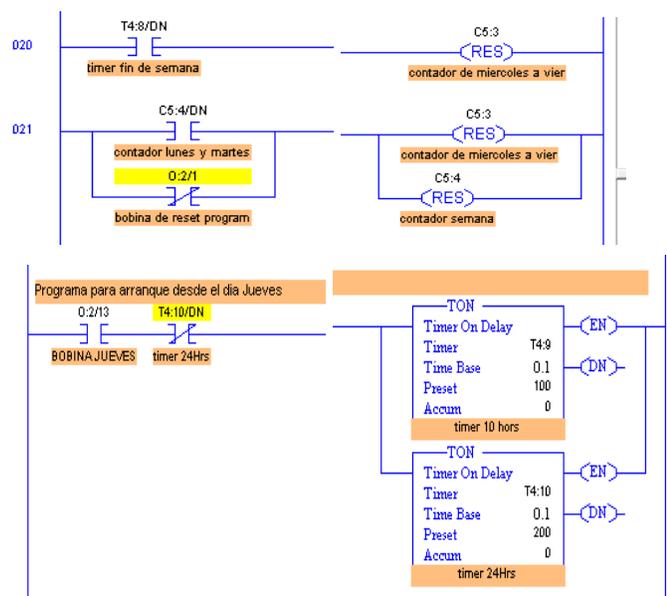


Figura 21. Comandos de programación del PLC desde la línea 020 hasta la línea 022

Fuente: Arnold Melet (2018)

Para llevar a cabo la programación de inicio desde el día jueves, se energiza la línea 022 (ver figura 21) con la bobina de los jueves la cual ejecutará una acción similar a la mencionada en la línea 008.

Seguido de esto se enviará una señal de pulso cada 24Hrs a los contadores de días de la semana y del contador de jueves y viernes para que active el timer de fin de semana (ver figura 22).

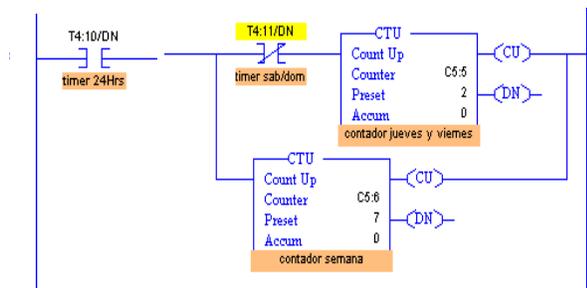


Figura 22. Comandos de programación del PLC de la línea 023

Fuente: Arnold Melet (2018)

Al igual que los puntos anteriores se activara otro timer de fin de semana con la misma función de los demás en la línea 024 (ver figura 23). Y seguido de eso se reiniciara el contador de jueves a viernes para interrumpir su orden. Luego en la línea 027 se interrumpirá su conteo nuevamente con la orden de otro timer que contará 5 días para dar la orden de reinicio para que el contador de jueves y viernes no interrumpa en el resto del proceso. Y al finalizar los 7 días se manda la orden con el contador para que reinicie todos los contadores nuevamente y se inicie el proceso de la semana.

En la línea 029 se inicia la programación para el día viernes donde se va a cumplir los mismos objetivos que en la línea 008 y más adelante pasa lo mismo en la línea 031 con respecto a la línea 011 (ver figura 24).

En la línea 030 se encuentra un contador de viernes y un contador de los 7 días de la semana en paralelo. Adicional a esto se van a colocar dos contadores más de 3 días y de 4 días que manden una orden de reinicio del contador de los días viernes

para que no vaya a interrumpir con el resto del proceso. Y el contador de los 7 días dará la orden de reinicio de semana (ver figura 25).

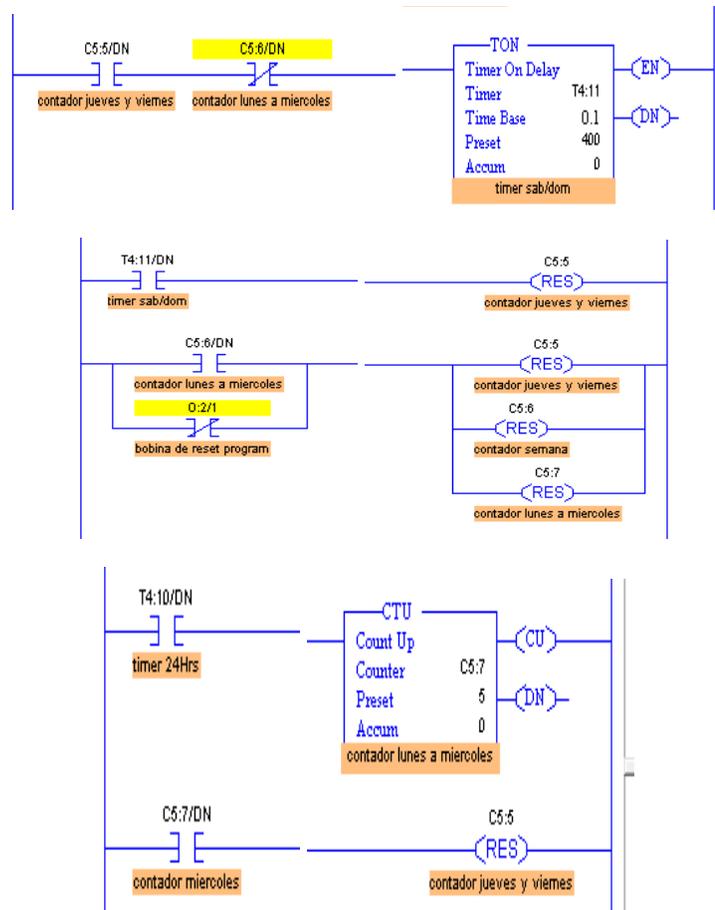


Figura 23. Comandos de programación del PLC desde la línea 024 hasta la línea 028

Fuente: Arnold Melet (2018)

