



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE
TEMPERATURA CON EL CONTROLADOR MT-12E APLICADO
A LA CÁMARA SECA DE BAÑOS SAUNA COPACABANA**

TESIS

PRESENTADA POR:

BRANDON VLADIMIR ESCOBAR BENITO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PUNO - PERÚ

2023



NOMBRE DEL TRABAJO

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA CON EL CONTROLADOR MT-12E APLICADO A LA CÁMAR

AUTOR

Brandon Vladimir Escobar Benito

RECUENTO DE PALABRAS

12676 Words

RECUENTO DE CARACTERES

69659 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

80 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

4.6MB

FECHA DE ENTREGA

Apr 5, 2023 12:12 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Apr 5, 2023 12:13 PM GMT-5

● **7% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)



Milder Zambrana Ortega
Milder Zambrana Ortega
Directora Unidad de Investig.
FIMEES

Maximo A. Montalvo Atco
Maximo A. Montalvo Atco
ING. ELECTRÓNICO
CIP 100189

Resumen



DEDICATORIA

Dedicado a mis padres, hermanos y pareja por su apoyo y motivación a lo largo de mi carrera universitaria. Y a todas las personas especiales que me acompañaron en este camino, me ayudaron a formarme a nivel personal, así como profesional.

Brandon Vladimir Escobar Benito.



AGRADECIMIENTOS

Primeramente, quiero agradecer a dios por haberme dado la fuerza en esta etapa de mi vida.

agradecer también a La **Universidad Nacional del Altiplano** y a los docentes de la escuela profesional de ingeniería electrónica que con sus enseñanzas me han guiado en mi vida como estudiante.

agradecer a mi director y asesor de tesis **el Dr. Montalvo Atco Maximo Amancio** por el apoyo y la motivación en este proyecto de tesis.

Brandon Vladimir Escobar Benito.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRONIMOS

RESUMEN 12

ABSTRACT..... 13

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 14

1.2 HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN..... 14

1.3 HIPOTESIS ESPECIFICAS 15

1.4 JUSTIFICACION DEL PROBLEMA 15

1.4.1 Objetivo general 16

1.4.2 Objetivos específicos 16

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN..... 17

2.2 MARCO TEORICO 18

2.2.1 Controladores de temperatura..... 18

2.2.2 Temperatura..... 19

2.2.3 Sensor de temperatura 19

2.2.4 Sistema de control 21



2.2.4.1	sistema de control de lazo abierto.....	21
2.2.4.2	sistema de control de lazo cerrado.....	23
2.2.5	Cámara seca o sauna finlandesa	23
2.2.6	Controlador MT – 12e	25
2.2.7	Quemador industrial	26
2.2.7.1	Principio de funcionamiento con combustible líquido	27
2.2.7.2	Principio de funcionamiento con combustible gaseoso.....	28
2.2.8	Contactador electromagnético.....	28
2.2.9	Transformador monofásico.....	29
2.2.10	Gas licuado de petróleo.....	30
2.2.11	Regulador de presión de gas	30

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	31
3.1.1	Investigación tecnológica	31
3.1.2	¿Cuál es la finalidad de la investigación tecnológica?	31
3.1.3	Características de la investigación tecnológica	32
3.2	POBLACION Y MUESTRA DE INVESTIGACION.....	34
3.3	UBICACION Y DESCRIPCION DE LA INVESTIGACIÓN	34
3.4	DESARROLLO DEL PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE LA CAMARA SECA ANTES DE LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA .	35
3.4.1	Preparado de la cámara seca.....	35
3.4.2	Calentamiento de la cámara.....	36
3.4.3	Puesta en funcionamiento.....	36
3.4.4	Supervisión de la cámara.....	37



3.4.5 finalización del funcionamiento de la cámara	37
3.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA.....	37
3.5.1 Identificación de sistema de control	37
3.5.2 Definiciones de los requisitos.....	39
3.5.3 Diseño del hardware de control	39
3.5.4 Simulación del sistema de control	43
3.6 MATERIALES Y PRESUPUESTO	44
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1 RESULTADOS.....	46
4.1.1 Procedimiento realizado para la implementación de sistema.....	46
4.1.2 Configuración del sistema	51
4.1.3 Explicación del funcionamiento	55
4.1.4 Evaluación del sistema	56
4.2 DISCUSIÓN	64
V. CONCLUSIONES.....	67
VI. RECOMENDACIONES.....	69
VII. REFERENCIAS.....	71
ANEXOS.....	75

Área : Automatización e instrumentación

Tema : Control y automatización de temperatura

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 14 de abril del 2023



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Proceso industrial de una caldera.....	22
Figura 2:	Diagrama de bloques del proceso de una caldera	22
Figura 3:	Proceso de la caldera con sistema de lazo cerrado	23
Figura 4:	Cámara seca o finlandesa.....	24
Figura 5:	Quemador industrial	27
Figura 6:	Partes internas de un contactor en reposo y energizado	29
Figura 7:	Proceso de la investigación tecnológica.....	32
Figura 8:	Ubicación de realización del proyecto	35
Figura 9:	Estructura del sistema.....	40
Figura 10:	Conexión de entradas y salidas del controlador MT-12e.....	40
Figura 11:	Sensor SB70 de Full Gauge	41
Figura 12:	Esquema del circuito eléctrico del sistema de control de temperatura	42
Figura 13:	Simulación del circuito en modo manual	43
Figura 14:	Simulación del circuito en modo automático	44
Figura 15:	Componentes eléctricos utilizados en el sistema.....	47
Figura 16:	Tablero de control del sistema	48
Figura 17:	Reloj y termómetro digital en el interior de la cámara seca	48
Figura 18:	Tablero de control instalado en el cuarto de máquinas de la sauna	49
Figura 19:	Quemador industrial ya implementado	50
Figura 20:	Enfriamiento de la cámara seca	57
Figura 21:	Termómetro analógico instalado dentro de la cámara seca	58
Figura 22:	Datos del termómetro analógico en la cámara seca	58
Figura 23:	Datos obtenidos del controlador comparado con datos obtenidos del sensor analógico	59



Figura 24: Distribución de temperatura dentro de la cámara seca	60
Figura 25: Comportamiento de temperatura dentro de la cámara seca con el sistema en automático.	62
Figura 26: Tubería de gas con llave de paso con maguera de gas para alimentar de combustible el quemador industrial	75
Figura 27: Hornilla antigua con el que se calentaba la estructura de la cámara seca	75
Figura 28: Estructura que brinda la temperatura a la cámara seca de la sauna Copacabana	76
Figura 29: Parte trasera de la cámara seca sin implementar	76
Figura 30: Parte trasera de la cámara seca con el sistema implementado	77



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Tipos de sensores y rango de operación	20
Tabla 2:	Especificaciones técnicas del controlador MT-12e	25
Tabla 3:	Parámetros de configuración del controlador MT-12e	26
Tabla 4:	Diferencias entre un Control PID y ON-OFF	38
Tabla 5:	Materiales usados en el proyecto y sus costos	44



ÍNDICE DE ACRONIMOS

RTD	: Resistance Temperature Detector.
PTC	: Positive Temperature Coeficient.
PRTD	: Platinum Resistance Temperature Detector.
NTC	: Negative Temperature Coeficient.
CE	: Conformidad Europea.
UL	: Underwriters Laboratories
NSF	: National Sanitation Foundation.
PID	: Proporcional Integral Derivativo.



RESUMEN

El proyecto titulado “implementación de un sistema de control de temperatura con el controlador mt-12e aplicado a la cámara seca de baños sauna Copacabana” se propuso como objetivo implementar un sistema de control de temperatura, para monitorear y controlar la cámara seca de la sauna Copacabana. La cámara seca de la sauna no contaba con un sistema tecnológico para controlar las condiciones dentro de la misma por lo cual la temperatura dentro de la cámara seca era imprecisa incluso no tenía ningún instrumento de medición, todo el proceso para el funcionamiento era completamente manual y intuitivo, es por ello que la finalidad fue innovar el proceso poco eficiente de control que tenía la cámara seca, el avance de las tecnologías están promoviendo el desarrollo de este tipo de procesos en las empresas, por ello se implementó el sistema de control de temperatura cuya función es facilitar el control de la temperatura dentro de la cámara seca esto de manera automática y manual de ser necesario, la investigación es de tipo tecnológica, la cual permitió concluir que el sistema facilita enormemente la manera de controlar y supervisar el ambiente de la cámara seca, porque demostró mediante resultados que se ahorra tanto en combustible como en tiempo de trabajo, teniendo como beneficio la reducción de gastos que tenía la empresa y la satisfacción y comodidad de los clientes.

Palabras Clave: Sistema de control, Cámara seca, combustible.



ABSTRACT

The project entitled "implementation of a temperature control system with the mt-12e controller applied to the dry chamber of Copacabana sauna baths" is considered as an objective to implement a temperature control system, to monitor and control the dry chamber of the sauna Copacabana. The dry chamber of the sauna did not have a technological system to control the conditions within it, therefore the temperature inside the dry chamber was imprecise, it did not even have any measuring instrument, the entire operation process was completely manual and Instructive, that is why the purpose was to innovate the inefficient control process that the dry chamber had, the advancement of technologies is promoting the development of this type of process in companies, for this reason the temperature control system was implemented whose function is to facilitate the control of the temperature inside the dry chamber, this automatically and manually if necessary, the investigation is of a technological type, which led to the conclusion that the system facilitates reducing the way of controlling and supervising the environment of the dry chamber, because it broke through results that save both fuel and work time, having as a benefit the reduction of expenses that the company had and the satisfaction and comfort of the clients.

Keywords: Control system, dry chamber, fuel.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los sistemas de control de temperatura tienen muchas aplicaciones los cuales son usados en industrias, en el hogar, en negocios etc.

El problema que se presenta en la cámara seca de una sauna es que no hay controladores diseñados específicamente para desarrollar el control de estos mismos, y las diferentes instalaciones que tienen estos mismos de diferentes empresas no deja que se desarrolle uno especialmente para este sistema.

Es por esta razón que se busca desarrollar un sistema de control automático y manual de temperatura que controle la temperatura dentro de la cámara seca de la sauna Copacabana.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿se puede implementar un sistema de control de temperatura automático, para la cámara seca de baños sauna Copacabana?

1.2 HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Con la implementación del sistema se pretende, modernizar y optimizar el precario sistema de control con la que cuenta la cámara seca de la sauna.



1.3 HIPOTESIS ESPECIFICAS

- Con la tecnología actual se procurará implementar el sistema dimensionando los componentes de acuerdo a las características de funcionamiento de la cámara seca.
- Sabiendo que las instalaciones de la cámara seca cuentan con espacio para la implementación del sistema de control se determinara donde se instalara el sistema propuesto.
- Teniendo conocimiento que los clientes de la empresa tienen diferentes gustos en cuanto a la temperatura de la cámara seca, se desea investigar cual sería la temperatura adecuada para el funcionamiento optimo del mismo.
- Si la hipótesis general es acertada se pretende ver si el comportamiento del sistema será eficaz y cumplirá con los estándares de los clientes de la empresa.

1.4 JUSTIFICACION DEL PROBLEMA

Es bien conocido que los beneficios que nos brinda los baños sauna, son de gran importancia para el mundo moderno. En las versiones de las saunas con acondicionamiento termino de cabina, se logra quemando combustibles fósiles o generando calor por el efecto jule, en una resistencia eléctrica.

En las instalaciones de baños sauna Copacabana ubicado en la ciudad de puno no existe un sistema de control para controlar los diferentes ambientes.

Debido a que no se monitorean ni controlan de manera adecuada las instalaciones, no se puede garantizar las condiciones óptimas en las diferentes cámaras de la sauna.



Por tal motivo se investigará como implementar un sistema de control adecuado, la implementación se centrará principalmente en la cámara seca de las instalaciones.

Para garantizar unas condiciones adecuadas de la cámara seca se va a monitorear la temperatura, gracias a que el módulo que se usará cuenta con pantalla de visualización para ver en tiempo real la temperatura, la cual afecta directamente el resultado final, realizando así un sistema de control automático, el cual permitirá controlar con mayor exactitud la variable, se documentará las condiciones que influyeron en el proceso. todo esto optimizará el proceso y contribuirá a las condiciones más óptimas en la cámara seca de la sauna.

1.4.1 Objetivo general

Implementar un sistema de control de temperatura automático y manual, para monitorear y controlar la cámara seca de la sauna.

