



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

**AUTOMATIZACIÓN DEL GENERADOR DE
CALOR PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA
EN FABRICA LADRILLERA REDIGAL SAC-
CHICLAYO 2017**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

AUTOR:

MATOS LOPEZ CARLOS IVAN

ASESOR:

ING. CELADA PADILLA JAMES SKINNER

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

**DISEÑO-MODELAMIENTO Y SIMULACION DE SISTEMAS
ELECTROMECHANICOS**

PERU - 2017

DEDICATORIA

A:

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Mi madre Clara López Quevedo por haberme apoyado en todo momento, por sus concejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

Mi padre Floro Matos Castro por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

Mis hermanos, Manuel, Hernán, Sileny, Carmen, Inés, Marilú, Nícida, Jhon, Margarita y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en mi formación profesional.

Mis amigos, que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos: Jairo Colvaqui, Jorge Luis Mateo, Julio Cesar Odar, Omar Calderón, Segundo Navarro y a todos mis compañeros del grupo H.

Carlos Matos

AGRADECIMIENTO

Expreso mi mayor gratitud a:

Mis docentes de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, personas de experiencia con mucha capacidad quienes se han esforzado para ayudarme al punto en el que me encuentro.

Sencillo no ha sido el proceso, pero gracias a las ganas de transmitirme sus conocimientos y dedicación que los ha regido, he logrado importantes objetivos como culminar mis estudio y ahora el desarrollo de mi tesis.

Y para finalizar, también agradezco a todos que fueron mis compañeros de clase durante todos los niveles de universidad ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado en un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

Carlos Matos

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

YO, **MATOS LÓPEZ CARLOS IVÁN** con DNI N° **46872093**, a efecto de cumplir con los dispositivos vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la **Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica**, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces ajustándose a la realidad.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la **Universidad Cesar Vallejo**.

Pimentel, Noviembre del 2017



MATOS LÓPEZ CARLOS IVÁN

DNI: 46872093

PRESENTACIÓN

En la actualidad la automatización en plantas industriales es muy importante porque nos ayuda a realizar trabajos más preciso y controlado haciendo más eficiente un trabajo determinado que ayuda en la calidad del producto que se trabaja.

La automatización ha surgido principalmente para mejorar cada vez más la exigencia y la competencia del mercado. El realizar una automatización en un área o máquina de trabajo realiza muchos cambios tanto en la calidad de trabajo como también en la eficiencia y minimiza tiempos perdidos.

Con la automatización se genera más trabajo porque el objetivo es realizar un trabajo constante en el proceso que se realice obteniendo así más producción y cubrir más demandas del mercado.

Los equipos que conformen parte de la automatización son equipos que te dan gran ventajas, su valor se recupera en poco tiempo y no ayuda a prepararnos más y estar capacitados para realizar trabajos con nuevas tecnologías que definitivamente mejoran el proceso de trabajo donde se le destine.

El objetivo de realizar la automatización del generador de calor es mejorar el proceso deficiente que realiza y estar monitoreando desde una pc los parámetros de trabajo sin la necesidad de estar presente en el equipo.

El autor

INDICE

PAGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN.....	vi
INDICE.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	10
1.1 Realidad Problemática	10
1.2 Trabajos Previos	12
1.3 Teorías Relacionadas al tema.....	14
1.4 Formulación al problema.....	27
1.5 Justificación del estudio	27
1.6 Hipótesis	28
1.7 Objetivos.....	28
II. METODO	29
2.1 Diseño de investigación	29
2.2 variables, Operacionalización.	29
2.3 población y muestra	30
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	31
2.5 métodos de análisis de datos.....	31
2.6 Aspectos éticos.....	31
III. RESULTADOS.....	32
IV. DISCUSIÓN.....	107
V. CONCLUSIONES	108
VI. RECOMENDACIONES.....	109
VII. REFERENCIAS.....	110
ANEXOS.....	116

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la automatización del generador de calor de la fábrica ladrillera Redigal S.A.C – Chiclayo, en donde se ha tenido que realizar un diagnóstico del estado actual de trabajo del generador de calor en cada proceso de funcionamiento.

En el diagnóstico, inicialmente se ha tenido que realizar una inspección de todos los equipos que conforman el generador de calor y su proceso de control en el trabajo para conocer las condiciones técnicas de cada equipo y sistema de control.

Como parte del diagnóstico se ha realizado una supervisión y una ficha de recolección de datos del trabajo que realiza el generador desde el proceso inicial hasta el resultado del proceso, observando una variedad de dificultades tanto el registro de datos de trabajo del generador como en el control del proceso obteniendo un trabajo no eficiente.

Estos permiten indicar las deficiencias de trabajo del generador de calor en cada proceso, en donde para mejorar la eficiencia de trabajo, se propuso automatizar el generador de calor utilizando equipos de tecnología para tener un buen proceso de generación de calor controlado, mejorando así las deficiencias y obteniendo un proceso estable que ayude a incrementar la eficiencia en la fábrica ladrillera.

Finalmente se ha tenido que realizar una evaluación económica de la propuesta planteada, esto con la finalidad de determinar su rentabilidad y el tiempo de recuperación de la inversión.

PALABRAS CLAVES: Automatización, Eficiencia, Proceso.

ABSTRACT

The present research work was developed in the automation of the heat generator of the brick factory Redigal S.A.C - Chiclayo, where a diagnosis of the current working status of the heat generator in each operation process had to be made.

In the diagnosis, initially it was necessary to carry out an inspection of all the equipment that make up the heat generator and its control process in the work to know the technical conditions of each equipment and control system.

As part of the diagnosis, a monitoring and data collection card has been carried out of the work performed by the generator from the initial process to the result of the process, observing a variety of difficulties both the recording of work data of the generator and the control of the process, obtaining a non-efficient job.

These allow to indicate the work deficiencies of the heat generator in each process, where to improve the work efficiency, it was proposed to automate the heat generator using technology equipment to have a good heat generation process controlled, thus improving the deficiencies and obtaining and stable process that helps to increase the efficiency in the brick factory.

Finally, an economic evaluation of the proposed proposal has been carried out, in order to determine its profitability and the time it takes to recover the investment.

KEY WORDS: Automation, Efficiency, Process.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

Internacional

Ecuador.

[...]Para mejorar optimizar el tiempo en el proceso de secado del producto dentro del secadero se debe generar aire caliente y a cierta temperatura determinada, definida por la demanda de la producción y el tipo de material a secar. Para obtener una eficiencia de temperatura deseada se debe tener en cuenta ciertas condiciones de funcionamiento del equipo, es indispensable al momento de controlar un procedimiento, especificar cuáles son las variables de salida y de entrada para mejorar optimizar el tiempo de un proceso, con este análisis se consigue obtener la información necesaria para controlar el sistema y llegar a adquirir las condiciones de operación, las cuales van a permitir tener el control y fijar la temperatura deseada del aire de salida que se requiere para secar la cantidad de material que se almacene en la cámara de secado. (Celleri2008; p.65).

Ecuador.

[...]En la actualidad, las empresas exportadoras y productores de ladrillo realizan el secado del ladrillo mediante métodos naturales dependiendo siempre de la variación climática dado que la temperatura de la radiación solar no siempre será la misma todos los días. Esto produce un retraso en el proceso de secado denominado como proceso discontinuo aumentando los tiempos en el proceso de aquí surge la necesidad de proponer y diseñar un prototipo que permita optimizar los tiempos de secado, y que se lleve a cabo de forma sistémica y programada. De lo anteriormente expuesto, la etapa de secado no garantiza una producción eficiente, una manipulación correcta y un secado uniforme. (Zambrano2012; p.33).

Barranquilla.

En el mundo de la industria se requieren de calor para su normal desarrollo y utilización de acuerdo a lo que procesan, por esto se utilizan varios procedimientos de calentamiento ya sea por medio de la naturaleza o por equipos fabricados por el hombre como son los generadores de calor acoplados

a los intercambiadores de calor y múltiples equipos que faciliten realizar trabajos eficientes para un proceso continuo del secado del producto que no afecte directamente la producción. El campo de la ingeniería tiene amplia aplicación en el diseño de equipos de generación de calor, principalmente con el objetivo de obtener los mejores resultados que beneficie el ciclo de utilización garantizan. (Fontalvo y Gutiérrez2014, p.13).

Nacional

Lima.

[...]La propuesta de este estudio de tesis para el sistema del proceso de secado, nace a partir de la necesidad prioritaria de realizar el proceso de secado conservando su mejor estado el producto. Este proceso empieza desde la producción siguiendo las demás etapas en la cual se busca mejor en la etapa del procedimiento de secado con la finalidad de tener un producto de calidad, para realizar éste proceso se debe extraer la humedad del producto recientemente ingresado a la etapa del secado hasta obtener una HR 10% listo para la siguiente etapa. (Caballero, 2015; p.4).

Lambayeque.

En el departamento de Lambayeque se encuentra ubicada la agroindustria G&B molinos SAC EL PIRATA. Una de sus principales actividades que realizan a diario el procedimiento del secado del grano de arroz para luego someterlo a otros siguientes procesos, donde se encuentran con un déficit en el proceso de secado debido que no tienen un control de temperatura y un sistema automatizado que garantice una eficiencia optima en el procedimiento de secado del grano de arroz que a la vez retrasa el proceso continuo, es por ello que se propuso automatizar el proceso de secado para tener el control de los parámetros necesarios para mejorar optimizar el tiempo del desarrollo del procedimiento del secado de arroz para evitar la quebradura en el grano.(Balcázar y Tesen ,2015;p.3.4).

Local.

Chiclayo-la Victoria.

La Empresa REDIGAL S.A.C ubicada en la carretera Monsefú, km1 Chacupe bajo del distrito de la victoria provincia de Chiclayo departamento Lambayeque-Perú se dedica al rubro de la fabricación de ladrillos tales como: kinkong, pandereta, techo h12, techo h15 y pastelero bajo las especificaciones técnicas: NTP 331.017. Realiza su fabricación de ladrillos por las siguientes etapas como es preparación de la tierra “molienda”, laminado de tierra humedad, producción, secado y cocido.

Actualmente se encuentra con un déficit en el proceso de secado de ladrillo, debido que la fábrica cuenta con un generador de calor para ser usado en el secadero semicontinuo para el proceso de secado, el cual no es muy eficiente en su trabajo que realiza al generar calor porque no llega a establecer su temperatura de trabajo generando muchas oscilaciones de temperatura continuamente y esto retrasa todo el proceso de fabricación de ladrillo, haciendo a la fábrica no eficiente en su trabajo que realiza.

1.2 Trabajos Previos

Dentro del entorno de generación de calor (aire caliente) y automatización para optimizar tiempo de secado, se manifestara algunos proyectos e investigación que se han realizado para la aplicación en la industria con mejoras a incrementar su producción.

Internacional:

Guayaquil.

Para Vega y Martínez (2015), en su tesis: “Diseño e implementación de un sistema rotatorio de flujo constante para secado de cacao utilizando transferencia de calor por convección y control predictivo basado en modelo”, Tiene como objetivo diseñar e implantar un secador de cacao el cual permita un óptimo secado del grano en menor tiempo que el artesanal garantizando la calidad del producto, en su trabajo concluye que:

[...]Todo el trabajo realizado en el proceso de secado estará en un sistema sincronizado y automatizado mediante diseños de control implementados, que permitirá optimizar el tiempo del proceso de secado del producto y a la vez registrara parámetros que permitirá al operador monitorear el proceso de secado, garantizando una eficiencia en todo su proceso para la calidad del producto.

Bogotá.

Según Bustamante (2005), en su proyecto de tesis: “diseño de automatización para el control y monitoreo de temperatura en el proceso de secado de arroz”, tiene como objetivo diseñar y crear un sistema automático que permita controlar y monitorear los parámetros que se efectúen en el procedimiento de fase de secado de arroz, y a la vez concluye que:

[...]Es importante contar con un sistema que permita realizar el procedimiento de secado durante condiciones difíciles. Este método permite secar el producto en época de lluvias e igualmente con el proceso nocturno sin que el clima ambiente dificulte en las variables de operación del proceso obteniendo un trabajo positivo en la calidad del producto y esto repercute en mayores cantidades de capacidad productiva en las plantas que permite acelerar su procedimiento de trabajo, aumentando su producción y mejorando en su rubro competitivo.

Barranquilla.

Para Fontalvo y Gutiérrez (20014, p.18.), en su trabajo de grado: “diseño de un horno para cocción de ladrillos refractarios en una empresa del sector ladrillero”, tiene como objetivo diseñar un horno para el cocido y secado de ladrillos que incremente la capacidad productiva y mejore la calidad del producto final, que minimice la contaminación ambiental y sea fiable de manipular, donde en su proyecto concluye que:

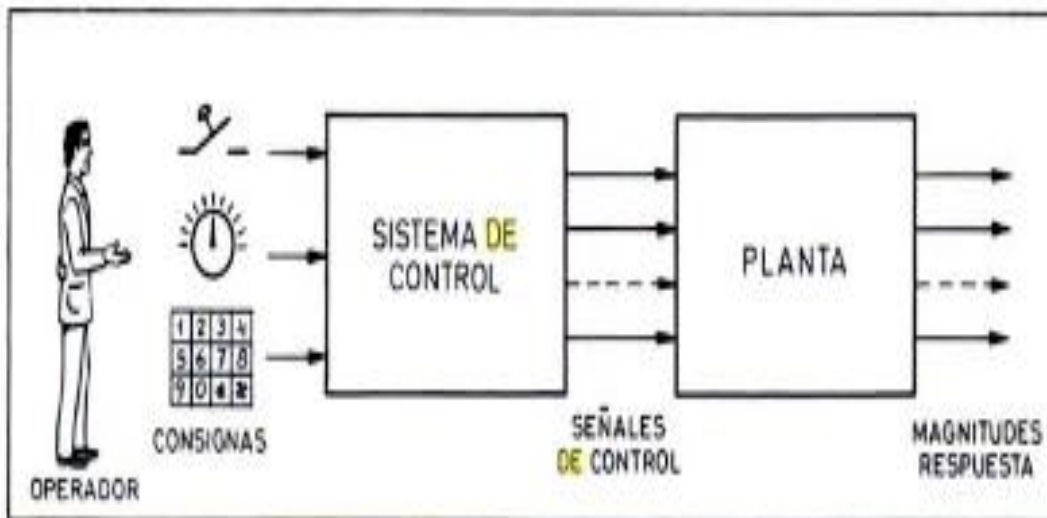
[...] La propuesta de este proyecto ha despertado el interés de los fabricantes y proveedores de saber el presupuesto de construcción y puesta a punto para su financiación y conseguir dividendo que mejoren la competitividad de los inversores mejorando su capacidad productiva e ingresos de manera sustancial. Así mismos fortaleciéndose como empresa en su campo competitivo mejorando el proceso tanto para los operadores como para las maquinas que generan costo en su actividad laboral.

1.3 Teorías Relacionadas al tema

1.3.1 Autómatas Programables (PLC)

“Los autómatas programables (PLC) son amplios en su gama que define su aplicación como el control de la manipulación indirecta de magnitudes de un sistema, abarcando en su campo desde un simple interruptor que gobierna el encendido de una bombilla” **(Balcells y Romeral1997, p.2).**

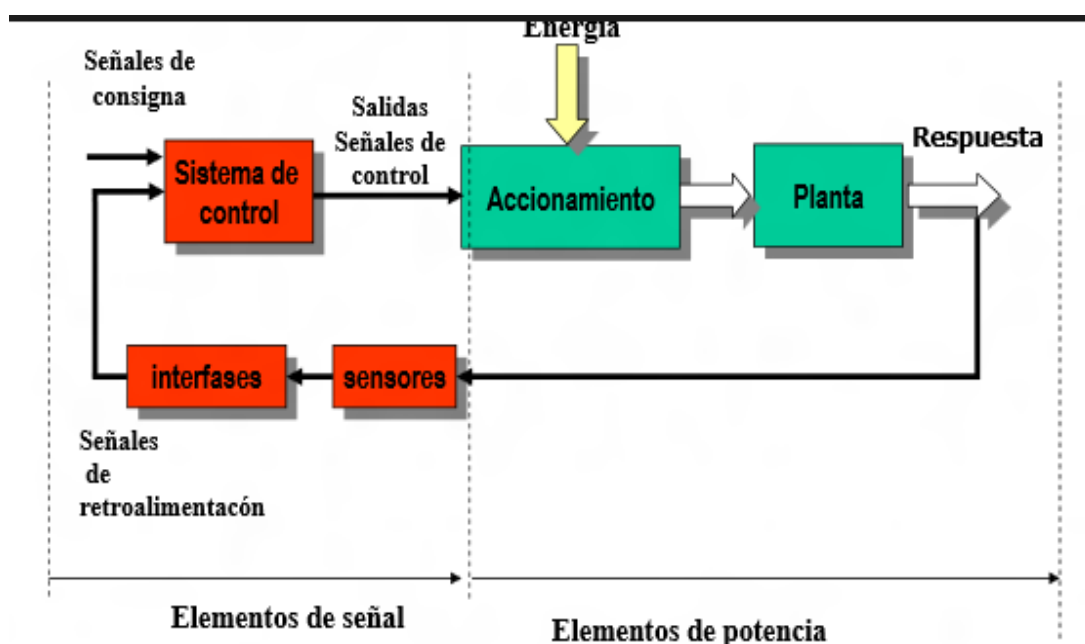
Figura 01



Automatización.

La prioridad de un automatismo es poder controlar el trabajo de un equipo o sistema sin la intervención del humano directamente sobre los elementos de salida. El operario solo podrá intervenir en los parámetros de control y el sistema automático controlara las salidas por medio de los accionamientos con la finalidad de hacer trabajar eficientemente el equipo. En la automatización el factor principal es el interfaz del ser humano con el equipo para realizar trabajos estrictamente controlados con mínimo margen de error para obtener un trabajo de calidad. **(Orozco, Guarnizo y Holguín, 2008, p.9).**

Figura 02



Autómatas Programables y sistemas de automatización.

En este libro se hace mención un análisis de distintos tipos de controladores lógicos que se pueden emplear en la industria según el trabajo que quieras realizar en base a la capacidad del equipo y se hace mención su evolución en el desarrollo de la industria y su aplicación en la actualidad y sea capaz de prever los nuevos desarrollos que se producirán en el futuro. **(Mandado, Marcos, Fernández y Armesto2009, p.1)**

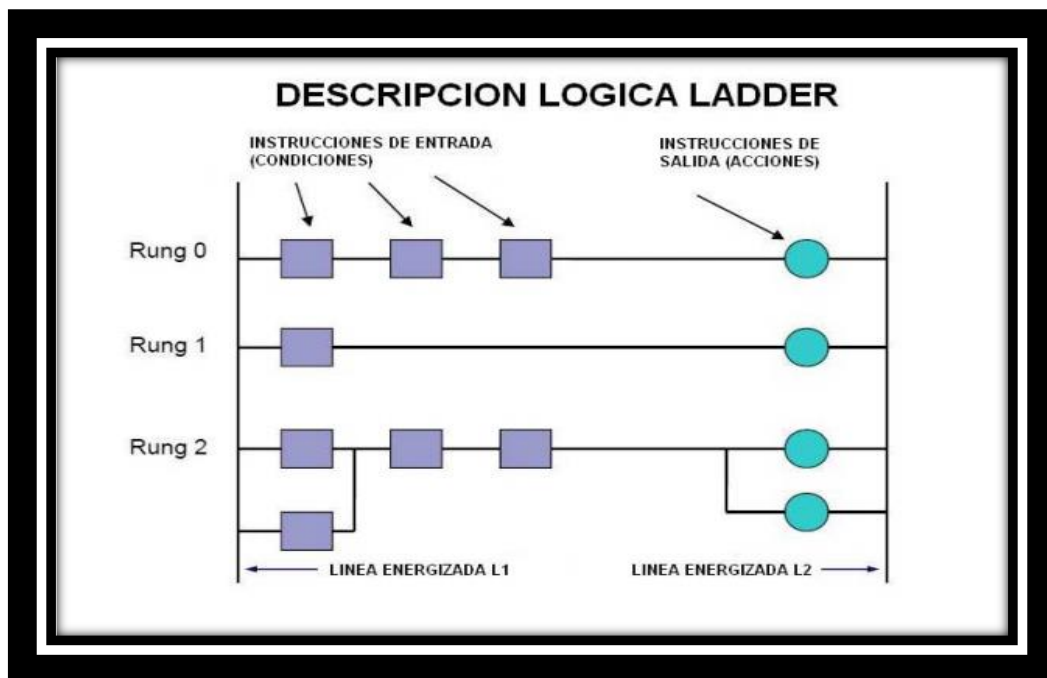
Programación ladder

Existen distintos tipos de lenguaje de programación de un PLC, quizás el más común sea la programación tipo escalera o ladder. Los diagramas de escalera son esquemas de uso común para representar la lógica de control de sistemas industriales. Se le llama diagrama "escalera" porque se asemejan a una escalera, con dos rieles verticales (de alimentación) y "escalones" (líneas horizontales), en las que hay circuitos de control que definen la lógica a través de funciones. De esta manera Las principales características del lenguaje ladder son. **(Mandado, Marcos, Fernández y Armesto2009, p.25)**

- Instrucciones de entrada se introducen a la izquierda
- Instrucciones de salida se situarán en el derecho.
- Los carriles de alimentación son las líneas de suministro de energía L1 y L2 para los circuitos de corriente alterna y 24 V y tierra para los circuitos de CC.
- La mayoría de los PLC permiten más de una salida por cada renglón (Rung).
- El procesador (o "controlador") explora peldaños de la escalera de arriba a abajo y de izquierda a derecha.

Descripción lógica ladder

Figura 03



Lógica ladder y su cableado

“Las conexiones de las señales y estándares de programación varían un poco entre los diferentes modelos de PLC, pero los conceptos son los mismos, así que tanto el cableado de alimentación como la programación son de alguna forma genéricos” (Mandado, Marcos, Fernández y Armesto2009, p.32).

1.3.2 Tipos de sistema de control

“Los sistemas de control en la industria de la automatización se clasifican en control de lazo abierto y lazo cerrado. Son procesos destinados para supervisar, ordenar, dirigir o regular el comportamiento de otro sistema, con el fin de reducir las probabilidades de fallo y obtener los resultados teóricamente verdaderos” (VAM INDUSTRY, p.3.5).

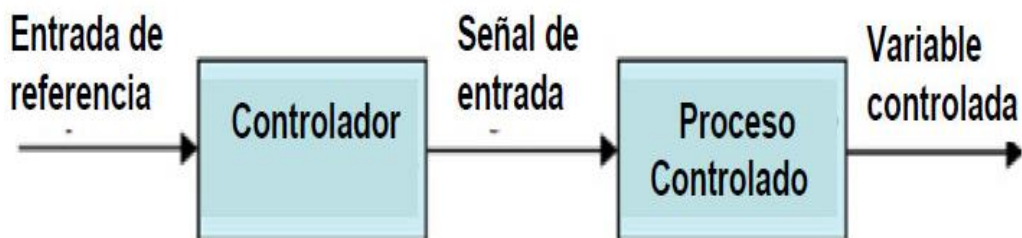
Sistema de control en lazo abierto (open loop)

Los sistemas de control de lazo abierto u open loop son aquellos cuya señal de salida no influye en la señal de entrada, es decir la señal de salida no afecta al proceso, esto significa que no hay retroalimentación hacia el controlador para que este pueda ajustar la acción de control. (VAM INDUSTRY, p.3.5)

Estos sistemas se caracterizan por:

- Ser sencillos y de fácil concepto.
- Nada asegura su estabilidad ante una perturbación.
- La salida no se compara con la entrada.
- Ser afectado por las perturbaciones.
- La precisión depende de la previa calibración del sistema.

Figura 04



Sistema de control en lazo cerrado

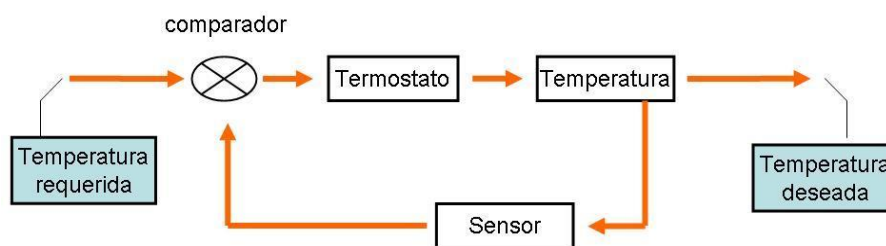
Los sistemas de control de lazo cerrado o closed loop, son sistemas en los que la acción de control está en función de la señal de salida. Los sistemas de circuito cerrado usan la retroalimentación desde un resultado final para ajustar la acción de control en consecuencia. (VAM INDUSTRY, p.3.5)

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

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

Figura 05

Lazo Cerrado



1.3.3 Tipos de señales

Las señales de un sistema de control pueden ser de dos tipos:

- **Señales analógicas.** Son señales que tienen una variación decimal dentro de un rango de valores y suelen ser eléctricas, este rango es de 4 a 20 mA. (VAN INDUSTRY, p.3.8).
- **Señales digitales.** Son señales que pueden indicar dos valores (0 o 1). Por lo tanto son binarias, este tipo de señal indica al usuario si la variable está activada o desactivada con señales de 0 a 5V. (VAN INDUSTRY, p.3.8).

Métodos de control

Control on – off.

“El sistema de control on – off, nos indica si la señal es uno o cero o también en otros términos abierto – cerrado, es una forma de control por realimentación, es un control de dos posiciones” (VAN INDUSTRY, p.3.12).

1.3.4 Ciclo de grado superior de sistemas de regulación y control automáticos PID.

Control proporcional.

El controlador proporcional es el inicio para la función de tres modos de control, si los otros dos sistemas de función están presentes, se suman a la respuesta de salida proporcional. “Proporcional” es la función que indica el cambio presente en la salida del controlador es algún múltiplo del porcentaje del cambio en la medición. Este múltiplo es llamado “ganancia” del controlador. Para algunos controladores, la acción proporcional es ajustada por medio de tal ajuste de ganancia, mientras que para otros se usa una “banda proporcional”. Ambos tienen los mismos propósitos y efectos. **(CONTROLADOR PID, p.5).**

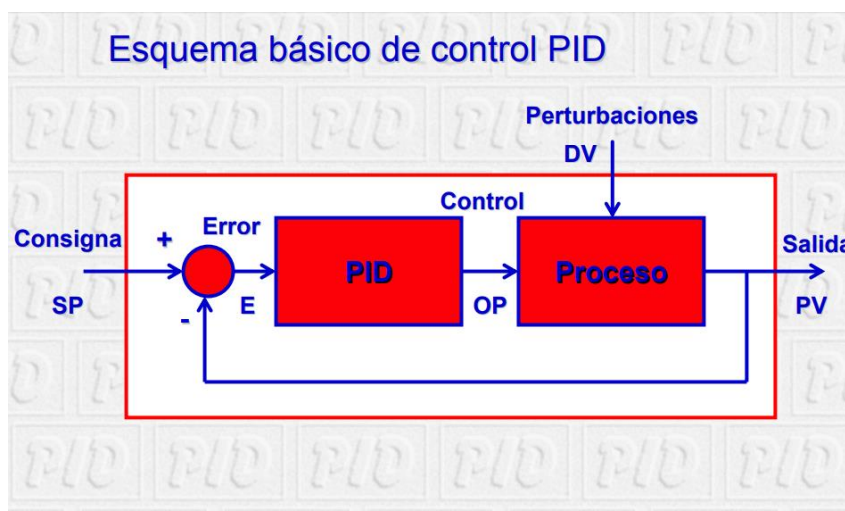
Control integral.

Cuando es necesario que no haya una diferencia de estado estable entre la medición y el valor de consigna bajo todas las condiciones de carga, una función adicional deberá ser agregada al controlador proporcional, esta función es llamada acción integral. La respuesta del lazo abierto del modo integral es mostrada en la figura, que indica un escalón de cambio en algún instante en el tiempo. En tanto que la medición estuviera en su valor de consigna, no existiría ningún cambio en la salida debido al modo integral del controlador. Sin embargo, cuando cualquier error exista entre la medición y el valor de consigna, la acción integral hace que la salida comience a cambiar y continúe cambiando en tanto el error exista. Esta función, entonces, actúa sobre la salida para que cambie hasta un valor correcto necesario para mantener la medición en el valor de consigna. **(CONTROLADOR PID, p.7).**

Acción derivativa.

La tercera respuesta encontrada en controladores es la acción derivativa. Así como la respuesta proporcional responde al tamaño del error y el Integral responde al tamaño y duración del error, el modo derivativo responde a cuán rápido cambia el error. **(CONTROLADOR PID, p.10).**

Figura 06



Proceso controlado con sistema PID.

1.3.5 Motores eléctricos de corriente alterna

“En la actualidad los Motores eléctricos son indispensables en la industria, permiten convertir la potencia eléctrica en potencia mecánica a través de campos que generan reacciones electromagnéticas, algunos de estos elementos pueden realizar funciones reversibles trabajando como generadores” (Enriquez2004, p.152).

Tabla 01

Fuente: Motores eléctricos ENRIQUEZ Harper.	POTENCIA ELÉCTRICA	POTENCIA MECÁNICA
	P: POTENCIA EN kW	P: POTENCIA EN kW
	V: VOLTAJE O TENSION EN VOLTIOS	T: TORQUE EN Nm
	I: CORRIENTE EN AMPERIOS	n: VELOCIDAD EN r.p.m
	Cos φ: FACTOR DE POTENCIA	
		JOULES/SEG= kW
	FORMULA: $P = \sqrt{3} * V * I * \text{Cos } \phi$	FORMULA: $P = T * n / 9550$

TITULO: motores eléctricos de corriente alterna

Selección de motores de inducción.

En la fabricación de motores de inducción jaula de ardilla son especificados en su potencia, como “los caballos de fuerza para trabajos en las industrias”, son fiables en su desarrollo de trabajo si están bien seleccionados para una

determinada carga y su costo varía según su potencia. Sus características de funcionamiento se adaptan a ser maniobrados por equipos externos según su aplicación y tienen la mejor confiabilidad, sus estándares de fabricación están adecuadas para los requerimientos de carga típica de cada clase. **(Enriquez2004, p.2017).**

Potencia de un motor para un mecanismo giratorio.

Donde:

- P: potencia mínima del motor en kW.
- M: par de giro un Nm.
- N: revolucion por min.

$$P = M \cdot \frac{N}{9,550\eta}$$

Velocidad sincrona para motores a 50 y 60 Hz

Tabla 02

Fuente: Motores eléctricos ENRIQUEZ Harper.	N° DE POLOS	50 Hz	60 Hz
	2 polos	3000	3600
	4 polos	1500	1800
	6 polos	1000	1200
	8 polos	750	900
	12 polos	500	600
	16 polos	375	450
	24 polos	250	300

TITULO: motores eléctricos de corriente alterna

1.3.6 Variadores de frecuencia

“Son equipos electrónicos con un sistema de variación de la frecuencia para realizar el control de la velocidad rotacional en un motor de corriente alterna (AC)” **(Alvarez2000).**

Tabla 03

Fuente: Variadores de velocidad de motores de corriente alterna ALVAREZ	FORMULA DE VELOCIDAD DE GIRO EN UN MOTOR	
	N:	velocidad de giro del motor
	F:	frecuencia industrial
	P:	pares de polos
	Rpm:	revoluciones por minuto
		$N = \frac{60 \cdot f}{p} \text{ r.p.m.}$

TITULO: variadores de frecuencia.

Principio de funcionamiento de convertidores de frecuencia.

La red suministra corriente alterna a 50 0 60 Hz, frecuencia industrial. En una primera etapa pasa por un rectificador donde se convierte en corriente continua, pasando posteriormente a un filtro de tal manera que la salida sea lineal, antes del filtro se dispone con una resistencia R1 en paralelo con un contacto K1, el relé K1 permanecerá activado en tanto este con tensión el convertidor, esta tensión continua pasa a la etapa de la conmutación desde donde se convierte en corriente alterna controlada por circuito de los transistores. **(Alvarez2000, p.9).**

Selección de un variador de frecuencia.

- **tipo de carga:** Par constante, par variable, potencia constante.
- **Características de motor:** Corriente y potencia nominal, factor de potencia, y velocidad del motor.
- **Rangos de funcionamiento:** Velocidad máxima y mínima.
- **Par en el arranque:** Verificar que no supere los permitidos por el variador, si supera el 170 % del par nominal es conveniente sobredimensionar el variador.
- **Frenado regenerativo:** Cargas de gran inercia, ciclos rápidos, y movimientos verticales, requieren de resistencia de frenado exterior.
- **Ampliación multimotor:** Prever protecciones térmicas para cada motor, la suma de las potencias de los motores será la potencia total del variador **(Alvarez2000, p.9).**

1.3.7 Generación de aire caliente.

“En el proceso de los secadores, al aire caliente es generado por la combustión y es impulsado por medio de ventiladores axiales. Las fuentes de energía utilizadas para generar calor son muy variadas” **(Fito, Andrés, Barat, Albors2016, p.12).**

Transferencia de calor.

La transferencia de calor busca predecir la transferencia de energía generada que puede ocurrir entre dos o más cuerpos materiales, como resultado de una diferencia de temperatura. La termodinámica enseña que esta transferencia de energía se denomina como calor. El estudio de la transferencia de calor o aire caliente no siempre trata de cómo puede ser transferida la energía calorífica, sino también de explicar la rapidez a la que se realizará este intercambio bajo condiciones específicas. La termodinámica se ocupa de sistemas en equilibrio; se puede utilizar para pronosticar la cantidad de energía requerida para poder pasar un sistema de un estado de equilibrio a otro; no puede usarse para predecir qué tan rápido se realizará un cambio, ya que el sistema no se encuentra en equilibrio durante el proceso. La transferencia de calor completa al primer y segundo principios de la termodinámica, al proporcionar reglas experimentales adicionales que se pueden utilizar para establecer rapidezces de transferencia de energía. Tal como en la ciencia de la termodinámica, las reglas experimentales utilizadas como base del tema de la transferencia de energía son muy simples y se les puede ampliar con facilidad para que abarquen -diversas situaciones prácticas. **(Holman1999, p.17).**

1.3.8 Transferencia de calor por convección.

“El modo de transferencia de calor por convección se compone de dos mecanismos, el movimiento del fluido se asocia con el hecho de que en cualquier instante grandes números de moléculas se muevan de forma colectiva” **(Frank.p1999, p.5).**

Tabla 04

Fuente: Fundamentos de transferencia de calor ICROPERA Frank	VALORES TIPICOS DEL COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CALOR POR CONVECCION	
	PROCESO	h (W/m ² · K)
Convección libre	gases	2-1000
	Líquidos	50-1000
Convección forzada	gases	25-250
	Líquidos	50-20,000
Convección con cambio de fase	Ebullición	2500-100,000
	Condensación	

TITULO: Cuadro de Transferencia de calor por convección.