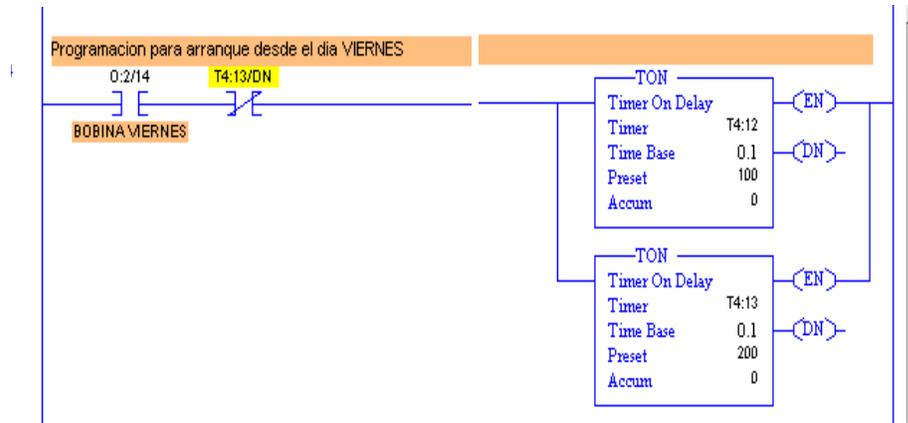


Figura 24. Comandos de programación del PLC de la línea 029

Fuente: Arnold Melet (2018)

Más adelante se presentarán de la tabla 4 a la tabla 13 con la información de cada uno de los contactos, botones, entradas, salidas y entre otros.

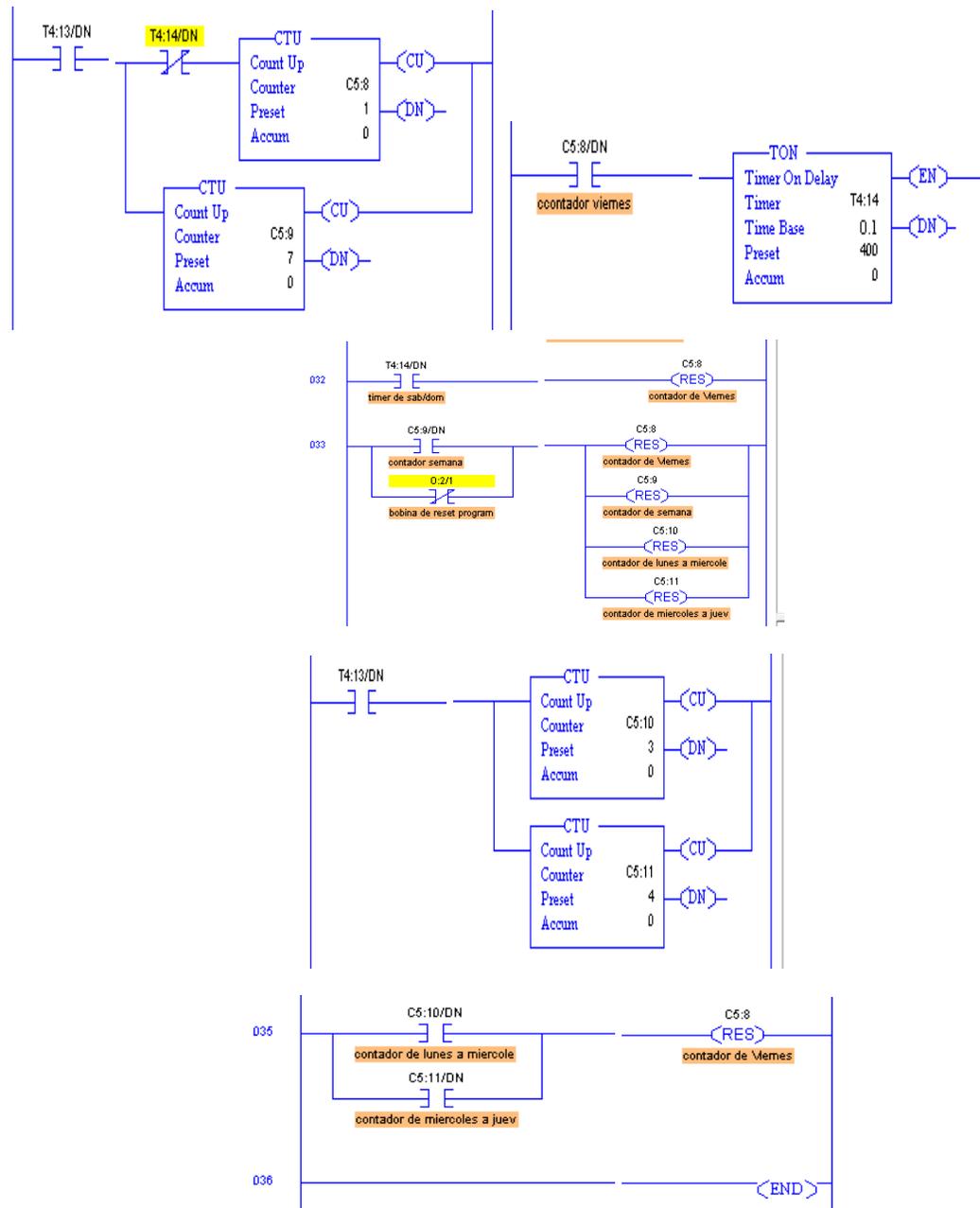


Figura 25. Comandos de programación del PLC desde la línea 030 hasta la línea 036

Fuente: Arnold Melet (2018)

Tabla 4. Entradas y salidas del PLC

DIA	MAQUINA	CODIGO	ETIQUETA	TIPO	COMENTARIO	PIEZA
Todos	todas	I:1/0	Botón inicio proceso	pulsador N/A	botón que da la orden de inicio a todo el sistema	Botón Verde
Todos	todas	O:2/0	Bobina 1		bobina utilizada para activar los equipos y enclavamiento del sistema	
Todos	todas	I:1/1	Botón parada de emergencia	pulsador N/C	botón para detener todo el sistema	botón rojo de seguridad
Lunes	todas	I:1/10	selector de día	selector	selector de día de inicio del programa	selector de 5 opciones
Martes	todas	I:1/11				
Miércoles	todas	I:1/12				
Jueves	todas	I:1/13				
Viernes	todas	I:1/14				
Lunes	todas	O:2/10	Bobina Lunes		Bobina que energiza la línea de programación del día correspondiente	
Martes	todas	O:2/11	Bobina Martes		Bobina que energiza la línea de programación del día correspondiente	
miércoles	todas	O:2/12	Bobina Miércoles		Bobina que energiza la línea de programación del día correspondiente	
Jueves	todas	O:2/13	Bobina Jueves		Bobina que energiza la línea de programación del día correspondiente	
Viernes	todas	O:2/14	Bobina Viernes		Bobina que energiza la línea de programación del día correspondiente	