1.4.2 Objetivos específicos

- Implementar un sistema de control de temperatura y seleccionar los equipos en base a las características y especificaciones de funcionamiento de la cámara seca de la sauna.
- Dimensionar con respecto al cuarto de máquinas donde se van a colocar los equipos del sistema de control de temperatura.
- Comprobar la temperatura adecuada para que la cámara seca sea óptima, para ello debemos medir la temperatura en diferentes circunstancias.
- Ver el comportamiento del sistema de control de temperatura de la cámara seca y si su funcionamiento es eficiente.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Primer antecedente:

Quiroga (2020) En la revista científica se puede apreciar que para fundir aluminio se utiliza el horno a crisol, para lo cual se trabajó en el desarrollo de un sistema de control de temperatura, la implementación consisten en controlar un quemador a gas en cual es el encargado de calentar el horno para así pode fundir en aluminio, también se incorporó una interfaz para poder manipular las temperaturas que se requieren para trabajar en el horno, la implementación del sistema dio como resultado una manera mejorada del manejo del horno y la temperatura en él.

Segundo antecedente:

Solís (2019) Afirma en su tesis que los hornos eléctricos son esenciales para desarrollar el proceso de mantenimiento de motores eléctricos, ya que la temperatura que genera el horno es necesaria para el secado del barniz, el cual es el aislante para los bobinados de los motores de inducción, en la empresas WILCOM ENERGY SAC, se utilizaba un horno de manera manual en cual necesariamente se necesitaba a alguien con experiencia, lo cual llevaba un riesgo a la hora de desarrollar el proceso de secado, ya que la inestabilidad de la temperatura en el horno causaba daños a los bobinados, por lo descrito se desarrolló un sistema de control automático, con la ayuda de ventiladores que hacían circular en aire caliente en todo el bobinado, y para la correcta operación en el



secado del barniz se desarrolló también una interfaz humano – máquina para así poder monitorear el proceso.

Tercer antecedente:

Yepez (2017) En su tesis afirma que las estufas de cultivo generalmente están diseñadas para un uso en específico, como las incubadoras, o las de cultivo de bacterias, así como también las estufas biomédicas entre otras, todas estas cuentan con diferentes configuraciones y características diferentes, los cuales requiere aprenderse manuales extensos para poder manipularlas, por lo cual se desarrolló un controlador de temperatura, que nos de los parámetros de uso de una manera sencilla mediante una página web.

Cuarto antecedente:

López (2011) en su tesis afirma que mayoría de los invernaderos en el Perú ofrecen escasas condiciones para el desarrollo de las plantas cultivadas en los mismos, ya que estos carecen de condiciones de temperatura inadecuadas para el desarrollo de las plantas, por ello es importante desarrollar un sistema de control de temperatura que ayude a que el invernadero a que tenga las mejores condiciones internas aptas para el desarrollo de las plantas cultivadas en los mismos, para así tener el máximo aprovechamiento agrícola, con un nivel alto en productividad, cantidad y calidad.

2.2 MARCO TEORICO

2.2.1 Controladores de temperatura

Es un instrumento utilizado para poder regular el estado térmico dentro de algún proceso, en el cual, el clima sea un factor primordial para el resultado exitoso de un proceso industrial.



Además, automatiza métodos de producción para garantizar procesos conforme a las directrices de manufactura de un producto, utilizar un controlador de temperatura facilita la tarea de mantener la temperatura a rangos deseables que cada proceso requiera. para lo cual la temperatura ambiente tiene mucho que ver con estos procesos. En diferentes procesos industriales, se usan diferentes controladores de temperatura, por ello existen distintos tipos de controladores y con distintas formas de operación (EMAC, 2022).

2.2.2 Temperatura

Viene de la palabra en latín “temperare”, un ejemplo claro para entender que es temperatura sería tener dos cuerpos líquidos a diferentes temperaturas. Si mezcláramos ambos líquidos el primer cuerpo perdería calor empezando a enfriarse, en cambio en segundo cuerpo que esta más frío empezaría a calentarse, llegando así en una mezcla única ala que se le llamaría agua temperada. Con esta explicación se podría llegar a la conclusión que la temperatura es la medida de la cantidad de energía térmica de un cuerpo, las medidas más utilizadas son los Celsius, Fahrenheit y kelvin. La temperatura está relacionada con la sensación que experimentamos al tocar ciertos objetos. Esta sensación nos permite clasificarlos en objetos fríos, por ejemplo, un cubito de hielo, y objetos calientes, por ejemplo, una taza de café hirviendo (fisicalab, s.f.).

2.2.3 Sensor de temperatura

Con el avance de la tecnología, actualmente existen muchos sensores que te miden la temperatura, tenemos sensores que cambian sus magnitudes eléctricas

cuando se les aplica diferentes temperaturas, con esta característica se le puede conectar estos sensores a dispositivos eléctricos y electrónicos, también tenemos los termostatos, estos tipos de sensores reaccionan su comportamiento de forma mecánica a la temperatura, nosotros nos centramos en los sensores eléctricos. La recopilación de datos en sistemas de alta complejidad donde el procesamiento matemático es realizado por un sistema central, se resuelven mediante procedimientos escaneo o multiplexación cíclica por razones de economía y capacidad base. Para llevar a cabo este proceso, a menudo se utilizan conmutadores de estado sólido el cual transfiere información de cada uno de los canales de entrada en un canal de salida común vinculado a la unidad de procesamiento principal, estos conmutadores en diferentes versiones, existen en forma de circuitos digitales y analógicos integrados o híbridos (Bausá Aragonés y otros, 2020).

En la actualidad existen formas de medir la temperatura para ello existen todo tipo de sensores de diversas naturalezas, pero sin duda los sensores eléctricos son los más utilizados en cuanto a la ingeniería de control de procesos, en la Tabla 1 se puede apreciar los tipos de sensores y el rango de operación de ellos.

Tabla 1: Tipos de sensores y rango de operación

Rangos de temperatura correspondiente a los métodos más comunes	
SISTEMA	RANGO EN °C
Termocuplas	-200 a 2800
Sistemas de dilatación (capilares o bimetálicos)	-195 a 760
Termorresistencias	-250 a 850
Termistores	-195 a 450
Pirómetros de radiación	-40 a 4000

Fuente: (Bausá Aragonés y otros, 2020)



2.2.4 Sistema de control

Los sistemas de control están diseñados para mantener una variable física o valor constante a lo largo del tiempo, por lo tanto, los sistemas de control están basados en las mediciones para ello la importancia de los sensores, por los cuales se retroalimenta usándolo como entrada, y usando un actuador de salida. Al diseñar un sistema de control se le indica especificaciones técnicas de funcionamiento, estas especificaciones pueden obtener diferentes resultados, podemos obtener respuestas temporales, desviaciones de las variables, también podemos obtener errores que queramos obtener, etc. (Creus Solé, 2010).

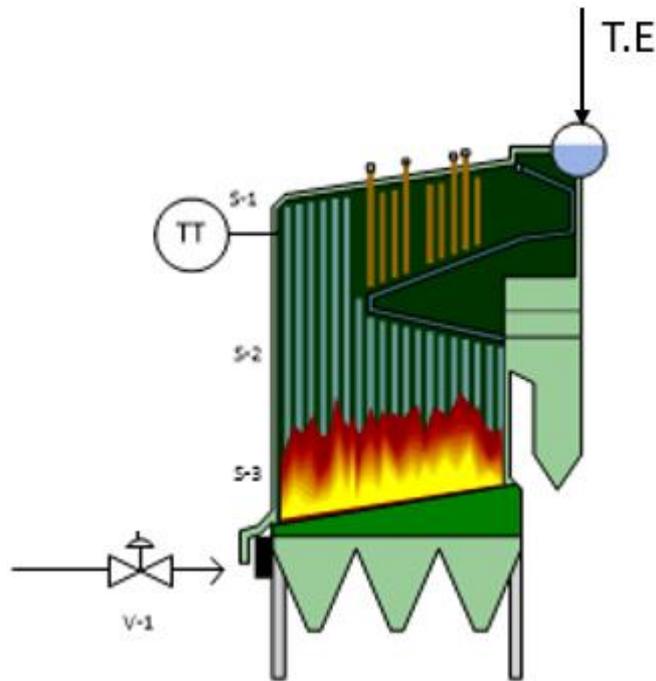
2.2.4.1 sistema de control de lazo abierto

Son los sistemas que al actuar en la salida no afectan en nada el control del mismo, en pocas palabras en este sistema no se mide la salida, por lo cual tampoco se alimenta la entrada. Un ejemplo sería una lavadora, esta se pone a lavar con la programación de tiempo que se le da, pero no se mide la salida que en este caso sería ropa limpia. En este sistema la salida nunca se compara con la entrada, por ese motivo a cada entrada le corresponde una salida única, por este motivo la calibración en este tipo de sistemas tiene que ser buena, este sistema en cuanto a perturbaciones no es buena ya que dependerá de su grado de fabricación, este sistema es más usado en lugares donde no hay perturbaciones graves que lo alteren, como por ejemplo semáforos de tránsito (Ogata, 2010).

A continuación, se puede ver un proceso de sistema de control de lazo abierto, el cual describe un proceso industrial que corresponde a una caldera, el proceso cuenta con una válvula que proporciona el combustible teniendo como consecuencia aumentando o disminuyendo el calor dentro de la caldera, también la

caldera tiene otro flujo de temperatura el cual afecta también al sistema, el proceso descrito anteriormente se puede apreciar en la Figura 1.

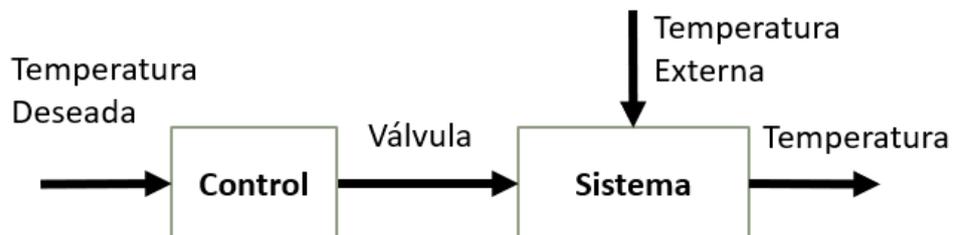
Figura 1: Proceso industrial de una caldera



Fuente: (Castaño Giraldo, 2019)

Su representación en diagrama de bloques del ejemplo anterior se puede apreciar a continuación en la Figura 2.

Figura 2: Diagrama de bloques del proceso de una caldera



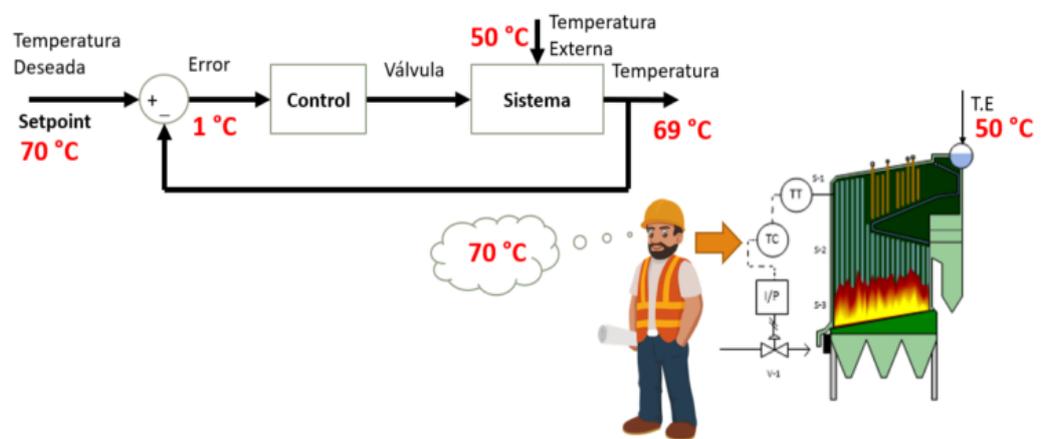
Fuente: (Castaño Giraldo, 2019)

2.2.4.2 sistema de control de lazo cerrado

A estos sistemas se les llama sistemas de control retroalimentados, se les dice así porque la señal de salida afecta directamente a la señal de entrada, la diferencia de estos dos se le denomina error de actuación, para que el sistema sea eficiente el error tiene que asemejarse a cero (Ogata, 2010).

Si tomamos como ejemplo el proceso de la figura 1, y lo llevamos a control de lazo cerrado se podría dar la solución que el controlador podría medir la temperatura todo el tiempo para luego actuar en la válvula corrigiendo la temperatura siempre que este sea necesario, tal como se puede apreciar en la figura 3.

Figura 3: Proceso de la caldera con sistema de lazo cerrado



Fuente: (Castaño Giraldo, 2019)

2.2.5 Cámara seca o sauna finlandesa

Es un cuarto donde se está a altas temperaturas el calor generado en ese ambiente es seco con poca humedad, lo recomendable es que la temperatura este entre 80° a 100° centígrados. También es conocido como sauna finlandesa dicho así por la sequedad, porque a diferencia de otras saunas como por ejemplo sauna

rusa o biosauna entre otras, en el interior de esta no hay mucha agua ni vapor, siendo que la humedad dentro de estas cámaras ronda el 5 al 20% (Fluidra, 2021).