Ecuación para transferencia de calor por convección:

- Por convección positivo (calor transferido desde la superficie)

$$q^w = h (T_s - T_\infty)$$

- Por convección negativo (calor transferido hacia la superficie)

$$q^w = h (T_\infty - T_s)$$

q^w = flujo de calor por conveccion(w/m²).

h = coeeficiente de transferencia de calor por conveccion(w/m².k).

$T_\infty - T_s$ = diferencia entra las temperaturas de la superfice y el fluido (ley de enfriamiento de newton).

(Frank.p1999, p.6).

1.3.9 Poder calorifico de la casrilla de arroz

“Poder calorifico inferior de la cascarrilla de arroz en funcion del contenido de humedad, En el peru el contenido de humedad es de 10.44 % y el poder calorifico es de 12924,38 kJ/kg” (Agustin,2007).

Tabla 05

FUENTE: Analisis comparativo de las características fisicoquímicas de la cascarrilla de arroz AGUSTIN Valverde.	CONTENIDO DE HUMEDAD	PODER CALORÍFICO INFERIOR (PCI) kj/kg
	0	19880
	10	17644
	20	15412
	30	13180
	40	10947
	50	8715
	60	6413

TITULO: Poder calorífico de la cascarrilla de arroz.

Tabla 06

Fuente: Refractarios F.H Norton.	Combustibles	Kcal / Kg
	Cascara de arroz	3181.00
	Algarrobo	3703.00
	Aserrin	3700.00
	Eucalipto	4306.00
	Carbon bituminoso	4066.00
	Carbon antracítico	6500.00

TITULO: Poder calorífico de combustibles.

1.3.10. Influencia de las condiciones del aire en el proceso de secado.

“Durante el proceso de secado se utiliza aire caliente para evaporar el agua de los productos crudos. La evaporización del agua depende de la velocidad, humedad y temperatura del aire” (Mancuhan, 2009, p.707).

Secado a velocidad constante.

El proceso de secado a una velocidad constante es producido por efecto de la evaporación de una superficie líquida en el producto en proceso de secado, en este tipo de proceso se da el caso que la velocidad de secado está determinada por la velocidad de difusión del vapor a través de la película gaseosa que cubre la superficie de secado. (Nonhebel y Moss, 1979, p.21).

1.3.11 Contracción al secado.

“La contracción al secado es un problema, las diferencias de contracción originan la rotura del material, a medida que la mezcla sea más plástica, mayor será el riesgo que se produzcan tensiones que originen fisuras en el secado” **(Elías, 2001, p.4).**

Circulación del aire en el secadero.

El aire dentro del secadero puede dirigirse a contracorriente paralela o contracorriente con respecto al producto.

- Corrientes paralelas, el aire fresco caliente encuentra al producto húmedo a su entrada en el secadero, la gran diferencia de temperatura en este origina una rápida transferencia de calor y de materia.
- Contracorriente, el producto húmedo a la entrada del secadero se pone en contacto con un aire húmedo y enfriado, este proceso no se adapta a las materias sensibles a la temperatura. **(Keneule, 1982, p. 161).**

1.3.12 AutoCAD

“AutoCAD es un software de diseño con capacidades de edición para la realización de dibujos digitales y se caracteriza por estar en constante actualización de sus herramientas para un mejor desarrollo de proyectos en la ingeniería, en otros” **(Carranza, 2014).**

El AutoCAD 2015 presenta nuevas características que permiten mejoras en las opciones de trabajo para proyectos de ingeniería, Este libro tiene el objetivo de brindar conceptos modernos y actualizados, desde los más básicos hasta los más avanzados. Encontrará alcances para el desarrollo de dibujos en dos o tres dimensiones, así como conocerá las nuevas opciones de comandos para adquirir mayor rapidez en su desarrollo profesional, El libro está dirigido a estudiantes y profesionales de ingeniería, arquitectura, entre otras especialidades. **(Carranza, 2014).**

1.4 Formulación al problema

¿Cómo incrementar la eficiencia en fabrica ladrillera REDIGAL S.A.C-Chiclayo 2017?

1.5 Justificación del estudio

Justificación técnica

Con este proyecto se ahorrara tiempo en el proceso de secado debido que se generara el calor necesario para cubrir la demanda del secadero con un calor constante controlado desde el tablero por medio de equipos tecnológicos lo que hace y facilita obtener resultados positivos y a la vez monitorear los parámetros de trabajo.

Justificación económica

La empresa REDIGAL S.A.C está en proyección de crecimiento, tanto en producción como en tecnología para mejorar el proceso desde donde se realiza la preparación de tierra hasta el área de despacho para mejorar en su rubro competitivo. Con la propuesta de este proyecto permitiría disminuir gastos que mejoraran la economía de la empresa para su crecimiento.

Justificación social

La prioridad de la empresa REDIGAL S.A.C es brindar un buen producto con calidad en sus acabados de los ladrillos que producen y que actualmente se encuentra como una de las mejores fábricas de ladrillos en el departamento de Lambayeque acogiendo a si una buena relación con sus clientes respaldándole su calidad en el producto que ofrece a la sociedad de la construcción

Justificación ambiental

El diseño de automatización del generador de calor permite mejorar las condiciones de trabajo ayudando a reducir la contaminación ambiental, esta propuesta de diseño es para aprovechar utilizar los recursos de la biomasa como combustible para nuestro generador y Evitaríamos la utilización de transporte para movilizar el ladrillo desde la producción hasta el área de secado reduciendo así la generación de co2; contaminación sonora que afecta al personal.

1.6 Hipótesis

Mediante un diseño de automatización del generador de calor se incrementara la eficiencia en fábrica ladrillera REDIGAL S.A.C-Chiclayo 2017.

1.7 Objetivos

Objetivo General

Diseñar la automatización del generador de calor que permita incrementar la eficiencia en fábrica ladrillera REDIGAL S.A.C-Chiclayo 2017.

Objetivos específicos

1. Diagnosticar el estado actual del proceso y control del generador de calor en la fábrica REDIGAL S.A.C-Chiclayo 2017.
2. Determinar los parámetros que se deben tener en cuenta para la operación del sistema de control de automatización y la selección de sus componentes para controlar la generación del calor.
3. Diseñar el sistema de circuito de control y fuerza mediante un PLC utilizando la programación de equipos según parámetros de operación.
4. Estimar el presupuesto de inversión para el sistema de automatización del generador de calor GB.

II. METODO

2.1 Diseño de investigación

No experimental.- porque la investigación no se quiere modificar intencionalmente variables independientes por lo que se observarán los fenómenos tal y como se dan en su contexto. Esto se debe a las limitaciones explicadas sobre el costo de implantación y el tiempo prolongado de obtención de resultados.

2.2 variables, Operacionalización.

-VARIABLE INDEPENDIENTE.

DISEÑO DE AUTOMATIZACION DEL GENERADOR DE CALOR

-VARIABLE DEPENDIENTE.

INCREMENTAR LA EFICIENCIA

Tabla 07

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICION
INDEPENDIENTE AUTUMATIZACIÓN DEL GENERDAOR DE CALOR	<p>GENERADOR DE CALOR: El aire caliente es genrado por la cobustion y es impulsado por medio de ventiladores axiales hacia el area de secado.(Fito,Andres, Barat y Albors2016,p.12)</p> <p>AUTOMATIZACION Es un sistema que hace que la maquina funcione de forma autónoma , realizando ciclos completos, con el objeto de liberar física y mentalmente al hombre de la ejecucion del proceso. (Piedrafita2004,p.10)</p>	Para el diseño de la automatizacion del generador de calor se debera realizar la programacion de equipos según modelo y funcion a realizar y adquirir un PLC y su pantalla HMI para su respectivo control de funcionamiento	<p>Diseño eléctrico de la automatización</p> <p>Cantidad de calor</p> <p>Tipo de control</p>	<p>Capacidad de de calor</p> <p>kcal.</p> <p>PID</p>	Ficha de recoleccion de datos	razon
DEPENDIENTE INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN FAABRICA LADRILLERA REDIGAL S.A.C-CHICLAYO 2017	Con la optimizacion del proceso se pretende lograr el secado del producto con el minimo, consumo energetico en el menor tiempo y sin afectar la produccion. (Fernandez,2002,p.229)	Para incrementa la eficiencia en la fábrica ladrillera se propone el diseño de automatización para el generador de calor que facilitara tener el control de las variables de temperatura y y presión de aire	<p>Mejoramiento de proceso de generación de calor</p> <p>Capacidad del secadero semicontinuo</p>	<p>temperatura</p> <p>presión</p> <p>tipo de ladrillo</p>	guia de observacion	razon

2.3 población y muestra

2.3.1. Objeto de análisis (OA).

Generación de calor óptimo para incrementar eficiencia en fábrica ladrillera.

2.3.2. Población (N).

La población en la ladrillera REDIGAL S.A.C está conformado por los generadores de calor de la ladrillera REDIGAL S.A.C-Chiclayo.

2.3.3. Muestra (n).

La muestra es la automatización del generador de calor GB de la ladrillera REDIGAL S.A.C-Chiclayo.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Tabla 08

Fuente: Elaboración propia.	TECNICAS		INSTRUMENTOS
	Observación	Ficha de datos	- Guía de Observación. - Ficha de recolección de datos
	Se hará realizando una inspección del proceso de tiempo y secado del ladrillo.	Se hará recopilando datos del registro de la producción y los parámetros de trabajo del Generador de calor.	

2.4.1. Validez y confiabilidad.

Para adquirir la validación y confiabilidad de los instrumentos con los que se trabajara, se consultara a ingenieros especializados en el tema de investigación en cuanto a contenido y elaboración de los instrumentos mencionados.

2.5 métodos de análisis de datos

Se empleará la estadística descriptiva que nos permite realizar inferencias y sacar conclusiones a partir de datos imperfectos. Los datos son generalmente imperfectos en el sentido que aun cuando posean información útil no nos cuenta la historia completa.

2.6 Aspectos éticos

Teniendo en cuenta los datos obtenidos del diseño propuesto, se realizara un estudio en base a la ciencia para obtener una serie de alternativas para posteriormente llevarlo aplicar en la realidad.

III. RESULTADOS

3.1 DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE CONTROL DEL GENERADOR.

3.1.1 Introducción

El generador de calor (aire caliente) tipo G, es fabricado por BERALMAR, ha sido proyectado y realizado para facilitar un sistema de calefacción por aire caliente a temperatura inferiores a 150 °C en la salida del intercambiador de calor. Es adaptable especialmente para todos los usos en que el fluido caliente tiene que ser exclusivamente aire puro, perfectamente inodoro, y estar exento de contaminaciones químicas. La característica principal de los Generadores de aire caliente "GB" es la de utilizar totalmente la energía térmica producida por la cámara de combustión, lo cual es posible ya que el intercambiador de tubos es embestido por el aire que, a contra corriente, circula hasta recorrer un giro de 360° (flujo rotatorio). El generador de aire caliente BERALMAR es adecuado especialmente para secaderos de ladrillos y cualquier tipo de secadero industrial que precise temperaturas de aire inferiores a 150 °C.

El generador de calor modelo GB de 1000000 kcal/h, se encuentra actualmente funcionando supervisado por un operador que va manipulando los equipos de control según el cambio que se den en las variables de operación realizando un trabajo no muy eficiente en el proceso de control.

Las imágenes del diagnóstico se observa en el anexo N° 2

3.1.2 Descripción del proceso de generación de calor

3.1.2.1 Motor de Faja transportadora:

El motor M2 es la faja transportadora que abastece de cascarilla de arroz a la tolva acoplada al sinfín o tornillo transportado y está conectado a un variador Schneider ATV 312 de 5.5 kW el cual no es necesario que empleé un variador porque el motor trabaja a 60 Hz acoplador a un reductor de 2.2 kW. Es un gasto innecesario tener un variador para dicho motor, en cuanto al control del motor para el llenada de la cascarilla de arroz hacia la tolva acoplada al sinfín es supervisado por un personal por turno, el cual no se abastece para tener un buen control porque realiza muchas tareas en el generador de calor.

Tabla 09

Fuente: Elaboración propia.	CARACTERISTICAS DEL MOTOR	
	MOTOR	M2
	POTENCIA (kW)	2.2
	FRECUENCIA (Hz)	50
	REVOLUCIÓN (rpm)	1430
	TENSIÓN (V)	380
	INTENSIDAD (A)	5
	Cos ϕ	0,82

Características del motor M2

Figura 07



Motor 2.2 kW de faja transportadora

3.1.2.2 proceso de la cámara de combustión

a) Motor de tornillo transportador (sinfín):

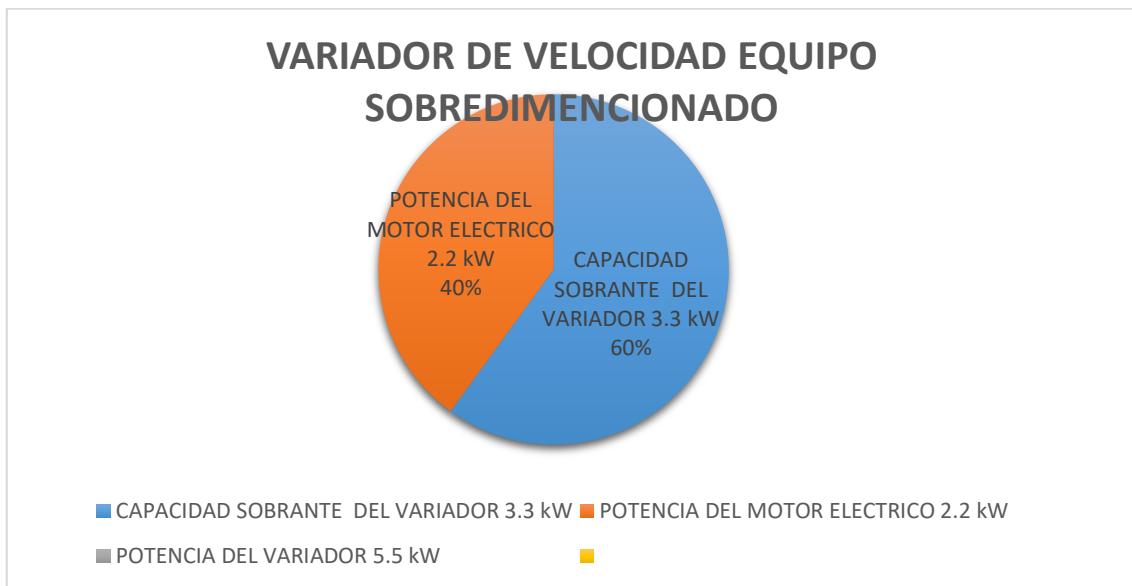
El motor M3 controla el tornillo transportador de cascarilla de arroz, que a su vez es controlado manualmente por un variador de velocidad sobredimensionado de la marca Schneider modelo ATV312HU55N4 de 5.5 kW y está controlado por la temperatura máxima de la cámara de combustión mediante un pirómetro que manda una señal al logo Siemens.

Tabla 10

Fuente: Elaboración propia.	CARACTERISTICAS DEL MOTOR	
	MOTOR	M3
	POTENCIA (kW)	2.2
	FRECUENCIA (Hz)	60
	REVOLUCIÓN (rpm)	1740
	TENSIÓN (V)	400
	INTENSIDAD (A)	5.4
	Cos ϕ	0,82

Características del M3

Figura 08



Capacidad del variador U3 en comparación a la potencia del motor M3

Figura 09



Tronillo sinfín transportador

b) Motor de ventilador de impulsión fragua:

El motor M4, es un ventilador que inyecta aire frío por un ducto cuadrado de 40 x 40 cm hacia la cámara para realizar la combustión y es controlado manualmente por un personal en cada turno según parámetros que se registra por un variador de la marca Schneider modelo ATV312HU55N4 de 5.5 kW, el

aire que ingresa a la cámara de combustión lo registran en mmH2O artesanal hecho por el personal de la misma fábrica, el cual no nos sirve para realizar una automatización.

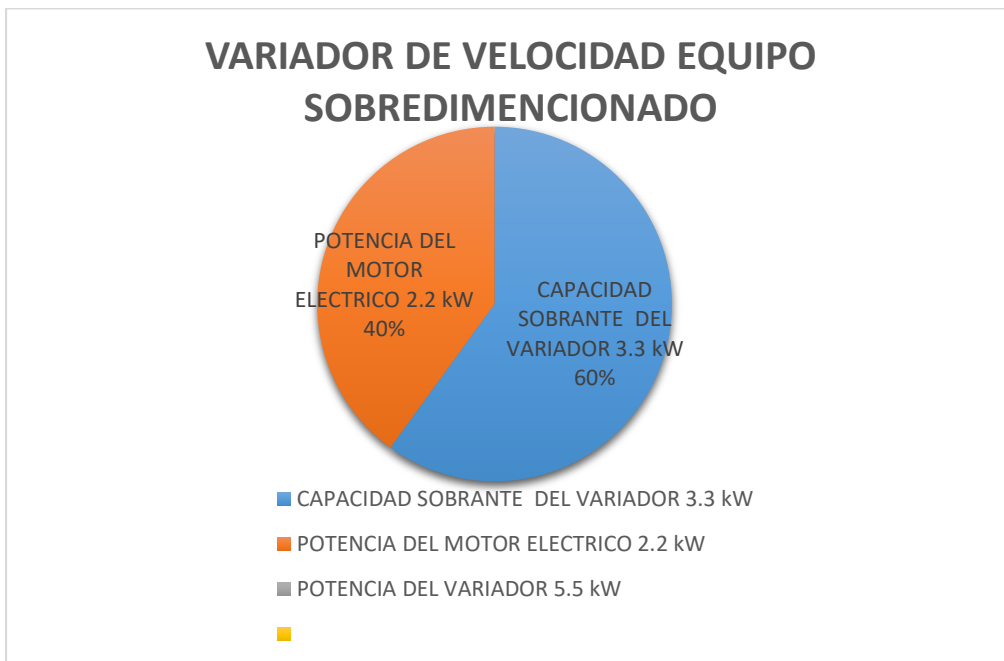
Tabla 11

CARACTERISTICAS DEL MOTOR	
MOTOR	M4
POTENCIA (kW)	2.2
FRECUENCIA (Hz)	60
REVOLUCIÓN (rpm)	1750
TENSIÓN (V)	380
INTENSIDAD (A)	5.2
Cos ϕ	0,82

Fuente: Elaboración propia.

Características del motor M4

Figura 10



Capacidad del variador U4 en comparación a la potencia del motor M4

Figura 11



Ventilador de impulsión fragua

3.1.2.3 Equipo de transferencia de calor

En el generador de calor en la parte donde se realiza la transferencia de calor es por convección, su función es realizar un intercambio de temperatura para así obtener aire caliente libre de impurezas para ingresarlo al secadero semicontinuo, a continuación se muestra unos datos con los que se encuentra trabajando actualmente:

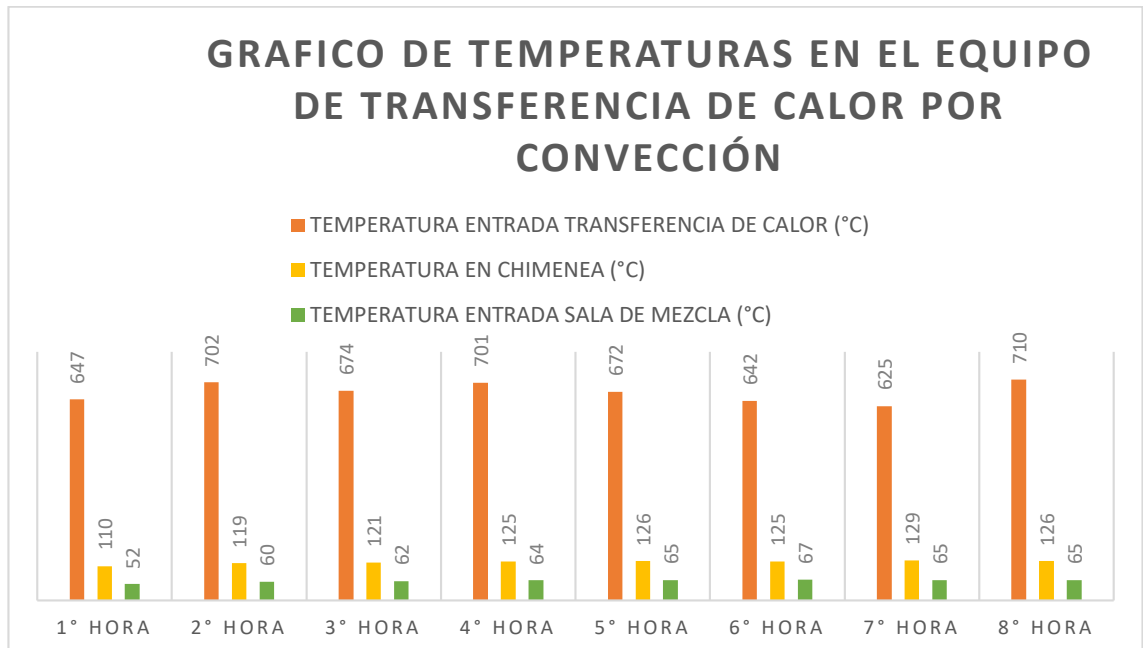
Tabla 12

REGISTRO DE DATOS DE TRABAJO DEL EQUIPO DE TRANSFERENCIA DE CALOR POR CONVECCIÓN									
PROCESO EN UN TURNO DE 8 HORAS	07:00 a.m.	08:00 a.m.	09:00 a.m.	10:00 a.m.	11:00 a.m.	12:00 p.m.	01:00 p.m.	02:00 p.m.	PROMEDIO
TEMPERATURA EN LA ENTRADA DE TRANSFERENCIA DE CALOR (°C)	647	702	674	701	672	642	625	710	668.25
TEMPERATURA EN LA SALIDA DE TRANSFERENCIA DE CALOR (°C)	110	119	121	116	126	110	105	126	116.625
TEMPERATURA OBTENIDA EN EL INTERCAMBIO DE TEMPERATURA (°C)	52	60	62	57	65	50	45	74	58.125

Fuente: Elaboración propia.

Parámetros de temperatura

Figura 12



Diferencias de temperaturas en el proceso de transferencia de calor

3.1.2.4 Ventilador chimenea

El motor que realiza el trabajo en el ventilador extractor de chimenea se utiliza en generador de calor para extraer el aire caliente del intercambiador de calor a la hora que se realiza el intercambio de temperaturas.

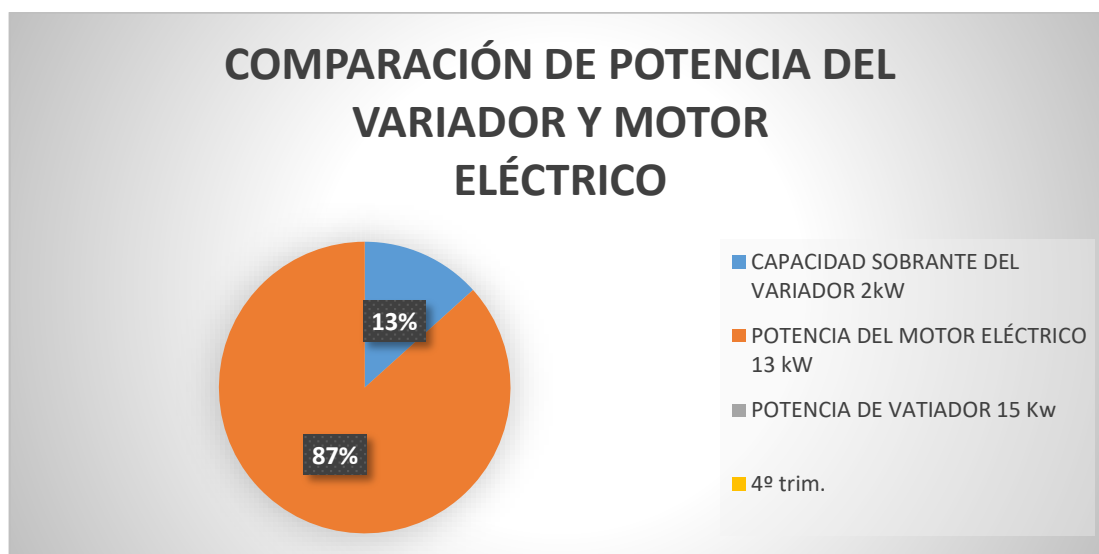
Tabla 13

CARACTERISTICAS DEL MOTOR	
MOTOR	M5
POTENCIA (kW)	13
FRECUENCIA (Hz)	60
REVOLUCIÓN (rpm)	1750
TENSIÓN (V)	480
INTENSIDAD (A)	20.9
Cos ϕ	0,84

Fuente: Elaboración propia.

Características del motor M5

Figura 13



Capacidad del variador U5 en comparación a la potencia del motor M5

Figura 14



Ventilador extractor chimenea.

3.1.2.5 Tablero de control actual del generador de calor

El tablero del sistema de control del generador de calor funciona actualmente con los siguientes equipos como: con variadores Schneider modelos ATV32 Y ATV312, pirómetros Omron, sensores capacitivos, columna de líquido Y termocuplas, todo está instalado con sistema de funcionamiento controlado por un personal por turno y las condiciones que presentan algunos equipos no ayudan a tener un buen proceso en la generación de calor, continuación observaran las imágenes de los equipos que trabajan en el tablero de control.

Figura 15



Tablero de control del generador de calor

3.1.2.6 Variadores Schneider

Como se observa en la imagen los variadores son manipulados manualmente según los parámetros que se esté trabajando

Figura 16



3.1.2.7 Pirómetros Omron

Los pirómetros que están actualmente trabajando en el tablero son de la marca Omron y sus condiciones de trabajo son registra la temperatura y sestar un

sobre temperatura según como la configuración que se le realice y sus condiciones de trabajo no están en buen estado, tiene un cableado totalmente desordena y sin numeración como se va observan en la siguiente imagen.

Figura 17



Pirómetro registrador de temperatura.

3.1.2.8 Columna de líquido

Estos son hechos por el mismo personal técnico de la fábrica y solo sirve para tener una referencia de la presión de aire con la que se está trabajando, no son exactos en su medición y registra su medición con una regla metálica, el cual no se puede utilizar como señal para tener un mejor proceso, a continuación algunas imágenes.

Figura 18



Columna de líquido en la cámara de combustión

Figura 19



Columna de líquido en el ducto de la chimenea

3.1.2.9 Termocuplas

Las termocuplas utilizadas sin adecuadas para realizar el trabajo en el generador de calor son para una temperatura de modelo 232 k 1/2" hasta los 1200 °C, en la siguiente imagen se observara la termocupla con la que se está trabajando.

Figura 20



3.1.2.10 Mala combustión.

En la siguiente imagen se observa la cascarilla de arroz no bien quema debido a un mal control en el proceso de la combustión teniendo como consecuencia lo que se observa en la siguiente imagen.

Figura 21



Cascarilla de arroz

3.1.2.11 Registro de los parámetros.

Los parámetros de trabajo del generador se registran por medio del personal encargado del generador, en fichas elaboradas por oficina de producción para luego ser tomado fotos para ser enviado por WhatsApp a los supervisores y el mismo dueño, a continuación unas imágenes del proceso de registro de los parámetros de trabajo:

Figura 22



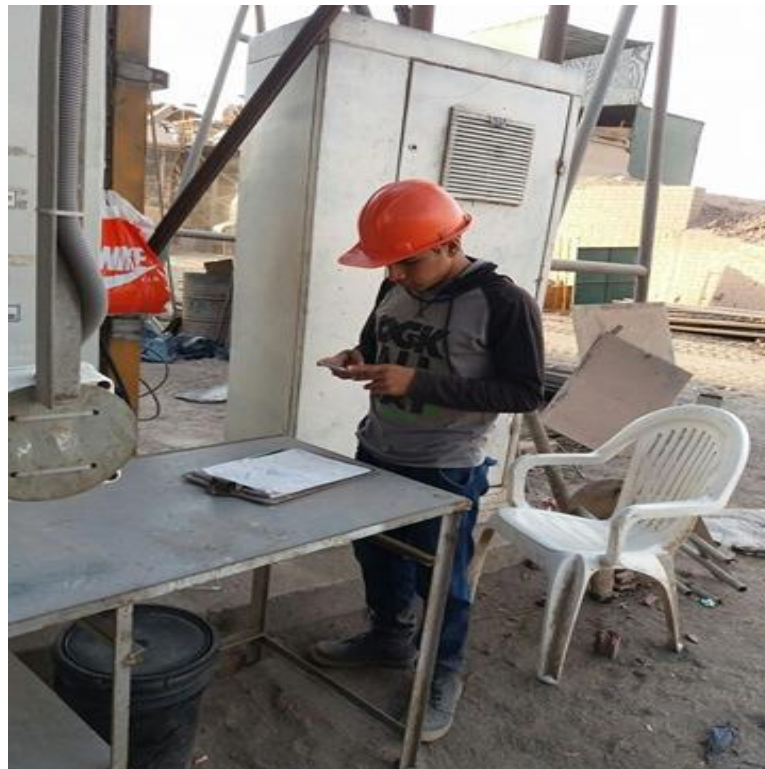
Registro de presión de cámara de combustión

Figura 23



Registro de presión de entrada sala de mezcla

Figura 24



Realizando fotografías a la ficha de registro

3.2 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS QUE SE DEBEN TENER ENCUESTA Y SE EMPLEARAN EN LA AUTOMATIZACIÓN Y SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES.

3.2.1 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS QUE SE EMPLEARAN EN LA AUTOMATIZACIÓN DEL GENERADOR DE CALOR.

Los paramatros que se determino y son importantes para el proceso de generacion de calor para poder incrementar la eficiecia en la fabrica ladrillera REDIGAL S.A.C-CHICLAYO son los que se menciona en el siguiente cuadro:

3.2.1.1 Cuadro de parámetros para el funcionamiento del generador de calor

Tabla 14

PARÁMETROS QUE SE EMPLEARAN EN LA AUTOMATIZACIÓN		
TEMPERATURA (°C)	PRESIÓN (mmH2O)	FRECUENCIA (Hz)
Cámara de combustión	En ducto de ventilador	Variador de motor
		tornillo transportador
	impulsión fragua	Variador de motor de ventilador fragua
Entrada sala de mezcla	En ducto de ventilador	Variador de motor de ventilador chimenea
Ducto Chimenea		

Fuente: Elaboración propia.

TITULO:Parametros del proceso de generacion de calor.

3.2.1.2 Registro de los parámetros del proceso de trabajo del generador de calor manualmente. VER ANEXO 3.

EL registro de datos del proceso de trabajo del generador de calor es manipulado manualmente por un personal encargado de verificar el funcionamiento, el cual se observa que no se realiza un correcto funcionaminto porque la temperatura esta constantemente variando y no llega a su tempratura real, el registro se tomo de cada turno.

3.2.2 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CONTROL.

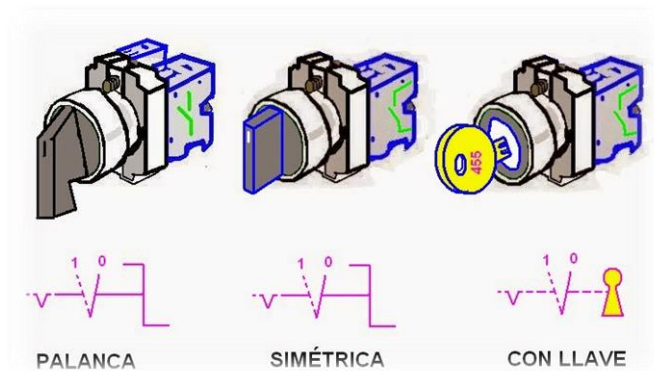
3.2.2.1 dispositivos eléctricos para el sistema de control.

a. Selectores.

Se mencionara el tipo de selector eléctrico que se utilizara y cuantos selectores se empleara en el sistema de automatización para circuito de control. Hay 3 tipos de selectores electrico que se observan en la imagen y se trabajara con el selector de palanca:

➤ Tipos.

Figura 25



Selector de palanca es el que se empleara.

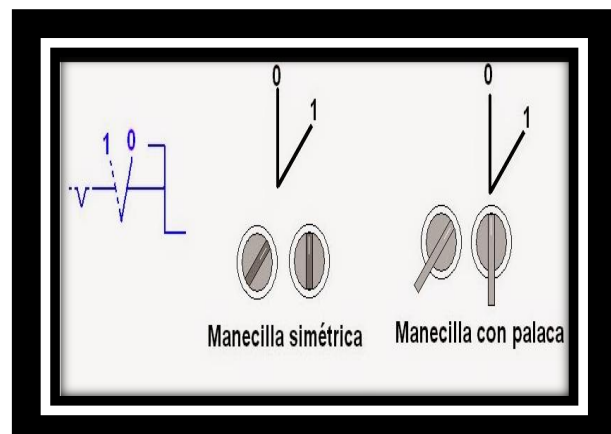
➤ Posiciones.

Se utilizaran selectores de posición 1 – 0 y 1 – 0 - 2

Selector 0 – 1.

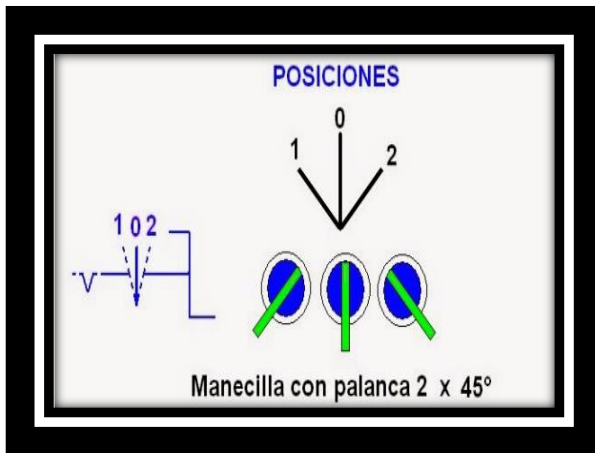
Figura 26

POSICIÓN	CONTACTO
	1 - 2
0	X
1	-



Selector 1 – 0 – 2.

Figura 27



POSICIÓN	CONTACTOS	
	1 - 2	3 - 4
0	X	X
1	-	X
2	X	-

b. Relés para comandar circuito de control.