Fuente: Arnold Melet (2018)

Tabla 5. Continuación de entradas y salidas del PLC

DIA	MAQUINA	CODIGO	ETIQUETA	TIPO	COMENTARIO	PIEZA
todos	todas	O:2/1	Bobina de reset		bobina utilizada para reiniciar completamente el programa con una parada del sistema	
todos	Prensa 1	I:1/2	Suiche aut/man	interruptor	el interruptor va a indicar si el equipo va a estar sincronizado por el programa del PLC o si se va a encender de forma independiente	Interruptor
todos	Prensa 2	I:1/3	Suiche aut/man	interruptor	el interruptor va a indicar si el equipo va a estar sincronizado por el programa del PLC o si se va a encender de forma independiente	Interruptor
todos	Prensa 3	I:1/4	Suiche aut/man	interruptor	el interruptor va a indicar si el equipo va a estar sincronizado por el programa del PLC o si se va a encender de forma independiente	Interruptor
todos	Prensa 4	I:1/5	Suiche aut/man	interruptor	el interruptor va a indicar si el equipo va a estar sincronizado por el programa del PLC o si se va a encender de forma independiente	Interruptor
todos	Prensa 5	I:1/6	Suiche aut/man	interruptor	el interruptor va a indicar si el equipo va a estar sincronizado por el programa del PLC o si se va a encender de forma independiente	Interruptor

Fuente: Arnold Melet (2018)

Tabla 6. Continuación de entradas y salidas del PLC

DIA	MAQUINA	CODIGO	ETIQUETA	TIPO	COMENTARIO	PIEZA
todos	Prensa 6	I:1/7	Suiche aut/man	interruptor	el interruptor va a indicar si el equipo va a estar sincronizado por el programa del PLC o si se va a encender de forma independiente	Interruptor
todos	Horno de curado	I:1/8	Suiche aut/man	interruptor	el interruptor va a indicar si el equipo va a estar sincronizado por el programa del PLC o si se va a encender de forma independiente	Interruptor
todos	Prensa 1	O:2/2	Encendido prensa 1	Relé	El relé activara un circuito en el PLC de la máquina que dará la señal de encendido de los 4 selectores que utiliza el equipo para encender.	relé
todos	Prensa 2	O:2/3	Encendido prensa 2	Relé	El relé activara un circuito en el PLC de la máquina que dará la señal de encendido de los 4 selectores que utiliza el equipo para encender.	relé
todos	Prensa 3	O:2/4	Encendido prensa 3	Relé	El relé activara un circuito en el PLC de la máquina que dará la señal de encendido de los 4 selectores que utiliza el equipo para encender.	relé

Fuente: Arnold Melet (2018)

Tabla 7. Continuación de entradas y salidas del PLC

DIA	MAQUINA	CODIGO	ETIQUETA	TIPO	COMENTARIO	PIEZA
todos	Prensa 4	O:2/5	Encendido prensa 4	Relé	El relé activara un circuito en el PLC de la máquina que dará la señal de encendido de los 4 selectores que utiliza el equipo para encender.	relé
todos	Prensa 5	O:2/6	Encendido prensa 5	Relé	El relé activara un circuito en el PLC de la máquina que dará la señal de encendido de los 4 selectores que utiliza el equipo para encender.	relé
todos	Prensa 6	O:2/7	Encendido prensa 6	Relé	El relé activara un circuito en el PLC de la máquina que dará la señal de encendido de los 4 selectores que utiliza el equipo para encender.	relé
todos	Horno de curado	O:2/8	Power ON Horno de curado	Relé	El relé activara un circuito en la máquina que dará la señal de encendido del botón power on que utiliza el equipo para encender.	relé
todos	Horno de curado	O:2/9	Blower On Horno de curado	Relé	El relé activara un circuito en la máquina que dará la señal de encendido del botón blower on que utiliza el equipo para encender el sistema de calor una vez que se apague la luz tipo sirena.	relé
Todos	Horno de curado	I:1/9	Luz (alarma) horno	Relé	Cuando la luz este encendida mandara un voltaje al PLC para abrir un contacto NC	

Fuente: Arnold Melet (2018)

Tabla 8. Temporizadores del PLC

DIA	MAQUINA	CODIGO	ETIQUETA	TIPO	COMENTARIO
lunes	todas	T4:0	Timer 10 Hrs	timer	Timer que contará 36.000 segundos que equivalen a 10 horas que son las horas que estará encendida la maquina por la jornada laboral diaria
		T4:1	Timer 24Hrs		Timer que contará 86.400 segundos que equivalen a las 24 horas del día para que los equipos se reinicien cada día
		T4:2	Timer sab/dom		Timer que contará 172.800 segundos que equivalen a las 48 horas que tiene un fin de semana
martes		T4:3	Timer 10 Hrs		Timer que contará 36.000 segundos que equivalen a 10 horas que son las horas que estará encendida la maquina por la jornada laboral diaria
		T4:4	Timer 24Hrs		Timer que contará 86.400 segundos que equivalen a las 24 horas del día para que los equipos se reinicien cada día
		T4:5	Timer sab/dom		Timer que contará 172.800 segundos que equivalen a las 48 horas que tiene un fin de semana

Fuente: Arnold Melet (2018)

Tabla 9. Continuación temporizadores del PLC

DIA	MAQUINA	CODIGO	ETIQUETA	TIPO	COMENTARIO
miércoles	todas	T4:6	Timer 10 Hrs	timer	Timer que contará 36.000 segundos que equivalen a 10 horas que son las horas que estará encendida la maquina por la jornada laboral diaria
		T4:7	Timer 24Hrs		Timer que contará 86.400 segundos que equivalen a las 24 horas del día para que los equipos se reinicien cada día
		T4:8	Timer sab/dom		Timer que contará 172.800 segundos que equivalen a las 48 horas que tiene un fin de semana
jueves		T4:9	Timer 10 Hrs		Timer que contará 36.000 segundos que equivalen a 10 horas que son las horas que estará encendida la maquina por la jornada laboral diaria
		T4:10	Timer 24Hrs		Timer que contará 86.400 segundos que equivalen a las 24 horas del día para que los equipos se reinicien cada día
		T4:11	Timer sab/dom		Timer que contará 172.800 segundos que equivalen a las 48 horas que tiene un fin de semana
viernes		T4:12	Timer 10 Hrs		Timer que contará 36.000 segundos que equivalen a 10 horas que son las horas que estará encendida la maquina por la jornada laboral diaria
		T4:13	Timer 24Hrs		Timer que contará 86.400 segundos que equivalen a las 24 horas del día para que los equipos se reinicien cada día
		T4:14	Timer sab/dom		Timer que contará 172.800 segundos que equivalen a las 48 horas que tiene un fin de semana