La estructura de este tipo de cámara es de mayormente de madera con bancos de diferentes niveles, las paredes son de madera al igual que el piso, lo único diferente ahí es la estufa el cual es metálica, la cual puede ser calentada de diferentes maneras, la madera más utilizada en estos tipos de cámara es el roble y las estufas de acero inoxidable, tal como se muestra en la Figura 4.

Figura 4: Cámara seca o finlandesa



Fuente: recuperado de (Fluidra, 2021)

Según Hidromasaje (2022) El baño térmico que se da en la cámara seca proporciona muchos beneficios a la salud, entre sus beneficios más destacados están:

- La disminución de estrés es el beneficio principal
- Estudios demuestran que ayuda a prevenir incidentes cardiacos
- Cuida la piel eliminando impurezas incluso eliminando residuos químicos

- Acelera el metabolismo permitiendo procesar grasa ayudando a la pérdida de peso
- Reduce el dolor de cabeza y fortalece el sistema inmunológico, etc.

2.2.6 Controlador MT – 12e

Es un controlador que alcanza hasta 200°C de sensibilidad su relé de accionamiento aguanta hasta 16 Amp esto equivale a 2hp, también tiene incorporado un timer interno para poder programar el tiempo de accionamiento del relé, así como también puede simular un aumento de masa en el ambiente en el sensor teniendo este como finalidad aumentar el tiempo de respuesta en pocas palabras tener respuestas más lentas del sensor. Tiene certificación CE, UL Y NSF, según las pruebas de laboratorio de UL, cuenta con un sistema de protección que bloquea todas las funciones para que personas externas no alteren la configuración de los parámetros, a continuación, se muestra la Tabla 3 de especificaciones técnicas del controlador MT-12e (Full Gauge, 2022).

Tabla 2: Especificaciones técnicas del controlador MT-12e

Alimentación	MT-512E 2HP: 115 o 230 Vac $\pm 10\%^*$ (50/60 Hz) MT-512EL 2HP: 12 o 24 Vdc o Vac $+10\%^*$
Temperatura de control (**)	- 50 a 105°C (-58 a 221°F)
Temperatura de operación	0 a 50°C / 32 a 122°F
Humedad de operación	10 a 90% HR (sin condensación)
Resolución	0,1°C
Corriente máxima de la carga (***)	16 A para cargas tipo resistivas y 12 A para cargas tipo inductivas
Potencia máxima de la carga (***)	2HP
Grado de protección	IP 65 (frontal)
Dimensiones (mm)	76 x 34 x 77 mm (Ancho x Alto x Profundidad)
Dimensiones del recorte (mm)	X = 71 \pm 0,5 Y = 29 \pm 0,5 (vide Imagen V)

(*) Variación admisible en relación a la tensión nominal.
(**) Este instrumento mide y controla temperaturas hasta 200°C/392°F utilizando el cable sensor de silicona SB59 (vendido separadamente).
(***) Para cargas mayores, usar llave disyuntora.

Fuente: (Full Gauge, 2022)

El controlador cuenta con parámetros de funcionamiento que se configuran de acuerdo al proceso al cual se le implementara, los cuales se puede apreciar en la tabla 4.

Tabla 3: Parámetros de configuración del controlador MT-12e

Fun	Descripción	CELSIUS				FAHRENHEIT			
		Mín	Máx	Unid	Estándar	Mín	Máx	Unid	Estándar
F01	Códigos de acceso	-	-	-	-	-	-	-	-
F02	Temperatura deseada (Setpoint)*	-50	200	°C	4	-58	392	°F	39
F03	Desplazamiento de indicación (Offset)	-5.0	5.0	°C	0	-9	9	°F	0
F04	Mínimo setpoint permitido al usuario	-50	200	°C	-50	-58	392	°F	-58
F05	Máximo setpoint permitido al usuario	-50	200	°C	75	-58	392	°F	167
F06	Diferencial de control (histéresis)	0.1	20.0	°C	1.0	1	36	°F	1
F07	Modo de operación	0-refrig	1-calef.	-	0-refrig.	0-refrig.	1-calef.	-	0-refrig.
F08	Tiempo mínimo de salida conectada	no	999	seg	20	no	999	seg	20
F09	Tiempo mínimo de salida desconectada	no	999	seg	20	no	999	seg	20
F10	Tiempo de refrigeración (intervalo entre deshielos)	1	999	min	240	1	999	min	240
F11	Tiempo de deshielo	no	999	min	30	no	999	min	30
F12	Estado inicial al energizar el instrumento	0-refrig	1-deshielo	-	0-refrig.	0-refrig.	1-deshielo	-	0-refrig.
F13	Indicación de temperatura trabada durante el deshielo	no	yes	-	no	no	yes	-	no
F14	Retardo en la energización del instrumento	no	240	min	no	no	240	min	no
F15	Tiempo adicional al final del primer ciclo	no	240	min	no	no	240	min	no
F16	Situación del compresor con el sensor damnificado	0	2	-	0	0	2	-	0
F17	Tiempo de compresor conectado en caso de error	1	999	min	15	1	999	min	15
F18	Tiempo de compresor desconectado en caso de error	1	999	min	15	1	999	min	15
F19	Intensidad del filtro digital	no	9	-	no	no	9	-	no
F20	Tiempo para bloqueo de las funciones	no	60	seg	no	no	60	seg	no
F21	Desconexión de las funciones de control	no	4	-	no	no	4	-	no

*Los valores mínimo y máximo dependen de los valores configurados en F04 y F05.

Leyenda: = sí
 = no

Fuente: (Full Gauge, 2022)

2.2.7 Quemador industrial

Es un dispositivo que como su nombre lo dice quema combustible ya sea liquido o gaseoso para poder producir calor mediante la llama que genera, se usa generalmente para calentar calderas y como también para calentar sustancias en

procesos industriales, existen diferentes tamaños para todo tipo de usos un ejemplo sería el de la Figura 5, el cual es un quemador más utilizado para calderas.

Figura 5: Quemador industrial



Fuente: recuperado de (Link Parts, 2022)

El funcionamiento de los quemadores se realiza principalmente por la combustión, por lo cual se tiene que calcular la mezcla exacta con el aire para que la combustión no se apague. Cuando se mezcla suficiente aire con el gas, la llama será menos luminosa, pero mucho más caliente. (Link Parts, 2022)

2.2.7.1 Principio de funcionamiento con combustible líquido

Link (2022) dice que una una bomba de gasóleo es la encargada de someter el combustible líquido a una elevada presión que, al introducirlo por un tubo hacia una boquilla con un orificio muy pequeño, hace que este salga pulverizado y por Efecto Venturi, se mezcla con aire, y un ventilador se encarga de introducir en el

hogar de la caldera. La ignición se produce por medio de unos electrodos entre los que salta un reguero de chispas.

2.2.7.2 Principio de funcionamiento con combustible gaseoso

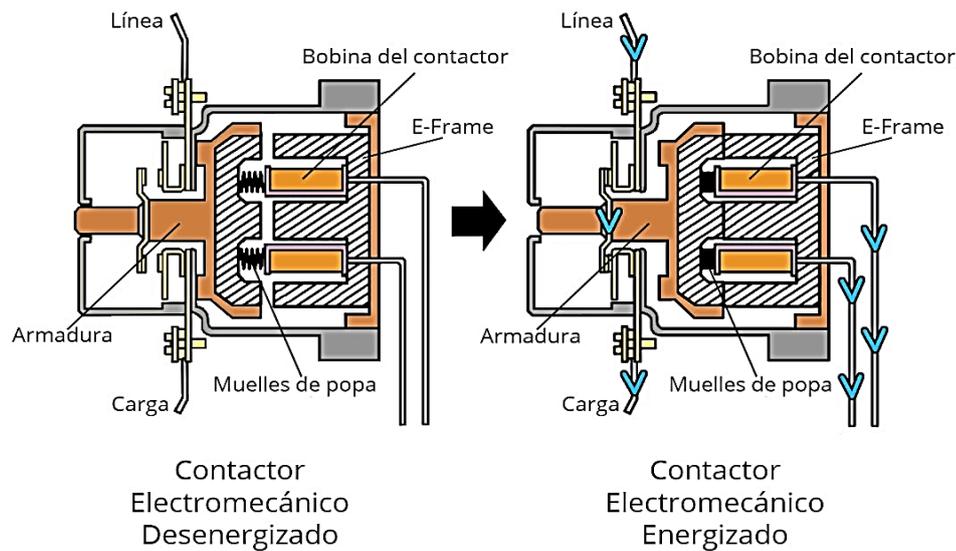
Link (2022) dice que en este proceso no es necesario convertir el líquido en gas. El gas mezclado con el aire se introduce directamente en el hogar y mediante una chispa, se prende la llama. En este sistema son necesarios más dispositivos de seguridad, ya que el gas puede arder en condiciones ambientales, al contrario de lo que ocurre con el gasóleo, que para que arda hay que calentarlo o someterlo a presión.

2.2.8 Contactor electromagnético

El contactor electromagnético es un aparato mecánico de conexión controlado mediante electroimán y con funcionamiento todo o nada. Cuando la bobina del electroimán está bajo tensión, el contactor se cierra, estableciendo a través de los polos un circuito entre la red de alimentación y el receptor. El desplazamiento de la parte móvil del electroimán que arrastra las partes móviles de los polos y de los contactos auxiliares o, en determinados casos, del dispositivo de control de éstos, puede ser: rotativo, girando sobre un eje, lineal, deslizándose en paralelo a las partes fijas, una combinación de ambos. Cuando se interrumpe la alimentación de la bobina, el circuito magnético se desmagnetiza y el contactor se abre por efecto de los resortes de presión de los polos y del resorte de retorno de la armadura móvil. (Schneider Electric, 1999).

A continuación, en la Figura 6 se puede apreciar como es el interior del contactor en funcionamiento y en reposo.

Figura 6: Partes internas de un contactor en reposo y energizado



Fuente: (Galco TV, 2017)

2.2.9 Transformador monofásico

Es un aparato eléctrico el cual su objetivo es aumentar o disminuir el voltaje en los sistemas eléctricos de corriente alterna. En el año 1885 Westinghouse Electric Company fue quien fabricó el primer transformador aplicando la ley de Faraday, desde entonces han aparecido muchos modelos hasta nuestros días. El transformador consta de tres bobinas para la parte primaria entrada del transformador, también tiene tres bobinas para la parte secundaria o salida del transformador, este bobinado se encuentra en la columna del transformador y encima de este bobinado se encuentra el bobinado primario enrollador en la bobina primaria, pero están separados por un aislante eléctrico. Los bobinados están en el mismo núcleo del transformador que son tres columnas de chapas magnéticas, la utilidad más común en donde usan el transformador es cuando se necesita aislar un circuito y donde se desea mantener la misma potencia (Industrias, 2021).



2.2.10 Gas licuado de petróleo

El gas licuado de petróleo para poder transportarlo y poner manipularlo pasa por un proceso de enfriamiento a bajas temperaturas y bajas presiones, la utilidad que más se le da al Glp es en los medios de transporte donde se puede utilizar como carburante, en donde se alimenta los motores de los vehículos utilizando la tecnología bi_fuel o tecnología dual_fuel.

El gas licuado de petróleo puede obtenerse de dos maneras:

El 60% se obtiene de los yacimientos de gas natural esto por separación de fracciones de butano, procedimiento más conocido como Upstream. El 40% que falta se obtiene de la refinación del petróleo lo que se conoce como Downstream (Repsol, 2022).

2.2.11 Regulador de presión de gas

El gas es elemento utilizado en las industrias, negocios y automóviles, para el uso correcto de este combustible se debe utilizar un regulador de gas, el gas trabaja con altas presiones lo que significa que se necesita un regulador de gas para poder trabajar, este regulador trabaja regulando el flujo de salida del gas, dicha manipulación es muy peligrosa, el regulador de presión evita fugas y accidente y (ingeniería, 2022).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El proyecto se desarrolló dentro del tipo de investigación tecnológica, este método consiste en la búsqueda del conocimiento que pueda ser útil para poder resolver problemas, es el método más utilizado para resolver problemas que se presentan en los diferentes procesos ya sea de consumo de bienes, distribución o servicios, entre otras actividades que también se desarrollan en la actualidad. Se le dice de enfoque tecnológico porque en esencia busca soluciones a problemas en el ámbito tecnológico. (Cordero, 2009)

3.1.1 Investigación tecnológica

La investigación tecnológica se popularizó en el siglo XXI más conocido como la revolución tecnológica, se popularizó tras el crecimiento en cuanto a nuestra comodidad con nuevas tecnologías en nuestra vida cotidiana. Día tras día se van actualizando y descubriendo nuevas tecnologías ya sean del área de electrónica, mecánica incluso de la industria farmacéutica, construcciones y demás. En la actualidad países de primer nivel invierten en cuanto a la tecnología, todo esto porque la revolución tecnológica se ha vuelto un campo formal de investigación (education, 2023).