Se trabajara con los relés Zelio de la marca Schneider, relés interface 6 mm RSL de 24 DC, premontados:

➤ **Características.**

Tabla 15

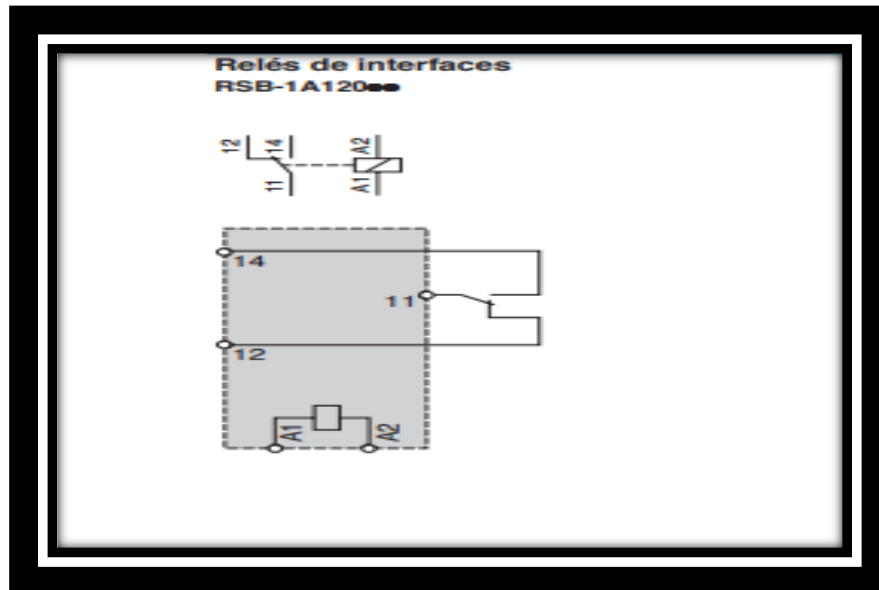
Características: 4/16
Referencias: 4/18
Dimensiones: 4/19

Relés Zelio
Slim Relés Interface 6mm RSL
Referencias

Relés interface 6 mm RSL, premontados			
Relés montados en base equipados con LED y circuito de protección			
1 contacto NANC - Corriente térmica (Ith) 6A			
Tensión de empleo	Tensión de control	Tipo de base	
		Conector de tornillo	Terminal de resorte
		Referencia	Referencia
V	V		
~ 12	~ 12	RSL-1PVJU	RSL-1PRJU
~ 24	~ 24	RSL-1PVBU	RSL-1PRBU
~ 48	~ 48	RSL-1PVEU	RSL-1PREU
~ 110	~ 60	RSL-1PVFU	RSL-1PRFU
~ 230	~ 60	RSL-1PVPU	RSL-1PRPU

➤ Esquema de conexión.

Figura 28



c. pulsadores.

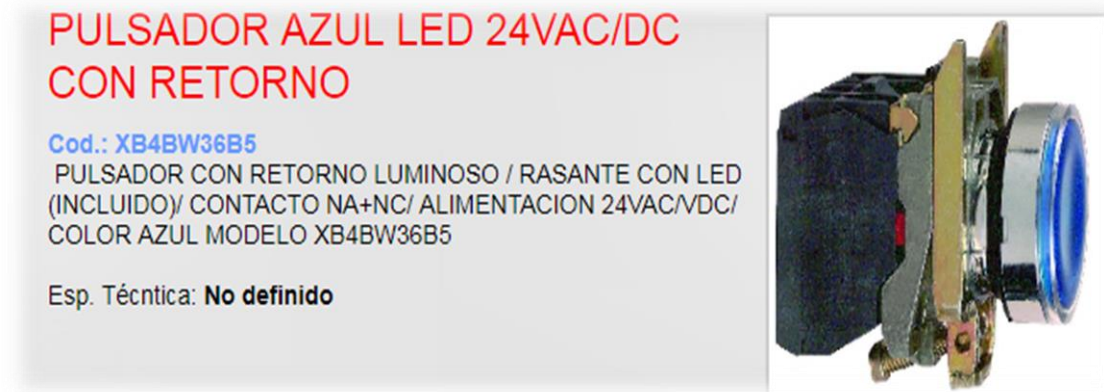
Los pulsadores que se seleccionara para emplearlos en el tablero de control del generador de calor son: pulsador color verde y azul con led de 24 V AC/DC, en las siguientes imágenes se observan:

Figura 29



Pulsador Schneider Electric color verde

Figura 30



Pulsador Schneider Electric color azul

d. Para de emergencia.

La variable más importa a controlar en este sistema de control PID es la variación constante de la temperatura para un buen funcionamiento en el proceso de generación de calor.

Figura 31






Pulsador hongo girar – desenclavar 40MM XB4BS8445

➤ **Ficha técnica de los pulsadores.**

www.schneider-electric.com/mx 12/3


Harmony XB4

Harmony XB4, pulsadores y pilotos con embellecedor metálico Ø 22
Funciones de contactos


=

+


XB4 BA...
ZB4 BZ...
ZB4 BA...

Pulsadores de impulso

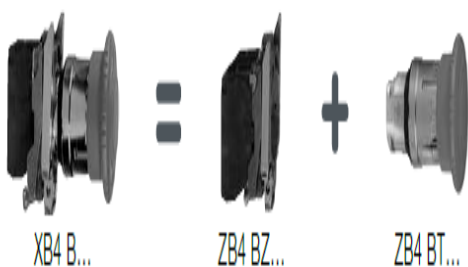
Tipo de cabeza		Embellecedor circular cromado
Grado de protección		IP66 / Norm 4X, 13 / Clase I.
Montaje (mm)	tabladro de soporte	Ø 22.5 recomendado (22.4 ^{+0.4} _{-0.4})
	entorno de montaje	30 x 40
Fondo (mm)	bajo la cabeza	43
Conexión (1)		Borne por tornillos y estribo

Tipo de pulsador			Rasante			Rasante con tapón		
Sin marcado		Productos	Completos	El producto se forma de		Completos	El producto se forma de	
Referencias	negro	NA	XB4 BA21	ZB4 BZ101	ZB4 BA2	XB4 BP21	ZB4 BZ101	ZB4 BP2
	verde	NA	XB4 BA31	ZB4 BZ101	ZB4 BA3	XB4 BP31	ZB4 BZ101	ZB4 BP3
	rojo	NC	XB4 BA42	ZB4 BZ102	ZB4 BA4	XB4 BP42	ZB4 BZ102	ZB4 BP4
	amarillo	NA	XB4 BA51	ZB4 BZ101	ZB4 BA5	XB4 BP51	ZB4 BZ101	ZB4 BP5
	azul	NA	XB4 BA61	ZB4 BZ101	ZB4 BA6	XB4 BP61	ZB4 BZ101	ZB4 BP6
Con arcedo Internacional		Productos	Completos	El producto se forma de		Completos	El producto se forma de	
Referencias	verde	NA	XB4 BA3311	ZB4 BZ101	ZB4 BA331	—	—	—
	rojo	NC	—	—	—	XB4 BA4322	ZB4 BZ102	ZB4 BA432
	verde	NA	XB4 BA3341	ZB4 BZ101	ZB4 BA334	—	—	—
	negro	NA	XB4 BA3351	ZB4 BZ101	ZB4 BA335	—	—	—
Tipo de pulsador			Saliente			Sota Ø 40 mm		
Sin marcado		Productos	Completos	El producto se forma de		Completos	El producto se forma de	
Referencias	negro	NA	—	—	—	XB4 BC21	ZB4 BZ101	ZB4 BC2
	rojo	NC	XB4 BL42	ZB4 BZ102	ZB4 BL4	—	—	—
Tipo de pulsador			De dos teclas			De dos teclas con tapón		
Grado de protección			IP 40			IP66		
Sin marcado		Productos	Completos	El producto se forma de		Completos	El producto se forma de	
(A)		NC + NA	XB4 BL73415	ZB4 BZ105	ZB4 BL7341	—	—	—
(B)		NA + NC + NA	—	—	—	XB5 AA711237	ZB5 AZ103 + ZBE 102	ZB5 AA71123




Ficha técnica para pulsadores

➤ **Ficha técnica de paro de emergencia.**

Pulsador tipo hongo Ø40mm - Paro de emergencia



Pulsador "de seta" Ø 40 mm

Tipo de pulsador			Pulsar/tirar (NC + NA)		
Sin marcado	Productos		Completos	El producto se forma de	
					
Referencias	rojo	NC o NC + NA	XB4 BT845	ZB4 BZ105	ZB4 BT84
Tipo de pulsador			Girar para desenclavar (NA + NC)		
Referencias	rojo	NC o NC + NA	XB4 BS8445	ZB4 BZ105	ZB4 BS844
Tipo de pulsador			Girar para desenclavar por llave (NC)		
Referencias	rojo	NC o NC + NA	XB4 BS945	ZB4 BS105	ZB BS944

(1) Otras conexiones: por conector, por pestillos Faston (6.35 y 2 x 2.8).

Ficha técnica para pulsador tipo hongo

e. Sensores fotoeléctricos retroreflectivos.

Estos sensores serán utilizados en la tolva de almacenamiento y la tolva pequeña de alimentación al tornillo transportador para no tener problemas con la falta de cascarilla de arroz en las tolvas y así tener un proceso de generación de calor continuo sin variar mucho la temperatura.

Figura 32



Sensor fotoeléctrico difuso, retroreflectivo

Especificaciones

Estilo de Sensor	Cilíndrico
Tipo de Detección	Difuso, Haz pasante (receptor), Retrorreflectivo
Rango de Detección	0,12 m; 0,3 m; 2 m; 15 m
Tipo de Salida	PNP
Conexión Eléctrica	Conector M12 de 4 contactos
Tensión DC Máxima	24V
Tecnología Óptica	Fototransistor
Fuente de la luz	LED Infrarrojo
Índice de Protección IP	IP65, IP67
Corriente Máxima	100 mA
Tiempo de Respuesta	<2 ms
Material de la Carcasa	Latón chapado en níquel
Dibujo CAD	Modelo CAD 3D
Temperatura de Funcionamiento Mínima	-25°C
Temperatura de Funcionamiento Máxima	+55°C

f. Termocuplas.

Las termocuplas son sensores detectores de temperatura según el rango de sus características y transforman las mediciones de temperatura en señales eléctricas y nos servirá para realizar la programación PID, a continuación se mencionan las características del tipo de termocupla que se empleará en el generador de calor:

➤ **Características de termocuplas para el generador de calor**

Tabla 16

SENSOR DE TEMPERATURA - TERMOCUPLA		
AREA DE TRABAJO	CARACTERÍSTICA	CANTIDAD
Cámara de combustión	Thermocouple Modelo: 232 K - 1/2 " 1200 °C L: ø 8 x 200 mm	1
Entrada de transferencia de calor	Thermocouple Modelo: 232 K - 1/2 " 1200 °C L: ø 8 x 200 mm	1
Salida de tranferencia de calor	Thermocouple Modelo: 232 K - 1/2 " 1200 °C L: ø 8 x 200 mm	1
Entrada sala de mezcla	Thermocouple Modelo: 232 K - 1/2 " 1200 °C L: ø 8 x 200 mm	1

Características de las termocuplas

g. transmisores de presión diferencial CP 113.

Los transmisores de presión diferencial hay variedad para seleccionar de acuerdo el trabajo y el rango con lo que necesitas trabajar, es por eso que hemos seleccionado el transmisor de presión diferencial CP 113. Se trabajara con el mismo equipo electronico tanto como para la camara de combustion y tiro chimenea.

Figura 33



Transmisor de presión diferencial

3.2.2.2 Equipos para el sistema de control.

a. PLC

El PLC que se ha elegido es el Vision 1040 TM, viene con la pantalla HMI de 10.4 pulgadas de **UNITRONICS**.

Fiura 34



PLC Vision 1040 Unitronics.



Pantalla HMI 10.4 pulgadas.

b. Módulo de expansión

Los módulos que se utilizaran son de señales digitales y analógicas y son las siguientes:

- módulo análogo expansión io-atc8 Unitronics 8 entradas análogas tipo termocuple.
- módulo análogo expansión io-ao6x Unitronics 8 salidas análogas outputs
- modulo digital expansión io-ro16 Unitronics 16 salidas digitales tipo relay, 24 VDC.
- modulo digital expansión io-di16 Unitronics 16 entradas digitales, 24 VDC.

3.2.2.3 Selección de los dispositivos eléctricos según condición.

La selección de estos dispositivos se realiza según tablas que rigen el código eléctrico nacional, a continuación se muestra la siguiente tabla.

Tabla 17

Protección para tu Motor												
Trifásico, 60 Hz, Tensión Nominal 230 V ca, Tensión de Operación 220-240 V ca												
Potencia	Valores de parámetros					Protección: Solución 1				Protección: Solución 2		
	HP	kW	Corriente Nominal (A)	Calibre del Conductor a 75 °C THHW_LS (AWG ó Kcmil)	Impedancia "Z" a FP= 0.85 (Ω/km)	Longitud Máxima del Alimentador (m)	Interruptor Termomagnético	Contacto	Relé Térmico de Sobrecarga	Medio de Desconexión a la vista	Guardamotor	Contacto
1/2	0.375	2.2	14	8.9	205	S203-K4	AF09	TF42-2.3	BW325TPN	MS132	AF09	BW325TPN
3/4	0.55	3.2	14	8.9	140	S203-K6	AF09	TF42-4.2	BW325TPN	MS132	AF09	BW325TPN
1	0.75	4.2	14	8.9	105	S203-K6	AF09	TF42-5.7	BW325TPN	MS132	AF09	BW325TPN
1 1/2	1.12	6	14	8.9	75	S203-K10	AF09	TF42-7.6	BW325TPN	MS132	AF09	BW325TPN
2	1.5	6.8	14	8.9	65	S203-K10	AF09	TF42-7.6	BW325TPN	MS132	AF09	BW325TPN
3	2.25	9.6	14	8.9	50	S203-K16	AF12	TF42-10	BW325TPN	MS132	AF12	BW325TPN
5	3.75	15.2	12	5.6	45	S203-K25	AF16	TF42-16	BW325TPN	MS132	AF16	BW325TPN
7.5	5.6	22	10	3.6	50	S203-K40	AF26	TF42-24	BW325TPN	MS132	AF26	BW325TPN
10	7.5	28	8	2.3	60	S203-K50	AF30	TF42-29	BW340TPN	MS132	AF30	BW340TPN
15	11.2	42	6	1.48	65	S203-K63	A50	TA75DU52	OTP45BA3M	MS450	A50	OTP45BA3M
20	15	54	4	0.98	75	1SDA067396R1	A63	TA75DU63	OTP63BA3M	MS495	A63	OTP63BA3M
25	18.7	68	4	0.98	60	1SDA067397R1	A75	TA75DU80	OTP63BA3M	MS495	A75	OTP63BA3M
30	22.5	80	2	0.66	75	1SDA067398R1	A95	TA110DU90	OTP125BA3M	MS495	A95	OTP125BA3M
40	30	104	1/0	0.43	90	1SDA067399R1	A110	TA110DU110	OTP125BA3M	-	A110	OTP125BA3M
50	37.5	130	2/0	0.36	85	1SDA068058R1	A145	TA200DU175	OT160E3	-	A145	OT160E3
60	45	154	3/0	0.308	85	1SDA068059R1	A185	TA200DU200	OT200U3P	-	A185	OT200U3P
75	56	192	250	0.24	85	1SDA054436R1	A210	TA450DU235	OT31503P	-	A210	OT31503P
100	75	248	350	0.197	80	1SDA054437R1	A260	TA450DU310	OT31503P	-	A260	OT31503P
125	93	312	2x3/0	0.154	85	1SDA054456R1	AF400	E500DU	OT400U03P	-	AF400	OT400U03P
150	112	360	2x4/0	0.131	85	1SDA060214R1	AF400	E500DU	OT400U03P	-	AF400	OT400U03P
200	150	480	2x350	0.0985	85	1SDA060214R1	AF580	E800DU	OT600U03P	-	AF580	OT600U03P

3.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE EQUIPOS.

3.3.1 Diseño del sistema de control

La variable más importa a controlar en este sistema de control PID es la variación constante de la temperatura para un buen funcionamiento en el proceso de generación de calor.

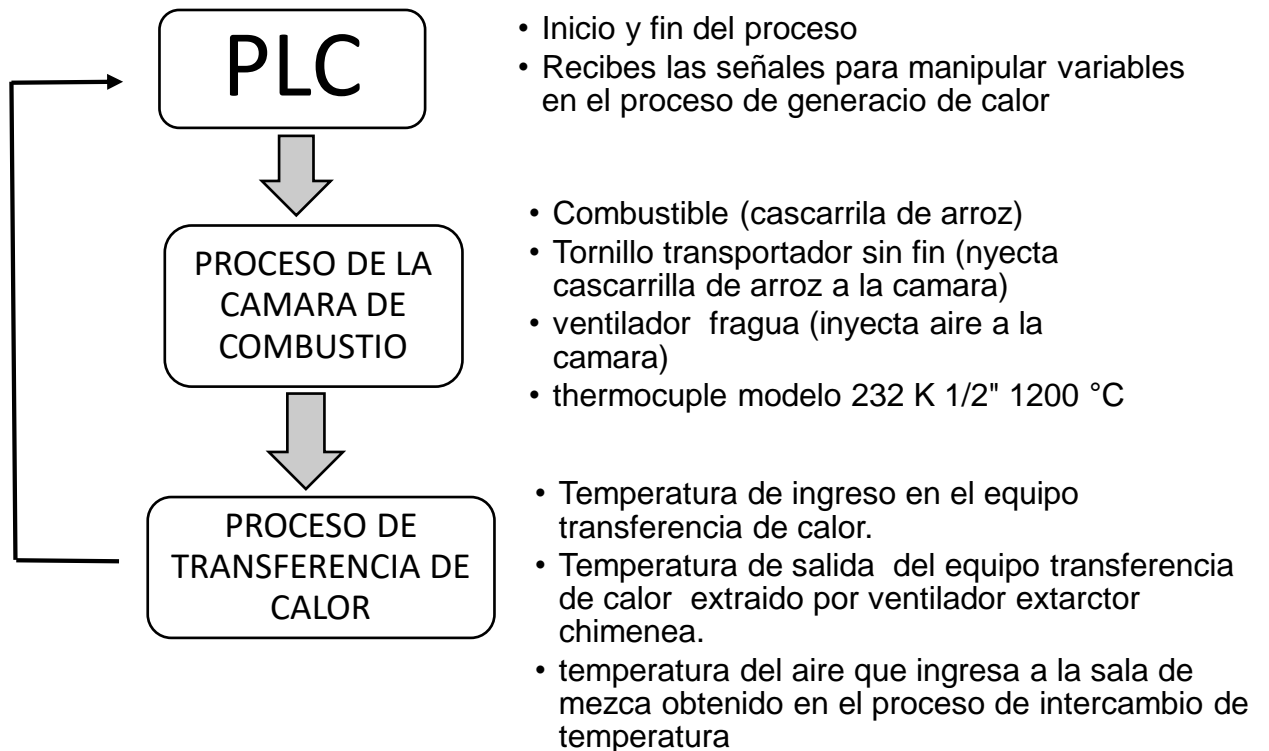


Diagrama de flujo del diseño del sistema de control

3.3.2 Diseño del circuito fuerza.

Composición del circuito de fuerza

En todo tablero eléctrico industrial, el circuito fuerza consta de una llave termo magnética trifásica el cual va directamente conectado a las líneas de tensión trifásicas (L1, L2, L3), de ahí se hace una derivación para cada punto de alimentación según el diseño del plano eléctrico del tablero conectándose por un contactor (CP), pasando por una protección térmica (PT), para luego suministrarle energía al motor (M).

El circuito de fuerza se realizara para la alimentación de los motores que realizan un trabajo en el generador de calor:

- Circuito de fuerza para el motovibrador eléctrico.
- Circuito de fuerza para el motor de faja de traslación.
- Circuito de fuerza para el motor de tornillo transportador sinfín.
- Circuito de fuerza para el motor de ventilador impulsor fragua.
- Circuito de fuerza para el motor de ventilador extractor chimenea.

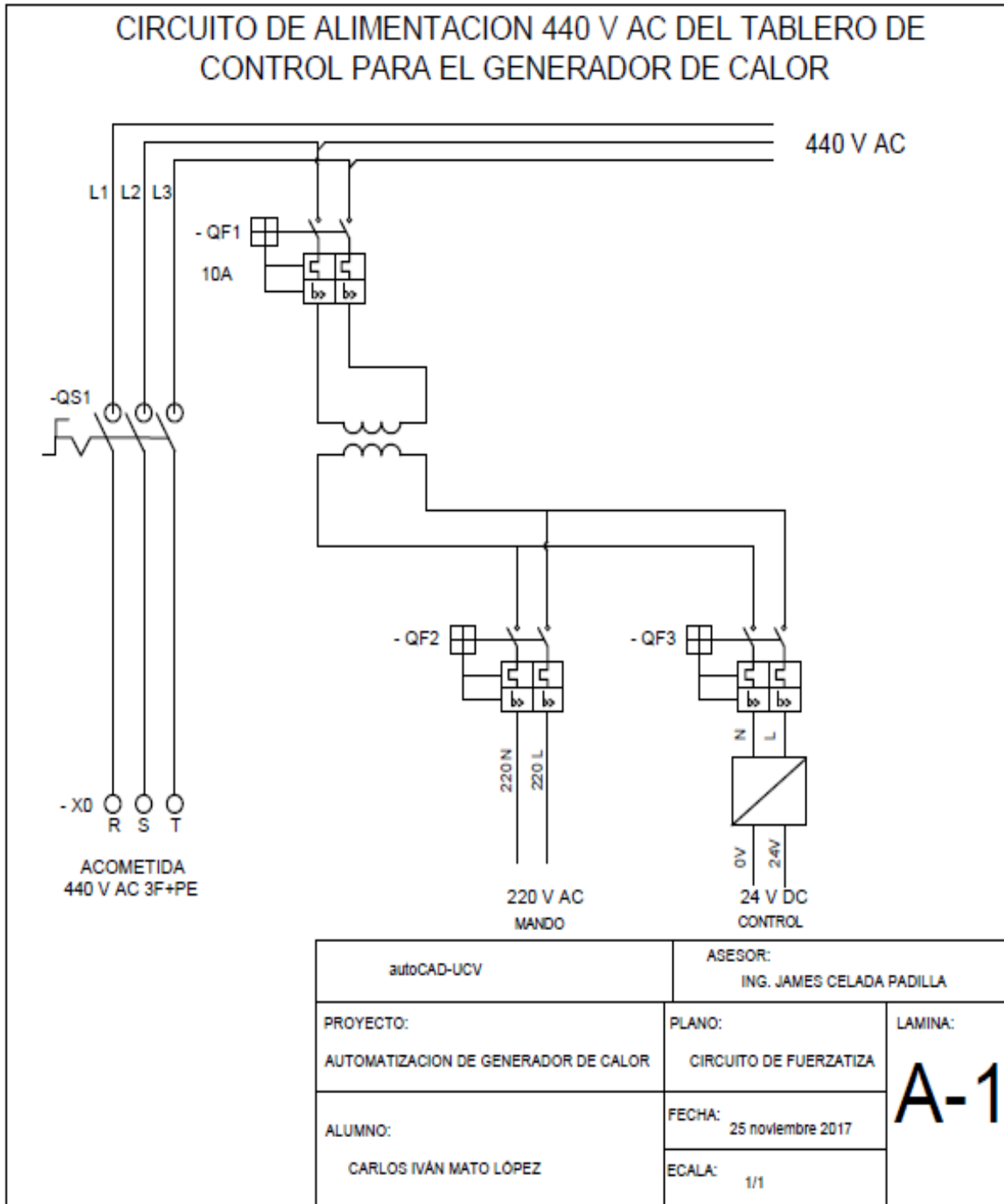
Tabla 18

INFORMACIÓN TÉCNICA	
Tensión de servicio	440 VAC 3F+T
Frecuencia	60 Hz
Voltaje de control	230 VAC / 24 VDC
Circuito paro de emergencia	Categoría 2
Potencia de instalada	20 kW

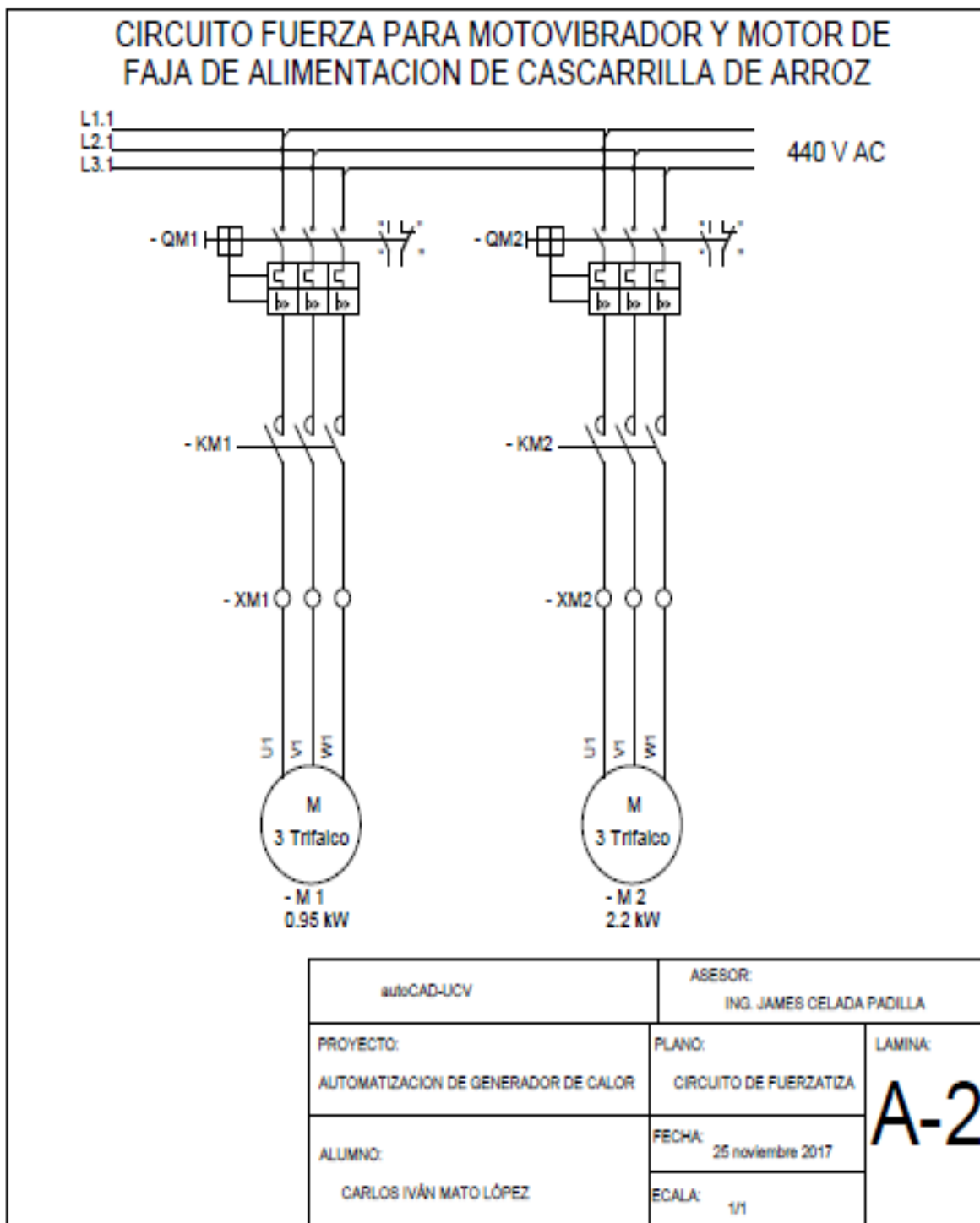
Fuente: Elaboración propia

Información técnica del diseño del tablero.

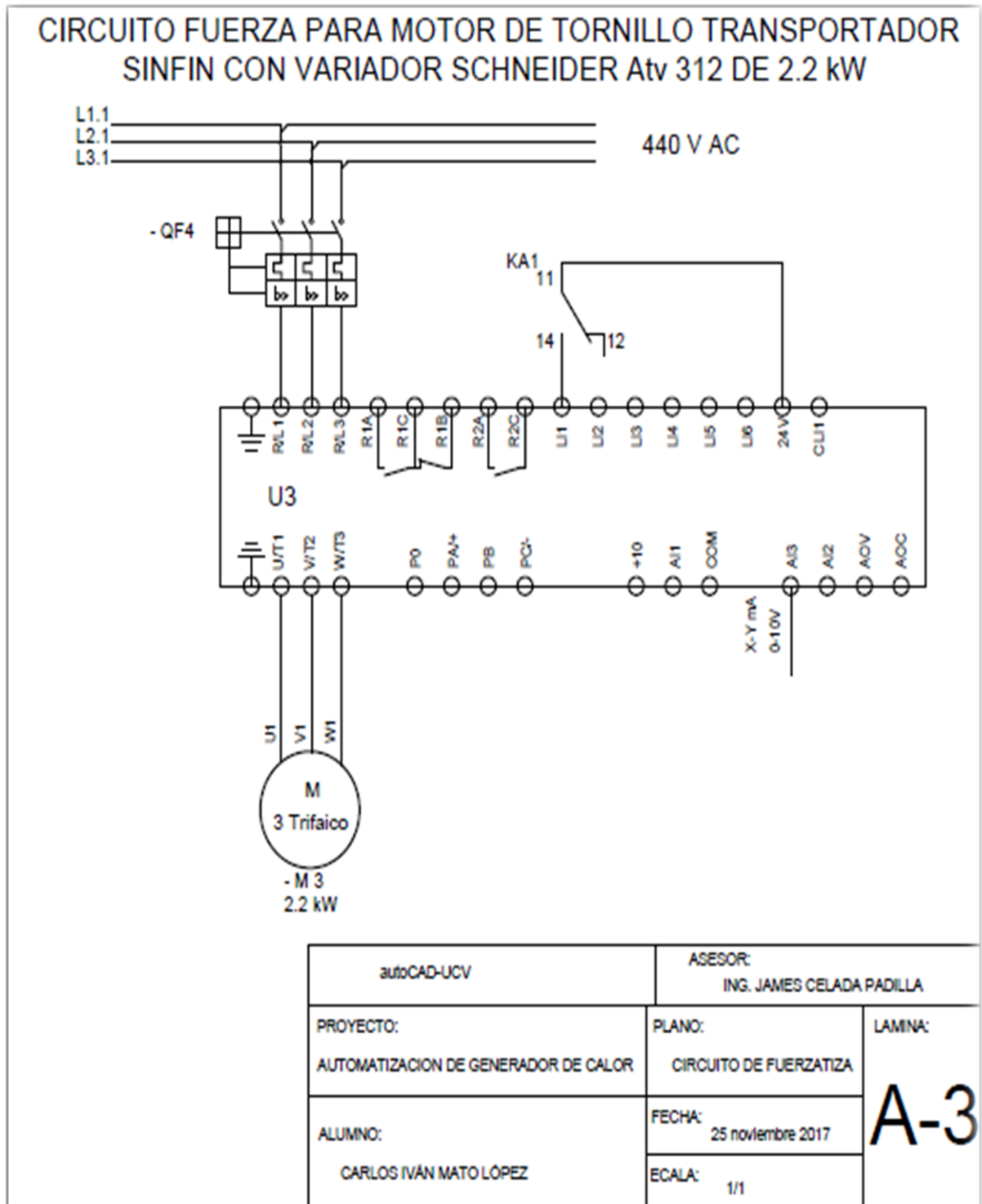
Circuito de alimentación 440V AC del tablero de control para el generador de calor.



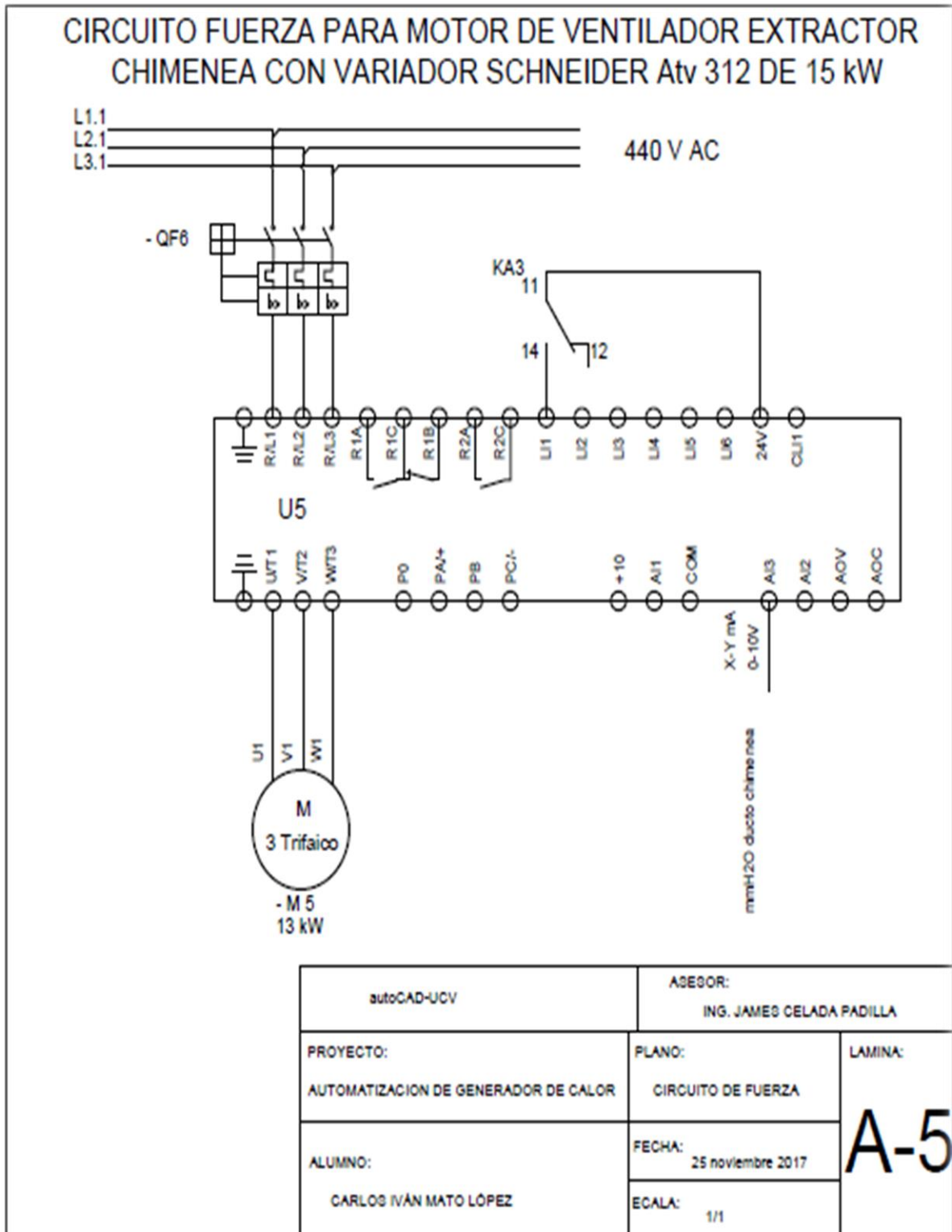
Circuito fuerza para motovibrador externo de 0,90 kW de la marca BRECON y motor para faja de alimentación de pajilla de la marca ITALY



Circuito fuerza para motor de tornillo transportador sinfín con variador SCHNEIER ATV 312 de 2.2 kW.