Fuente: Arnold Melet (2018)

Tabla 10. Contadores del PLC

DIA	MAQUINA	CODIGO	ETIQUETA	TIPO	COMENTARIO
Lunes	Todas	C5:0	Contador de lunes a viernes	Contador ascendente	va a contar los días que pasen del lunes al viernes para activar el timer de fin de semana
Martes		C5:1	contador de martes a viernes		va a contar los días que pasen del martes al viernes para activar el timer de fin de semana
		C5:2	contador de semana		va a contar los 7 días de la semana para reiniciar el ciclo del programa
Miércoles		C5:3	contador de miércoles a viernes		va a contar los días que pasen del miércoles al viernes para activar el timer de fin de semana
		C5:4	contador de semana		va a contar los 7 días de la semana para reiniciar el ciclo del programa
Jueves		C5:5	Contador de jueves y viernes		va a contar los días que pasen del jueves al viernes para activar el timer de fin de semana
		C5:6	contador de semana		va a contar los 7 días de la semana para reiniciar el ciclo del programa
		C5:7	contador de lunes a miércoles		va a contar hasta el día miércoles para reiniciar el contador de jueves a viernes
viernes		C5:8	contador de viernes		va a contar el día viernes para activar el timer de fin de semana
		C5:9	contador de semana		va a contar los 7 días de la semana para reiniciar el ciclo del programa
		C5:10	contador de lunes a miércoles		va a contar hasta el día miércoles para reiniciar el contador de viernes
	C5:11	contador de miércoles a jueves	va a contar hasta el día jueves para reiniciar el contador de viernes		

Fuente: Arnold Melet (2018)

Tabla 11. Señales de timers y contadores del PLC

DIA	MAQUINA	CODIGO	ETIQUETA	TIPO	COMENTARIO
lunes	Todas	T4:0/DN	Timer 10 Hrs	señal eléctrica de Comando Done	Cuando el timer de 10Hrs termine el conteo mandará corriente para activar donde se indique
	Todas	T4:1/DN	Timer 24Hrs	señal eléctrica de Comando Done	Cuando el timer de 24Hrs termine el conteo mandará corriente para activar donde se indique
	Todas	T4:2/DN	Timer sab/dom	señal eléctrica de Comando Done	Cuando el timer de sab/dom (48Hrs) termine el conteo mandará corriente para activar donde se indique
martes	Todas	T4:3/DN	Timer 10 Hrs	señal eléctrica de Comando Done	Cuando el timer de 10Hrs termine el conteo mandará corriente para activar donde se indique
	Todas	T4:4/DN	Timer 24Hrs	señal eléctrica de Comando Done	Cuando el timer de 24Hrs termine el conteo mandará corriente para activar donde se indique
	Todas	T4:5/DN	Timer sab/dom	señal eléctrica de Comando Done	Cuando el timer de sab/dom (48Hrs) termine el conteo mandará corriente para activar donde se indique
miércoles	Todas	T4:6/DN	Timer 10 Hrs	señal eléctrica de Comando Done	Cuando el timer de 10Hrs termine el conteo mandará corriente para activar donde se indique
	Todas	T4:7/DN	Timer 24Hrs	señal eléctrica de Comando Done	Cuando el timer de 24Hrs termine el conteo mandará corriente para activar donde se indique
	Todas	T4:8/DN	Timer sab/dom	señal eléctrica de Comando Done	Cuando el timer de sab/dom (48Hrs) termine el conteo mandará corriente para activar donde se indique

Fuente: Arnold Melet (2018)

Tabla 12. Continuación señales de timers y contadores del PLC

DIA	MAQUINA	CODIGO	ETIQUETA	TIPO	COMENTARIO
jueves	Todas	T4:9/DN	Timer 10 Hrs	señal eléctrica de Comando Done	Cuando el timer de 10Hrs termine el conteo mandará corriente para activar donde se indique
	Todas	T4:10/DN	Timer 24Hrs	señal eléctrica de Comando Done	Cuando el timer de 24Hrs termine el conteo mandará corriente para activar donde se indique
	Todas	T4:11/DN	Timer sab/dom	señal eléctrica de Comando Done	Cuando el timer de sab/dom (48Hrs) termine el conteo mandará corriente para activar donde se indique
viernes	Todas	T4:12/DN	Timer 10 Hrs	señal eléctrica de Comando Done	Cuando el timer de 10Hrs termine el conteo mandará corriente para activar donde se indique
	Todas	T4:13/DN	Timer 24Hrs	señal eléctrica de Comando Done	Cuando el timer de 24Hrs termine el conteo mandará corriente para activar donde se indique
	Todas	T4:14/DN	Timer sab/dom	señal eléctrica de Comando Done	Cuando el timer de sab/dom (48Hrs) termine el conteo mandará corriente para activar donde se indique
Lunes	Todas	C5:0/DN	Contador de lunes a viernes	señal eléctrica de Comando Done	Cuando el contador finalice la cuenta mandará corriente eléctrica a donde se indica en el programa para activar o desactivar un circuito
Martes	Todas	C5:1/DN	contador de martes a viernes	señal eléctrica de Comando Done	Cuando el contador finalice la cuenta mandará corriente eléctrica a donde se indica en el programa para activar o desactivar un circuito
	Todas	C5:2/DN	contador de semana	señal eléctrica de Comando Done	Cuando el contador finalice la cuenta mandará corriente eléctrica a donde se indica en el programa para activar o desactivar un circuito

Fuente: Arnold Melet (2018)