3.1.2 ¿Cuál es la finalidad de la investigación tecnológica?

La Investigación tecnológica tiene como finalidad la invención de procesos o artefactos para luego ofrecerlos al mundo para poder comercializarlos y así

obtener un beneficio tanto social como económico, para esto tiene que estar presente la innovación pero no siempre es necesario, la innovación se da cuando se le agrega nuevas tecnologías para dar solución a la investigación pero también puede darse el caso que no es necesario, porque si se trabaja reorganizando las tecnologías conocidas también se puede dar con la solución (economipedia, 2023).

En la Figura 7 se puede apreciar el procedimiento que sigue el tipo de investigación tecnológica.

Figura 7: Proceso de la investigación tecnológica



Fuente: (slidePlayer, 2023)

3.1.3 Características de la investigación tecnológica

Entre las características de este tipo de investigación podemos encontrar:

El objeto de investigación: Esto se centra en tener los conocimientos útiles para resolver un problema que parte de la necesidad de la sociedad.



Presentación inicial de objetivos: Los objetivos inicialmente son un tanto difusos por ello se obtiene un compromiso entre las necesidades sociales que se quiere resolver y el desarrollo tecnológico que lo intenta solucionar.

La realizabilidad: Lo que importa realmente es que la investigación tecnológica es capaz de hacer ideas física y materialmente posibles.

Las influencias externas: Es importante buscar soluciones específicas que estén en casos específicos de los contextos como económicos, sociales, culturales, y geográficos.

El diseño no es definitivo: Para solucionar una necesidad con este método de investigación no existe una sola solución, como la tecnología está en constante innovación, no es una ciencia exacta.

Los métodos: Para dar con la solución se utilizan distintas metodologías, así como las de ingeniería, destacando las experiencias con las que se puede validar el funcionamiento del sistema o proceso.

La retroalimentación de los resultados de cada etapa: Es el control que se tiene acerca del diseño la cual es importante para tener éxito en la solución y la actualización ya sea del proceso o del producto.

El resultado: es el producto final de una invención o la solución de un proceso (education, 2023).



3.2 POBLACION Y MUESTRA DE INVESTIGACION

La población de esta investigación es la cámara seca de la sauna Copacabana y la muestra lo conforman todas mediciones de temperatura obtenidas en la misma durante las pruebas de funcionamiento del sistema de control de temperatura, medidas que son tomadas de dos termómetros diferentes, primeramente, tenemos las lecturas del sensor de temperatura del controlador, y luego tenemos las lecturas del sensor analógico. Y por último tenemos las lecturas de ambos termómetros en una misma línea de tiempo.

3.3 UBICACION Y DESCRIPCION DE LA INVESTIGACIÓN

Región: Puno

Provincia: Puno

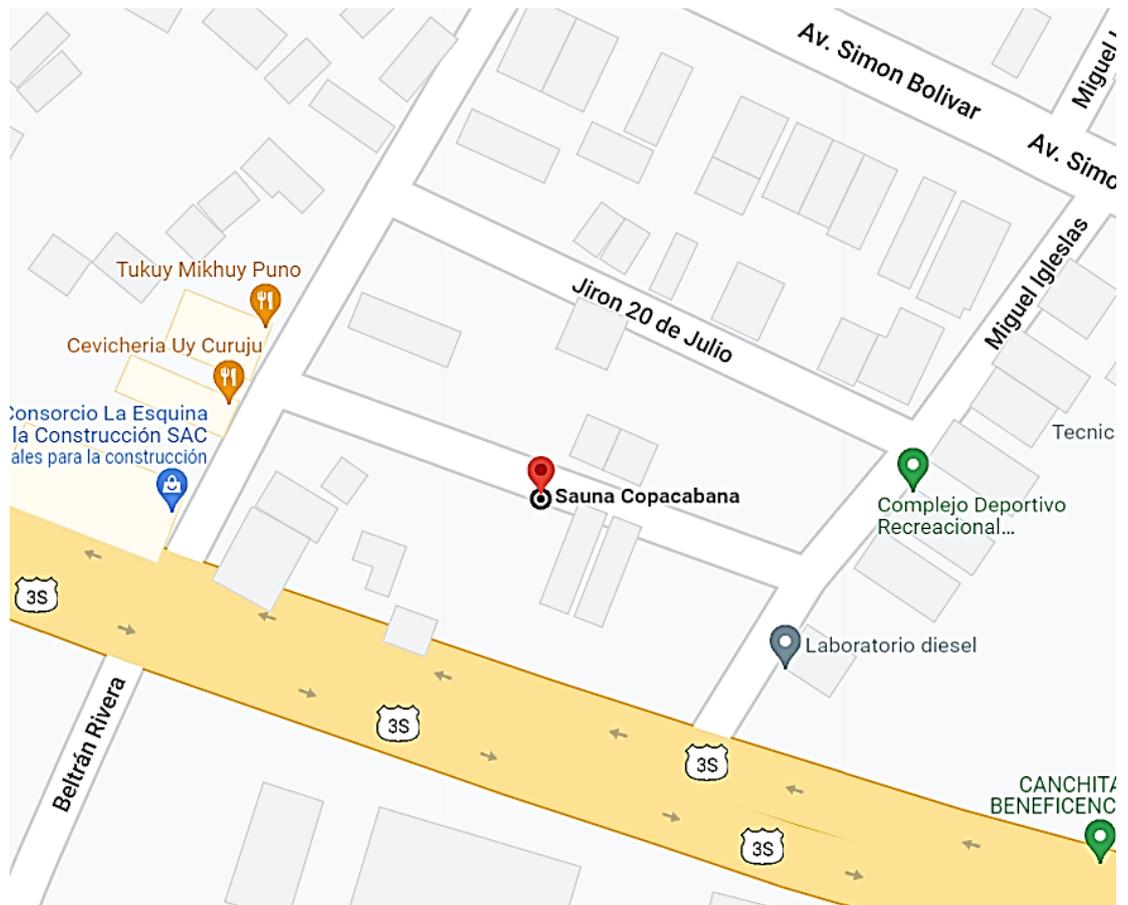
Distrito: Puno

Ciudad: Puno

Elevación sobre el nivel del mar: 3.827 m.s.n.m.

El proyecto se desarrolló en las coordenadas $15^{\circ}51'20.4''S$ $70^{\circ}00'37.3''W$, al sur del Perú, en la ciudad de Puno, es ahí donde se encuentran las instalaciones de la sauna Copacabana. Visualizando en la Figura 8 se puede apreciar la ubicación.

Figura 8: Ubicación de realización del proyecto



Fuente: Recuperado GoogleMaps

3.4 DESARROLLO DEL PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE LA CAMARA SECA ANTES DE LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA

3.4.1 Preparado de la cámara seca

La preparación de la cámara seca de la sauna comienza con la colocación de las hierbas pueden ser de preferencia eucalipto, pero también esta permitido muchas y demás yerbas, en este caso sería el eucalipto luego se procede al cerrar todas las puertas para que la cámara no pierda temperatura.



3.4.2 Calentamiento de la cámara

Para el calentamiento de la cámara se procedía a ir al cuarto de máquinas, específicamente al cuarto de las máquinas de la cámara seca que se encuentra en la parte trasera de la misma en la cual se encuentra la tubería de gas el cual proporciona el combustible en este caso gas, con el cual se genera una llama regulándose la misma por una llave de paso.

Al final de la tubería de gas se tiene una unión de tubería a manguera a gas, el cual la manguera tiene en su salida una hornilla tipo cilíndrica el cual ayuda a generar la llama con la que se calienta la estructura metálica que se encuentra dentro de la cámara seca la conexión entre la llama de la hornilla y la estructura metálica se da a través de la pared trasera de la cámara teniendo un orificio por el cual ingresa la llama generada por el gas y que calienta la estructura luego la misma estructura calienta la cámara seca por el calor que genera la misma extendiéndose así por toda la cámara seca.

3.4.3 Puesta en funcionamiento

Una vez que la hornilla está en funcionamiento con la llama constante y que la cámara llega a una temperatura ya lista para los clientes se procede a bajar la flama de la llama para que esta no supere la temperatura en la cámara y también para que no baje la temperatura en ella este es un proceso muy delicado debido a que si no se calcula bien la cámara estará muy caliente o si se deja enfriar los clientes se quejara porque la cámara esta fría.



3.4.4 Supervisión de la cámara

Una vez que se tenga la cámara seca en las condiciones operativas para que el cliente entre en ella, se procede a supervisar cada hora las condiciones de la cámara, para la satisfacción del cliente en cuanto a la temperatura que ellos requieren la mejor para ellos, consultándoles siempre si la temperatura está bien.

3.4.5 Finalización del funcionamiento de la cámara

Cuando ya se está llegando al final del día se procede a cerrar la llave de paso de la tubería del gas, teniendo esto como consecuencia que la llama de la hornilla el cual calienta la estructura de la cámara se apague también se cierra una segunda llave de paso que se encuentra más atrás para tener más seguridad en cuando a las fugas de gas que se pueden dar durante la noche, así finalizando el calentamiento de la cámara, cabe recalcar que la cámara seca tiene un lento proceso de pérdida de temperatura teniendo este tiempo suficiente para que las personas en ella terminen su tratamiento y se retiren de las instalaciones culminado así con la limpieza de la cámara y dejando listo todo para el día siguiente se haga el mismo proceso en cuanto a su funcionamiento.

3.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA

3.5.1 Identificación de sistema de control

Primeramente, para identificar el sistema de control se tiene que ver las ventajas y desventajas de un control PID y un control ON-OFF para ello en la Tabla 4 se cuenta con un resumen de esta información.

Tabla 4: Diferencias entre un Control PID y ON-OFF

Características	Control PID	Control ON-OFF
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> - No añade inestabilidad al sistema. - Responde a las perturbaciones antes de que se modifique la salida del sistema. - Ayuda a hacer más estables sistemas no lineales. - Control preciso en procesos continuos. - Mejora la productividad y ahorro de energía. 	<ul style="list-style-type: none"> - Es la forma más simple de control. Bajo precio de instalación. - Fácil instalación y mantenimiento. - Amplia utilización en procesos de poca precisión. - Implementación es más económica.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> - No responde a las perturbaciones. - La implementación es más costosa y personal. - No todos los sistemas se controlan satisfactoriamente con PID. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mínima precisión de control. - Desgaste del elemento final de control. - No recomendable para procesos de alto riesgo. - Sobre impulso de la variable de proceso.

Fuente: (Solís Bustamante, 2019)



Una vez estudiado las diferencias de estos dos tipos de sistemas se procedió a dar como elección para el sistema a implementar el sistema de control on-off. Debido a que estos encajan perfectamente con el proceso de funcionamiento de la cámara seca de la sauna.

3.5.2 Definiciones de los requisitos

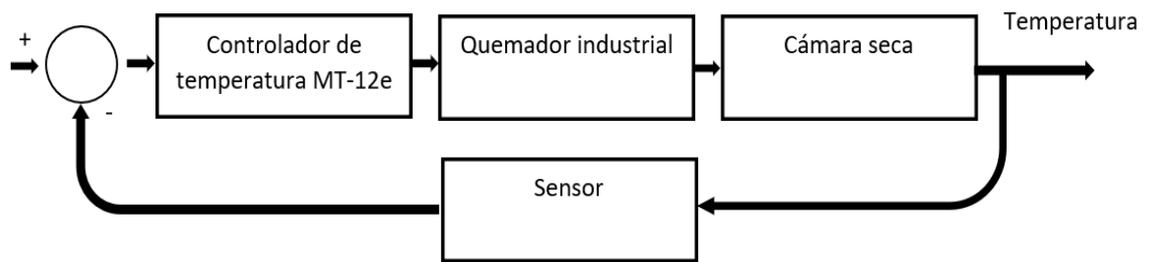
Para la definición de los requisitos del proyecto, primeramente, se reconoció la variable a controlar y monitorear, la variable principal será la temperatura, la cual se va monitorear en tiempo real, para que así garantice el cumplimiento con las condiciones de la cámara seca. Seguidamente tenemos que generar una simple y fácil coordinación entre el proceso de control y el operador.

También otro requisito sería la visualización de la temperatura en tiempo real y también poder realizar un cambio de lo automático a manual para así poder manipular de manera manual el proceso en caso de algún inconveniente. También es quiere un termómetro interno digital para poder ver la temperatura cuando uno se encuentre en la cámara seca independientemente del sistema de control para poder hacer la comparación para ver qué el sistema funciona correctamente.