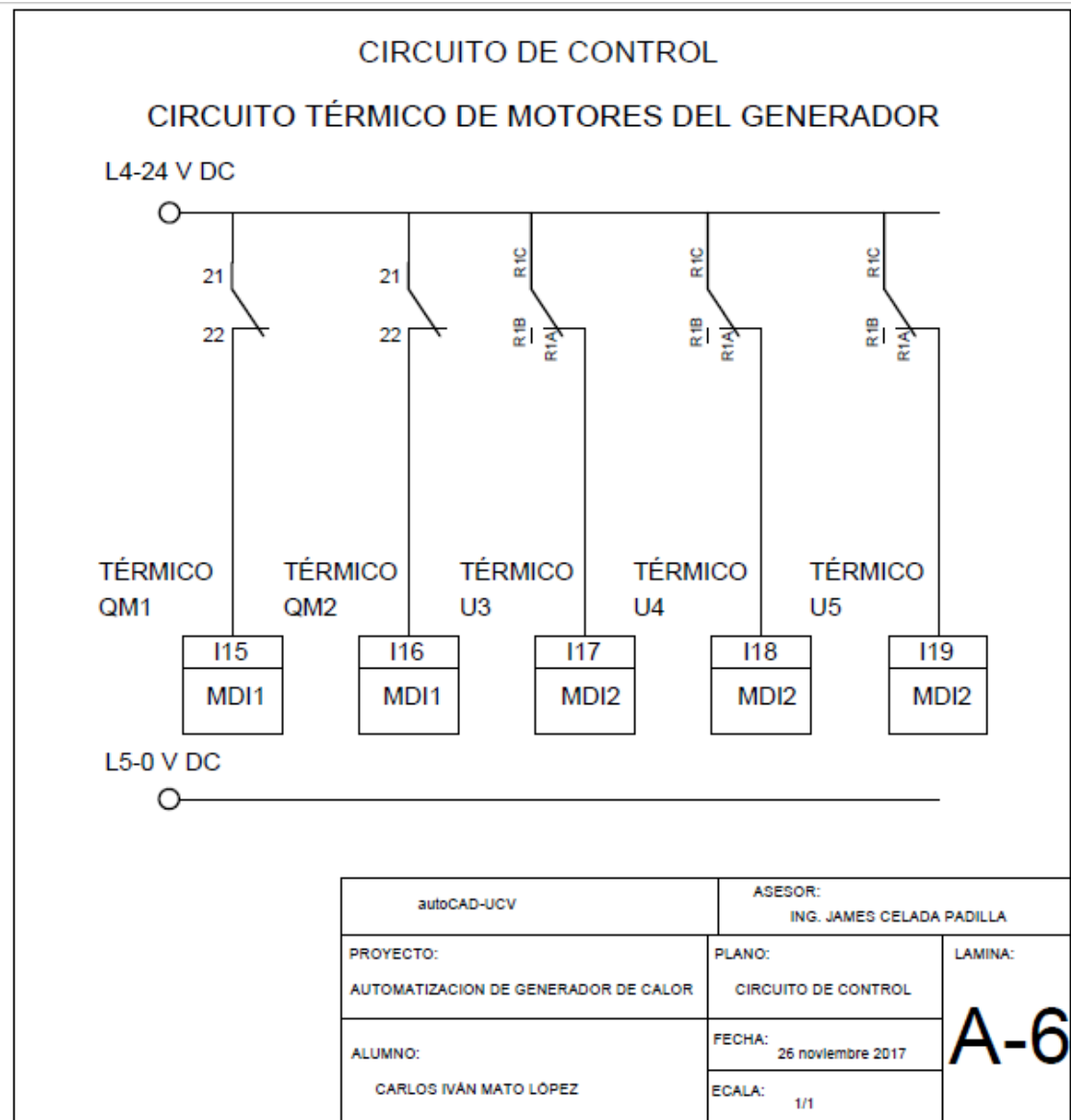
Circuito fuerza para motor de ventilador extractor chimenea con variador CHNEIDER ATV 312 de 15 kW.



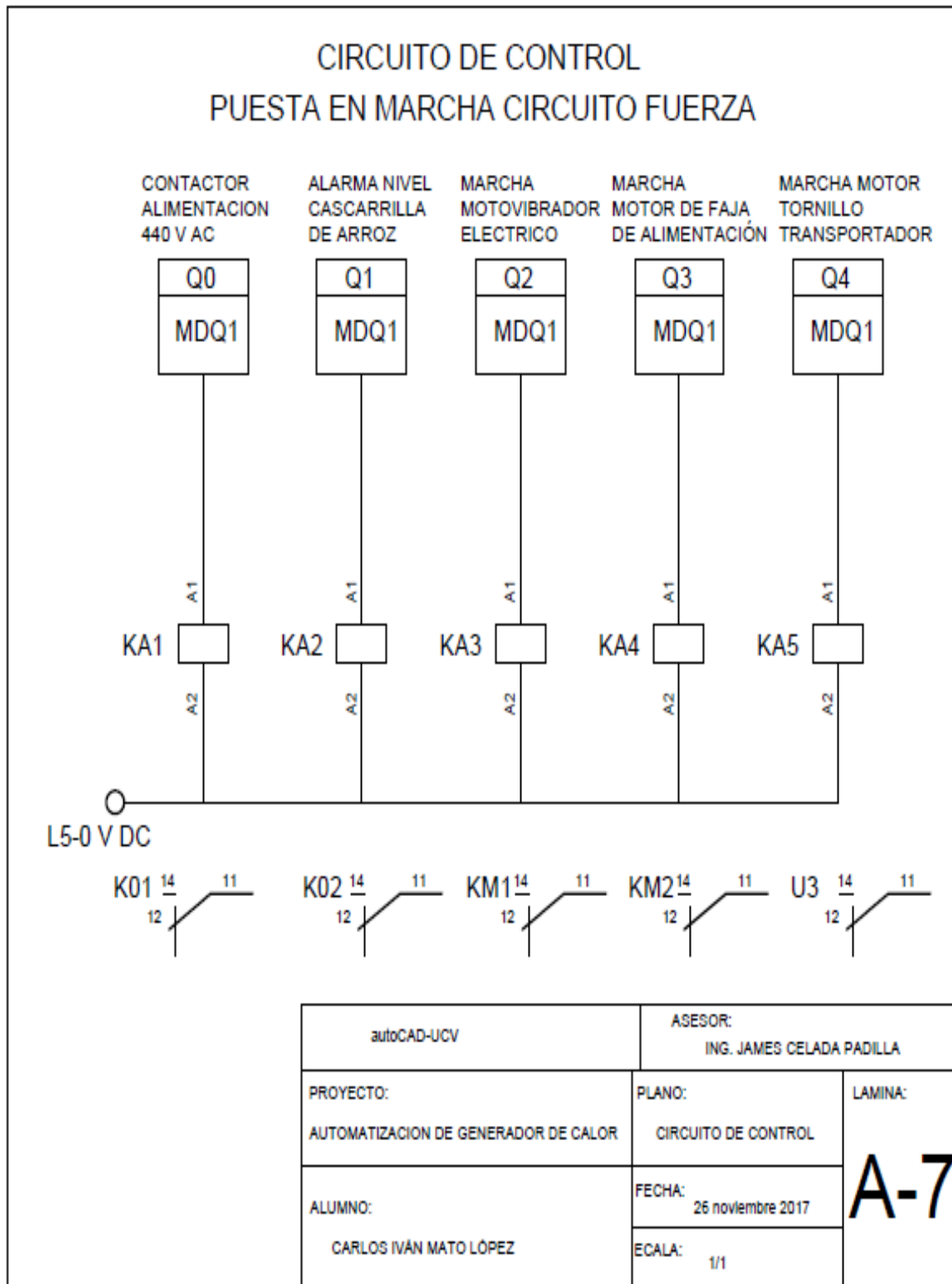
3.3.3 Diseño del circuito control.

La función del circuito de control en un tablero eléctrico es muy importante, es el que se encarga de realizar el control de las entradas (Puerto LPT, entradas analógicas, entradas digitales y circuito de potencia) y las salidas (salidas digitales). Si hay un error en el proceso de automatización por un mal diseño se puede ocasionar accidente.

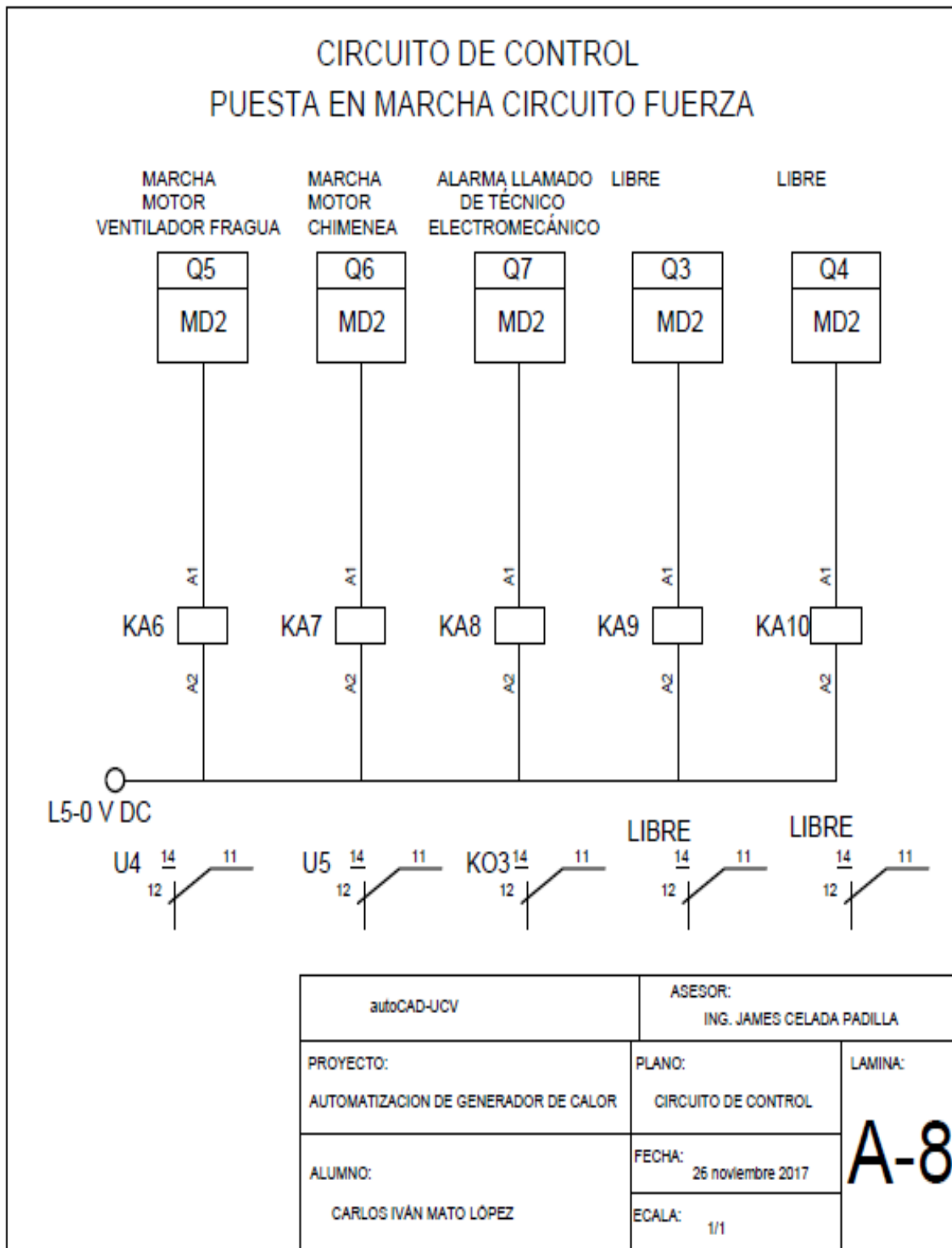
Circuito térmico de los motores del generador eléctrico.



Puesta en marcha circuito de fuerza.



Puesta en marcha circuito de fuerza.



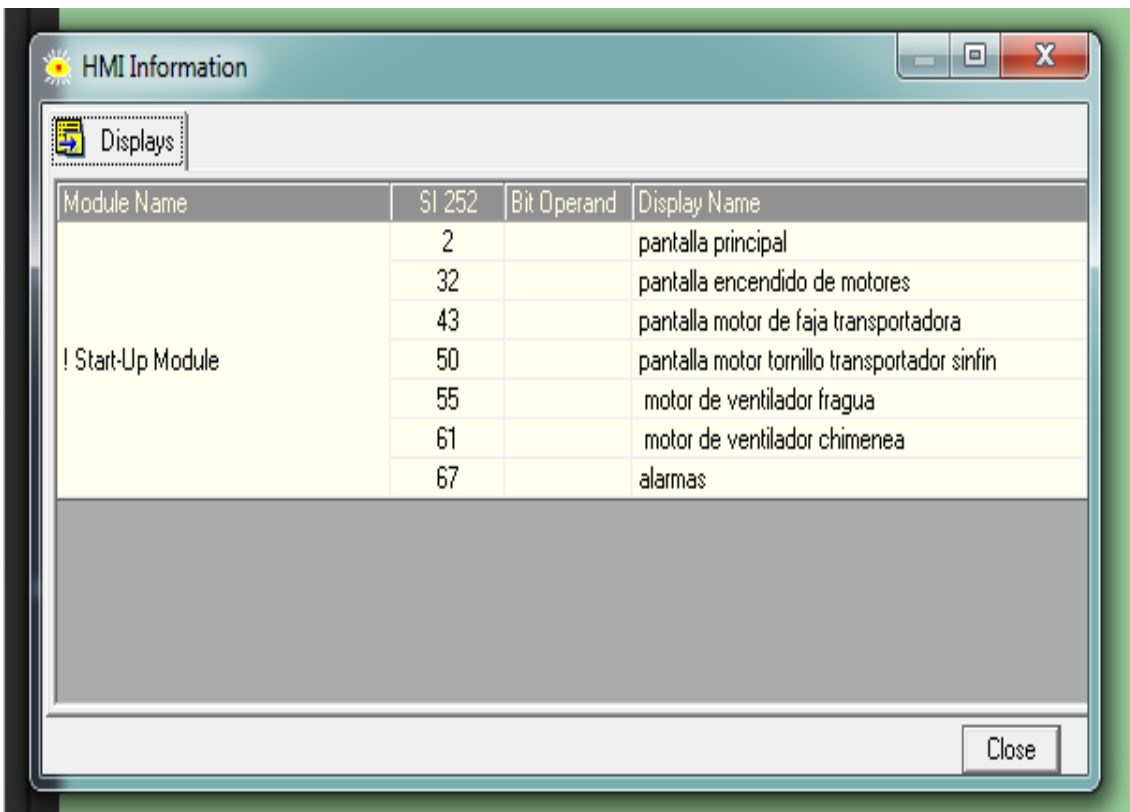
3.3.4 Programación de PLC y HMI.

Los PLC son equipos de mucha importancia en la automatización industrial para pequeñas o grandes procesos de control, nos permite traba con respuestas rápidas a una señal de entrada, a continuación realizaremos la programación del PLC diseñado en la automatización del generador de calor.

Configuración de pantalla HMI

Es el dispositivo o sistema que permita el interfaz entre la persona y la máquina para saber el proceso de generación de calor.

a. Información de la pantalla H



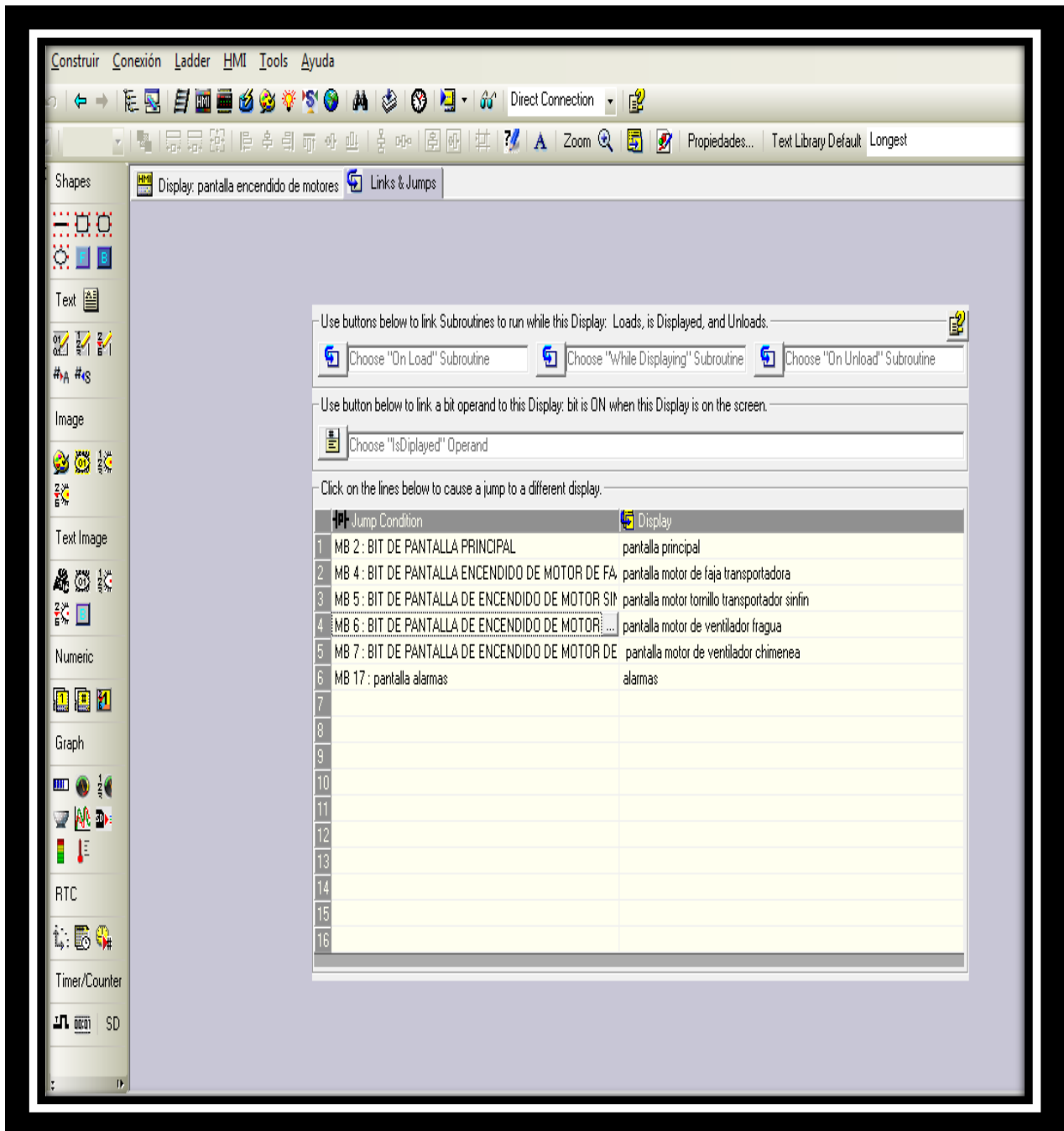
The screenshot shows a software window titled "HMI Information" with a "Displays" tab selected. The window contains a table with the following data:

Module Name	SI 252	Bit Operand	Display Name
! Start-Up Module	2		pantalla principal
	32		pantalla encendido de motores
	43		pantalla motor de faja transportadora
	50		pantalla motor tornillo transportador sinfin
	55		motor de ventilador fragua
	61		motor de ventilador chimenea
	67		alarmas

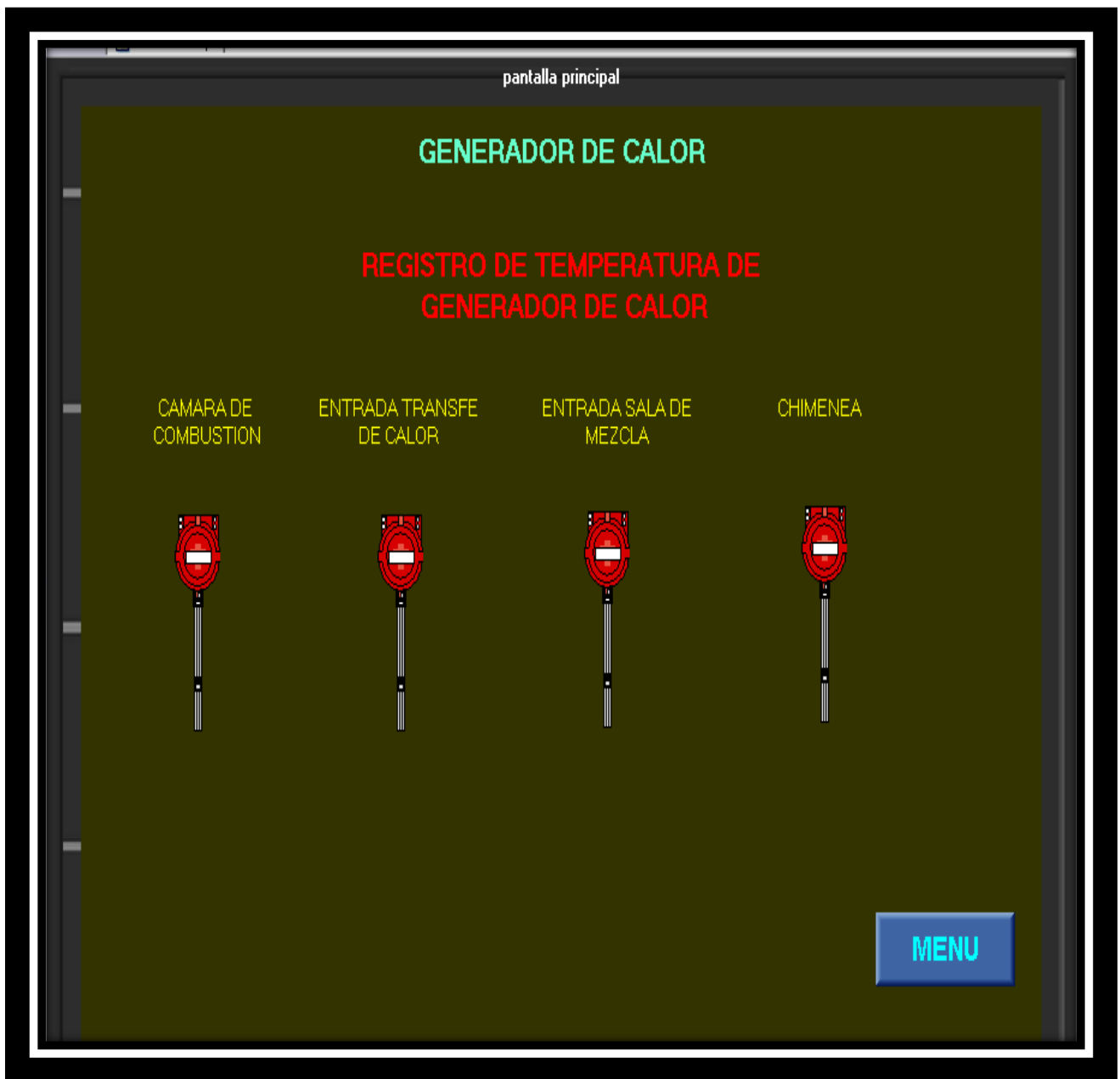
A "Close" button is located at the bottom right of the window.

b. Direccionando las pantallas con botonerías según condición

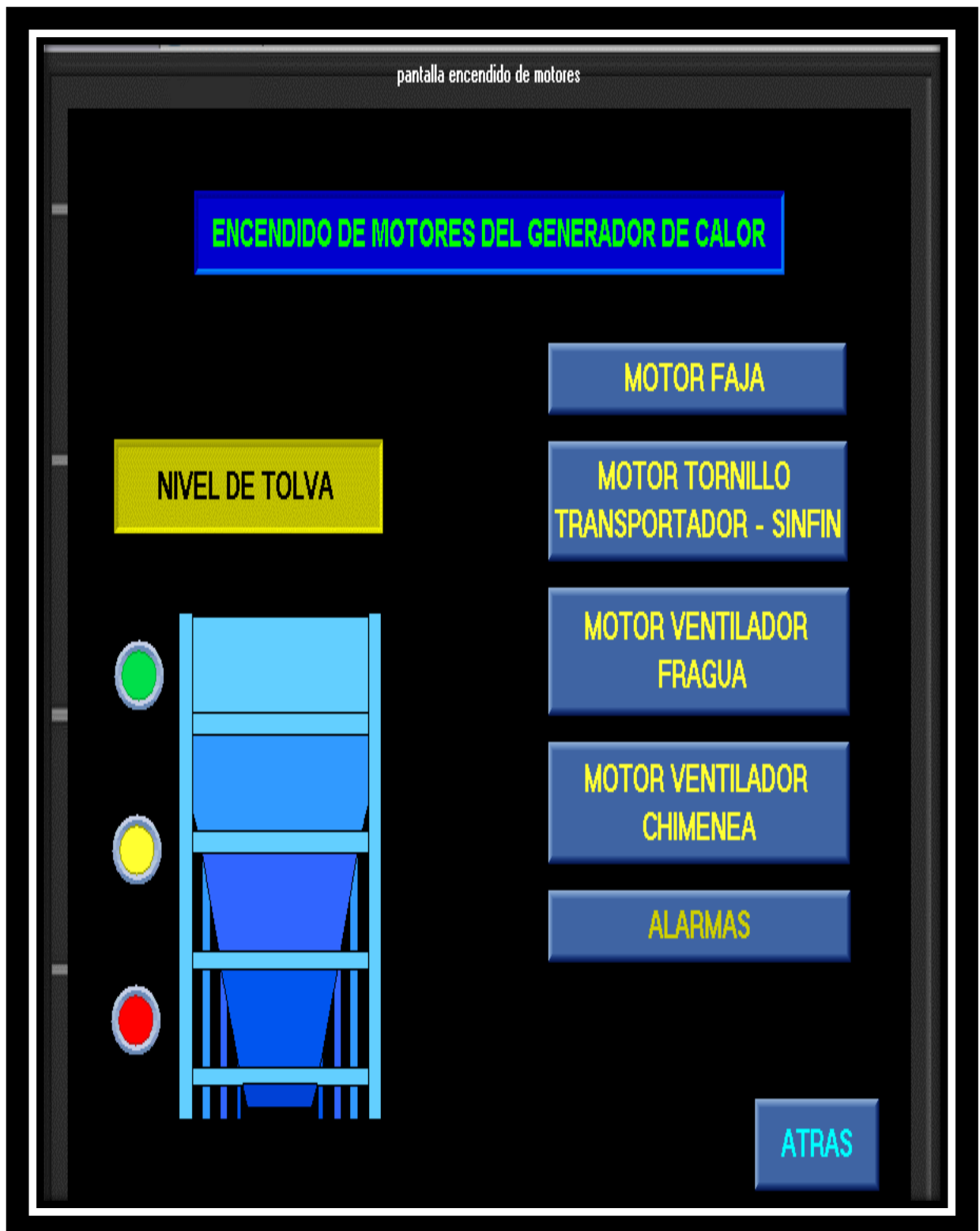
Es la configuración que se realiza para direccionar cada pantalla según el botón que se seleccione en el display para realizar una función de trabajo.



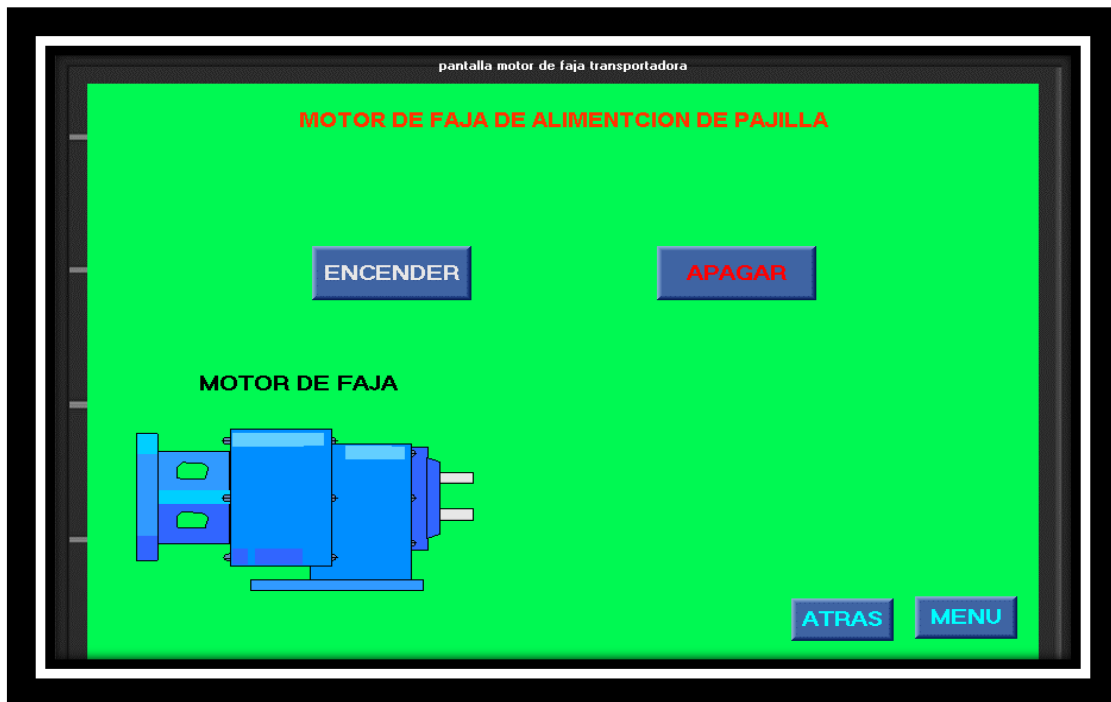
c. HMI pantalla principal.



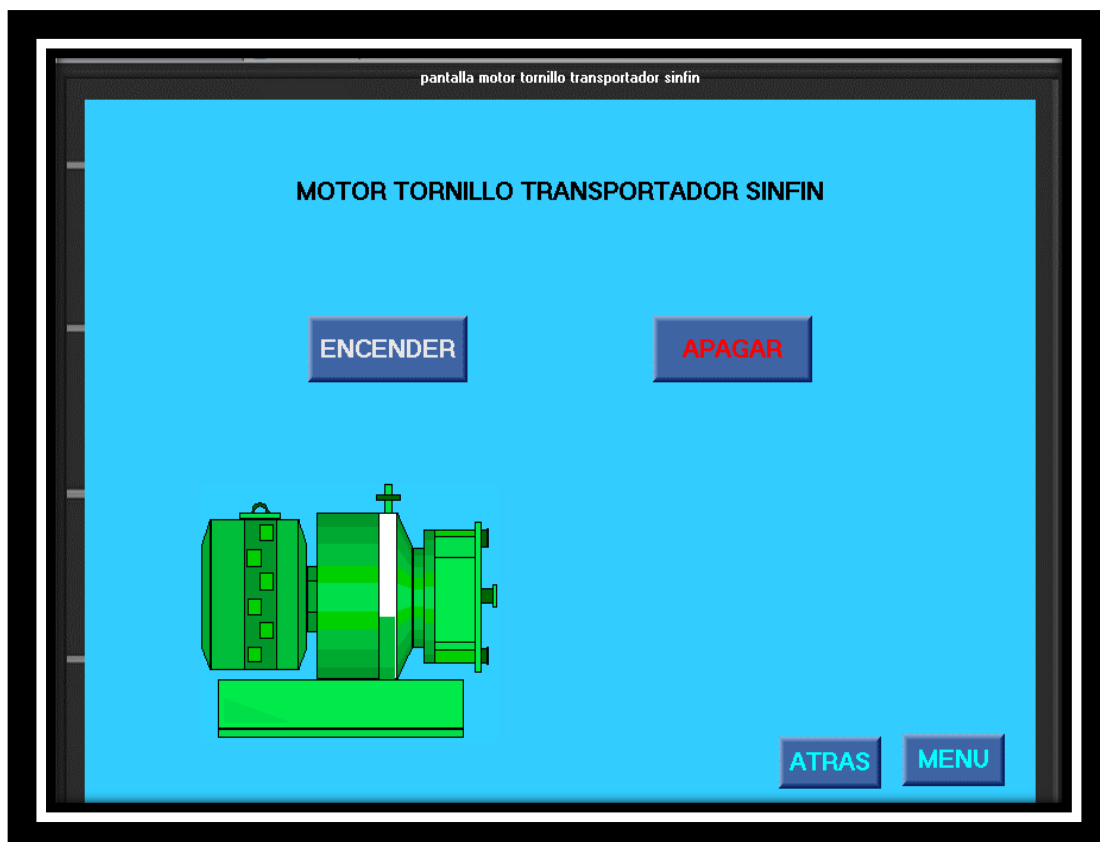
d. HMI pantalla encendido de motores.



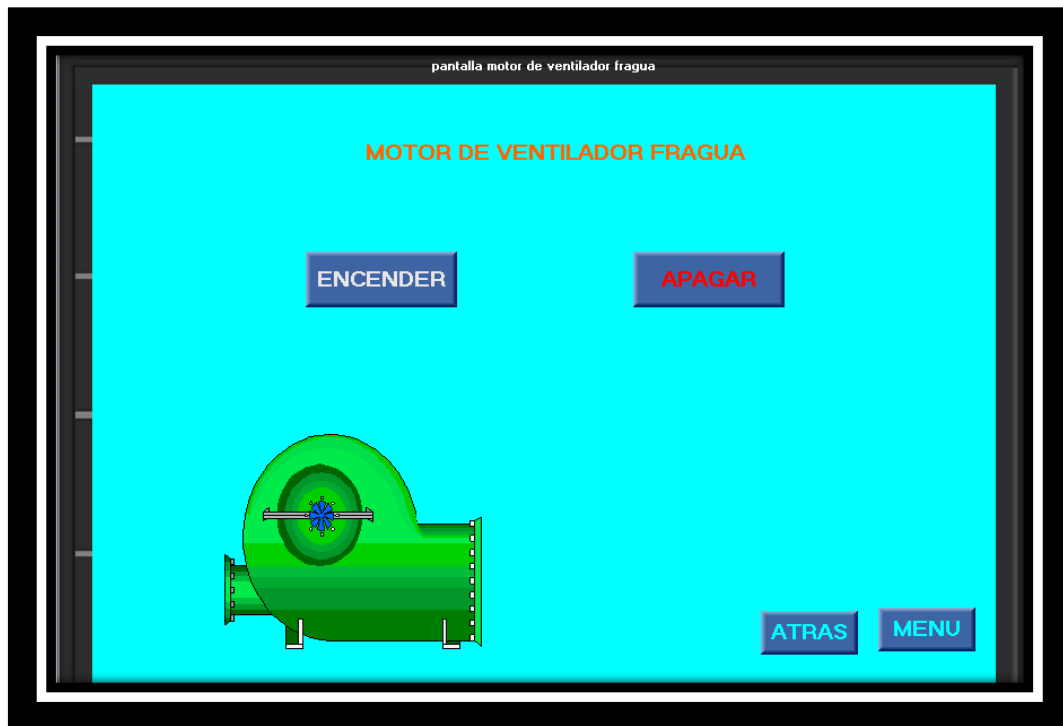
e. HMI pantalla encendido de motor faja transportadora.



f. HMI pantalla de motor tornillo transportador sin fin.



g. HMI pantalla de motor de ventilador impulsor fragua.