Tabla 13. Continuación señales de timers y contadores del PLC

DIA	MAQUINA	CODIGO	ETIQUETA	TIPO	COMENTARIO
Miércoles	Todas	C5:3/DN	contador de miércoles a viernes	señal eléctrica de Comando Done	Cuando el contador finalice la cuenta mandará corriente eléctrica a donde se indica en el programa para activar o desactivar un circuito
	Todas	C5:4/DN	contador de semana	señal eléctrica de Comando Done	Cuando el contador finalice la cuenta mandará corriente eléctrica a donde se indica en el programa para activar o desactivar un circuito
Jueves	Todas	C5:5/DN	Contador de jueves y viernes	señal eléctrica de Comando Done	Cuando el contador finalice la cuenta mandará corriente eléctrica a donde se indica en el programa para activar o desactivar un circuito
	Todas	C5:6/DN	contador de semana	señal eléctrica de Comando Done	Cuando el contador finalice la cuenta mandará corriente eléctrica a donde se indica en el programa para activar o desactivar un circuito
	Todas	C5:7/DN	contador de lunes a miércoles	señal eléctrica de Comando Done	Cuando el contador finalice la cuenta mandará corriente eléctrica a donde se indica en el programa para activar o desactivar un circuito
viernes	Todas	C5:8/DN	contador de viernes	señal eléctrica de Comando Done	Cuando el contador finalice la cuenta mandará corriente eléctrica a donde se indica en el programa para activar o desactivar un circuito
	Todas	C5:9/DN	contador de semana	señal eléctrica de Comando Done	Cuando el contador finalice la cuenta mandará corriente eléctrica a donde se indica en el programa para activar o desactivar un circuito
	Todas	C5:10/DN	contador de lunes a miércoles	señal eléctrica de Comando Done	Cuando el contador finalice la cuenta mandará corriente eléctrica a donde se indica en el programa para activar o desactivar un circuito
	Todas	C5:11/DN	contador de miércoles a jueves	señal eléctrica de Comando Done	Cuando el contador finalice la cuenta mandará corriente eléctrica a donde se indica en el programa para activar o desactivar un circuito

Fuente: Arnold Melet (2018)

En la Figura 26 se representa el circuito eléctrico de las entradas del PLC SLC-5/04 para representar lo que sería el tablero físico mostrado anteriormente en la figura 8 el cual esta reemplazado por la pantalla de interfaz el cual resumirá todas estas operaciones para realizar una sola conexión al procesador del PLC SLC-5/04.

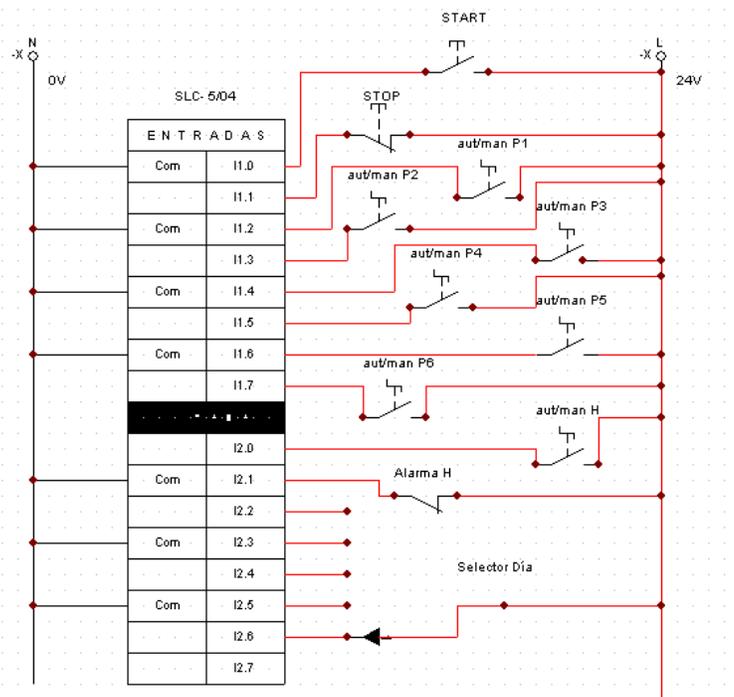


Figura 26. Diagrama representativo de las señales de entrada que serán transmitidas desde el dispositivo HMI al CPU del SLC-5/04

Fuente: Arnold Melet (2018)

Para las salidas del SLC – 5/04 se va a seguir los parámetros del plano que se presenta en la figura 27 donde las bobinas de encendido de las prensas accionaran el plano mostrado más adelante en la figura 28 para cada una de las prensas.

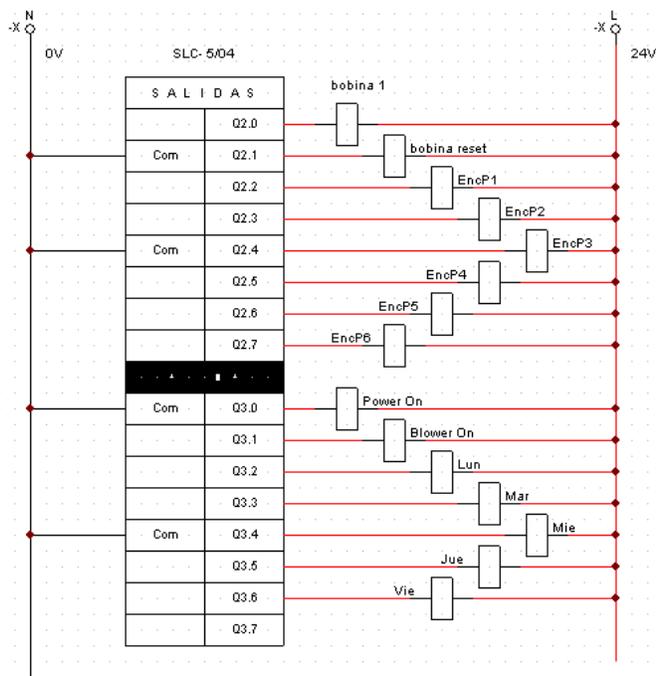


Figura 27. Diagrama representativo de las señales de salida que serán transmitidas desde el módulo del SLC-5/04

Fuente: Arnold Melet (2018)

El circuito eléctrico de la configuración del PLC que se presenta en la figura 28. Representa las entradas del PLC que tiene cada una de las prensas hidráulicas, las cuales son accionadas mediante las señales de entrada de cuatro selectores (Sw1, Sw2, Sw3 y Sw4), por lo que se aplicará un circuito en paralelo para cada uno de los selectores, colocando un contacto N/A que se accionara mediante cuatro Relés con los nombres “Up, Mp, Lp y Co” como se muestra en la figura, los cuales a su vez serán accionados mediante un contacto N/A que recibirá la señal de la bobina que se encuentra en una de las salidas del PLC Allen Brad ley SLC-5/04 que se instalara en el proceso como se muestra en la Figura 29. Este circuito representa el de una sola

prensa, por lo que se aplicará el mismo para cada una de las Prensas del sistema. El voltaje de entrada es de 24V mientras que el común es de 0V.