3.5.3 Diseño del hardware de control

Al identificar el tipo de sistema que se implementará este ayudo a diseñar de manera eficaz el diagrama de bloques, el cual es un sistema con una entrada y una salida teniendo al controlador como cascada seguido de la planta tal como se puede apreciar en la Figura 9.

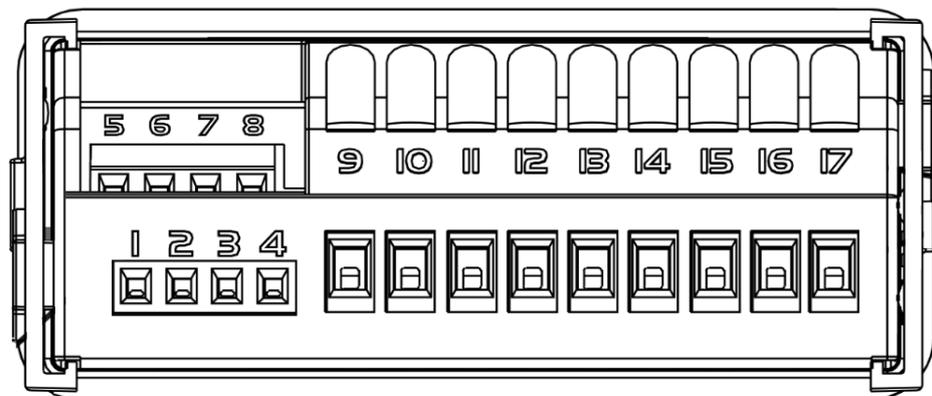
Figura 9: Estructura del sistema



Elaboración propia

Del diagrama de bloques salió el esquema eléctrico y fu forma de comportamiento que tendrá con respecto al proceso, para el sistema se utilizó el controlador de temperatura MT-12e, un controlador de la marca Full Gauge con el cual se procedió a diseñar nuestro esquema eléctrico, para ello en la Figura 10 se puede apreciar los terminales de conexión del controlador MT-12e.

Figura 10: Conexión de entradas y salidas del controlador MT-12e



Fuente: (Full Gauge, 2022)

El sensor que se utilizó para el proyecto es el SB-70 también de la familia Full Gauge este tipo de sensor es del tipo resistivo se escogió este tipo de sensor porque es el más lineal en cuanto a otros tipos de sensores, estos mismos se fabrican de varias configuraciones de alambres en este caso el sensor tiene el sistema de conexión bifilar. El sensor NTC tiene el cableado de poliéster termoplástico, así

como también aislamiento para cada conductor, el rango de temperatura con el que trabaja es de -50°C a 105°C el cual se encontró en el rango a controlar del proceso, el sensor se puede apreciar en la Figura 11.

Figura 11: Sensor SB70 de Full Gauge



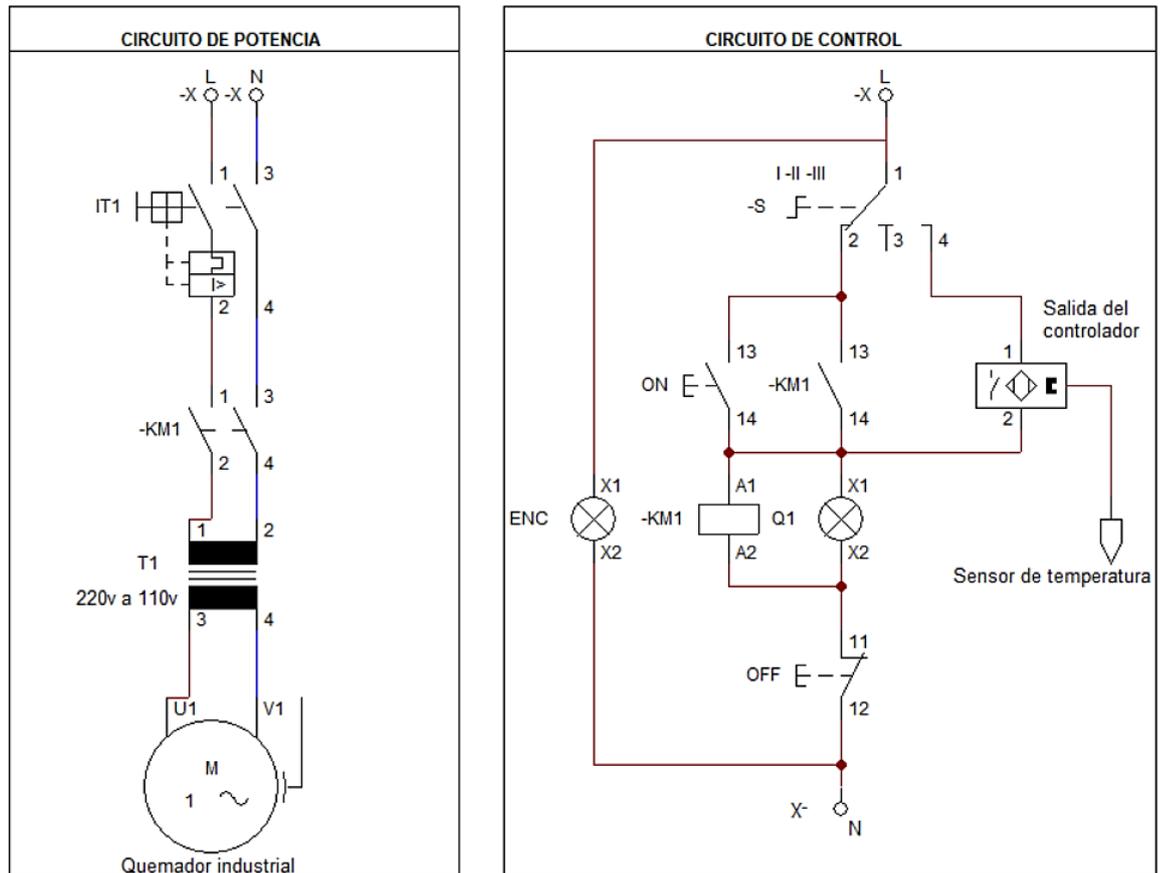
Fuente: (Full Gauge, 2022)

La conexión del sensor de temperatura es en los terminales 1 y 2 del controlador los cuales se puede apreciar en la Figura 10, el cabezal del sensor se colocó en la cámara seca de la sauna para que pueda censar la temperatura interna del mismo.

El controlador tiene como salida un potente relé de 16A, los cuales sus terminales de salida son los números 15 y 16 el cual se puede apreciar en la Figura 10, estos son los terminales de conexión de entrada y salida que se utilizaron en el sistema de control de temperatura.

A continuación, se puede apreciar en la Figura 12 el esquema eléctrico que se implementó.

Figura 12: Esquema del circuito eléctrico del sistema de control de temperatura



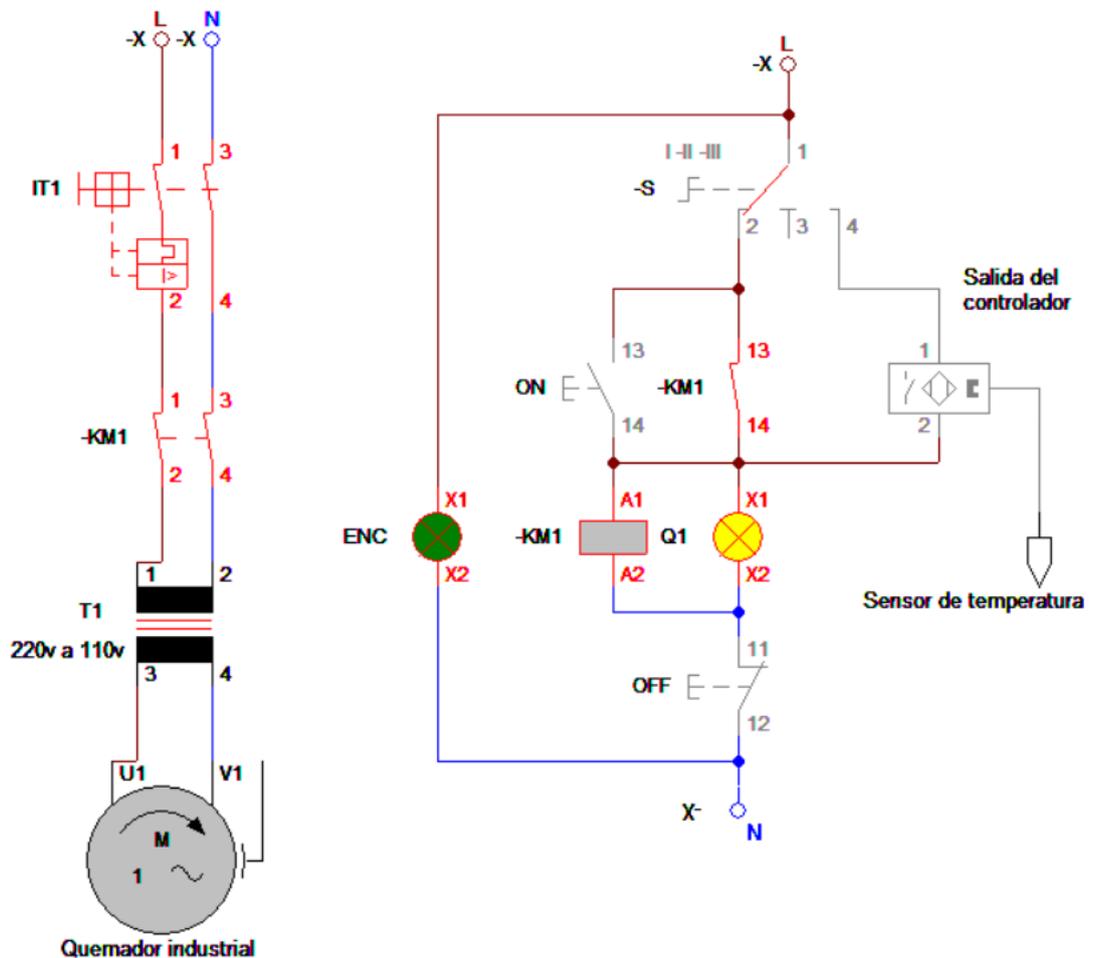
Elaboración propia

En la Figura 12 se puede apreciar el circuito que se implementó en el proyecto, en el circuito de control se diseñó un sistema con un selector el cual se encarga de conmutar en tres posiciones el primero es el modo automático, este modo funciona mediante el controlador el cual se encarga del sistema por medio de su configuración, luego tenemos el segundo que pone en modo apagado el sistema, y el tercero pone en modo manual para poder iniciar el sistema si en caso existiera algún inconveniente.

3.5.4 Simulación del sistema de control

Para poder simular el sistema se trabajó con el programa cade_simu v4.0 el cual es un programa que permite simular y diseñar circuitos, el programa en su modo de simulación permite ver cómo se comporta cada componente cuando este está en funcionamiento, también permite ver el comportamiento de los cables cuando hay flujo de corriente en ellos, en la Figura 13 se puede apreciar el circuito del sistema corriéndolo en la simulación en la configuración de modo manual.