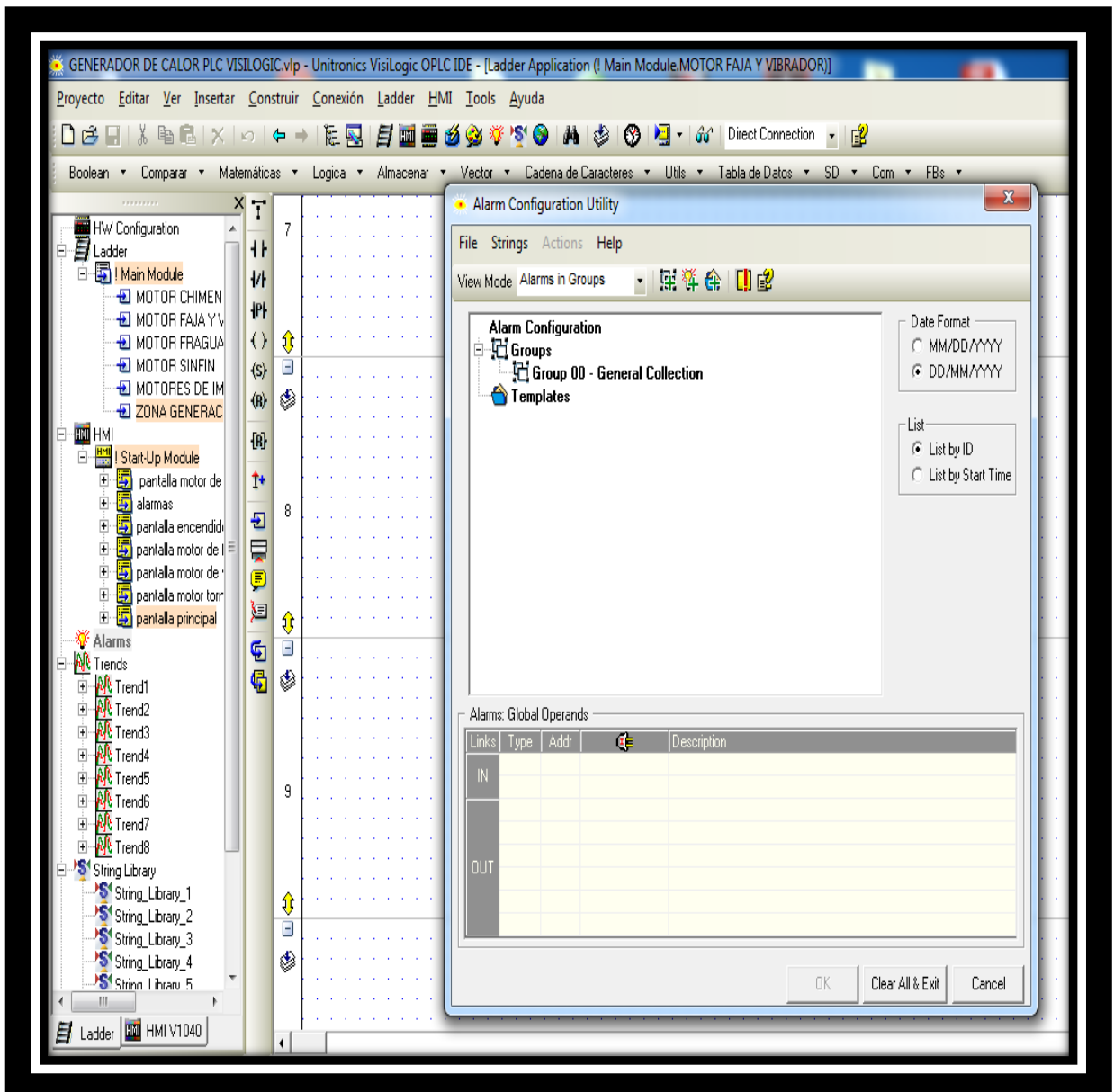


h. HMI pantalla de motor de ventilador extractor chimenea.



i. HMI pantalla de alarmas.

Configuración de alarmas en pantalla HMI



3.3.5 Programación de PLC lenguaje LADDER

La programación del PLC será en diagrama ladder, es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los autómatas programables debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control.

Tabla 19

ENTRADAS	
DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN
0	PARO DE EMERGENCIA ZONA DE GENERACIÓN DE CALOR
1	REARME ZONA GENERACIÓN DE CALOR
2	SENSOR DE NIVEL DE LLENADO DE TOLVA DE 60% HASTA 100%
3	SENSOR DE NIVEL DE LLENADO DE TOLVA DE 30% HASTA 60%
4	SEL. ENCENDIDO MANUAL MOTOVIBRADOR ELÉCTRICO.
5	SEL. AUTOMÁTICO DE MOTOVIBRADOR ELÉCTRICO
6	SEL. MANUAL FAJA DE ALIMENTCIÓN
7	SEL. AUTOMÁTICO FAJA DE ALIMENTACIÓN
8	PUL.SET FAJA DE ALIMENTACIÓN
9	SENSOR DE TOLVA ALIMENTACION TORNILLO TRANSPORTADOR
10	SEL. MANUAL MOTOR TORNILLO TRANSPORTADOR
11	SEL. AUTOMÁTICO MOTOR TORNILLO TRANSPORTADOR
12	PUL.SET MOTOR TORNILLO TRANSPORTADOR
13	SEL. MARCHA MOTOR VENTILADOR FRAGUA
14	SEL. MARCHA MOTOR VENTILADOR CHIMENEA
15	TÉRMICO QM1
16	TÉRMICO QM2
17	FALLO VARIADOR U3
18	FALLO VARIADOR U4
19	FALLO VARIADOR U5
20	ENTRADA DE TEMPERATURA DE CAMARA DE COMBUSTIOS
21	ENTRADA DE TEMPERATURA DE TRANSFERENCIA DE CALOR
22	ENTRADA DE TEMPERATURA DE SALA DE MEZCLA
23	ENTRADA DE TEMPERATURA DE SALIDA CHIMENEA
24	ENTRADA DE TRANSMISOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL DE CAMARA DE COMBUSTION.
26	ENTRADA DE TRANSMISOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL DE CHIMENEA

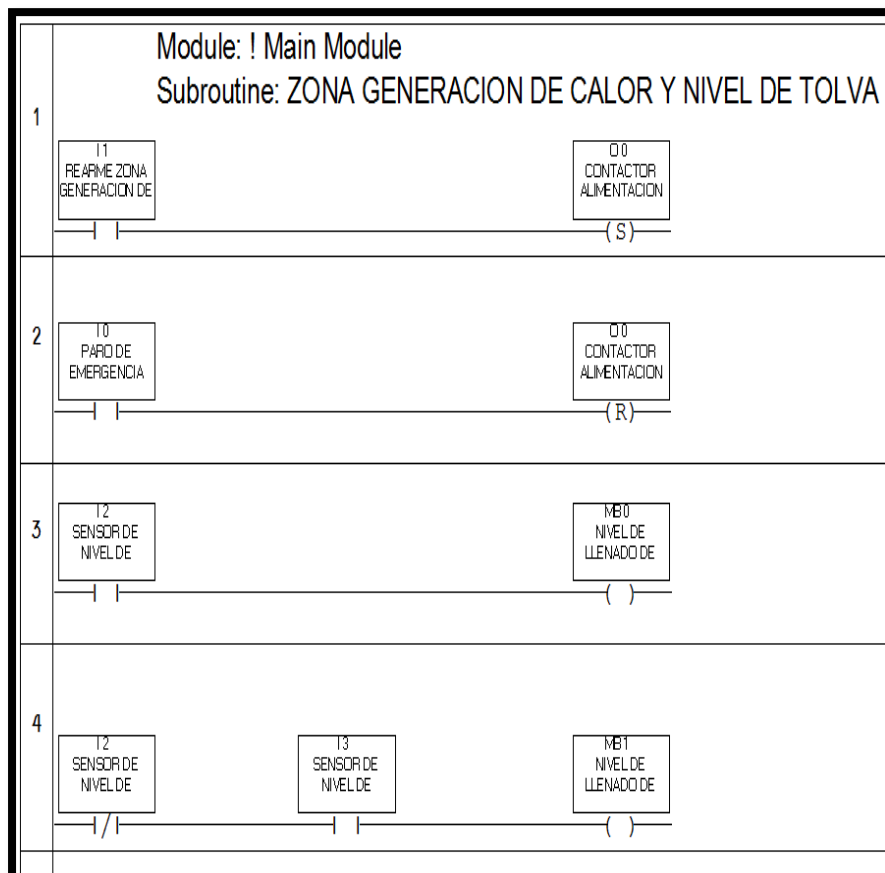
Entradas que se utilizaran en la programación

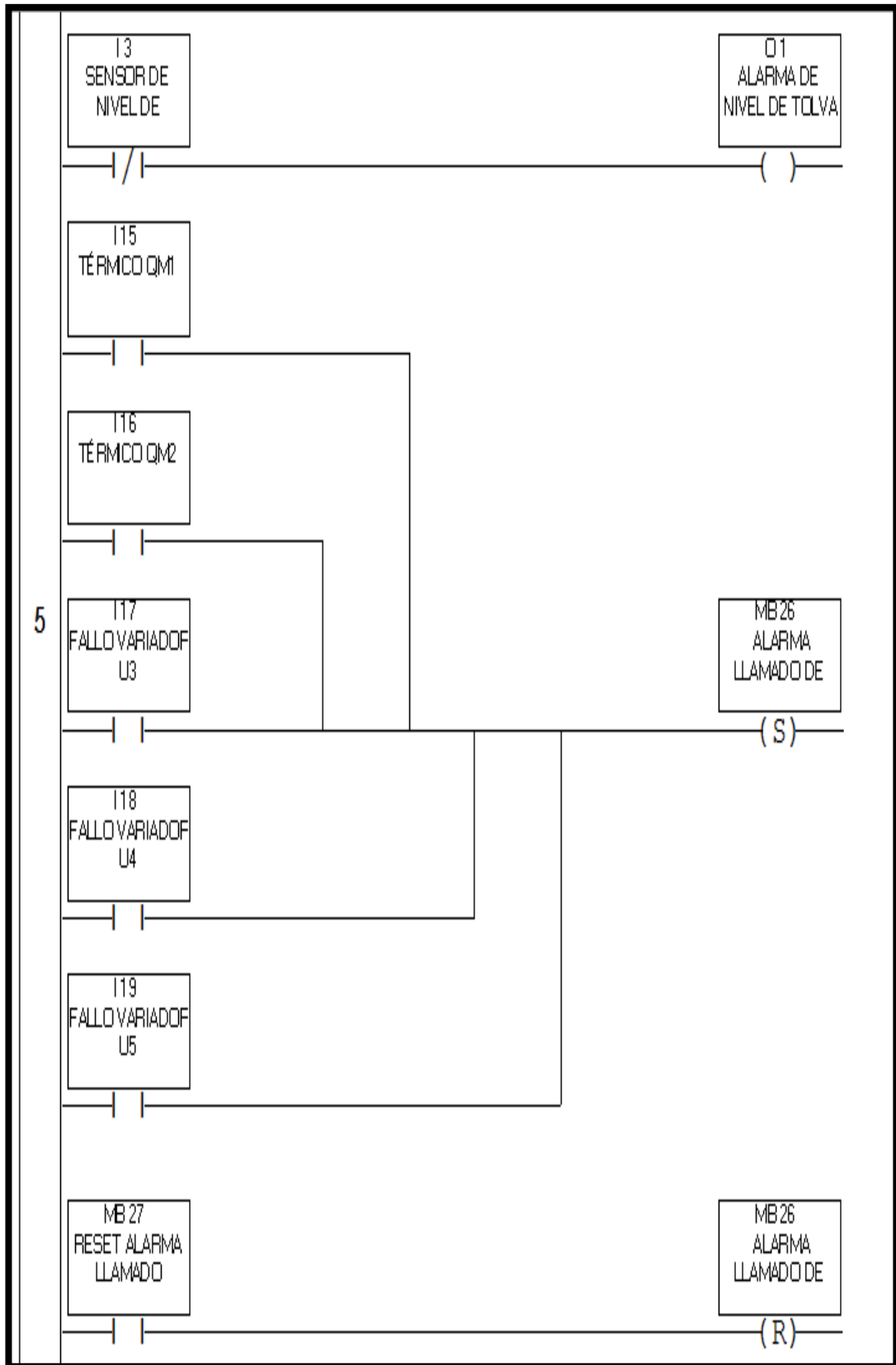
Tabla 20

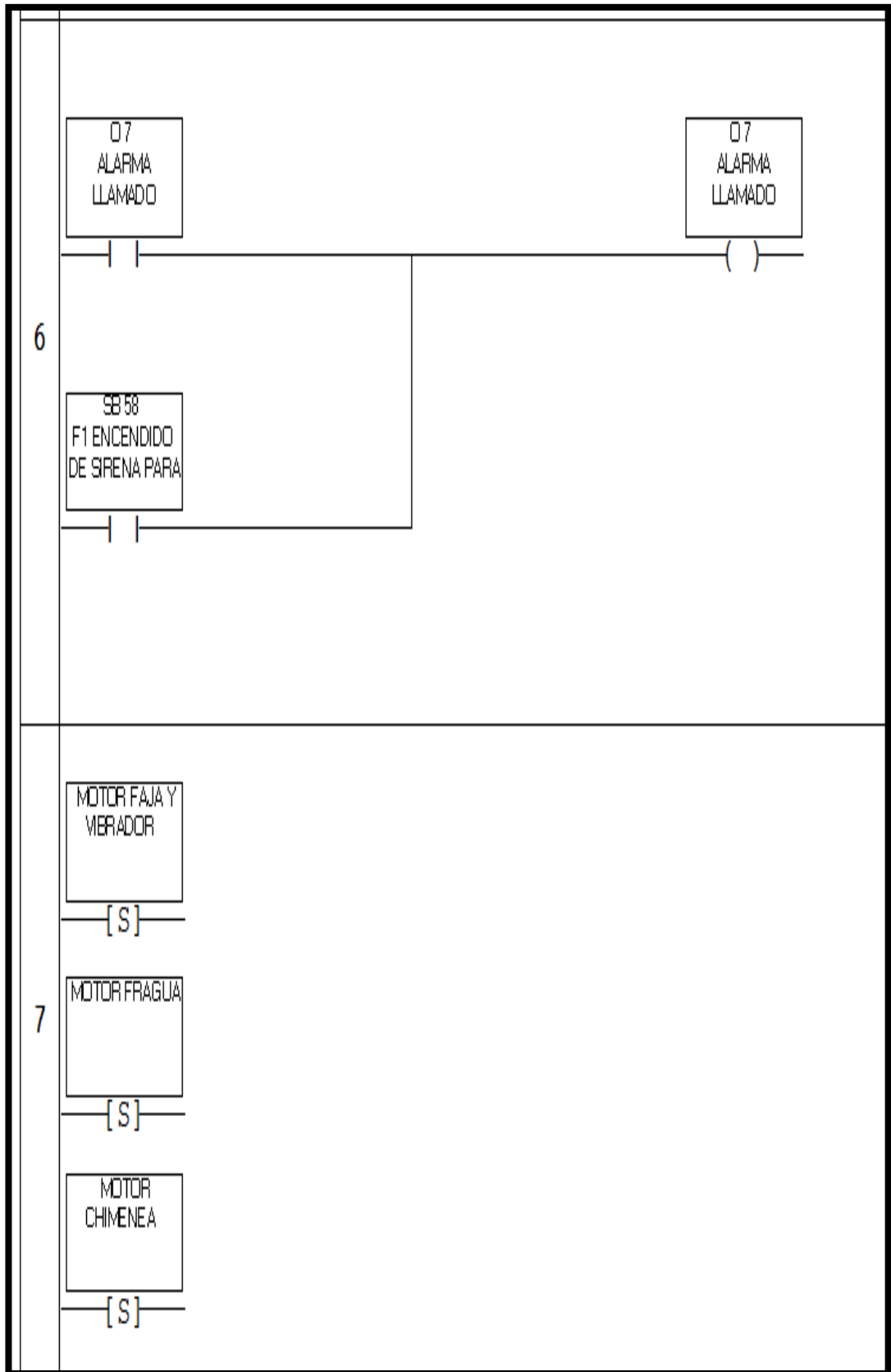
SALIDAS	
DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN
0	ACTIVAR CONTACTOR DE ALIMENTACION DE 440 VAC
1	ACTIVAR ALARMA DE NIVEL DE CASCARRILLA DE ARROZ EN TOLVA
2	ACTIVAR CONTACTOR DE MOTOVIBRADOR ELÉCTRICO
3	ACTIVAR CONTACTOR DE MOTOR DE FAJA TRANSPORTADORA
4	ACTIVAR VARIADOR U3
5	ACTIVAR VARIADOR U4
6	ACTIVAR VARIADOR U5
7	ACTIVAR ALARMA LLAMADO DE TÉCNICO ELECTROMECAÁNICO
8	SALIDA VARIACIOÓN DE FRECUENCIA DE VARIADOR DE MOTOR DE TORNILLO TRANSPORTADOR
9	SALIDA VARIACIÓN DE FRECUENCIA DE VARIADOR DE MOTOR DE VENTILADOR IMPULSOR FRAGUA.

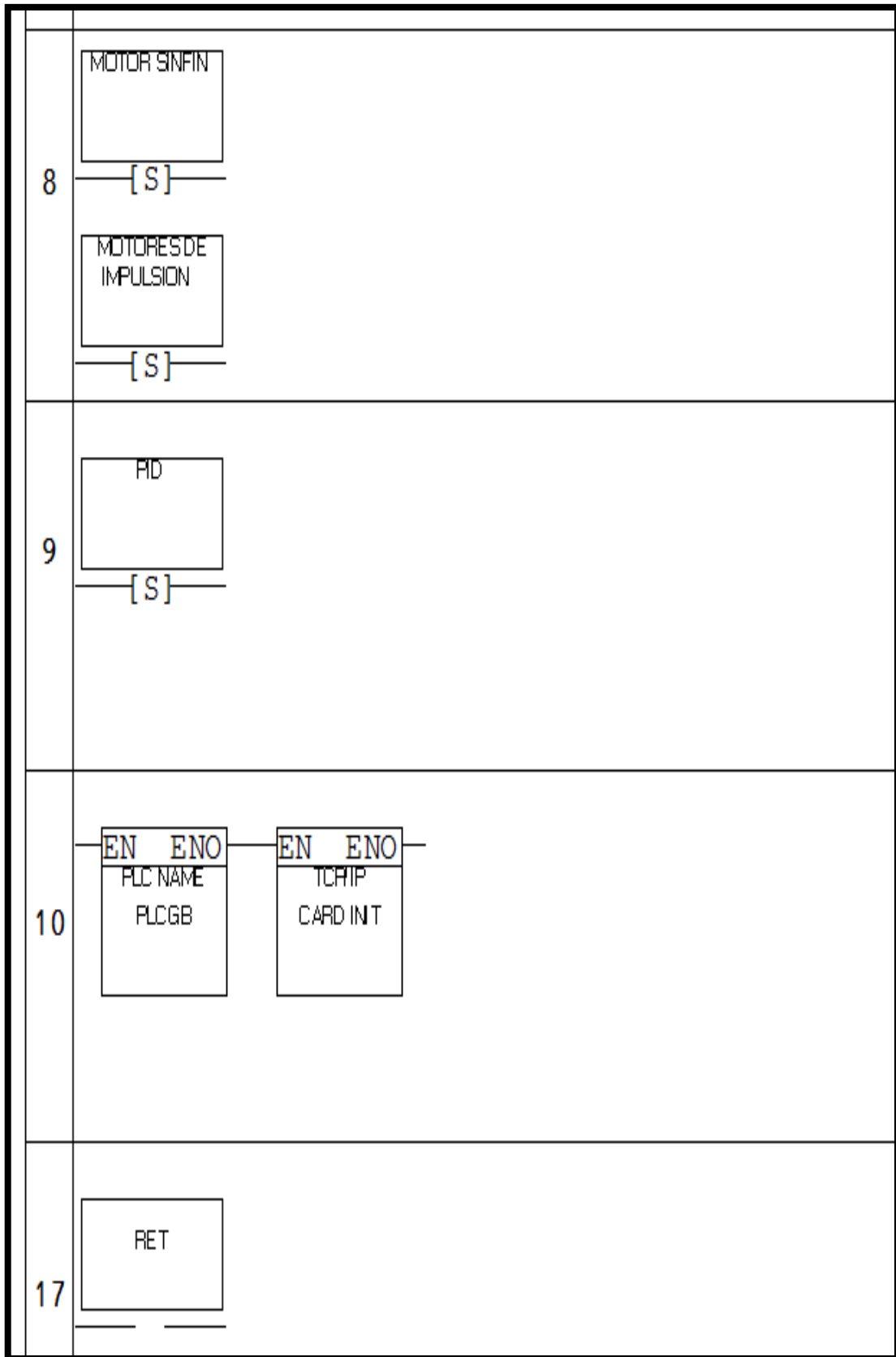
Salidas que se utilizaran en la programación

Programación en diagrama Ladder.

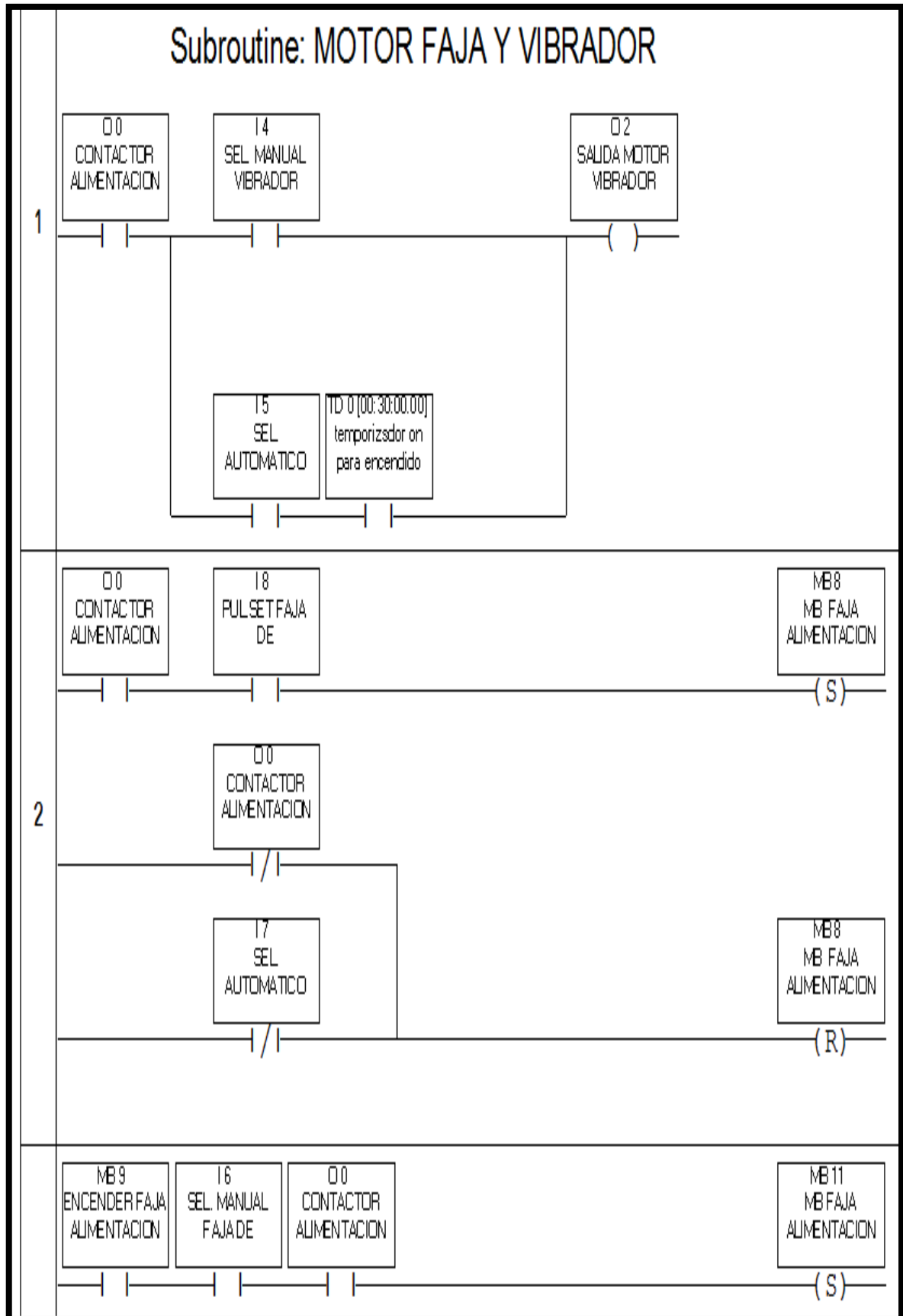


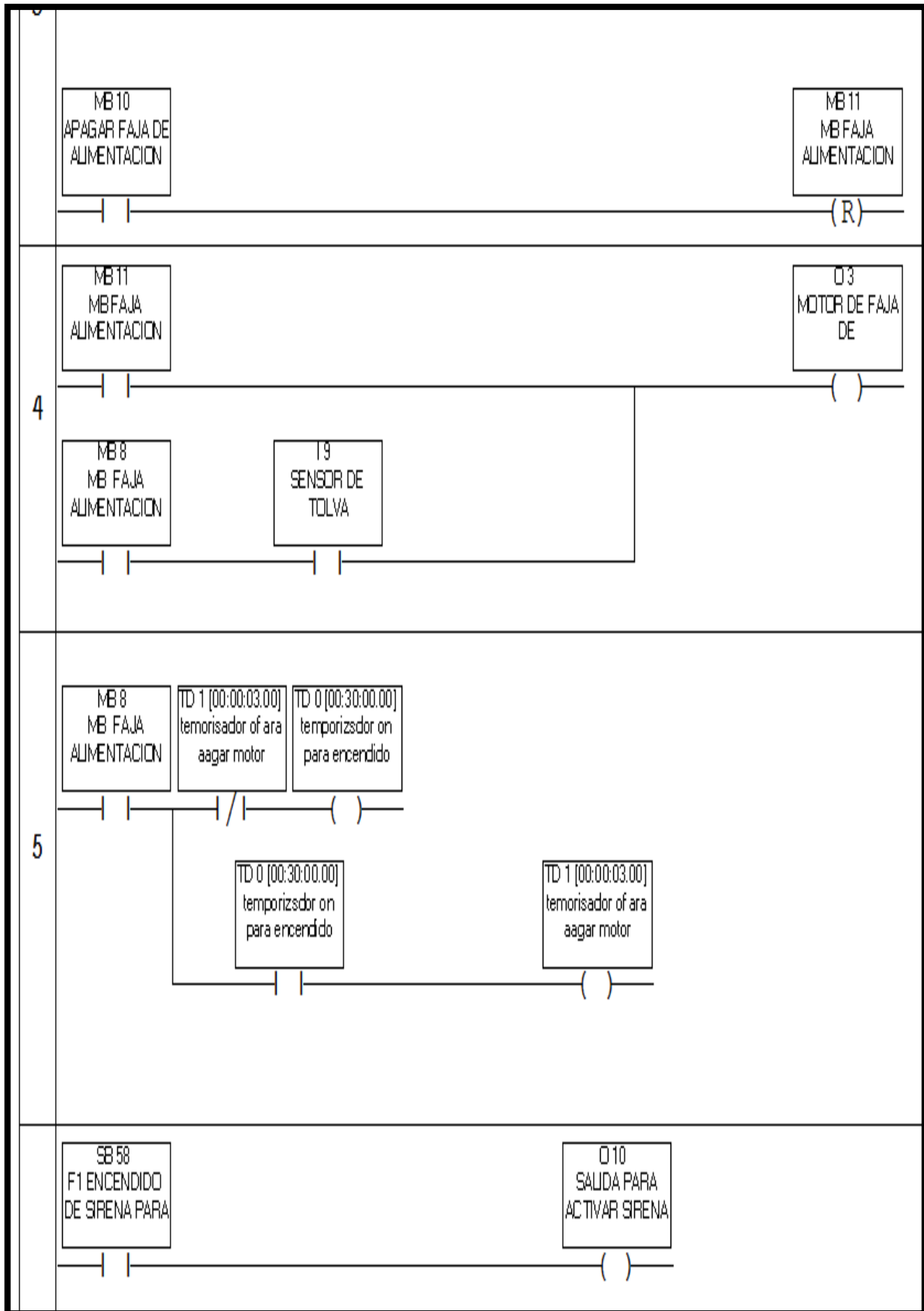




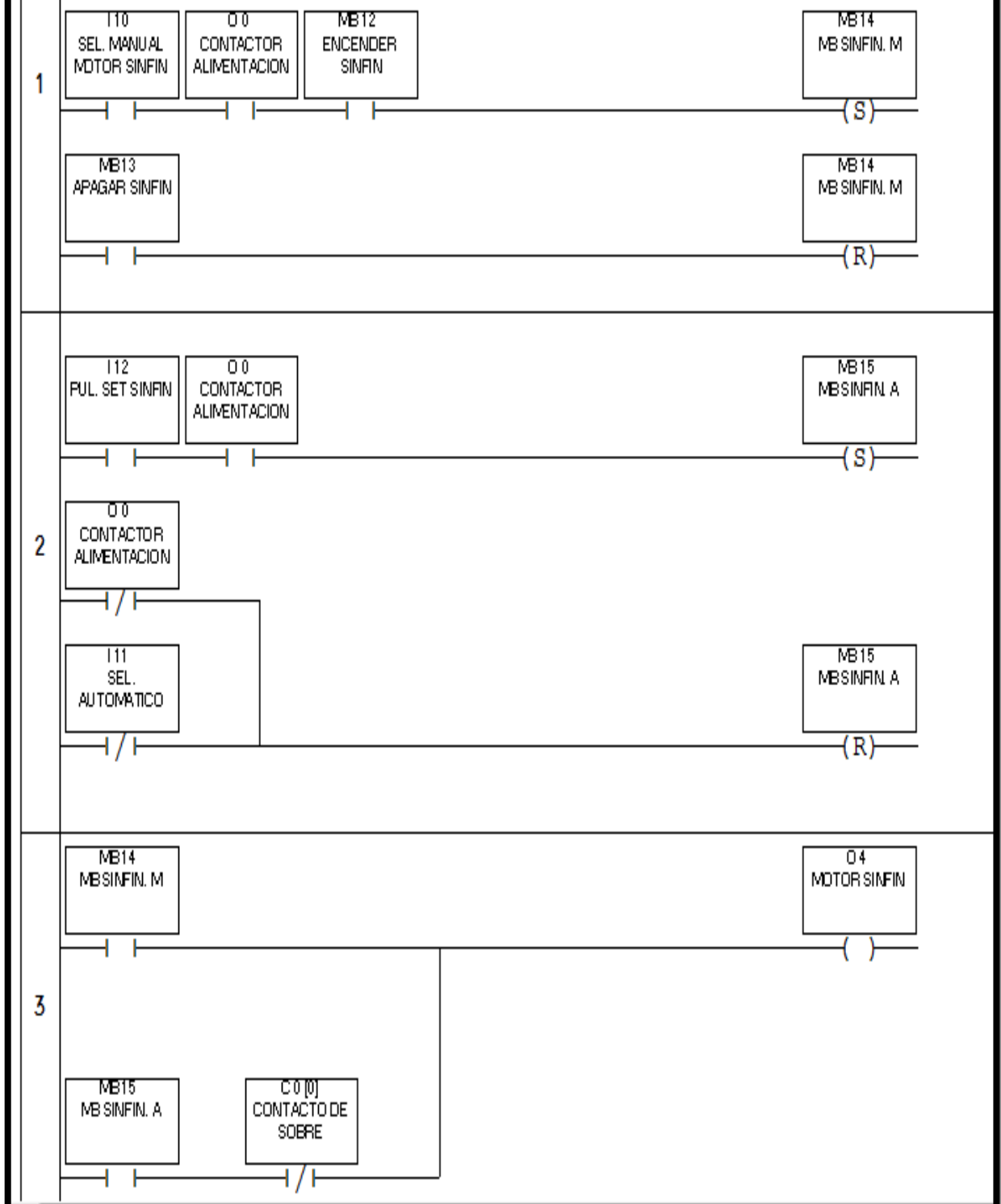


Subroutine: MOTOR FAJA Y VIBRADOR

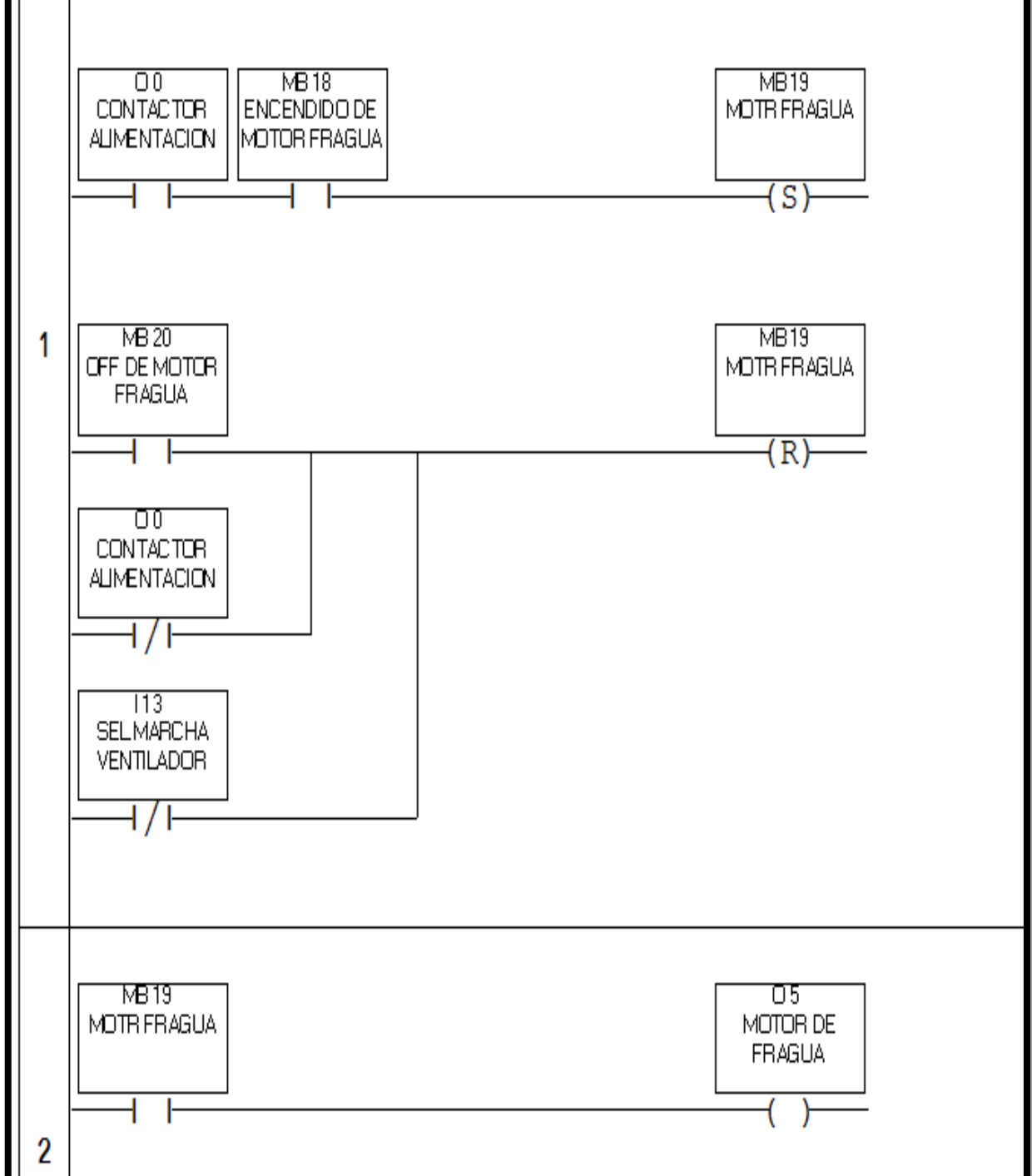




Module: ! Main Module
 Subroutine: MOTOR SINFIN



Module: ! Main Module
Subroutine: MOTOR FRAGUA

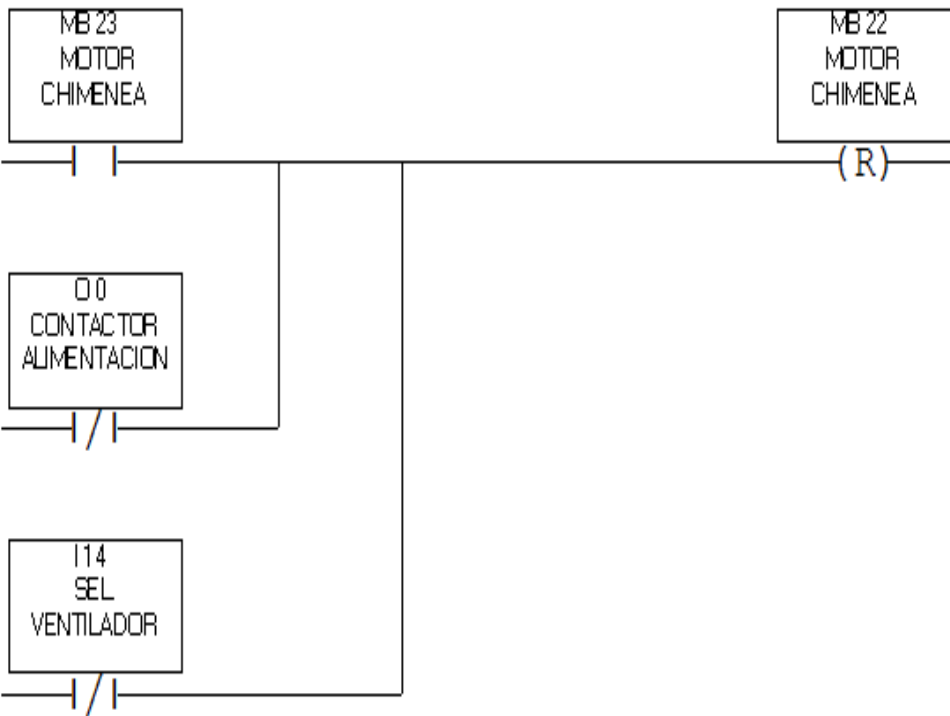


Module: ! Main Module
 Subroutine: MOTOR CHIMENEA

1



2



3



Module: ! Main Module
Subroutine: PID

1

MB 28
pulso de activacion
de PID

I PI

EN ENO

M110
PID: Set Point -

PID
CONFIG
PID_1

M19
SALIDA DE

M1 [0]
TERMOCUPLA DE

M20
PID: PID Status

2

EN ENO

PID
RUN
PID_1

3.3.6 Modelamiento matemático para la programación PID.

3.3.6.1 Controlador PID

El controlador PID es una programación de tres funciones que se suma para una acción:

P: Proporcional.