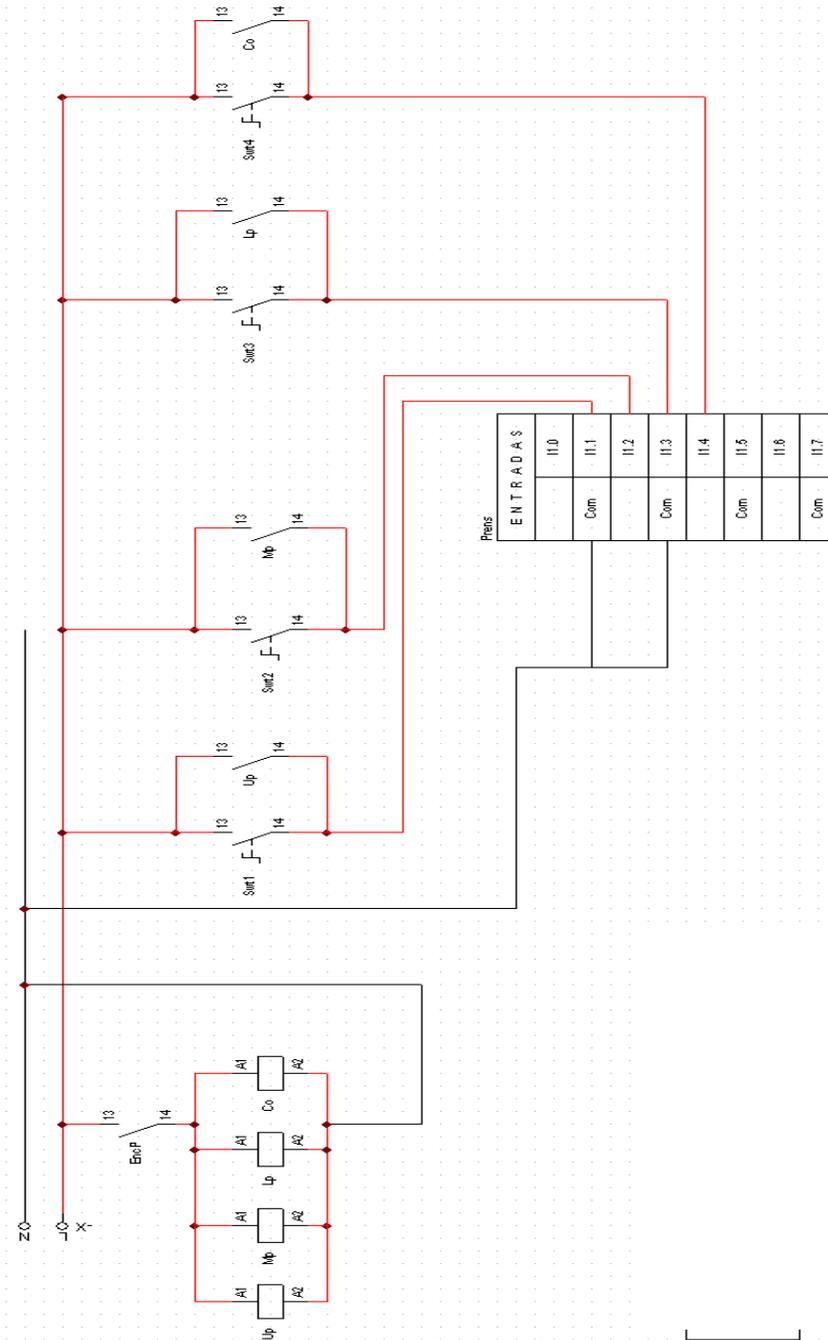


Figura 28. Circuito eléctrico para las entradas de los PLC's de las Prensas de la empresa INVERSIONES LYG 707274 C.A.

Fuente: Arnold Melet (2018)

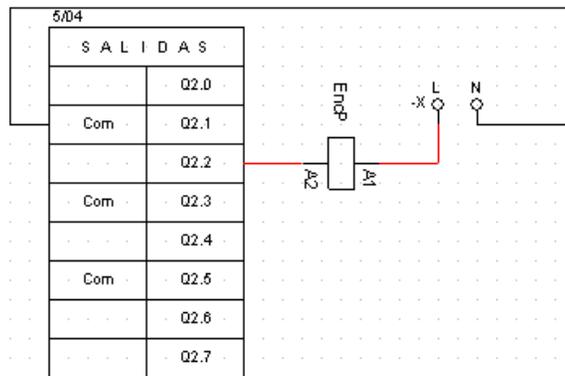


Figura 29. Diagrama para simplificado de la salida del PLC SLC 5/04 para una prensa del proceso.

Fuente: Arnold Melet (2018)

Para el encendido del horno se va a modificar la sección del plano de funcionamiento del mismo que se muestra en la figura 30.