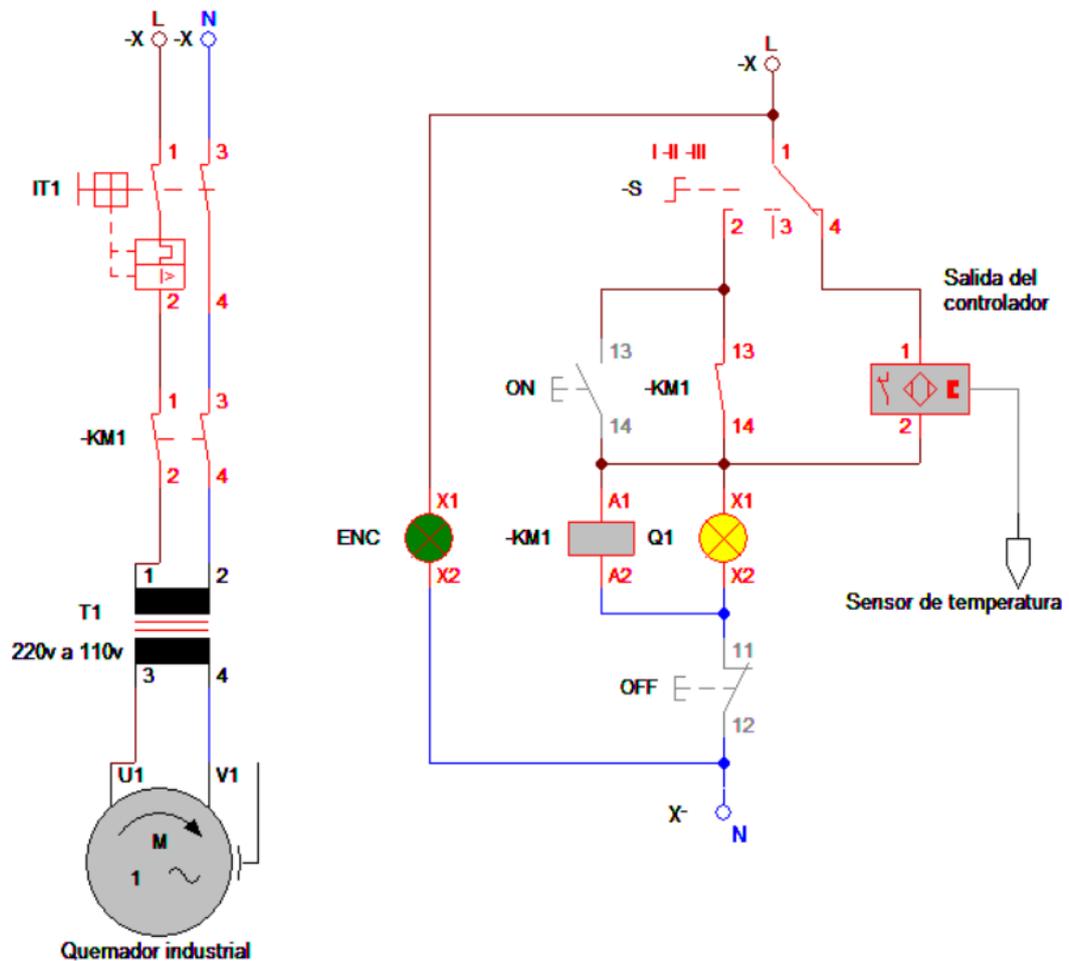
Figura 13: Simulación del circuito en modo manual



Elaboración propia

En la Figura 13 se puede apreciar el circuito corriendo en una simulación, en la que se puede apreciar que el sistema fue viable para su implementación, a continuación, en la Figura 14 se puede apreciar la simulación en el modo automático.

Figura 14: Simulación del circuito en modo automático



Elaboración propia

3.6 MATERIALES Y PRESUPUESTO

Para la implementación del proyecto se utilizó diferentes materiales desde la fase del armado del tablero hasta la instalación del tablero de control y demás, la lista de los materiales y los costos de los mismos se puede apreciar en la Tabla 6.



Tabla 5: Materiales usados en el proyecto y sus costos

Descripción de Materiales	Costo total (S/.)
Controlador	250.00
Quemador industrial de gas	1100.00
Tablero mural	100.00
Transformador VA 220/110v	85.00
Regulador de presión de gas	56.00
Pulsador metálico	12.00
Contactador 220v	30.00
Interruptor termomagnético	15.00
Lampara comando led	11.00
Selector de 3 posiciones	10.00
Porta etiqueta	8.00
Cables 12awg	500.00
Cables 14awg	140.00
Tubería de luz	3.00
Curva de tubería de luz	8.00
Tarugos y tornillos	10.00
Abrazaderas	15.00
TOTAL	2353.00

Elaboración propia



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

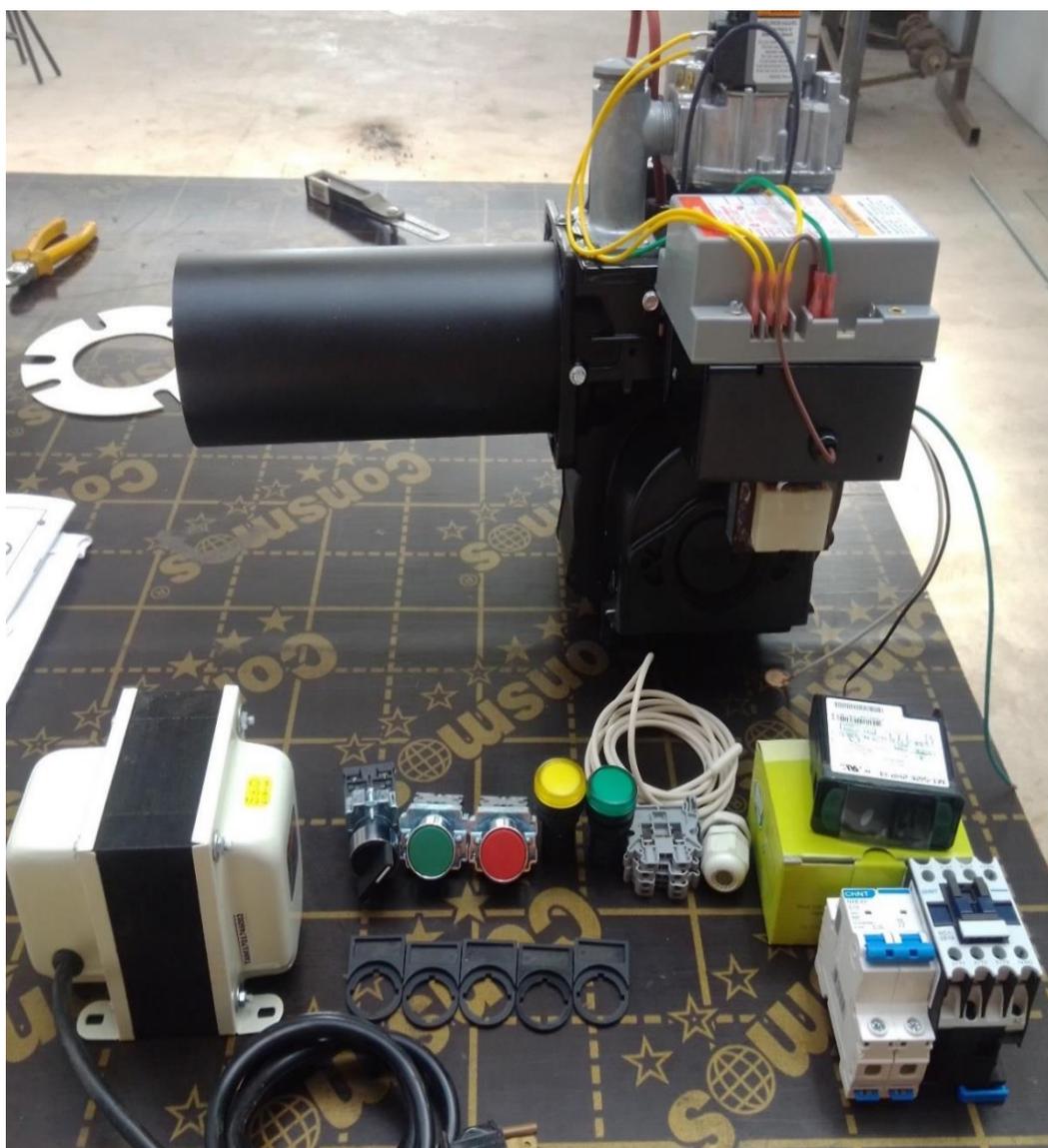
4.1.1 Procedimiento realizado para la implementación de sistema.

Primeramente, se realizó una investigación de todo el cuarto de máquinas de las instalaciones de la sauna Copacabana y como es su funcionamiento y lo más importante como cada cámara de la sauna funciona independientemente conociendo así toda la instalación por completo y conociendo que influía en lo que a su funcionamiento se trataba hasta el más mínimo detalle.

Una vez realizado esto durante un tiempo y haberse ya uno familiarizado con el funcionamiento de la cámara seca primordialmente. Se procedió a diseñar el sistema de control que se adecuara más a la forma de funcionamiento de la cámara seca no afectando así su forma de funcionamiento sino al contrario dando mejoras significativas para volverlo en este caso un sistema más eficaz, eficiente y con más precisión.

luego de saber que el circuito es viable tal como se puede apreciar en la Figura 13 y 14 en donde se simuló el mismo, se procedió primeramente a hacer el armado del tablero de control, para ello se utilizaron los componentes eléctricos que aparecen en la lista de materiales que aparece en la Tabla 6, los cuales también se pueden apreciar en la Figura 15.

Figura 15: Componentes eléctricos utilizados en el sistema



Elaboración propia

El armado del tablero se desarrolló en un taller eléctrico donde se contaba con todas las herramientas para poder realizar esta actividad, el tablero se armó con el circuito eléctrico de la Figura 12, después de una semana se tuvo por fin el tablero de control armado, el cual se puede apreciar en la Figura 16, en el cual se puede apreciar todos los componentes eléctricos que se tenía en el esquema eléctrico.

Figura 16: Tablero de control del sistema



Elaboración propia

Una vez concluido el armado del tablero de control se procedió a instalar un reloj con termómetro digital en el interior de la cámara seca, se hizo esto para poder visualizar el tiempo y la temperatura dentro de la cámara seca independientemente del sistema de control. Dicha instalación se puede apreciar en la Figura 17.

Figura 17: Reloj y termómetro digital en el interior de la cámara seca



Elaboración propia

También se procedió a instalar un termómetro analógico especialmente diseñado para saunas, el cual se puede apreciar en la Figura 20.

Luego se procedió a dimensionar en donde se instalaría el tablero de control en el cuarto de máquinas, pero primero se llevó energía eléctrica con cable a tierra para poder alimentar el tablero de control, esto se hizo a través de tubería PVC, después se procedió a instalar el tablero, llevando el sensor al interior de la cámara pasando a través de una de sus paredes el cual se encuentra atrás de la estructura que calienta la cámara, la instalación del tablero se puede apreciar en la Figura 18.

Figura 18: Tablero de control instalado en el cuarto de máquinas de la sauna



Elaboración propia

Por último, se procedió a instalar el quemador industrial que calentara la estructura de la cámara seca conectándolo a la tubería de gas para que pueda ser suministrado de combustible y al tablero de control para que el sistema este completo. La instalación del quemador industrial se puede apreciar en la Figura 19.

Figura 19: Quemador industrial ya implementado



Elaboración propia



4.1.2 Configuración del sistema

En la investigación de cómo funciona una cámara seca o sauna finlandesa el dato más importante es la temperatura que tiene que tener este mismo para que los clientes puedan aprovechar todos sus beneficios el cual es de 80°C a 100°C, pero debido a la investigación en campo en las instalaciones de la empresa se llegó a la conclusión que la temperatura de trabajo adecuada según los clientes más concurrentes y la experiencia personal controlando la cámara seca es de 55°C a 50°C, esto se dedujo con un termómetro analógico instalado en la puerta de la cámara seca, lo más lejos posible de la estructura metálica que proporciona en calor para el ambiente de la cámara seca, para que la temperatura que llegue a este termómetro sea la final expandida en el ambiente. El sensor de temperatura del controlador se instaló arriba de la estructura metálica que proporciona el calor, por lo cual es el primero en detectar la alta temperatura proporcionada por el mismo antes de su expansión, se concluye que la expansión de temperatura proporcionada por la estructura metálica demorara en expandirse al sensor analógico por ello se procedió a configurar un rango de temperaturas más altas en el controlador, para ellos se sabe de acuerdo a la tabla 4, que el controlador tiene 21 parámetros de control los cuales de acuerdo a la investigación se procedió a hacer la mejor configuración para que el controlador pueda cumplir con la finalidad de la sauna finlandesa.

F01: este parámetro posee 2 códigos el 123 que permite el acceso a todos los parámetros de configuración y el 321 que configura la unidad de temperatura el cual se colocó en Celsius, ingresando también a los demás parámetros.



F02: aquí se agrega el valor de la temperatura deseada (Setpoint) en este caso se colocó 65°C el cual es el valor que se concluyó en nuestras pruebas de funcionamiento que después de la expansión de calor llega a medir 55°C en el termómetro analógico que es lo que se investigo es el adecuado para los clientes como temperatura máxima en la cámara seca.

F03: este permite compensar desvíos en la temperatura por cambio de lugar del sensor o movimiento del cable del mismo, este se colocó el valor de -1°C .

F04: aquí se colocó el valor mínimo que se le puede configurar al setpoint 50°C .

F05: aquí se colocó 70°C que es el valor máximo sé que se puede configurar al setpoint.

F06: en este parámetro se le agrega la diferencia de temperatura del setpoint donde el controlador encenderá el quemador el valor que se le asigno fue 10°C , que si se hace una resta a nuestro setpoint que es 65°C nos da como resultado 55°C , cuando la cámara seca se encuentre a esta temperatura el controlador encenderá el quemador, pero cuando llegue a 65°C el controlador apagara el quemador.

F07: permite configurar el modo de operación se coloca 0 en caso de refrigeración y 1 en caso de calefacción, se colocó 1 porque es el modo en el que se desarrolla el proceso.

F08: es el tiempo mínimo en el que estará encendido el quemador, ya que el prebarrido del quemador es de 20 segundos aproximadamente se procedió a colocar el valor de 120 segundos.