I: Integral.

D: Derivada.

3.3.6.2 Combinación de tres acciones en el PID

Figura 35

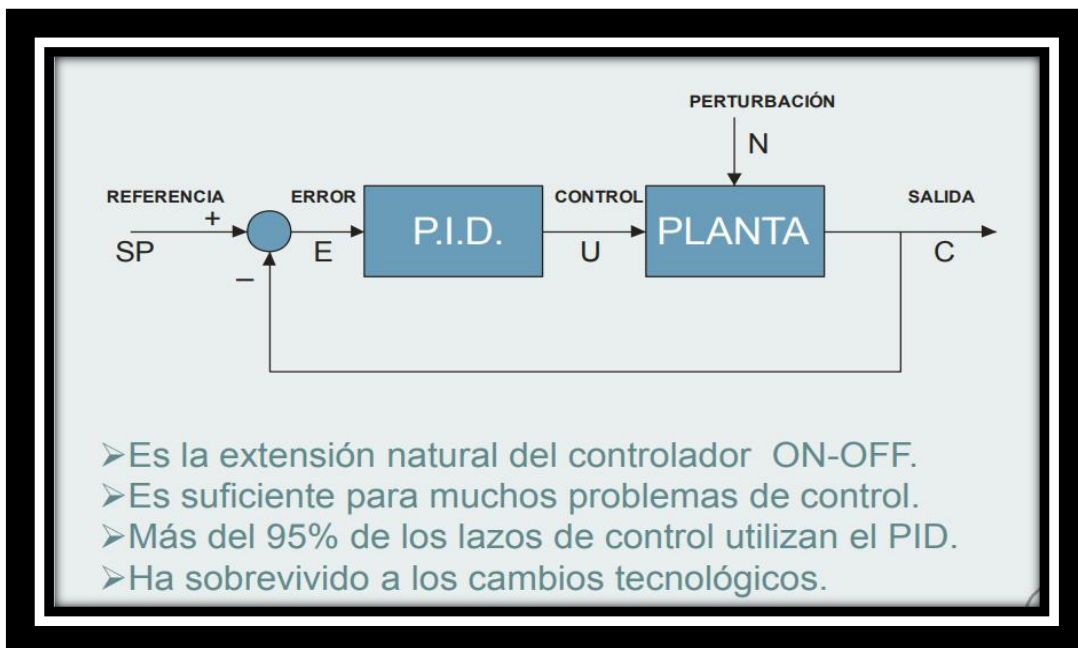
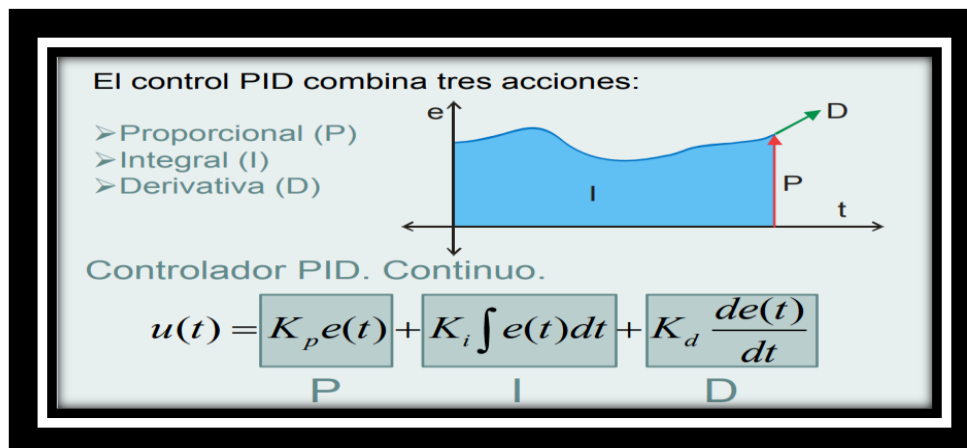


Figura 36



Para hallar el valor del PID, se tiene la fórmula que define su funcionamiento:

Formula 1

$$\%potencia = 100 \times \frac{sp - pv(TdxVt) + (TixEA)}{pb}$$

Donde:

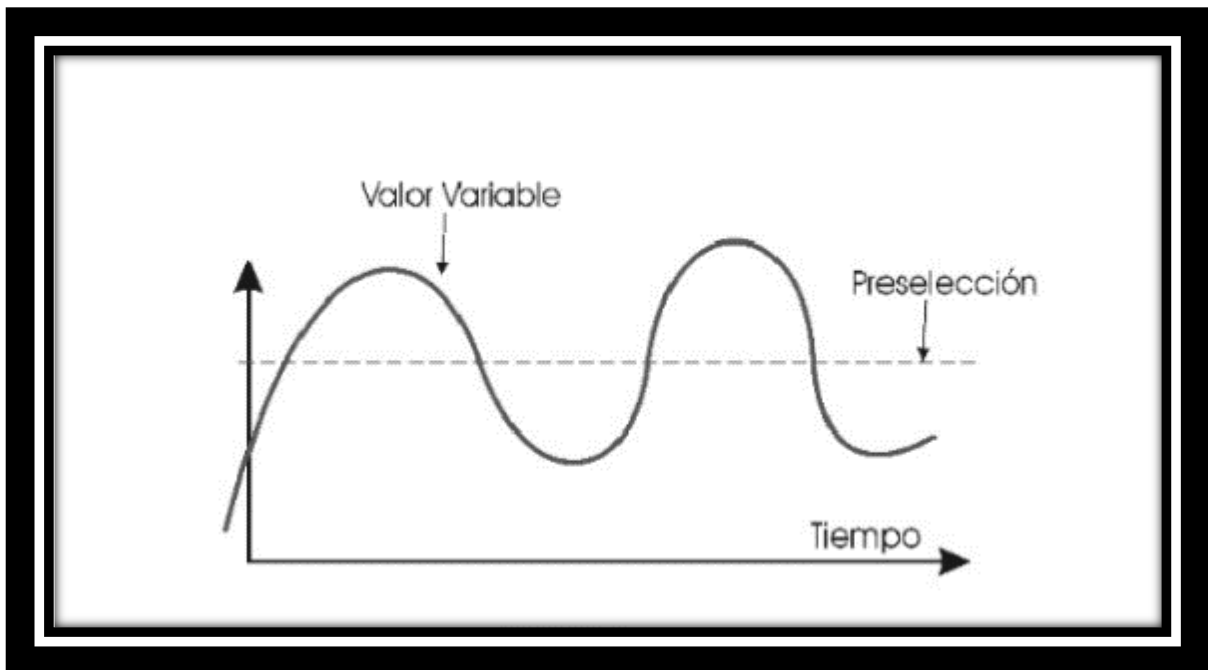
- %potencia = porcentaje de potencia.
- SP = Set Point o valor de consigna.
- PV = valor actual de la variable a medir (temperatura, caudal, presión, etc.).
- PB = banda proporcional: banda sustituida por debajo de SP que se define como un porcentaje de ese mismo valor conocido.

Cuando la constante derivativa (td), es igual a "0", el control se convierte en proporcional integral (PI). Por el contrario si la nula es la constante integral, el control se convierte en proporcional derivativo (PD). Es importante ajustar los parámetros Pb, td y ti a unos valores en que el sistema sea estable y la velocidad de corrección de la variable sea lo más rápida posible.

Según el valor de estos parámetros, el sistema puede ser:

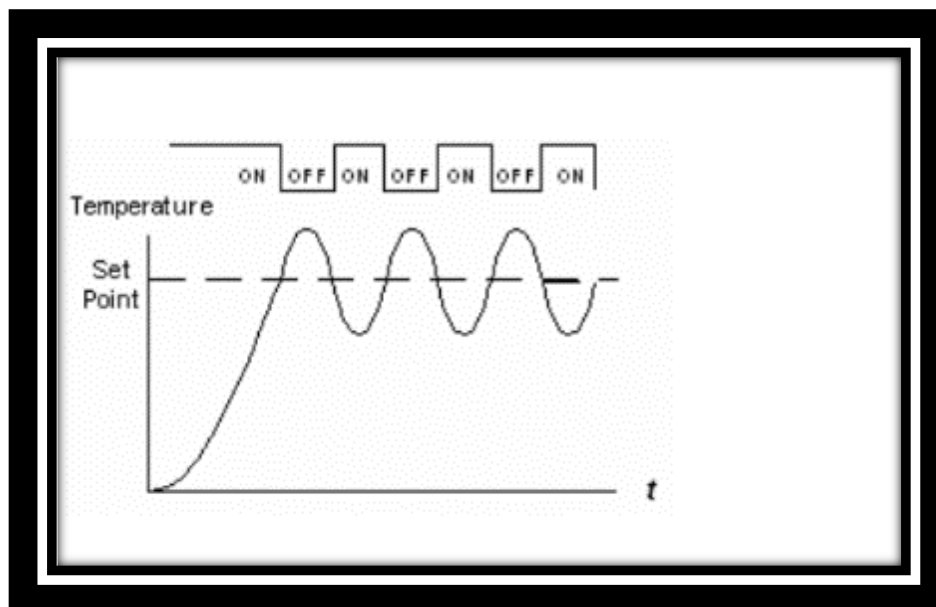
1. **Inestable:** Oscilación continua de la variable.

Figura 37



Inestable

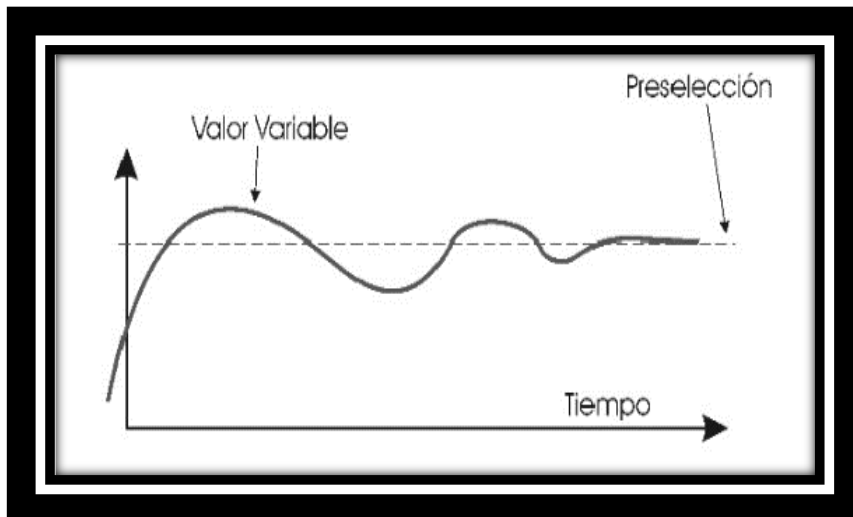
Figura 38



Inestable

2. **Estable insuficientemente amortiguado:** la variable se aproxima a la preselección después de una oscilación inicial.

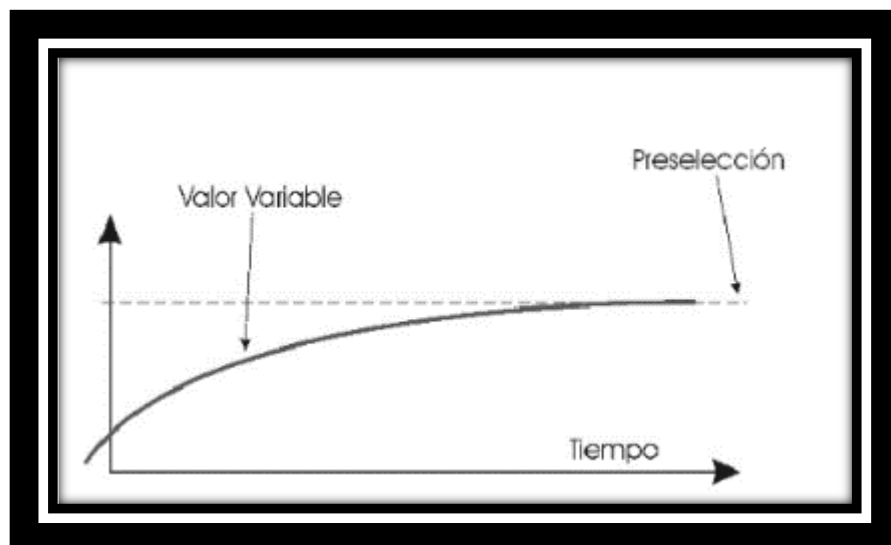
Figura 39



Estable (amortiguación insuficiente)

3. **Estable demasiado amortiguado:** la variable se aproxima a la preselección sin oscilar.

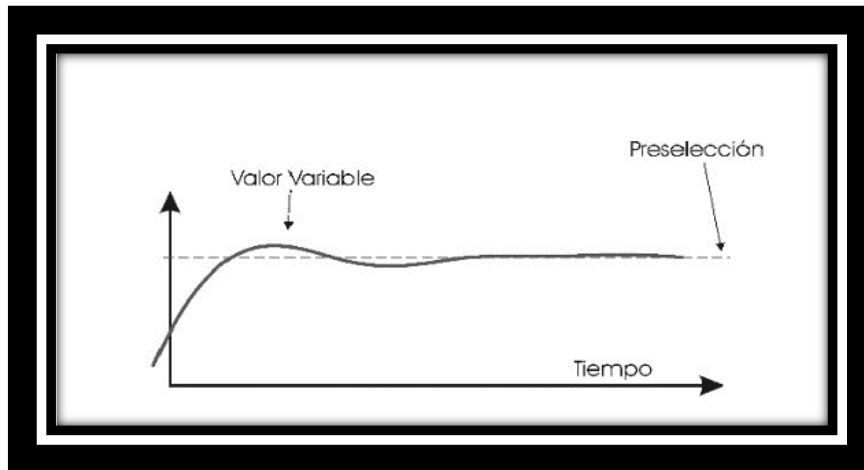
Figura 40



Estable (demasiado amortiguado)

4. **Estable con ajuste correcto:** la variable oscila mínimamente antes ajustarse a la preselección.

Figura 41



Estable (bien ajustado)

3.3.6.3 Variable de proceso, Set Point y Error.

Set Point SP

El valor que se indique en el Set Point, es un valor importante de la variable de proceso, es una medición de valor donde el controlador debe mantener la PV.

El generador de calor tiene la cámara de combustión a 850 °C y el controlador está programado para alcanzar la temperatura a 900 °C, luego PV=850 Y SP=900

Error

El error en este sistema es la diferencia que de la variable de proceso PV y el Set Point SP.

Formula 2

$$E = (SP - PV)$$

$$E = 900^{\circ}\text{C} - 850^{\circ}\text{C}$$

$$E = 50^{\circ}\text{C}$$

Podemos tener en momentos resultados de error positivo o negativo según la variación de PV.

3.3.6.4 Controlador proporcional.

Un controlador proporcional tiene una salida de potencia que varía en forma gradual entre 0% y 100 % en forma proporcional al error (SP-PV).

Para poner en marcha un controlador proporcional se deben fijar los siguientes parámetros:

- La temperatura deseada SP = 900 °C
- La banda proporcional Pb = 10 %
- Tiempo de ciclo Tc.
- Porcentaje de salida = "Out"

La banda proporcional Pb se programa en el controlador como un porcentaje del SP. Es una banda proporcional de temperatura situada por debajo del SP a lo largo de la cual, la potencia de salida variara proporcionalmente al error (SP-PV), esto va disminuyendo cuando más se aproxime a la temperatura al SP.

Formula 3

$$\text{Out} = \left(100\% \times \frac{\mathbf{E}}{\mathbf{banda}} \right)$$

Formula 4

$$\mathbf{banda} = \mathbf{Pb} \times \frac{\mathbf{SP}}{\mathbf{100}}$$

$$\mathbf{E} = (\mathbf{SP} - \mathbf{PV})$$

Para los valores de SP = 900°C Y Pb = 10%, la potencia determinada por el control variara a lo largo 90°C abajo del SP.

$$\mathbf{banda} = \mathbf{10} \times \frac{\mathbf{900}}{\mathbf{100}} = \mathbf{90} \text{ } ^\circ\mathbf{C}$$

La banda a lo largo variara gradualmente la potencia de: 810°C...900°C.

Si la temperatura de la cámara de combustión es igual o menor a 810°C, la salida de control (potencia) será 100%.

Cuando la temperatura este en la mitad de la banda, es decir en 855°C la salida será 50%.

$$\text{Out}\% = \left(100\% \times \frac{(900^{\circ}\text{C} - 855^{\circ}\text{C})}{90} \right) = 50 \%$$

Al llegar la temperatura a 900°C la salida será 0%.

$$\text{Out}\% = \left(100\% \times \frac{(900^{\circ}\text{C} - 900^{\circ}\text{C})}{90} \right) = 0 \%$$

Para los resultados de la tabla 21 se aplica la formula N°3

Tabla 21

PV °C	ERROR (SP-PV) °C	POTENCIA 100% X E/90 %
1000	-10	-11.11%
995	-5	-5.55%
900	0	0%
889	1	1.11
888	2	2.22%
895	5	5.55%
890	10	11.11%
885	15	16.66%
880	20	22.22%
875	25	27.77%
870	30	33.33%
865	35	38.88%
860	40	44.44%
855	45	50%
850	50	55.55%
845	55	61.11%
840	60	66.66%
835	65	62.22%
830	70	77.77%
825	75	83.33%
820	80	88.88%
815	85	94.44%
810	90	100%

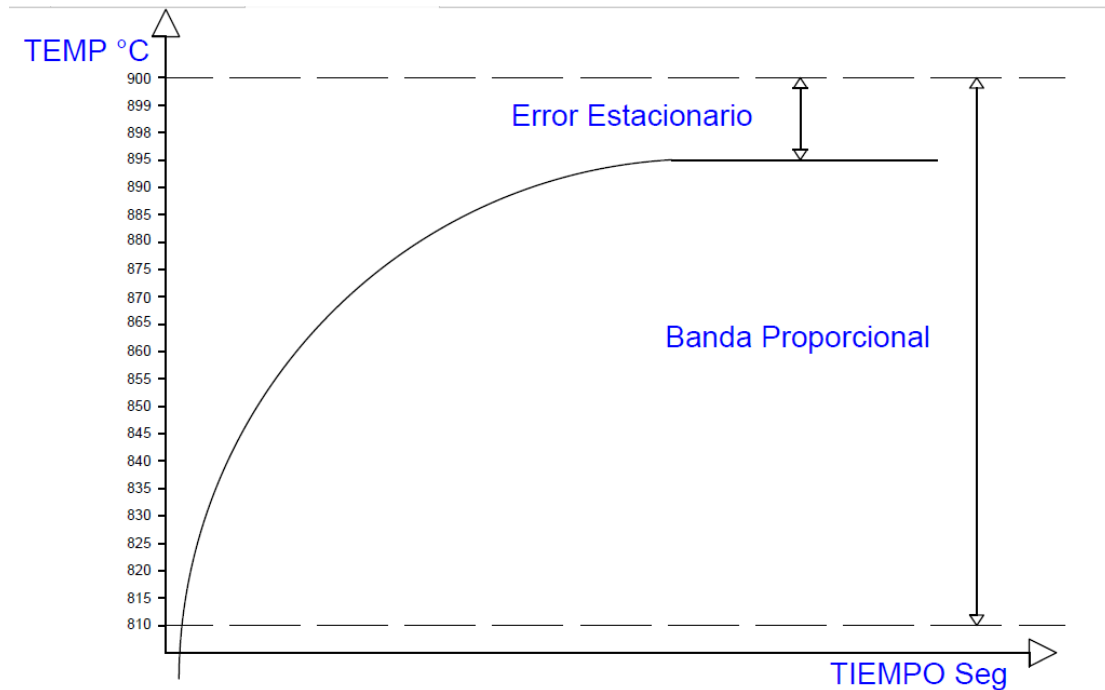
Tabla de potencia de salida

En la tabla 21 se observa la potencia de salida (Out%) suministrada por el controlador a distintas temperaturas para el generador de calor.

En la figura 39 de temperatura vs. Tiempo se observa el comportamiento típico de un control proporcional.

Control proporcional

Figura 42



Error estacionario.

El error estacionario es un punto que se estaciona dentro de la banda proporcional.

Reducir Error estacionario.

Al reducir el PB, se reducirá el error estacionario, pero hay que tener en cuenta que si se reduce mucho el Pb se volverá oscilatorio nuestro sistema.

3.3.6.5 Controlador proporcional derivativo PD.

Un controlador PD es un proporcional a la que se le agrega la capacidad de considerar también la velocidad de la temperatura en el tiempo.

Considerando la velocidad en este controlador se obtendrá una temperatura más estable debido a una acción más rápida en el control.

Formula 5

$$Out = (100\% \times \frac{E - DxVel}{banda})$$

$$banda = Pb \times \frac{SP}{100}$$

Donde "Vel" es la velocidad de la temperatura medida por el controlador en °C/seg.

$$D = 25 \text{ seg}$$

$$SP = 900^\circ\text{C}$$

$$Pb = 10 \%$$

$$Pv = 830^\circ\text{C}$$

En un momento dado la temperatura de la cámara de combustión es de 830 °C y está subiendo a una velocidad Vel = 2°C/Seg.

En el control proporcional la salida deberá ser de 77.77%

Comprobamos con siguiente formula.

$$Out = \left(100\% \times \frac{E}{banda}\right)$$

$$Out = \left(100\% \times \frac{70^\circ\text{C}}{90}\right) = 77.77\%$$

Ahora el controlador PD toma en cuenta la velocidad de ascenso de la temperatura y la multiplica por la constante derivativa D y obtiene:

$$Out = (100\% \times \frac{E - DxVel}{banda})$$

$$Out = (100\% \times \frac{70^\circ\text{C} - 25\text{Seg} \times 2^\circ\text{C/Seg}}{90})$$

$$= 100\% \times \frac{20^\circ\text{C}}{90^\circ\text{C}} = 22.22\%$$

Entonces se determina que a una temperatura de 830°C la potencia de salida es de 22.22% tomando el lugar de 77.77%, al considerándose la velocidad de ascenso de la temperatura.

3.3.6.6 Controlador proporcional derivativo PI.

Ahora retomamos el dato anterior del error estacionario tratado en la sección indicada al controlador proporcional.

Para ello tomamos los mismos datos del proceso de trabajo del generador, teniendo en la cámara de combustión 900°C con Pb 10%, estacionando a 895°C para entregar 5.55% de potencia.

La idea es que la salida del control será la misma en un control proporcional más la magnitud del saco multiplicada por la constante I internamente el control PI, realiza el cálculo con la siguiente formula:

Formula 6

$$Out = (100\% \times \frac{E + Ix Saco}{banda})$$

Ahora vemos que pasa en la cámara de combustión al colocarle una acción integral. I = 0.18/ Seg, SP = 900°C, Pb = 10%. (Ver en la tabla N°19)

Con la temperatura estacionada en 895°C (por defecto de las pérdidas estimadas en 5.55%) a partir del tiempo 1, se activa la acción integral, desde ese momento cada segundo el saco aumenta en 5°C.

Tabla 22

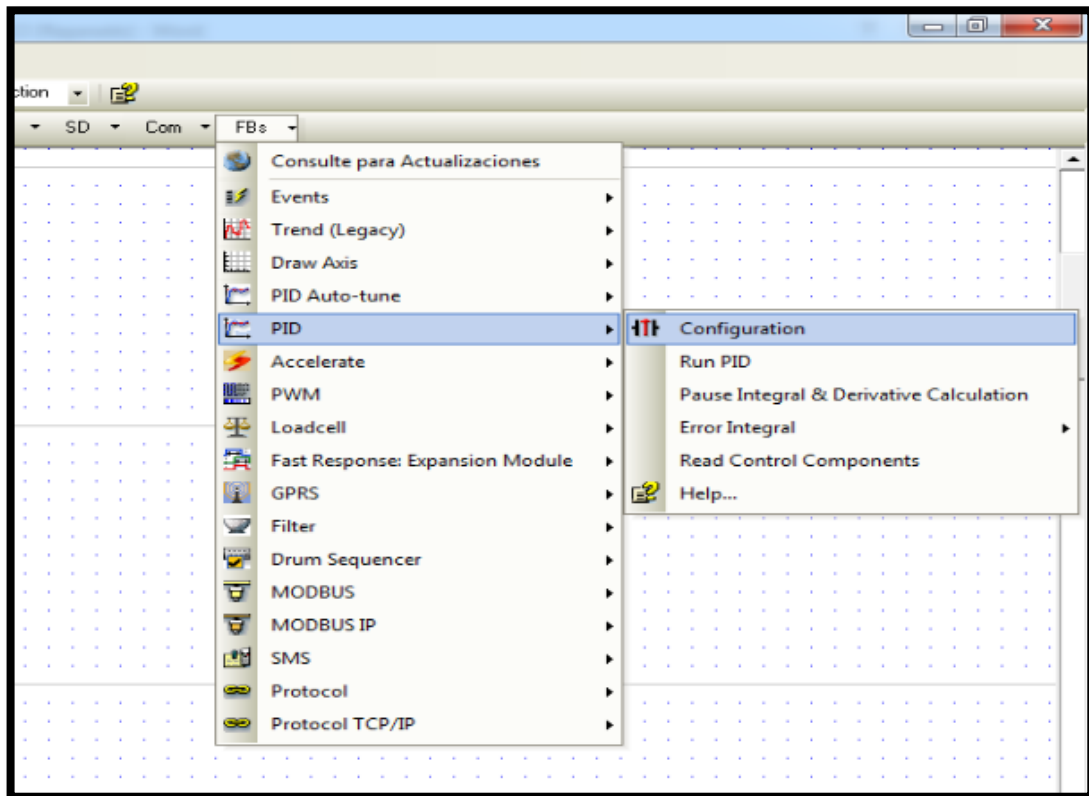
Seg	PV °C	ERROR °C	SACO °C	PI $100\% \times \left(\frac{E+I \times Saco}{90} \right)$
0	895	5	0	5.55%
1	895	5	5	6.55%
2	895	5	10	7.55%
3	895	5	15	8.55%
4	895	5	20	9.55%
5	895	5	25	10.55%
6	896	4	29	10.24%
7	896	4	33	11.04%
8	896	4	37	11.84%
9	896	4	41	12.64%
10	896	4	45	13.44%
11	197	3	48	12.93%
12	197	3	51	13.53%
13	197	3	54	14.13%
14	197	3	57	14.73%
15	198	2	59	14.02%
16	198	2	61	14.42%
17	198	2	63	14.82%
xx	200	0	125	25%

La potencia seguirá aumentando cada segundo, mientras el error sea 5°C, en la cantidad:

Programación de PID

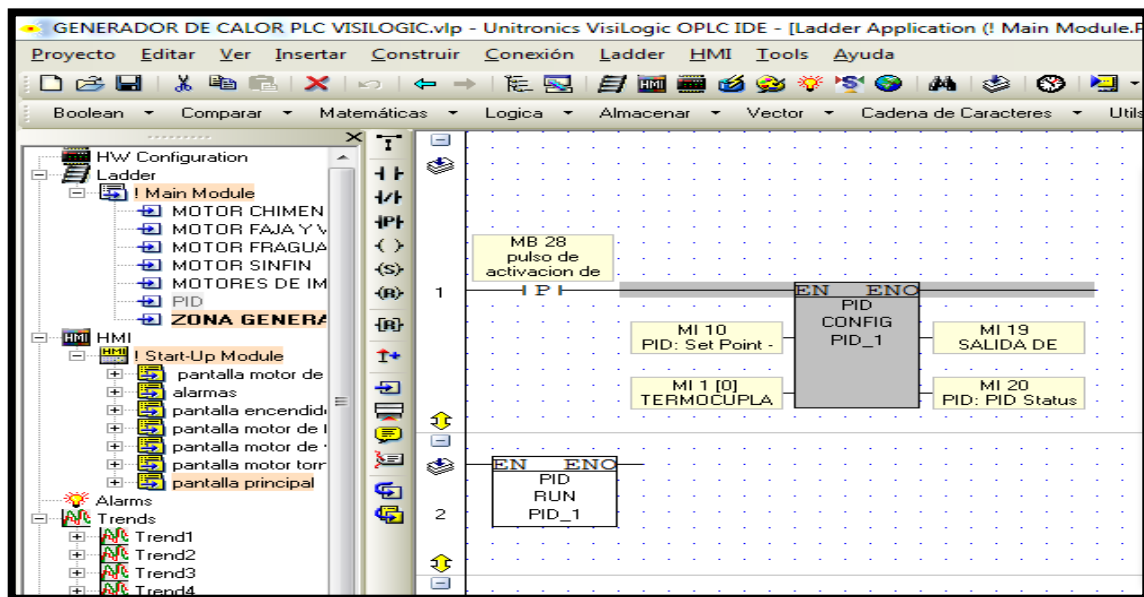
Se realiza la programación PID en el software del PLC visión 1040 según los parámetros obtenidos.

Figura 43



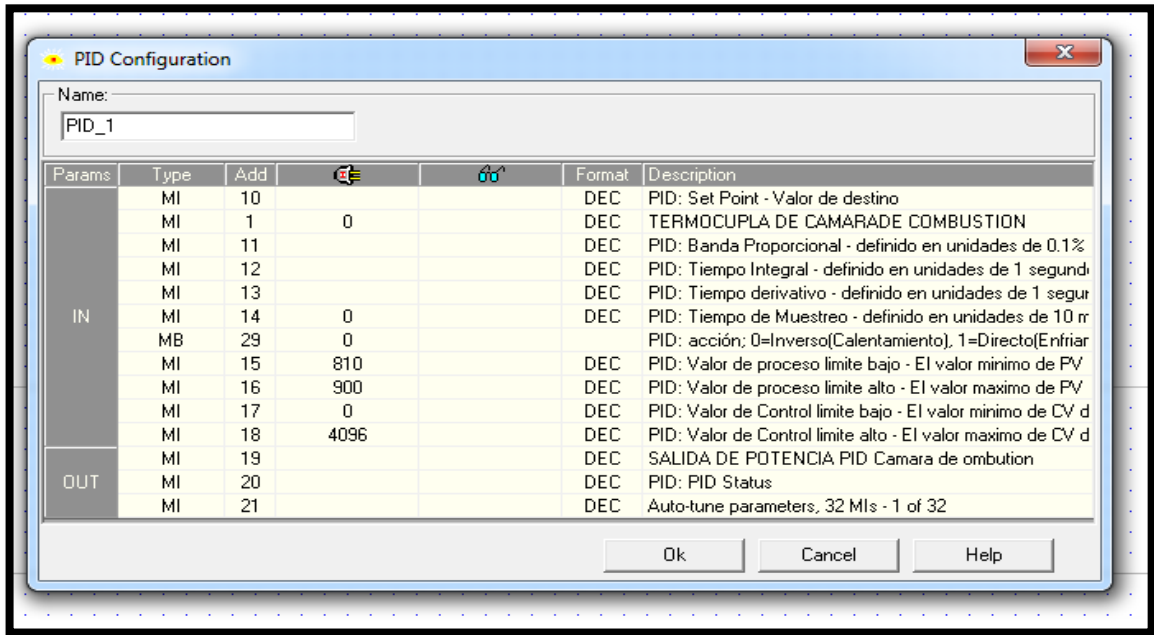
Ventana para seleccionar la configuración PID

Figura 44



Selección de PID

Figura 45

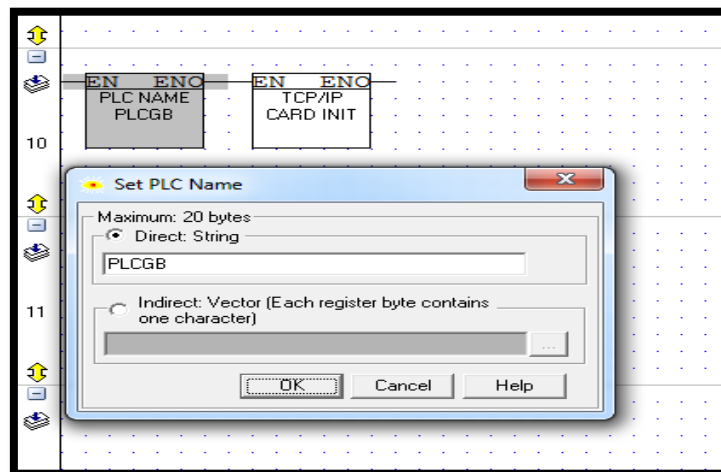


Configuracion de tabla de controlador PID

Configuración del nombre de PLC

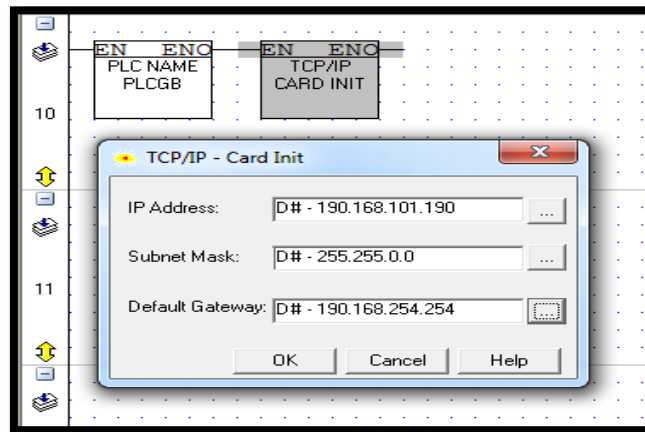
La configuración del nombre de PLC consiste en darle un nombre al PLC Vision 1040 para poder ingresarle a red y así poderle reconocer desde otro dispositivo mediante el IP para poder realizar el monitoreo de los parámetros de trabajo del generador de calor GB.