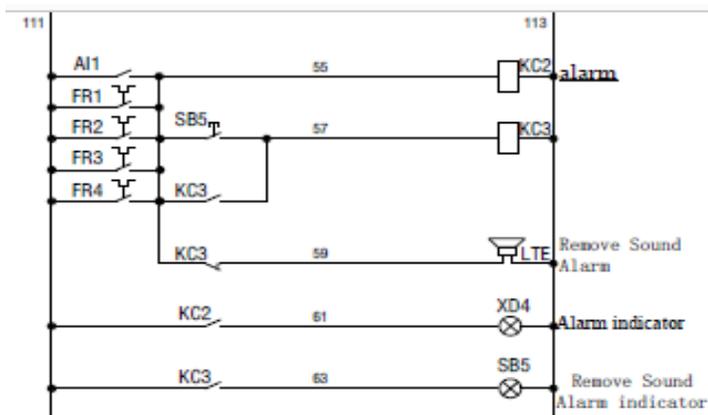


Figura 30. Sección de plano de funcionamiento de horno de curado que se va a modificar

Fuente: Bull Brake Industry Co (2014)

En la figura se aprecia el cambio que se debe realizar para el funcionamiento de la programación del PLC para el horno de curado. No se eliminara ningún componente, pero se agregara un Relé nombrado como Alarma H que enviará una señal a un contactor N/C que este a su vez es el que se usara como señal de entrada para el PLC SLC – 5/04

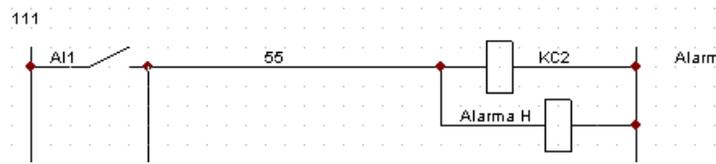


Figura 31. Línea modificada en el presente proyecto.

Fuente: Arnold Melet (2018)

A continuación se presenta el chasis del PLC donde se indican las conexiones de la fuente en la figura 32.

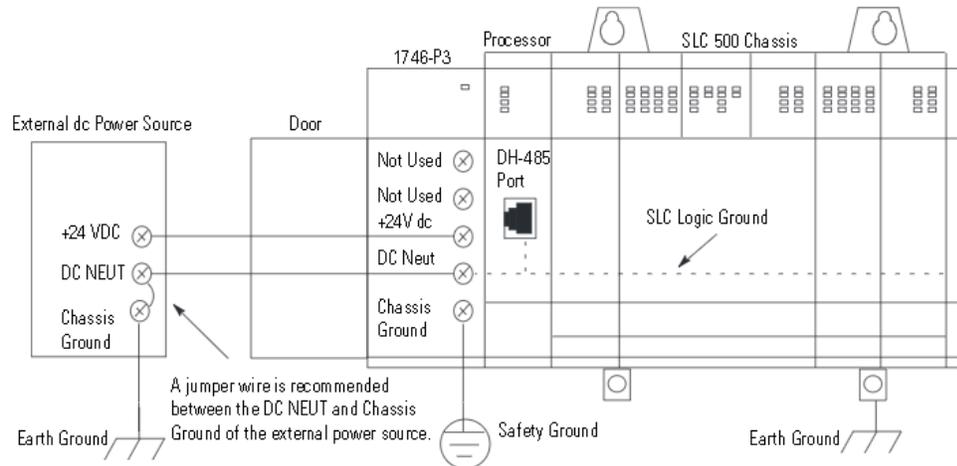


Figura 32. Representación de conexiones eléctricas del módulo de fuente del PLC.

Fuente: SLC 500 SYSTEMS selection guide (2013)

5.4 Simulación del sistema automatizado diseñado para el encendido, la puesta a punto y el apagado de seguridad del horno de curado y las prensas hidráulicas de la empresa Inversiones LyG 707274 C.A.

Una vez finalizada la fase III se ejecutó un emulador de entradas y salidas I/O en el programa LOGIXPRO como el mostrado en la figura 33 para hacer una prueba del funcionamiento del programa.

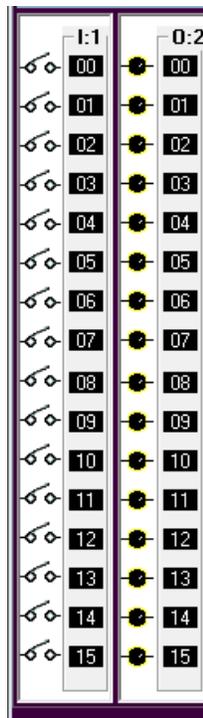


Figura 33. Emulador I/O del programa LOGIXPRO

Fuente: Arnold Melet (2018)

Se presentarán a continuación unas capturas de pantalla de la ejecución del programa como un ejemplo del mismo (ver figura 34).

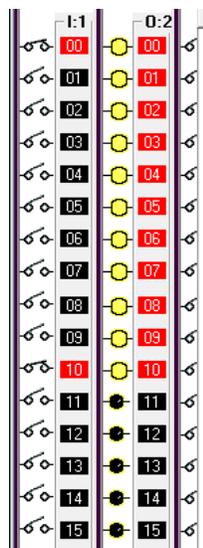


Figura 34. Emulador I/O del programa LOGIXPRO

Fuente: Arnold Melet (2018)

Cuando se ejecuta el pulsador 1 y teniendo seleccionado el día lunes en la entrada 10 se aprecia el encendido de los equipos en las salidas de la 2 a la 9 y una vez que finalizan las 10Hrs laborales se apagan los equipos como se muestra en la figura 35.

Las salidas 1 y 2 que se muestran encendidas son la bobina 1 y la bobina de reset respectivamente. Y la salida numero 10 representa la bobina que activa el programa del día lunes.

A continuación se mostrará una captura de pantalla de un programa iniciado un día miércoles con la prensa 4 y el horno de curado colocados en modo manual, es decir que funcionara de modo independiente a lo que ejecute el programa (ver figura 36).

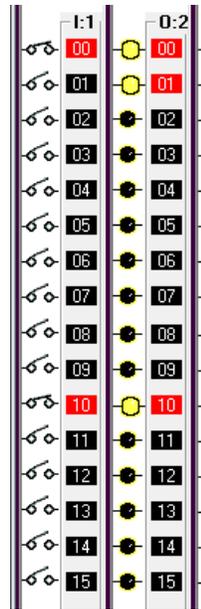


Figura 35. Emulador I/O del programa LOGIXPRO

Fuente: Arnold Melet (2018)

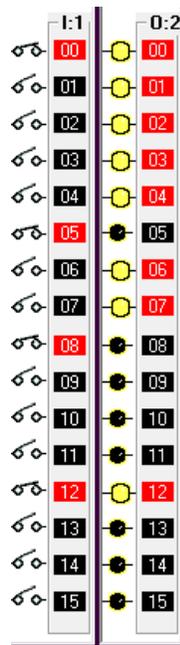


Figura 36. Emulador I/O del programa LOGIXPRO

Fuente: Arnold Melet (2018)

En la siguiente captura se mostrará un timer de fin de semana reteniendo el encendido de los equipos con el selector en día miércoles y los contadores en un día sábado a primeras horas del día (ver figura 37 y figura 38).