F09: este es el tiempo mínimo que pasara desconectado el quemador aquí se le agrego el valor de 680 segundos más que el tiempo mínimo de encendido debido que en las pruebas se vio que no se necesita mucho tiempo encender el quemador, pero si tiene que estar más tiempo apagado.

F10: corresponde el tiempo que el controlador entra en modo de refrigeración, después de este el controlador entra en modo deshielo, en nuestro caso esto no es necesario por lo que se coloca en NO.

F11: es el tiempo de deshielo después del tiempo de refrigeración, para nuestro caso no es necesario por eso se colocó en NO.

F12: este parámetro solo sirve para refrigeración hace que el controlador encienda el compresor cuando este se energiza para esto se coloca el valor de 0.

F13: bloquea en indicador de temperatura, para que siempre se pueda visualizar se puso en no bloquear.

F14: ayuda a retrasar el energizado del controlador siempre y cuando se tenga caídas de tensión, pero en este caso se dejó en NO porque no se tenía esos problemas.

F15: permite aumentar el tiempo de refrigeración en su primer encendido, pero esta configuración solo ayuda en modo refrigeración así que se le coloco en NO.

F16: esta configuración ayuda a buscar una solución cuando el sensor se daña, se coloca 0 para que la salida se desactive y 1 para que se active y 2 para que haga un ciclo entre ambos. Se coloco 0 para que se desactive por motivos de



seguridad ya que es mejor que la cámara seca pierda calor a que este sea demasiado caliente de lo normal.

F17: funciona siempre que el sensor este dañado o desconectado aquí se puede colocar cuanto tiempo se desea dejar la salida encendida ya que el sensor no funciona correctamente.

F18: funciona cuando el sensor mande error o este desconectado en este caso se le coloca aquí en minutos cuanto tiempo la salida estará desconectada, no se agregó ningún valor aquí ya que en el parámetro 16 se colocó el valor 0 y no 2 es cual es el que toma estos intervalos de tiempo para ciclar la salida.

F19: este parámetro es uno de los más importantes aquí se configura el retraso que tendrá el sensor al dar las lecturas para activar la salida, la puerta de la cámara seca se abre constantemente por el flujo de personas asiendo que el sensor por cortos periodos de tiempo de falsas temperaturas a esto se le llama inercia termina, se puede configurar este parámetro en valores de 1 a 9 mientras más elevado el número mayor será el retraso del sensor, en este caso se optó por el valor 5 en la configuración.

F20: aquí se coloca el tiempo en segundos para poder bloquear la configuración que se le hiso a los parámetros y funciones para que nadie autorizado o con el conocimiento suficiente pueda manipular la configuración del sistema, se colocó un tiempo de 20 segundos.

F21: sirve para poder desactivar la salida del controlador se usa para poder hacer mantenimiento para lo cual se le coloca el valor 2 para desactivar, pero



nosotros le colocamos en NO para que la salida este activa y pueda funcionar el sistema con normalidad.

4.1.3 Explicación del funcionamiento

Para poder desarrollar un sistema optimo, eficiente y eficaz se tuvo que estudiar muy detalladamente el proceso de funcionamiento de la cámara seca.

Para iniciar el proceso de funcionamiento se tiene que girar el selector y colocarlo en el modo automático, una vez en este modo, el controlador será alimentado, este empezará a trabajar y lo primero que hará es censar la temperatura con la que se encuentra la cámara seca en esos instantes, luego el controlador tomara una decisión de acuerdo a su configuración y procederá en este caso a activar el relé que se encuentra en el controlador, el cual accionara la bobina del contactor y este pasara alimentación para el quemador industrial el cual empezará a realizar la tarea que se conoce como prebarrido.

Luego del prebarrido el quemador industrial procederá a generar una chispa con el pequeño transformador que tiene incorporado, luego procederá activar su electroválvula en este caso dejándola en modo abierto para luego hacer que el gas circule y este mismo se encienda con las chispas generadas, y así generando una llama de combustión que procederá a calentar la estructura que se encuentra en la cámara seca que está conectada a través de una de sus paredes al cuarto de máquinas.

Una vez llegado a este punto se empezara a hacer una transferencia de calor entre la estructura que se encuentra a altas temperaturas con el ambiente que sería la cámara seca, en el cual se encuentra el sensor de retroalimentación que se encarga



de censar la temperatura con la que se encuentra la cámara seca, luego que la temperatura de la cámara seca alcance la temperatura que se le fue programado el controlador dará la orden de apagar el sistema, desconectado el relé que este contiene, provocando como consecuencia que la bobina del contactor deje de estar alimentada y por lo tanto desenclavándose y apagando el quemador industrial.

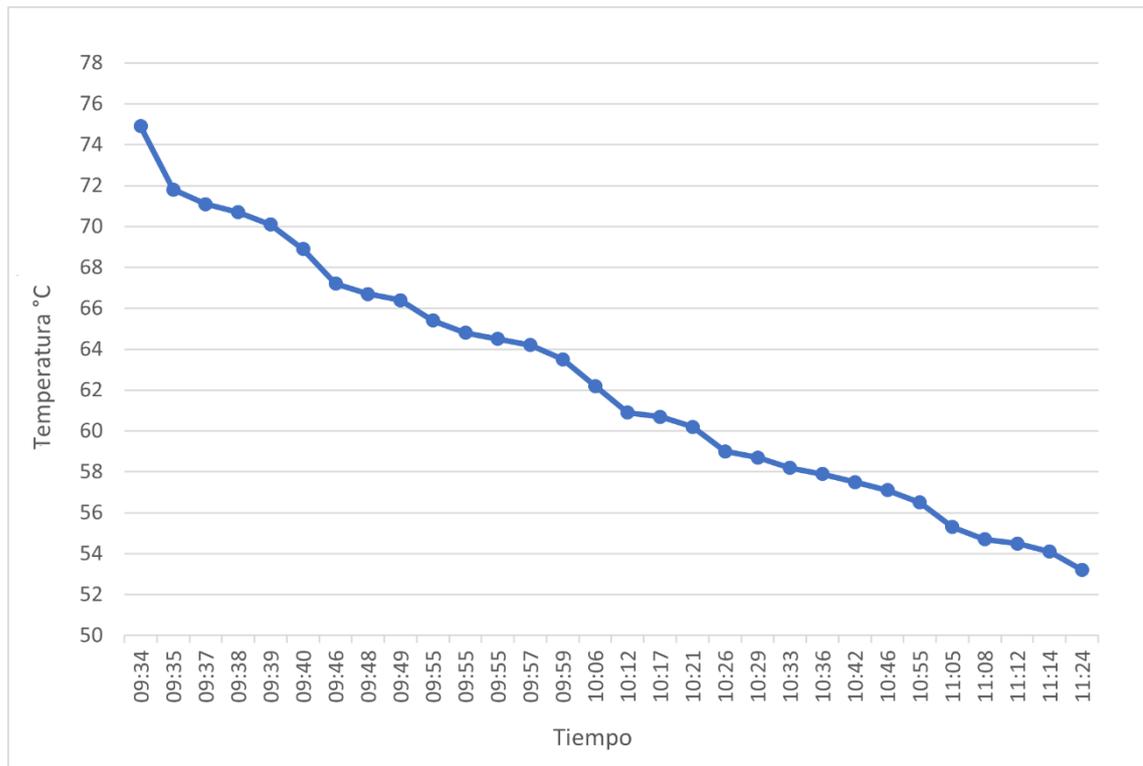
Para poder censar independientemente del sensor del controlador se instaló un sensor de temperatura analógico en la puerta de ingreso de la cámara seca, el cual tiene como finalidad marcar la temperatura ya expandida hasta los rincones del ambiente en la cámara, dicho sensor tiene que marcar la temperatura en el rango de 55°C a 50°C , este rango es resultado de la investigación de las temperaturas adecuadas que es la eficaz para la atención de los clientes.

Una vez que la temperatura haya bajado a 50°C en el sensor analógico el controlador testeara 55°C y este encenderá el quemador calentado el ambiente de la cámara hasta que el controlador logre testear 65°C y este procederá a apagar el quemador, dando tiempo para que el calor se expanda en el ambiente testeando como temperatura final el termómetro analógico 55°C y así repitiendo el ciclo de manera automática siendo ya el proceso automatizado.

4.1.4 Evaluación del sistema

Para saber los resultados de si el sistema implementado es eficaz se procedió a tomar datos de la temperatura que marcaba el controlador, los cuales se procedió a graficarlos y se puede apreciar en la Figura 20.

Figura 20: Enfriamiento de la cámara seca



Elaboración propia

En la Figura 20 se puede apreciar que el enfriamiento de la cámara seca es constante lo que nos hace entender que el controlador está haciendo un buen trabajo testeando constantemente las temperaturas dentro de la cámara no teniendo errores de falsos datos como caídas o subidas bruscas de temperatura.

Para poder tener la seguridad de que el controlador está testeando la temperatura adecuada se procedió a instalar un termómetro analógico, debido a que el termómetro incluido en el reloj dada mal la temperatura debido a que se encontraba aislado por un vidrio el cual quedo descartado como segundo termómetro de testeo. El termómetro analógico funciona perfectamente con este si se puede comparar las temperaturas ya sea del sensor del controlador y la temperatura del termómetro analógico. en la Figura 21 se puede apreciar en termómetro analógico.

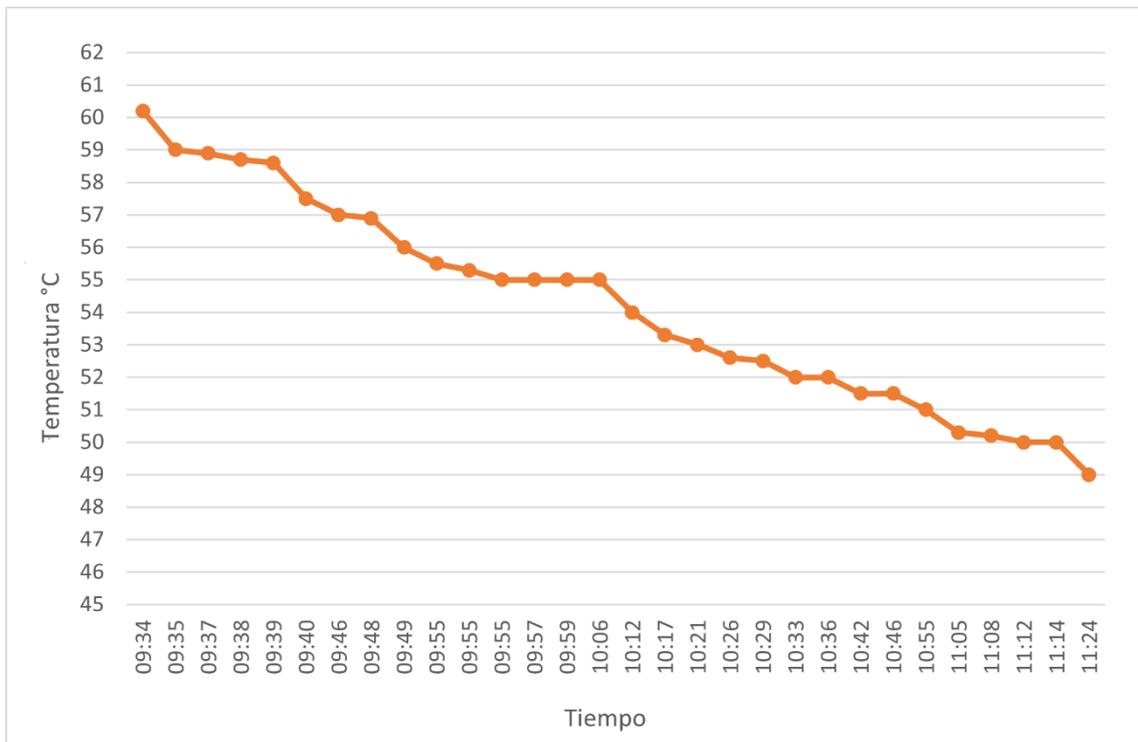
Figura 21: Termómetro analógico instalado dentro de la cámara seca



Elaboración propia

Se procedió a tomar datos de la temperatura del termómetro analógico durante el paso del tiempo logrando así un segundo grafico el cual se puede apreciar en la Figura 22.