Figura 46



Configuración del nombre.

Figura 47



Configuración para ingresar a red

3.3.7 Programación de variadores de velocidad Schneider Altivar 312.

El variador de velocidad se coloca entre la red y el motor. El variador recibe la tensión de red a la frecuencia de red (50Hz) y tras convertirla y después ondularla produce una tensión con frecuencia variable, para realizar estos trabajos en un motor e tiene primero que programar y eso es lo que haremos a continuación. Estos variadores se programaran según la potencia del motor y el trabajo que realizara según los parámetros que se le indique para cada motor que utiliza variador en el generador de calor, se programara los siguientes variadores:

- Variador para motor de tornillo transportador.
- Variador para motor de ventilador de impulsión fragua.
- Variador para motor de ventilador extractor chimenea.
- **Diagrama de cableado general.**

Figura 48

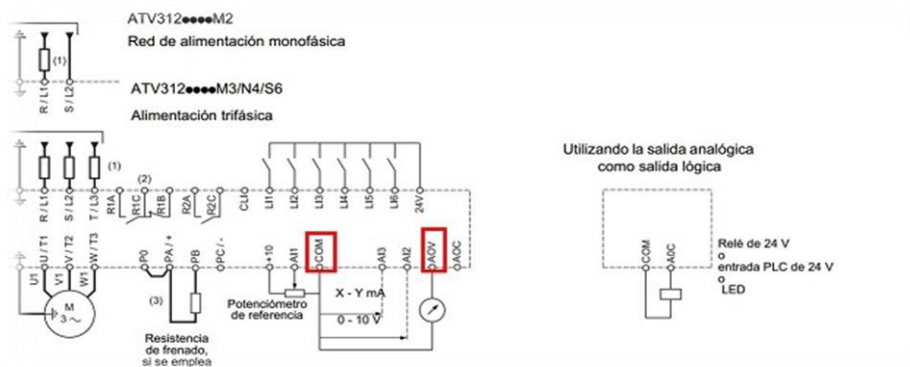


Tabla 23

PROGRAMACIÓN DE VARIADOR SCHNEIDER ALTIVAR 32 DE 2.2 KW PARA MOTOR DEL TORNILLO TRANSPORTADOR						
AJUSTES						
Código	Etiqueta larga	Valor de configuración	Valor predeterminado	Valor mín	Valor máx	Dirección lógica
ACC	Rampa aceleración (s)	0.5 s	3 s	0.1 s	3276 s	9001
DEC	Rampa deceleración (s)	0.1 s	3 s	0.1 s	3276 s	9002
LSP	Velocidad mínima	0 Hz	0 Hz	0 Hz	50 Hz	3105
HSP	Velocidad máxima	60 Hz	50 Hz	50 Hz	60 Hz	3104
DATOS DEL MOTOR						
Código	Etiqueta larga	Valor de configuración	Valor predeterminado	Valor mín	Valor máx	Dirección lógica
BFR	Frec estandar motor	60 Hz IEC	50 Hz IEC			3015
UNS	Tensión nominal motor	400 V	400 V	100 V	500 V	9601
FRS	Frecuencia nom motor	60 Hz	50 Hz	10 Hz	500 Hz	9602
NCR	Intensidad nom motor	5.4A	5A	1A	8A	9603
NSP	Velocidad nom motor	1740 rpm	1420 rpm	0 rpm	32767 rpm	9604
COS	motor 1 cos fi	0.82	0.79	0.5	1	9606
TFR	Frec. máxima de salida	60 Hz	60 Hz	10 Hz	500 Hz	3103
ENTRADAS / SALIDAS						
Código	Etiqueta larga	Valor de configuración	Valor predeterminado	Valor mín	Valor máx	Dirección lógica
TCC	Tipo control 2/3 hilos	Ctrl. 2 hilos	Ctrl. 2 hilos			11101
TCT	Tipo control 2 hilos	Nivel	Transición			11102
RRS	Marcha avanse	LI1	LI1			11105
R1	Asignación del relé R1	Sin fallo	Sin fallo			5001
R2	Asignación del relé R2	Ctrl. Freno	No			5002
CONTROL						
Código	Etiqueta larga	Valor de configuración	Valor predeterminado	Valor mín	Valor máx	Dirección lógica
LAC	Nivel acceso funciones	Nivel 3	Nivel 1			3006
FR1	Canal referencia 1	AI1	AI1			8413
FR2	Canal referencia 2	No	No			8414
FUNCIONES Y APLICACIÓN - REGULADOR PID						

Código	Etiqueta larga	Valor de configuración	Valor predeterminado	Valor mín	Valor máx	Dirección lógica
PIF	Asignación Retorno PID	Si	No			11901
RPG	Ganancia prop. PID	1	1	0.01	100	11941
RIG	Ganancia integral PID	1	1	0.01	100	11942
FBS	Coeficiente retorno PID	1	1	0.1	100	11903
PIC	Inversión error (PID)	No	No			11940
PR2	2 ref PID preselec.	Si	No			11909
PR4	4 ref PID preselec.	No	No			11910
RP2	2da ref PID preselec.	30%	30%	0%	100%	11921
RP3	3da ref PID preselec.	60%	60%	0%	100%	11922
RP4	4da ref PID preselec.	90%	90%	0%	100%	11923
RSL	Nivel re arranque PID	0	0	0	100	11960
PII	Referencia interna PID	No	No			11908
RPI	Referencia interna PID	0%	0%	0%	100%	11920

Tabla 24

PROGRAMACIÓN DE VARIADOR SCHNEIDER ALTIVAR 32 DE 2.2 KW PARA MOTOR DE VENTILADOR IMPULSOR FRAGUA						
AJUSTES						
Código	Etiqueta larga	Valor de configuración	Valor predeterminado	Valor mín	Valor máx	Dirección lógica
ACC	Rampa aceleración (s)	0.5 s	3 s	0.1 s	3276 s	9001
DEC	Rampa deceleración (s)	0.1 s	3 s	0.1 s	3276 s	9002
LSP	Velocidad mínima	0 Hz	0 Hz	0 Hz	50 Hz	3105
HSP	Velocidad máxima	60 Hz	50 Hz	50 Hz	60 Hz	3104
DATOS DEL MOTOR						
Código	Etiqueta larga	Valor de configuración	Valor predeterminado	Valor mín	Valor máx	Dirección lógica
BFR	Frec estandar motor	60 Hz IEC	50 Hz IEC			3015
UNS	Tensión nominal motor	400 V	400 V	100 V	500 V	9601
FRS	Frecuencia nom motor	60 Hz	50 Hz	10 Hz	500 Hz	9602

NCR	Intensidad nom motor	5.2A	5A	1A	8A	9603
NSP	Velocidad nom motor	1750 rpm	1420 rpm	0 rpm	32767 rpm	9604
COS	motor 1 cos fi	0.82	0.79	0.5	1	9606
TFR	Frec. máxima de salida	60 Hz	60 Hz	10 Hz	500 Hz	3103
ENTRADAS / SALIDAS						
Código	Etiqueta larga	Valor de configuración	Valor predeterminado	Valor mín	Valor máx	Dirección lógica
TCC	Tipo control 2/3 hilos	Ctrl. 2 hilos	Ctrl. 2 hilos			11101
TCT	Tipo control 2 hilos	Nivel	Transición			11102
RRS	Marcha avanse	LI1	LI1			11105
R1	Asignación del relé R1	Sin fallo	Sin fallo			5001
R2	Asignación del relé R2	Ctrl. Freno	No			5002
CONTROL						
Código	Etiqueta larga	Valor de configuración	Valor predeterminado	Valor mín	Valor máx	Dirección lógica
LAC	Nivel acceso funciones	Nivel 3	Nivel 1			3006
FR1	Canal referencia 1	AI1	AI1			8413
FR2	Canal referencia 2	No	No			8414
FUNCIONES Y APLICACIÓN - REGULADOR PID						
Código	Etiqueta larga	Valor de configuración	Valor predeterminado	Valor mín	Valor máx	Dirección lógica
PIF	Asignación Retorno PID	Si	No			11901
RPG	Ganancia prop. PID	1	1	0.01	100	11941
RIG	Ganancia integral PID	1	1	0.01	100	11942
FBS	Coeficiente retorno PID	1	1	0.1	100	11903
PIC	Inversión error (PID)	No	No			11940
PR2	2 ref PID preselec.	Si	No			11909
PR4	4 ref PID preselec.	No	No			11910
RP2	2da ref PID preselec.	30%	30%	0%	100%	11921
RP3	3da ref PID preselec.	60%	60%	0%	100%	11922
RP4	4da ref PID preselec.	90%	90%	0%	100%	11923
RSL	Nivel rearranque PID	0	0	0	100	11960
PII	Referencia interna PID	No	No			11908
RPI	Referencia interna PID	0%	0%	0%	100%	11920

Tabla 25

PROGRAMACIÓN DE VARIADOR SCHNEIDER ALTIVAR 32 DE 13 KW PARA MOTOR VENTILADOR DE EXTRACCIÓN CHIMENEA						
AJUSTES						
Código	Etiqueta larga	Valor de configuración	Valor predeterminado	Valor mín	Valor máx	Dirección lógica
ACC	Rampa aceleración (s)	0.5 s	3 s	0.1 s	3276 s	9001
DEC	Rampa deceleración (s)	0.1 s	3 s	0.1 s	3276 s	9002
LSP	Velocidad mínima	0 Hz	0 Hz	0 Hz	50 Hz	3105
HSP	Velocidad máxima	60 Hz	50 Hz	50 Hz	60 Hz	3104
DATOS DEL MOTOR						
Código	Etiqueta larga	Valor de configuración	Valor predeterminado	Valor mín	Valor máx	Dirección lógica
BFR	Frec estandar motor	60 Hz IEC	50 Hz IEC			3015
UNS	Tensión nominal motor	400 V	400 V	100 V	500 V	9601
FRS	Frecuencia nom motor	60 Hz	50 Hz	10 Hz	500 Hz	9602
NCR	Intensidad nom motor	22.30A	22A	1A	8A	9603
NSP	Velocidad nom motor	1850 rpm	1450 rpm	0 rpm	32767 rpm	9604
COS	motor 1 cos fi	0.85	0.79	0.5	1	9606
TFR	Frec. máxima de salida	60 Hz	60 Hz	10 Hz	500 Hz	3103
ENTRADAS / SALIDAS						
Código	Etiqueta larga	Valor de configuración	Valor predeterminado	Valor mín	Valor máx	Dirección lógica
TCC	Tipo control 2/3 hilos	Ctrl. 2 hilos	Ctrl. 2 hilos			11101
TCT	Tipo control 2 hilos	Nivel	Transición			11102
RRS	Marcha avanse	LI1	LI1			11105
R1	Asignación del relé R1	Sin fallo	Sin fallo			5001
R2	Asignación del relé R2	Ctrl. Freno	No			5002
CONTROL						
Código	Etiqueta larga	Valor de configuración	Valor predeterminado	Valor mín	Valor máx	Dirección lógica
LAC	Nivel acceso funciones	Nivel 3	Nivel 1			3006
FR1	Canal referencia 1	AI1	AI1			8413

FR2	Canal referencia 2	No	No			8414
FUNCIONES Y APLICACIÓN - REGULADOR PID						
Código	Etiqueta larga	Valor de configuración	Valor predeterminado	Valor mín	Valor máx	Dirección lógica
PIF	Asignación Retorno PID	Si	No			11901
RPG	Ganancia prop. PID	1	1	0.01	100	11941
RIG	Ganancia integral PID	1	1	0.01	100	11942
FBS	Coeficiente retorno PID	1	1	0.1	100	11903
PIC	Inversión error (PID)	No	No			11940
PR2	2 ref PID preselec.	Si	No			11909
PR4	4 ref PID preselec.	No	No			11910
RP2	2da ref PID preselec.	30%	30%	0%	100%	11921
RP3	3da ref PID preselec.	60%	60%	0%	100%	11922
RP4	4da ref PID preselec.	90%	90%	0%	100%	11923
RSL	Nivel re arranque PID	0	0	0	100	11960
PII	Referencia interna PID	No	No			11908
RPI	Referencia interna PID	0%	0%	0%	100%	11920

3.4 ESTUDIO ECONOMICO DEL PROYECTO.

3.4.1 Presupuesto General.

Los precios que se mencionaran a continuación, son precios obtenidos de diferentes empresas del mercado local y nacional, incluyendo el IGV de 18%.

Las marcas de los equipos son referenciales y queda a libre disposición de ser reemplazados por otras más económicas que presenten igual o parecidas características y que cumple realizando un buen funcionamiento del sistema.

3.4.2 Sistema de control del proceso.

El sistema de control del proceso incluye tanto los dispositivos que controlan el proceso de generación de calor y el control de variación de los parámetros que permitan controlar el proceso de medición de temperatura. También incluye los costos de los dispositivos de protección.

Tabla 26

Ítem	Descripción	Cant.	Precio Unidad (S/.)	Precio Total (S/.)
1	PLC V1040- T20B UNITRONICS	1	8,673.00	8,673.00
2	MODULO ANALOGO EXPANSIÓN IO-ATC8 UNITRONICS 8 ENTRADAS ANALOGAS TIPO TERMOCUPLE	1	1,188.26	1,188.26
3	MODULO ANALOGO EXPANSIÓN IO-AO6X UNITRONICS 8 SALIDAS ANALOGAS OUTPUTS	1	944.00	944.00
4	MODULO DIGITAL EXPANSIÓN IO-RO16 UNITRONICS 16 SALIDAS DIGITALES TIPO RELAY, 24 VDC	2	706.82	1,413.64
5	MODULO DIGITAL EXPANSIÓN IO-DI16 UNITRONICS 16 ENTRADAS DIGITALES, 24 VDC	1	454.30	454.30
6	EQUIPO TRANSMISOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL CP 113	2		
7	VARIADORES SCHNEIDER ATV 312 DE 2.2 kW	2	1,430.00	2,860.00
8	LLAVE TERMOMANETICA MONOFÁSICA SCHNEIDER DE 10 A	1	79.00	79.00
9	LLAVE TERMOMANETICA MONOFÁSICA SCHNEIDER DE 3 A	2	24.00	48.00
10	RELÉS INTERFASE 6mm RSL PREMONTADOS DE SCHNEIDER, 24 VDC	12	25.00	300.00
11	CABLE COLOR AZUL PARA CIRCUITO CONTROL 16 AWG	50 m	0.85	42.50
12	CABLE COLOR ROJO PARA CIRCUITO CONTROL 16 AWG	50 m	0.85	42.50
13	TABLERO 2000X1600X600 SCHNEIDER	1	6,750.00	6,750.00
14	SELECTOR SCHNEIDER 0-1-2 MANIJA LARGA	3	88.00	264.00
15	SELECTOR SCHNEIDER 0-1 MANIJA LARGA	2	70.00	140.00

16	PARO DE EMERGENCIA	1	90.00	90.00
17	VENTILADOR MAS REJILLA 25 X 25 cm	1	160.00	160.00
18	REJILLA DE 25 X 25 cm	1	50.00	50.00
19	PULSADORES CON RETORNO LUMINOSO 24 VDC COLOR AZUL Y VERDE	3	125.00	375
20	TRANSMISOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL KIMO INSTRUMENTS	2	1,802.12	3604.24
21	TARJETA PLC V200-19-ET2(ETHERNET)- UNITRONICS PARA PLC VISION 1040	1	483.80	483.80
TOTAL				27,961.94

3.4.3 Mano de Obra.

A continuación se presenta el presupuesto de la mano de obra para la instalación del sistema de control.

Tabla 27

		SISTEMA DE CONTROL	COSTO
		Fuente: Elaboración propia	Montaje de Equipos
Instalación de Equipos			S/ 1000.00
Programación y Configuración			S/ 3500.00
Subtotal			S/ 5500.00

Cuantificación de la inversión de la mano de obra

3.4.4 Costo Total de la Inversión.

Conociendo todos los costos necesarios para la implementación del proyecto procedemos a hallar la inversión total del mismo, de la siguiente manera:

Tabla 28

		DESCRIPCIÓN	COSTO
		Fuente: Elaboración propia	Sistema de Control
Mano de Obra			S/5500.00
Inversión Total			S/33,461.94

Cuantificación de la inversión total

3.4.5 Egreso en el Personal encargado del Generador de calor en un año

En la siguiente tabla se indica el egreso total en el pago al personal, en este caso son tres las personas encargadas de estar controlando y apuntando datos para su registro de turno del proceso del generador de calor.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29

PERSONAL	DIARIO	MENSUAL	AÑO
1	40	1,200.00	14,400.00
1	40	1,200.00	14,400.00
TOTAL DE EGRESO		2,400.00	28,800.00

Egreso total de un año en el sueldo del personal

3.4.6 EVALUACIÓN ECONOMICA

Una vez indicado la inversión de la propuesta, los costos de la inversión, el egreso en el pago al personal encargado del generador de calor se procederá a realizar la respectiva evaluación económica.

Tabla 30

TASA 20%	Flujo de carga del proyecto de inversión					
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Suministro de materiales	27,961.94					
Mano de obra	5,500.00					
Mantenimiento	1,800.00					
Inversión inicial	- 35,261.94					
Ingresos		28,800.00	28,800.00	28,800.00		
Egresos (mantenimiento)		1,800.00	1,800.00	1,800.00		
Ingresos netos (Ingresos - Egresos)	- 35,261.94	27,000.00	27,000.00	27,000.00		

VAN	S/21,613.06
TIR	57%

Tabla 31

INDICADORES	VALOR
Inversión Total del proyecto	S/33,461.94
Egreso total en pago en un mes al Personal encargado del Generador	S/ 2,400.00
Tiempo de recuperación de la inversión	13.942

Indicadores de la evaluación económica

Fuente: Elaboración propia

Una vez determinada la evaluación de la correspondiente propuesta se concluye que la inversión en la propuesta de la automatización del generador de calor y se recupera en el tiempo de 13.942 meses, siendo luego un ahorro para la empresa el pago que realiza al personal encargado del generador de calor.

IV. DISCUSIÓN

Este proyecto de investigación para la automatización del generador de calor modelo GB de la fábrica ladrillera REDIGAL S.A.C-CHICLAYO tiene como objetivo principalmente incrementar la eficiencia de la fábrica ladrillera REDIGAL S.A.C-CHICLAYO mejorando su proceso en el trabajo que realiza para la generación de calor a una temperatura determinada. Para eso sea identificado y determinado los parámetros necesarios para realizar dicha propuesta de automatización como: las variaciones de temperatura, oscilaciones permanentes, el tipo de control del proceso de trabajo y otros de gran consideración en la propuesta.

También se realizó la identificación de todos los equipos que formarían parte del proceso de automatización para mejoras del proceso como: un PLC, Variadores, sensores, entre otros que ya se encuentran trabajando en el generador de calor manualmente.

Todo este proceso de identificación de recolección de datos es de gran importancia para el estudio fueron por medio de una inspección de supervisión de trabajo del equipo y el tipo de control que empleaban para cada proceso que amerite a la generación de calor. Una vez obtenido los registros de trabajo del generador han sido utilizados para realizar gráficos de oscilaciones de temperatura en el generador empleándose el software Microsoft Excel.

Para determinar los parámetros importantes que ayuden a realizar un trabajo controlado en el generador de calor y que mejoren la eficiencia de la fábrica ladrillera Redigal S.A.C-Chiclayo tomamos como antecedente la siguiente tesis:

- BUSTAMANTE. Diseño de Sistema automático de control y monitoreo de temperatura en el proceso de secado de arroz. Tesis (Ingeniero de diseño y automatización electrónica), Bogotá: Universidad de la SALLE, noviembre del 2005,102pp.

V. CONCLUSIONES

Las conclusiones luego de realizar un estudio de investigación son:

1. Con la implementación del sistema de control propuesto para la automatización del generador de calor, se logra incrementar la eficiencia en el proceso de trabajo del generador, evitando continuamente variaciones de temperatura en el generador.
2. El sistema de automatización es de gran interés para las fabricas ladrilleras, si más aun cuentan con un generador de calor no automatizado, es un incentivo para futuras mejoras en el proceso de generación de calor para el secado de ladrillo.
3. Con la propuesta de la implementación del sistema de control se logra incrementar la eficiencia en el proceso de generación de calor para ser ingresado al secadero semicontinuo para tener un mejor secado el ladrillo ya que no se tendrá variaciones considerables de temperatura.
4. El indicador de temperatura permitirá saber de una manera aproximada la temperatura que se está generando en la cámara de combustión y la temperatura que estas enviando al secadero semicontinuo durante el proceso de generación de calor.
5. El presente proyecto es factible de realizar económicamente, pudiéndose recuperar la inversión en un periodo de 13.942 meses, esto gracias a la eficiencia del sistema de control que garantiza un buen funcionamiento en el proceso de generación, obteniendo parámetros de temperatura estable.

VI. RECOMENDACIONES.

1. Mediante las conclusiones y resultados obtenidos con este proyecto, se recomienda su implementación en “LA FABRICA LADRILLERA REDIGAL S.A.C” y en las ladrilleras del departamento que cuenten con generador de calor GB.
2. Pensando en el futuro y el crecimiento de la fábrica ladrillera se recomienda implementar un sistema de control que permita la visualización remota del comportamiento de los principales elementos de generación de calor y así permitir mantener un registro detallado de los parámetros en el proceso de generación de calor.
3. Una vez que el sistema de control este implementado debe capacitarse al personal técnico que no tenga conocimiento de este sistema de control y con respecto al manejo de los equipos.
4. Para este tipo de sistema de control se recomienda que los equipos del tablero estén en un área cerrada y ventilada para evitar averías en los equipos por cambios de la naturaleza.

VII. REFERENCIAS.

- **AGUILAR.** Rediseño de un Secador de Moldes de Yeso. Tesis (maestría en ciencia), Cuernavaca: Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Departamento de Ingeniería Mecánica, diciembre del 2008,91pp.
Disponible en:
<http://www.cenidet.edu.mx/subplan/biblio/seleccion/Tesis/MM%20Karla%20Maria%20Aguilar%20Castro%202008.pdf>
- **ALVAREZ Pulido, Manuel.** Variadores de velocidad de motores de corriente alterna. *En su:* Convertidores de frecuencia, controladores de motores y srr. España, marcombo, 2000.142pp.
ISBN: 84-267-1268-1
Disponible en:
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=iWP2zQuTOI8C&oi=fnd&pg=PR13&dq=libro+de+variadores+de+frecuencia&ots=7lfNSIW9iV&sig=sXXpHUKpAtaqKO89qZxRy6dGc10#v=onepage&q=libro%20de%20variadores%20de%20frecuencia&f=false>
- **ARQUIÑO.** Propuesta para mejorar la calidad estructural de los ladrillos artesanales de arcilla cocida de Huanuco. Tesis (magister ingeniería civil), LIMA: Pontificia universidad católica del Perú, 2011,92pp.
Disponible en:
file:///C:/Users/TOSHIBA/Downloads/ARQUI%C3%91IGO_WILSON_CALIDAD_ESTRUCTURAL_LADRILLOS_ARTESANALES.pdf
- **BALCAZAR y TESEN.** Sistema de control automatizado para el secado de arroz en el Molino el Pirata S.A.C. Tesis (Ingeniería Electrónica), Lambayeque-PERU: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, marzo del 2015 ,105pp.
Disponible en:
<http://repositoro.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/891.pdf>
- **BALCELLS, Josep y ROMERAL, José.** Autómatas programables. *En su:* Introducción al control industrial. Barcelona: Foinsa-passatge Gaiola, 13-15-08013 Barcelona, 1997.400pp.
ISBN: 84-267-1089-1

Disponible en:

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=xfSjADge70C&oi=fnd&pg=PA11&dq=concepto+de+controlador+l%C3%B3gico+programable&ots=2zh0AMrecp&sig=0lhN73pQJxVjZaG5ovapbmJph04#v=onepage&q=concepto%20de%20controlador%20l%C3%B3gico%20programable&f=false>

- **BUSTAMANTE.** Diseño de Sistema automático de control y monitoreo de temperatura en el proceso de secado de arroz. Tesis (Ingeniero de diseño y automatización electrónica), Bogotá: Universidad de la SALLE, noviembre del 2005, 102pp.

Disponible en:

<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16462/00781336.pdf?sequence=1>

- **CABALLERO.** Diseño de una secadora de cacao para almacenaje con capacidad de 2 T/DIA. Tesis (Ingeniero Mecánico), LIMA: Pontificia Universidad Católica del PERU, junio del 2015, 100pp.

Disponible en:

file:///C:/Users/Toshiba/Downloads/CABALLERO_JOSE_DISE%20O_SECADORA_CACAO.pdf

- **CARRANZA, Oscar.** AutoCAD 2015-EBOOK. Peru: Macro, 2014. 824pp. ISBN: 9786123042400

Disponible en:

<https://www.casadellibro.com/ebook-autocad-2015-ebook/9786123042400/2510672#>

- **CELLERI.** Diseño y construcción de un generador de aire caliente. Tesis (Ingeniero Químico), Quito: Universidad San Francisco de Quito Politécnico, septiembre del 2008, 77pp.

Disponible en:

<http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/867/1/88723.pdf>

- **Elías, X.** La fabricación de los materiales cerámicos. Optimización de procesos cerámicos industriales, Medellín, Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana, 2001, 70pp.

Disponible en:

[https://www.google.com.pe/search?q=Elias+\(2001\)+la+fabricacion+de+los+materiales+ceramicos&oq=Elias+\(2001\)+la+fabricacion+de+los+materiales+ceramicos+&aqs=chrome.69i57.57357j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com.pe/search?q=Elias+(2001)+la+fabricacion+de+los+materiales+ceramicos&oq=Elias+(2001)+la+fabricacion+de+los+materiales+ceramicos+&aqs=chrome.69i57.57357j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8)

- **ENRIQUEZ Harper, Gilberto.** Motores eléctricos. *En su:* libro practico de los generadores, transformadores y motores eléctricos. México: Limusa, 2004.252pp.

ISBN: 968-18-6053-5

Disponible en:

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=P62ebMavSIIC&oi=fnd&pg=PA2&dq=concepto+de+motores++electricos&ots=Hw0PKzhabG&sig=s_hbb5Ho9fxyf4tvrmdsRle32TTY#v=onepage&q=concepto%20de%20motores%20%20electricos&f=false

- **Autómatas Programables y Sistemas de Automatización por Mandado Enrique [et al.].** Barcelona: Editorial Marcombo, 2009.1085pp.

ISBN: 978-84267-1575-3

Disponible en:

- <https://books.google.es/books?id=5jp3bforBB8C&printsec=frontcover&dq=libro+concepto+de+controlador+l%C3%B3gico+programable&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiHptqL87XUAhWFNiYKHe7QC50Q6wEIljAA#v=onepage&q=libro%20concepto%20de%20controlador%20l%C3%B3gico%20programable&f=false>

- **Fernández, M.** Manual sobre fabricación de Baldosas, Tejas y Ladrillos. Barcelona, España: Beralmar, 2002.360pp.

Disponible en:

<http://datos.bne.es/edicion/bimo0001618759.html>

- **FITO, Pedro, ANDRES, Ana, BARAT, José y ALBORS, Ana.** Introducción al secado de alimentos por aire caliente. *En su:* Deshidratación de alimentos.2°.ed.Valencia: Universitat Politècnica De Valencia, 2001.pp.12-211.

ISBN: 978-84-9705-025-8

Disponible en:

http://www.lalibreria.upv.es/portaEd/UpvGESTore/products/p_4092-2-1

- **FONTALVO Y GUTIERREZ.** Diseño de un horno para cocción de ladrillos refractarios en una empresa del sector ladrillero. Tesis (Ingeniero Mecánico), Barranquilla: Universidad Autónoma del Caribe, 2014, 81pp.
 Disponible en:
<http://repositorio.uac.edu.co/bitstream/handle/11619/816/TMEC%201147.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- **González López, J.-Amable, Adiego Correas, J.-Ignacio, González de la Vega, J.-Amable,** «Controlador PID», Editor Tiempo Real S.A., 1ª edición 1986, y 2ª edición 1994.
 Disponible en:
<http://www.tiemporeal.es/archivos/AjustetanteoPID.pdf>
- **GILCES Vera, Henry Y SANMARTÍN Fajardo,** Franklin .Análisis y selección de proceso de secado de cacao y diseño de prototipo de una unidad secadora tipo plataforma. tesis (ingeniería industrial).Milagro: Universidad Estatal de Milagro, 2013.98pp.
 Disponible en:
<http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/473/3/AN%C3%81LISIS%20Y%20SELECCI%C3%93N%20DE%20PROCESO%20DE%20SECADO%20DE%20CACAO%20Y%20DISE%C3%91O%20DE%20PROTOTIPO%20DE%20UNA%20UNIDAD%20SECADORA%20TIPO%20PLATAFORMA.pdf>
- **HOLMAN, J.** Transferencia de calor. Decima reimpresión. México: Compañía editorial continental, S.A DE C.V. México, 1999.621pp.
 ISBN: 968-26-0649-7
 Disponible en:
<https://fenomenosdetransporte.files.wordpress.com/2008/10/transferencia-de-calor-holman.pdf>
- **ICROPERA, Frank.** Fundamentos de transferencia de calor. 4a ed. México: Escuela de ingeniería mecánica Purdue university, 1999.912pp.
 ISBN: 970-17-0170-4
 Disponible en:
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=QqfJw4tpljcC&oi=fnd&pg=PA7&dq=calor&ots=p1LUws6AUq&sig=AJ1IW6ZORrb3lcGzyl7gysO6no#v=onepage&q=calor&f=false>

- **Kneule, F.** Enciclopedia de la Tecnología Química: El secado. 2ªed. Bilbao, España: Editorial Urmo, 1982. 414pp.
ISBN: 8431400161
Disponible en:
<http://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=39667>
- **MONTERO Puertas, Irene.** Modelado y construcción de un secadero solar híbrido para residuos biomásicos. Tesis (grado de doctor). Badajoz: universidad de Extremadura, 2005. 286pp.
Disponible en:
<http://biblioteca.unex.es/tesis/8477237115.pdf>
- **NONHEBEL, G y MOSS, A.** El secado de sólidos en la industria química. Buenos aires, Argentina: Editorial Reverte, 1979. 375pp.
ISBN: 8429179666, 9788429179668
Disponible en:
https://books.google.com.pe/books/about/El_secado_de_s%C3%B3lidos_en_la_industria_qu.html?id=i-xjzo6i8ngC&redir_esc=y
- **OROZCO, Álvaro, GUARNIZO, Cristian, HOLGUIN, Mauricio.** Automatismos industriales. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2008. 230pp.
ISBN: 978-958-8272-99-3
Disponible en:
http://www.infopl.net/files/documentacion/automatas/infopl_net_automatismos_industriales1.pdf
- **PIEDRAFITA, Ramón.** Ingeniería de la automatización industrial. 2ªed: RA-MA.S.A. 2004, 712pp.
ISBN: 8478976043
Disponible en:
<http://www.agapea.com/libros/Ingenieria-de-la-Automatizacion-Industrial-2-Edicion-ampliada-y-actualizada--9788478976041-i.htm#Ingenieria-de-la-Automatizacion-Industrial-2-Edicion-ampliada-y-actualizada--9788478976041>

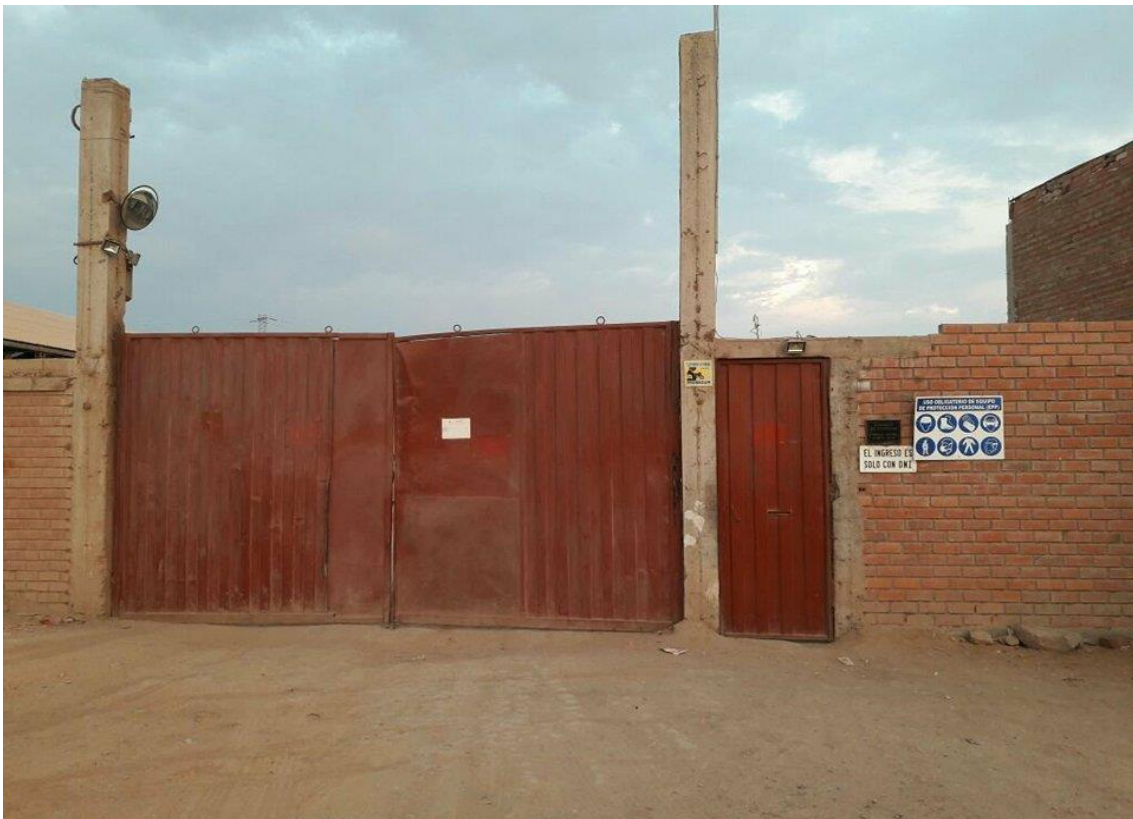
- **RAMÓN Pallas, Areny.** Introducción a los sistemas de medición. *En su:* sensores y acondicionadores de señales. 4 ed. España, marcombo, 2003.474pp.
 ISBN: 84-267-1344-0
 Disponible en:
https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Eevyk28_fVkC&oi=fnd&pg=PR11&dq=libro+de+sensores&ots=JWoN23Bogh&sig=xyO-pLGnkgachHx88Je6SVmGh5lg#v=onepage&q=libro%20de%20sensores&f=false
- **SCHNEIDER ELECTRIC.** Todos los productos para para sistemas eléctricos.
 Disponible en:
<https://www.schneider-electric.com.pe/es/all-products/>
- **VEGA Y MARTINEZ.** Diseño e implementación de un sistema rotatorio de flujo constante para secado de cacao utilizando transferencia de calor por convección y control predictivo basado en modelo. Tesis (Ingeniero electrónico y eléctrico), Guayaquil: universidad politécnica salesiana sede Guayaquil, mayo del 2015,157pp.
 Disponible en:
<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10436/1/UPS-GT001528.pdf>
- **ZAMBRANO.** Diseño de una secadora de malanga de 2000 kg/h de capacidad. Tesis (Ingeniero Mecánico), Quito: Escuela politécnica nacional, agosto del 2012,166pp.
 Disponible en:
<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4816/1/CD-4405.pdf>

ANEXOS.