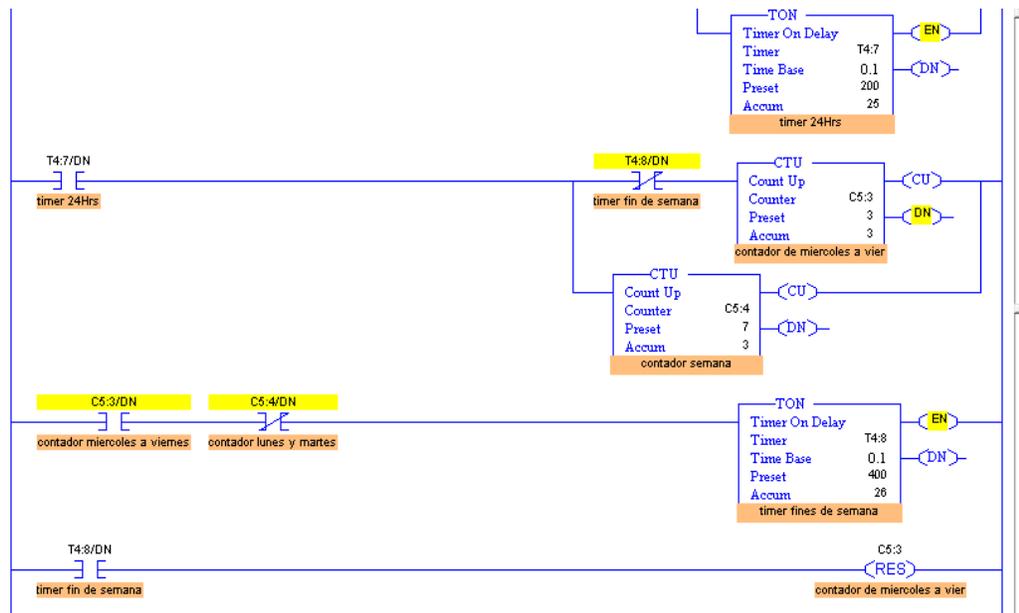


Figura 37. Comandos de programación del PLC desde la línea 018 hasta la línea 020

Fuente: Arnold Melet (2018)

Para finalizar esta fase, el programa se probó por tres semanas empezando por cada uno de los días de la semana para verificar el correcto funcionamiento del ciclo, lo cual fue satisfactorio.

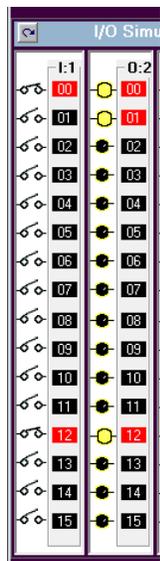


Figura 38. Emulador I/O del programa LOGIXPRO

Fuente: Arnold Melet (2018)

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se concluyó principalmente que el sistema diseñado para el encendido, la puesta a punto y el apagado de seguridad del horno de curado y las prensas cumple con las condiciones establecidas por la empresa INVERSIONES LYG 707274 CA.

Conocer cómo se llevaba actualmente el proceso de encendido y apagado, permitió proponer y elaborar un sistema automático para el encendido, la puesta a punto y el apagado de seguridad del horno de curado y las prensas en el horario laboral que comprende los días de lunes a viernes, desde las 8:00 AM hasta las 5:00 PM.

Además se concluyó que el sistema automatizado debe ser controlado por un PLC programado de la familia SLC-500 de la marca Allen Bradley, donde los comandos de entrada serán recibidos por el mismo a través de un cable RS-232 que conectará con un panel HMI.

Para el funcionamiento del sistema se utilizarán unos relés que conectarán con los accionadores de los equipos bajo una orden que vendrá dada por el PLC, la cual debe cumplir con las especificaciones de los diseños elaborados. Como lo son los circuitos eléctricos de la configuración y la programación que llevara el PLC en su procesador.

Con el programa RS Logix Pro se pudo hacer una simulación satisfactoria donde se reflejó el correcto funcionamiento del PLC.

RECOMENDACIONES

Se recomienda elaborar un manual operativo para el uso correcto de las herramientas de las que consta el nuevo sistema implementado.

Como segunda recomendación se plantea contratar un ingeniero eléctrico para la instalación de los componentes del sistema.

Es importante capacitar al personal del área sobre las nociones básicas, lenguaje y uso del PLC, preferiblemente de la marca Allen Bradley.

Se recomienda seguir los parámetros establecidos en el presente informe para la instalación de los componentes electrónicos.

Para la instalación del sistema es recomendable realizar pruebas y estudiar el correcto funcionamiento del equipo. Debido a que los ensayos realizados en el presente informe son ensayos virtuales en donde no influyen distintos factores que pueden alterar el sistema.

BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, Luis Miguel (2012) tesis de grado titulada **“automatización de la puesta en marcha del generador de potencia auxiliar de la empresa venezolana de cartones corrugados c.a.”**

Allen-bradley. Manual de referencia titulado **“juego de instrucciones de slc 500tm y micrologixtm 1000”**

Allen-bradley (2018) rockwell automation / rockwell software. Información extraída en febrero del 2018 de la world wide web: <https://ab.rockwellautomation.com/>

Bonilla, j. (2013) tesis de grado titulada **“programación de interfaces humano-máquina para una red de plc”**

Covenin 797:1996 **automotriz. Material de fricción para frenos.**

Fmsi **brake lining, brake shoe and clutch facing**

J. Rodríguez y t. Fausto (marzo 2006) **automatización y puesta en marcha de la máquina empacadora cassoli pac600r de la planta productos familia sancela del Ecuador s.a.**

Rockwell automation. Boletín número 1746-1747 **“slc 500 systems: selection guide”**

Ternium. Manual de contenido del participante titulado **“interpretación de planos eléctricos”**

APÉNDICES

**APÉNDICE I: Prensa hidráulica de la empresa INVERSIONES LYG
707274 C.A.**



Fuente: Arnold Melet (2017)

**APÉNDICE II: Prensas de la línea de producción de la empresa
INVERSIONES LYG 707274 C.A.**



Fuente: Arnold Melet (2017)

**APÉNDICE III: Horno de curado de la empresa INVERSIONES LYG
707274 C.A.**



Fuente: Arnold Melet