ANEXO 1: FACHADA DE LADRILLERA REDIGAL S.A.C

La empresa REDIGAL S.A.C ubicada en la carretera Monsefú Km1 Chacupe bajo del distrito de la Victoria provincia de Chiclayo departamento Lambayeque –Perú.

Figura 49



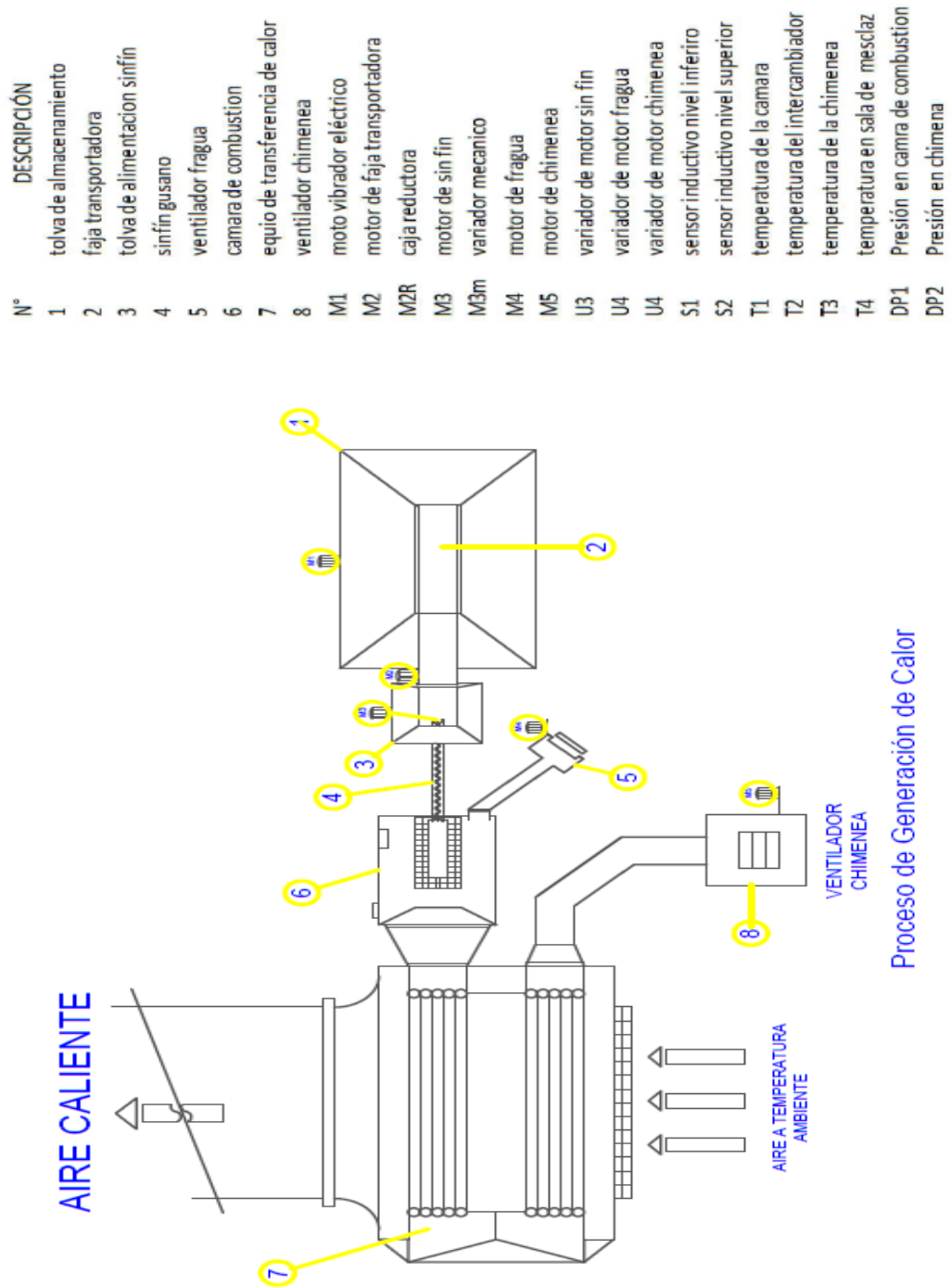
Fachada de la fábrica ladrillera REDIGAL S.A.C

ANEXO 2: DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE CONTROL DE TRABAJO DEL GENERADOR DE CALOR MODELO GB.

El generador de calor modelo GB de 1000000 kcal/h, se encuentra actualmente funcionando supervisado por un operador en cada turno que va manipulando los equipos de control según el cambio que se den en las variables de operación realizando un trabajo no muy eficiente en el proceso de control, el proceso de control está constituido por las señales de la termocuplas que emiten la temperatura que se está trabajando pero solo se logra registrar la temperatura porque no se cuenta con equipo para registrar los datos y hacerlo parte del proceso de control automático, el registro de mmH₂O son para saber la presión de aire con la que se está trabajando , no cuenta con sensores para tener el control del nivel de cascarilla de arroz en la tolva de almacenamiento, para poder realizar un trabajo controlado en el funcionamiento de los siguiente motores:

- **Motor M2 de faja de alimentación de cascarilla de arroz.**
Motor controlado por un variador sobredimensionado manualmente.
- **Motor M3 de tornillo transportador sinfín.**
Motor controlado por un variador sobredimensionado y se está variando la frecuencia Hz manualmente por un personal por turno.
- **Motor M4 de ventilador de impulsión fragua.**
Motor controlado por un variador sobredimensionado y se está variando la temperatura manualmente por un personal por turno.
- **Motor M5 de ventilador extractor chimenea.**
Motor controlado por un variador manualmente y se está variando la frecuencia manualmente por un personal por turno.

GENERADOR DE CALOR MODELO GB



Proceso de Generación de Calor

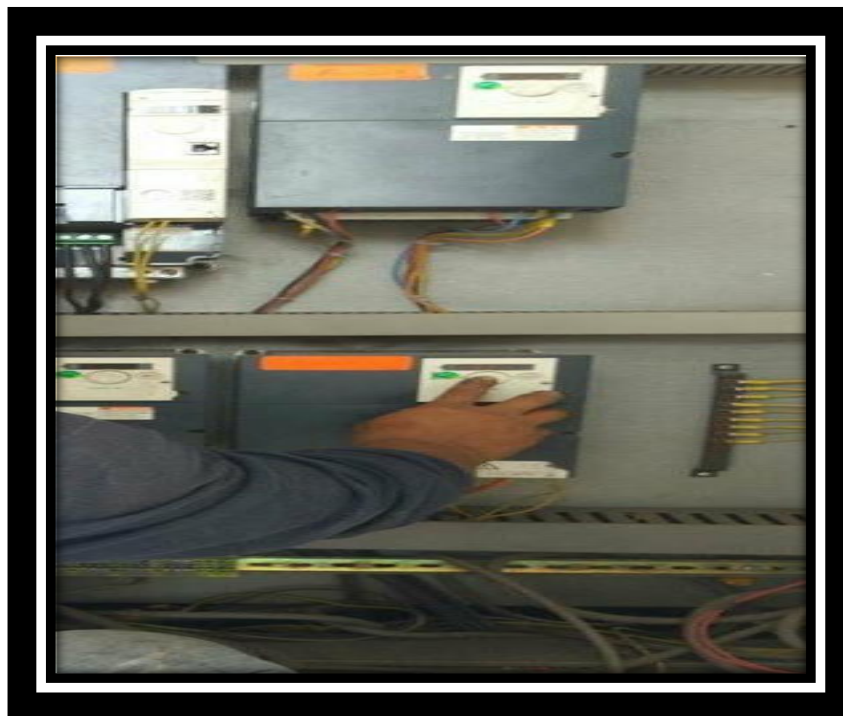
Generador de calor modelo GB

Figura 50



Equipo de transferencia de calor por convección

Figura 51



Variador controlado manualmente

Figura 52



Registrador de temperatura en malas condiciones

Figura 53



mmH₂O

ANEXO 3: DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS Y SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES.

Determinación de los parámetros mediante tablas.

a. Registro de los parámetros de 3:00 am - 10:00 pm

GENERADOR DE CALOR GB												
PARAMETROS DE CONTROL DEL PROCESO DE TRABAJO										PARAMETROS	ESTIMADOS	
TURNOS	7:00 am - 3:00 p.m.	07:00 a.m.	08:00 a.m.	09:00 a.m.	10:00 a.m.	11:00 a.m.	12:00 p.m.	01:00 p.m.	02:00 p.m.			DE TRABAJO
MOTORES	HERCIOS (Hz)											DE SIN FIN
FAJA ALIMENTACION DE	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	6:27 h		
FRAGUA	20 Hz	20 Hz	20 Hz	20 Hz	20 Hz	20 Hz	20 Hz	20 Hz	20 Hz			
GUSANO O SIN FIN	60 Hz /30 rmp	60 Hz /28 rmp	60 Hz /28 rmp	60 Hz /28 rmp	60 Hz /28 rmp	60 Hz /28 rmp	60 Hz /28 rmp	60 Hz /28 rmp	60 Hz /28 rmp			
CHIMENEA O TIRO	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz			
TERMOCUPLAS	TEMPERATURA (°C)											
CAMARA COMBUSTION DE	885 °c	887 °c	879 °c	883 °c	874 °c	880 °c	890 °c	893 °c	850 - 900 °C			
CONO INTERCAMIADOR DE	647 °c	702°c	674 °c	701 °c	672 °c	642 °c	625°c	710 °c	800 °C			
TIRO CHIMENEA	110 °c	119 °c	121 °c	125 °c	126 °c	125 °c	129 °c	126 °c	180 - 200 °C			
ENTRADA A SALA DE MEZCLA	52 °c	60 °c	62 °c	64 °c	65 °c	67 °c	65 °c	65 °c				
PRESIÓN (COLUMNA DE LIQUIDO)	MEDICIÓN (mmH20)											

CAMARA DE COMBUSTION	-26	-26	-26	-26	-26	-26	-26	-26	-26	(-10 a -20)mmH2O
TIRO CHIMENEA	-57	-57	-57	-57	-57	-57	-57	-57	-57	

Registro de los parámetros de 11:00 pm - 06:00 am

b. Registro de los parámetros de 3:00 am - 10:00 pm

Tabla 33

GENERADOR DE CALOR GB											
PARAMETROS DE CONTROL DEL PROCESO DE TRABAJO										PARAMETROS ESTIMADOS	HOROMETRO (H) DE TRABAJO DE SIN FIN
TURNO	3:00 pm - 11:00 p.m.	03:00 p.m.	04:00 p.m.	05:00 p.m.	06:00 p.m.	07:00 p.m.	08:00 p.m.	09:00 p.m.	10:00 p.m.		
MOTORES	HERCIOS (Hz)										
FAJA DE ALIMENACION	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz		
FRAGUA	20 Hz	20 Hz	20 Hz	20 Hz	20 Hz	20 Hz	20 Hz	20 Hz	20 Hz		
GUSANO O SIN FIN	60 Hz /27 rmp	60 Hz /27 rmp	60 Hz /27 rmp	60 Hz /27 rmp	60 Hz /27 rmp	60 Hz /27 rmp	60 Hz /27 rmp	60 Hz /27 rmp	60 Hz /27 rmp		
CHIMENEA O TIRO	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz		
TERMOCUPLAS	TEMPERATURA (°C)										
CAMARA DE COMBUSTION	878 °c	815 °c	770 °c	865 °c	853 °c	867 °c	799 °c	815 °c	850 - 900 °C		

CONO DE INTERCAMIADOR	719 °c	612°c	643 °c	724 °c	688 °c	700 °c	693°c	698 °c	800 °C
TIRO CHIMENEA	129 °c	113 °c	123 °c	131 °c	133 °c	133 °c	125 °c	123 °c	180 - 200 °C
ENTRADA A SALA DE MEZCLA	67 °c	58 °c	59 °c	64 °c	62 °c	64 °c	59 °c	54 °c	
PRESIÓN (COLUMNA DE LIQUIDO)	MEDICIÓN (mmH20)								
CAMARA DE COMBUSTION	-26	-26	-26	-26	-26	-26	-26	-26	(-10 a -20)mmH2O
TIRO CHIMENEA	-57	-57	-57	-57	-57	-57	-57	-57	

Registro de temperatura, presión y frecuencia.

c. Registro de los parámetros de 11:00 pm - 06:00 am

GENERADOR DE CALOR GB											
PARAMETROS DE CONTROL DEL PROCESO DE TRABAJO										PARAMETROS ESTIMADOS	HOROMETRO (H) DE TRABAJO DE SIN FIN
TURNO	11:00 pm - 7:00 a.m.	11:00 p.m.	12:00 a.m.	01:00 a.m.	02:00 a.m.	03:00 a.m.	04:00 a.m.	05:00 a.m.	06:00 a.m.		
MOTORES	HERCIOS (Hz)										
FAJA DE ALIMENACION	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz		8:10 h
FRAGUA	20 Hz	20 Hz	20 Hz	20 Hz	20 Hz	20 Hz	20 Hz	20 Hz	20 Hz		
GUSANO O SIN FIN	60 Hz /27 rmp	60 Hz /27 rmp	60 Hz /27 rmp	60 Hz /27 rmp	60 Hz /27 rmp	60 Hz /27 rmp	60 Hz /27 rmp	60 Hz /27 rmp	60 Hz /27 rmp		
CHIMENEA O TIRO	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz		

TERMOCUPLAS	TEMPERATURA (°C)								
CAMARA DE COMBUSTION	785 °c	810 °c	750 °c	780 °c	876 °c	856 °c	820 °c	810°c	850 - 900 °C
CONO DE INTERCAMIADOR	572 °c	681°c	596 °c	625 °c	598 °c	664 °c	649°c	753 °c	800 °C
TIRO CHIMENEA	106 °c	112 °c	104 °c	55 °c	67 °c	81 °c	107 °c	108 °c	180 - 200 °C
ENTRADA A SALA DE MEZCLA	50 °c	58 °c	51 °c	50 °c	52 °c	55 °c	54 °c	60 °c	
PRESIÓN (COLUMNA DE LIQUIDO)	MEDICIÓN (mmH2O)								
CAMARA DE COMBUSTION	-26	-26	-26	-26	-26	-26	-26	-26	(-10 a -20)mmH2O
TIRO CHIMENEA	-57	-57	-57	-57	-57	-57	-57	-57	

1. Selección de los componentes para la automatización.

La selección de los componentes para la implementación de la automatización se realizó mediante painas WEG en internet los cuales se mencionara a continuación.

Empresa distribuidora SCHNEIDER ELECTRIC

Figura 54



Página WEG SCHNEIDER ELECTRIC PRODUCTOS

Selección de los dispositivos eléctricos según código.

Figura 55

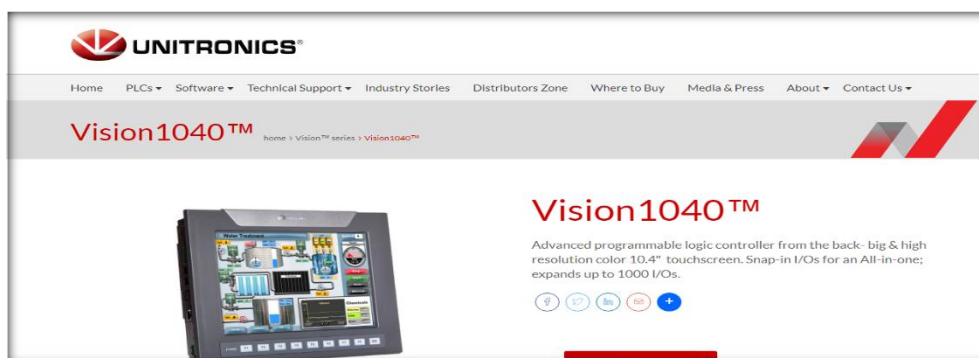


Dispositivos eléctricos SCHNEIDER

Selección del PLC.

En esta página se selecciona el PLC con el que se diseñara la automatización y se descargara el software para su respectiva programación.

Figura 56



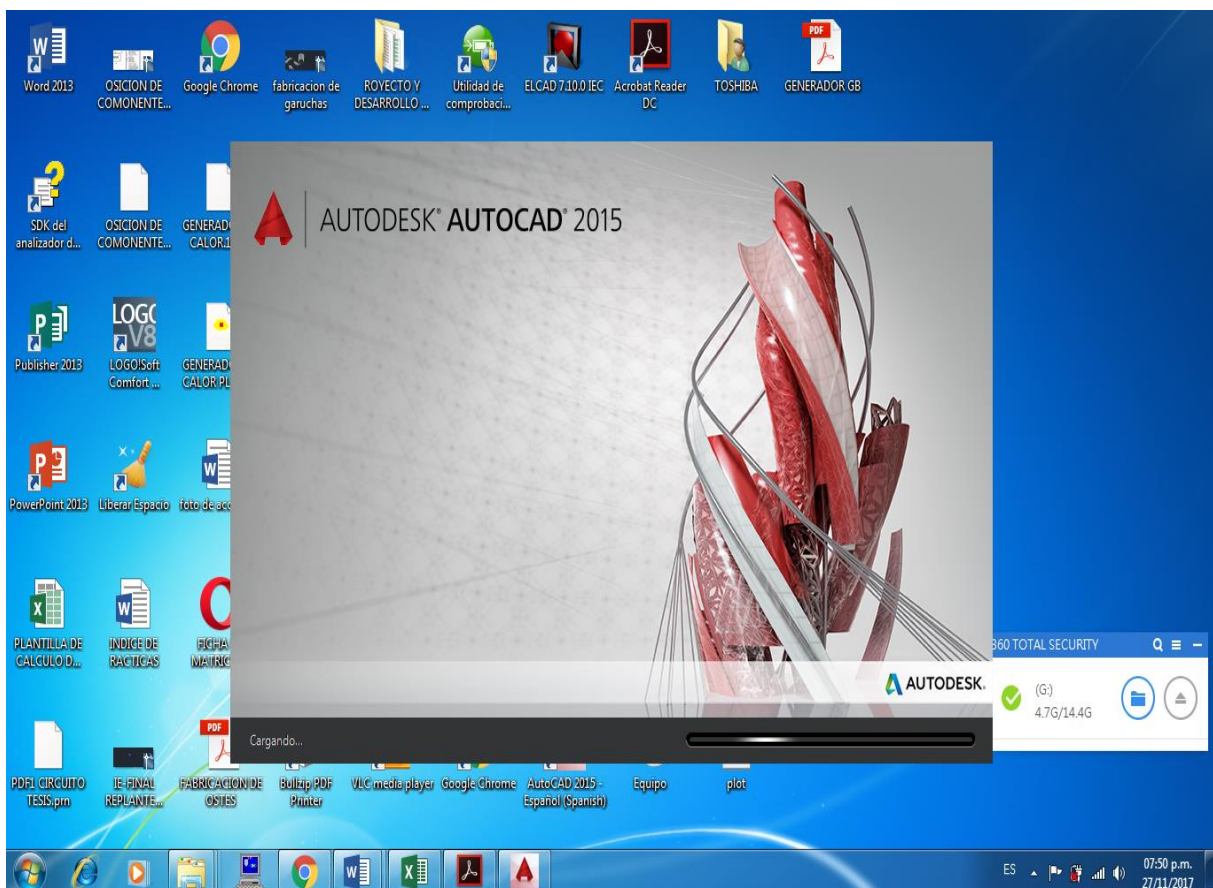
PLC Vision 1040 TM

ANEXO 4: DISEÑO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE EQUIPOS.

Para el diseño de la automatización se utiliza software de ingeniería para realizar el circuito eléctrico y para la programación de los equipos también se utiliza software en algunos de ellos como también manuales de instrucción.

1. Software para el diseño del circuito eléctrico.

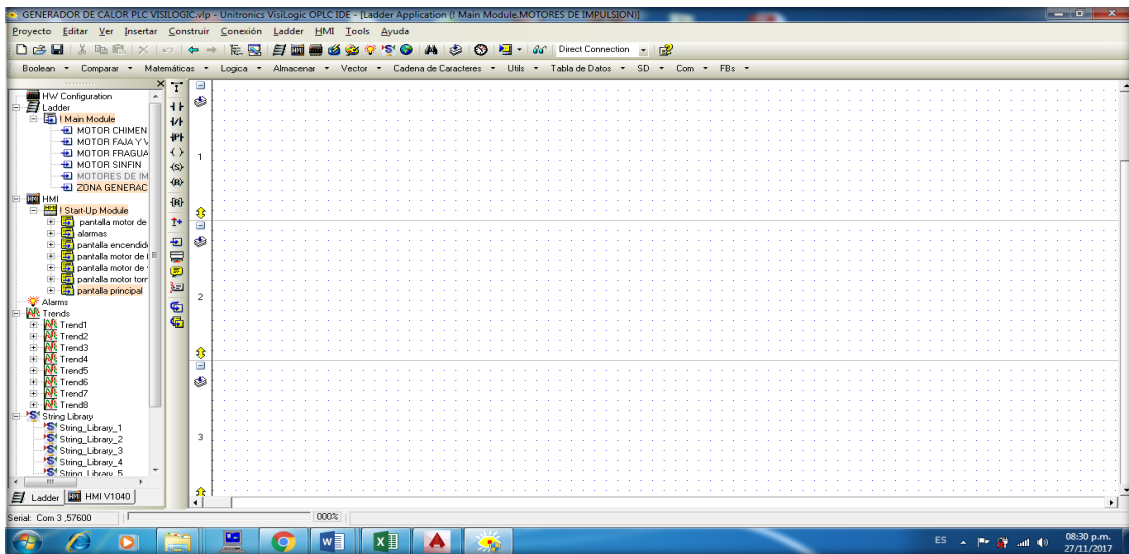
Figura 57



AutoCAD 2015

2. Software para programar PLC Vision 1040 TM.

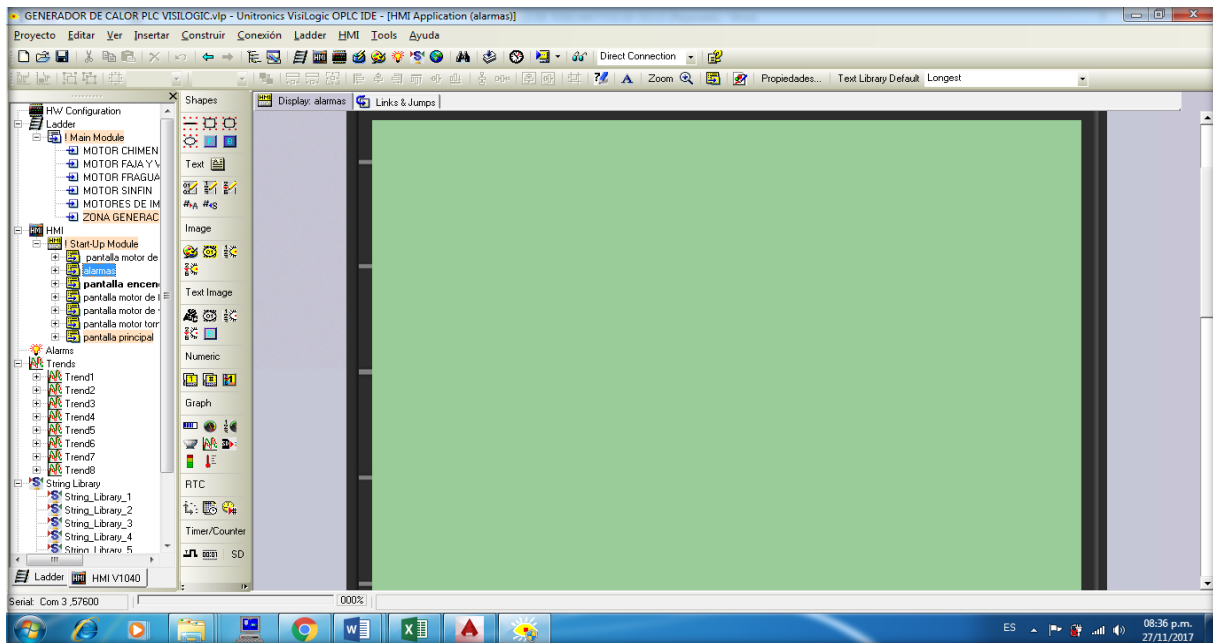
Figura 58



Programación en diagrama Ladder Visilogic OPL

Programación de pantalla HMI y direccionamiento


Figura 59



Visilogic OPLC

ANEXO 5: Validación de los instrumentos

GUÍA DE OBSERVACIÓN – 01

	INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS
	GUIA DE OBSERVACION

TESIS:	"AUTOMATIZACIÓN DEL GENERADOR DE CALOR PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN FABRICA LADRILLERA REDIGAL S.A.C-CHICLAYO 2017"
FECHA:	
AUTOR:	
EMPRESA:	AREA:

TIPOS DE LADRILLO	PROCESO DE SECADO EN CAMARAS						PROCESO DE SECADO A TEMPERATURA AMBIENTE EN TENDALES				
	PRODUCCION (UNIDAD)	TEMPERATURA (°C)		% HUMEDAD	% HUMEDAD	TIEMPO DE SECADO (HORAS)	TEMPERATURA (°C)		% HUMEDAD	% HUMEDAD	TIEMPO DE SECADO (HORAS)
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
KINGKONG											
PANDERETA											
TECHO H 12											
TECHO H15											
PASTELERO											

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS - 01

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TESIS:	"AUTOMATIZACIÓN DEL GENERADOR DE CALOR PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN FÁBRICA LADRILLERA REDIGAL S.A.C-CHICLAYO 2017"
MES:	
AUTOR:	
EMPRESA:	

DIAS	TIPOS DE LADRILLO	PRODUCCION POR TURNO / UNIDAD		CAPACIDAD DEL SECADERO SEMICONTINUO / UNIDAD	CAPACIDAD DE AREA TENDALES / UNIDAD	% HUMEDAD DE SECADO
		DIA	NOCHE			

1.0								
2.0								
3.0								
4.0								
5.0								
6.0								
7.0								
8.0								
9.0								
10.0								
11.0								
12.0								
13.0								
14.0								
15.0								
16.0								

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS – 02

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS – 02

Esta ficha de recolección de datos 02 sirve para determinar los parámetros que se emplearan en el proceso de la generación de calor para una mejor eficiencia.

GENERADOR DE CALOR GB												
PARAMETROS DE CONTROL DEL PROCESO DE TRABAJO										PARAMETROS ESTIMADOS	HOROMETRO (H) DE TRABAJO DE SIN FIN	
TURNOS	7:00 am - 3:00 p.m.	07:00 a.m.	08:00 a.m.	09:00 a.m.	10:00 a.m.	11:00 a.m.	12:00 p.m.	01:00 p.m.	02:00 p.m.			
MOTORES	HERCIOS (Hz)											
FAJA DE ALIMENACION												
FRAGUA												
GUSANO O SIN FIN												
CHIMENEA O TIRO												
TERMOCUPLAS	TEMPERATURA (°C)										850 - 900 °C	
CAMARA DE COMBUSTION												
CONO DE INTERCAMIADOR												
TIRO CHIMENEA												
ENTRADA A SALA DE MEZCLA												
PRESIÓN (COLUMNA DE LIQUIDO)	MEDICIÓN (mmH2O)										(-10 a -20)mmH2O	
CAMARA DE COMBUSTION												
TIRO CHIMENEA												

ANEXO 6:

**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

DATOS GENERALES DEL ESPECIALISTA.

- Apellidos y Nombres:

Vives GARRIGUÉ Jesús Carlos

- Profesión:

Ing. Mecánico

- Grado académico:

INGENIERO

- Actividad laboral actual:

DOCENTE

INDICACIONES AL EXPERTO.

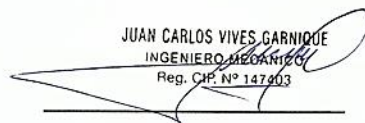
En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular <input checked="" type="checkbox"/>	4 Alto	5 Muy alto
--------------	-----------	--	-----------	---------------

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)		<input checked="" type="checkbox"/>	
b) Experiencia como profesional. (EP)	<input checked="" type="checkbox"/>		
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)		<input checked="" type="checkbox"/>	
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)		<input checked="" type="checkbox"/>	
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)		<input checked="" type="checkbox"/>	

JUAN CARLOS VIVES GARNIQUE
INGENIERO MECANICO
Reg. CIP. N° 147403



Firma del entrevistado

Anexo: Hoja de vida.

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es una ficha de cotejo, cuyo objetivo es recolectar información relacionada con respecto a la automatización del generador de calor para incrementar la eficiencia en fábrica ladrillera Redigal S.A.C-Chiclayo 2017.

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de este cuestionario para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: __ Poco pertinente: __ No es pertinente: __

Por favor, indique las razones:

NO APLICA

2. ¿Considera que el cuestionario formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: __ Insuficientes: __

Por favor, indique las razones:

NO APLICA

3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: __ Poco adecuadas: __ Inadecuadas: __

Por favor, indique las razones:

NO APLICA.

4. Califique los Ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.


Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
1	X			X			GUIA DRS.
2	X			X			FICHA RECOLECC.

5. ¿Qué sugerencias haría Ud. para mejorar el instrumento de recolección de datos?

UNIFORMIZAR UNIDADES DE MEDIDA.

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:


 JUAN CARLOS VIVES GARRIDO
 INGENIERO MECÁNICO
 Reg. CIP. N° 147403
 Firma del entrevistado

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS GENERALES DEL ESPECIALISTA.

- Apellidos y Nombres:

MATOS LOPEZ NAPOLINAC

- Profesión:

INS. MECANICO ELECTRICISTA

- Grado académico:

INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

- Actividad laboral actual:

RESIDENTE DE OBRA : " SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA
TENSION 10KV - 3Ø, PARA ELECTRICIDAD EN PUNTO DE AGUA POTABLE
DEL C.P. "APOTE" - P.I.C.S.I.


INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-----------	---------------

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)	X		
b) Experiencia como profesional. (EP)		X	
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)		X	
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)		X	
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)		X	


Napolinar Maños López
ING. MECÁNICO ELECTRICISTA
REG. CIP. N° 85814

Firma del entrevistado

Anexo: Hoja de vida.

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es una ficha de cotejo, cuyo objetivo es recolectar información relacionada con respecto a la automatización del generador de calor para incrementar la eficiencia en fábrica ladrillera Redigal S.A.C-Chiclayo 2017.

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de este cuestionario para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: Poco pertinente: No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

RECOLECTA DATOS IMPORTANTE PARA LA
INVESTIGACIÓN

2. ¿Considera que el cuestionario formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

ORDENAR LA SECUENCIA DE LOS INSTRUMENTOS
DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: Poco adecuadas: Inadecuadas:

Por favor, indique las razones:

TIENEN CLARIDAD

4. Califique los Ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
1.0	X			X			
2.0	X			X			

5. ¿Qué sugerencias haría Ud. para mejorar el instrumento de recolección de datos?

Tener un orden en la ficha
de recolección de datos.

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:


Napolinar Matos López
 ING. MECÁNICO ELECTRICISTA
 REG. CIP. N° 85814

Firma del entrevistado

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS GENERALES DEL ESPECIALISTA.

- Apellidos y Nombres:

Castro Matos Ellison

- Profesión:

Ing. Mecánico Electricista

- Grado académico:

Ingeniería Mecánica y Eléctrica

- Actividad laboral actual:

Residente de Obra: "Diseño Electromecánico
de Equipos - Motupe"


INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto	X	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-----------	---	---------------

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)		X	
b) Experiencia como profesional. (EP)		X	
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)	X		
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)		X	
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	X		


ELLISON CASTRO MATOS
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
Reg. CIP. N° 168209

Firma del entrevistado

Anexo: Hoja de vida.

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es una ficha de cotejo, cuyo objetivo es recolectar información relacionada con respecto a la automatización del generador de calor para incrementar la eficiencia en fábrica ladrillera Redigal S.A.C-Chiclayo 2017.

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de este cuestionario para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: Poco pertinente: __ No es pertinente: __

Por favor, indique las razones:

Resoluciona los datos necesarios que permitan diseñar

2. ¿Considera que el cuestionario formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: Insuficientes: __

Por favor, indique las razones:

3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: Poco adecuadas: __ Inadecuadas: __

Por favor, indique las razones:

Me da respuesta con valores que para el diseño de automatización.

4. Califique los Ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
1.0	X			X			Error digital
2.0	X			X			
3.0	X			X			
4.0	X			X			

5. ¿Qué sugerencias haría Ud. para mejorar el instrumento de recolección de datos?

Los instrumentos están bien planteados, mi sugerencia sería agregar más instrumentos.

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:


ELLISON CASTRO MATOS
 INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
 Reg. CIP. N° 168209

Firma del entrevistado