Figura 22: Datos del termómetro analógico en la cámara seca

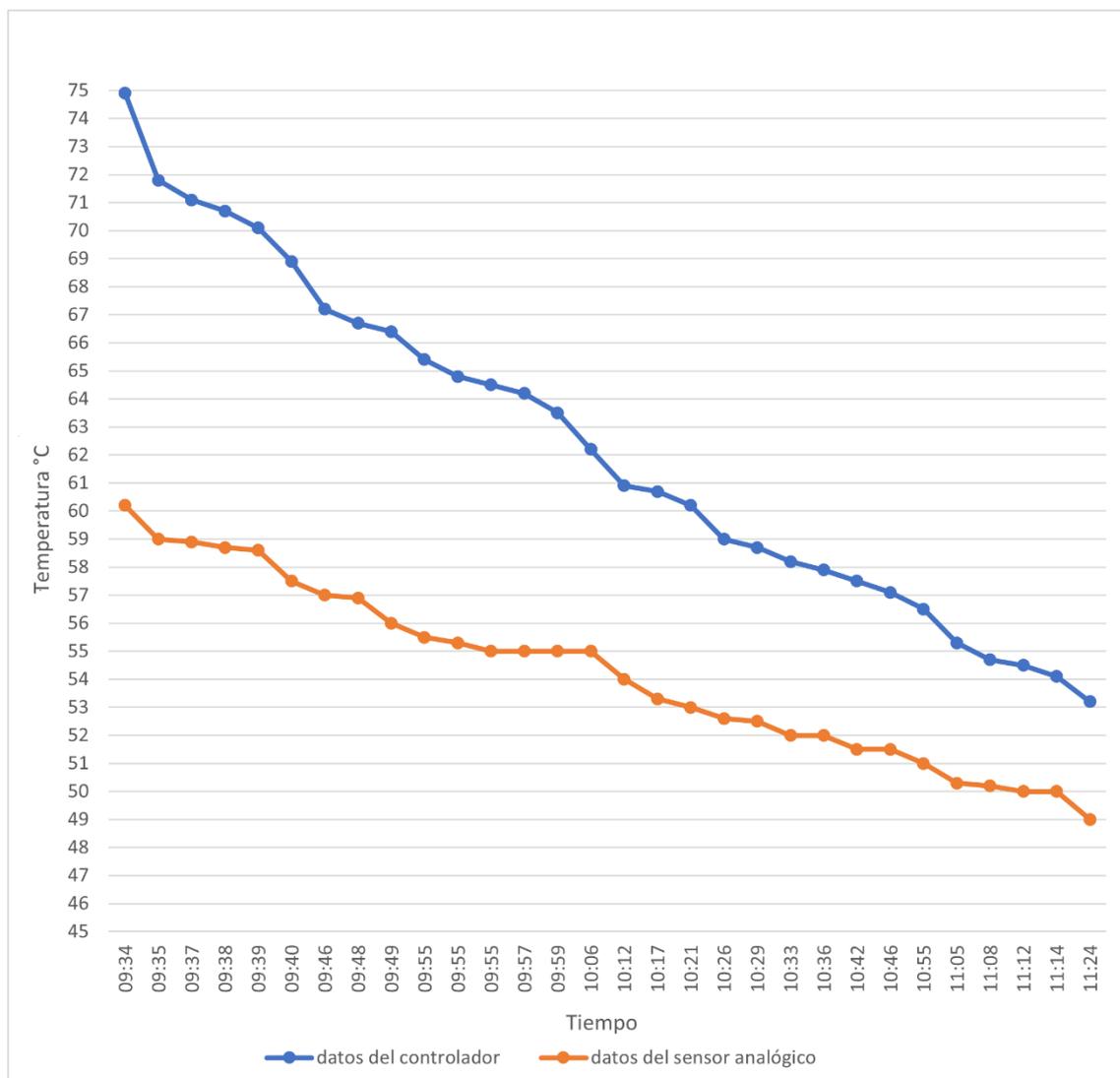


Elaboración propia

Como se puede apreciar en la figura 22 los datos recolectados del termómetro analógico, determinan que el enfriamiento de la cámara seca efectivamente es constante, teniendo, así como conclusión que ambos sensores testean correctamente la temperatura interna dentro de la cámara seca.

Para poder comparar bien los datos obtenidos por ambos sensores se procedió a sobreponer los datos y graficarlos, esto se puede apreciar en la Figura 23.

Figura 23: Datos obtenidos del controlador comparado con datos obtenidos del sensor analógico

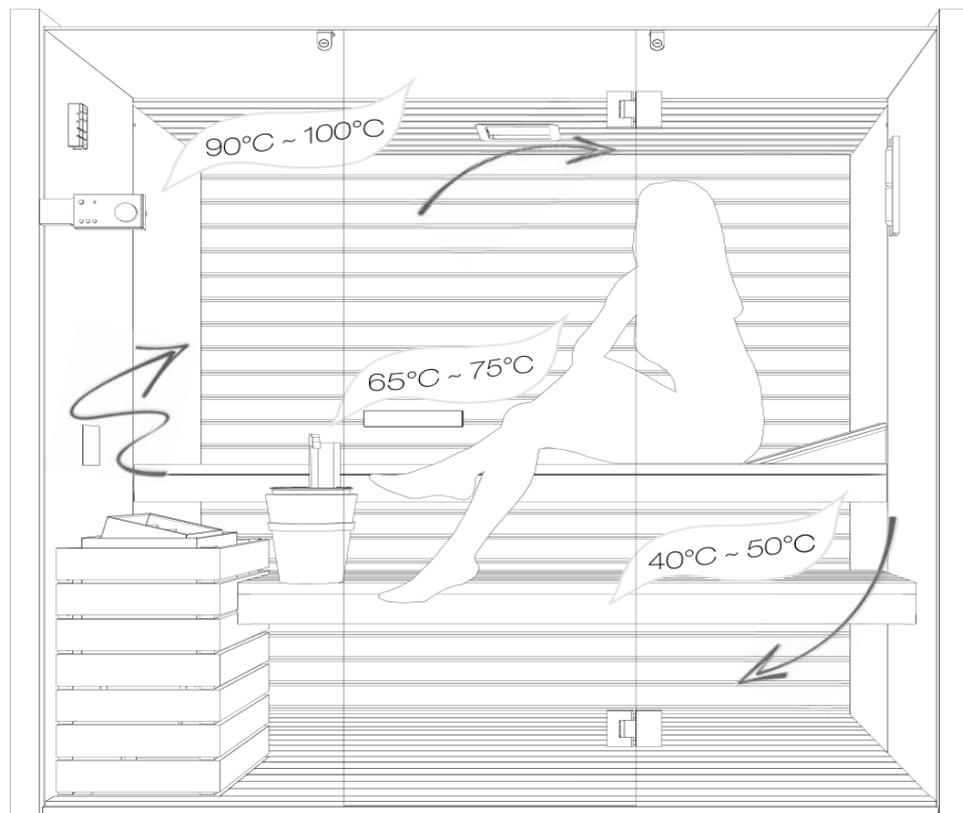


Elaboración propia

En la Figura 23 se puede apreciar la gráfica de los datos obtenidos por dos medios la línea azul grafica los datos obtenidos por el controlador de temperatura, y la línea naranja grafica los datos obtenidos por el sensor de temperatura analógico.

Se puede apreciar que el enfriamiento de la cámara seca en ambos sensores es constante sin cambios bruscos de temperatura, también se puede apreciar que hay una diferencia de temperatura entre ambas graficas dicha diferencia se va reduciendo con el paso del tiempo, esto se debe primeramente a la distribución de temperatura dentro de la cámara seca, esto se puede apreciar mejor en la Figura 24. Que dicha temperatura varía dependiendo de las dimensiones de la cámara seca.

Figura 24: Distribución de temperatura dentro de la cámara seca



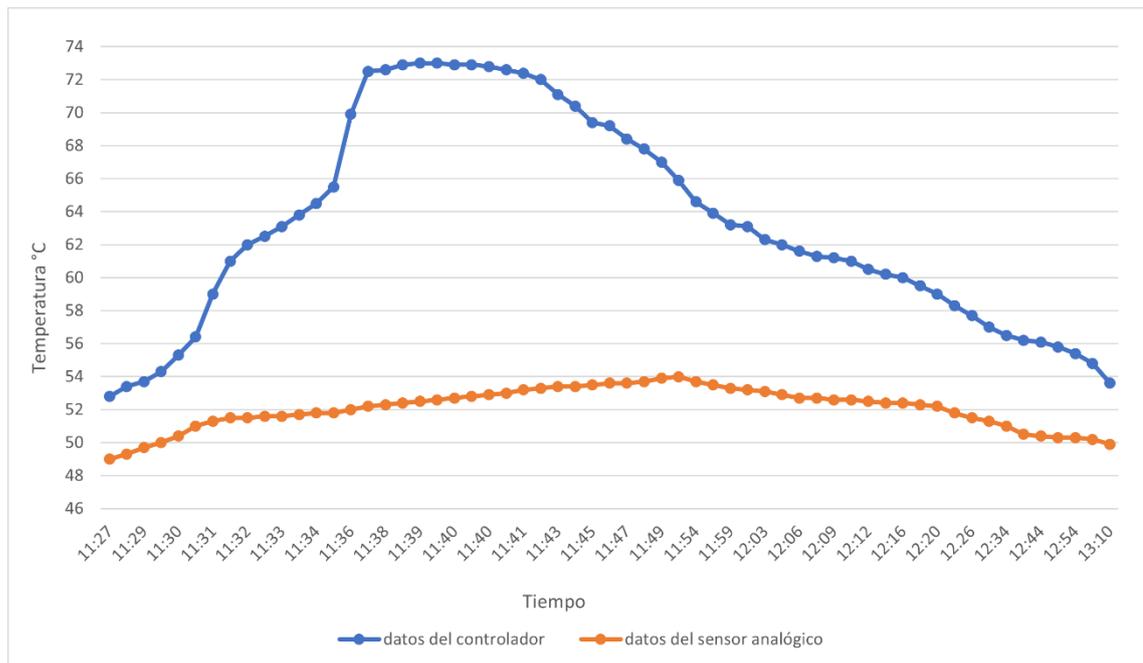
Fuente: (Effegibi, 2022)



Como se puede apreciar en la Figura 24 las temperaturas dentro de la cámara seca son diferentes en distintos sitios del lugar, primeramente aclarar que el sensor de temperatura analógico se instaló al lado de la puerta de ingreso de la cámara seca y el sensor del controlador se instaló arriba en el techo del cuerpo que proporciona el calor para elevar la temperatura en la cámara, describiendo que el cuerpo que proporciona el calor y la puerta de la cámara están en lados opuestos mirándose uno al otro.

Ya sabiendo que el sistema funciona correctamente en cuanto a testeado de las temperaturas se procedió a ver el comportamiento del sistema de manera automática, para ellos se procedió a tomar datos de un ciclo de funcionamiento del sistema que consiste cuando el controlador detecta que la temperatura esta debajo de 55°C enciende al quemador industrial y se procede a aumentar la temperatura dentro de la cámara, elevando ya la temperatura el controlador detecta temperaturas altas apagándose cuando este detecte 65°C , luego se procedió a graficar dichos datos para analizar el comportamiento del sistema, el grafico se puede apreciar en la Figura 25.

Figura 25: Comportamiento de temperatura dentro de la cámara seca con el sistema en automático.



Elaboración propia

En la Figura 25 se puede apreciar las lecturas que dieron los dos sensores el del controlador de color azul y el sensor analógico ubicado en la puerta de la cámara seca de color naranja. Con el grafico se puede entender que:

- En el sensor del controlador se concentra primero la temperatura del cuerpo que se encarga de proporcionar calor a la cámara, por lo cual este empieza a detectar temperaturas altas apenas se enciende el quemador industrial.
- Se puede apreciar que desde que se enciende el quemador industrial pasan un promedio de 12 minutos hasta que el sensor del controlador detecta la temperatura más alta que son 73 °C.
- Una vez llegado a la temperatura más alta, el sensor del controlador empieza a detectar el enfriamiento de la cámara que dura en un promedio de 30 min aproximadamente.



- Viendo el comportamiento del sensor analógico se puede apreciar que la elevación de temperatura es más constante, esto es debido a que el calor demora en dispersarse en la cámara seca, y viendo que el sensor se encuentra en la puerta es el mejor lugar para detectar que la temperatura se haya distribuido de manera equitativa por todo el ambiente, esto demora 25 minutos en promedio.
- Al inicio el sensor analógico detecta 49°C luego de iniciar el sistema llega a la temperatura de 55°C después de un promedio de tiempo de 25 minutos luego la temperatura empieza a descender llegando a 50°C en promedio.
- Se puede apreciar que la temperatura dentro de la cámara seca está en el rango de 55°C a 50°C siendo esta la temperatura adecuada según sugerencia de los clientes más concurrentes para la empresa.
- Se puede ver en el gráfico que ambos sensores tienen lecturas diferentes en cuanto se eleva la temperatura dentro de la cámara, pero en cuanto la temperatura descende ambos sensores se empiezan a sincronizar censando el descenso de temperatura constante.

Como resultado final se tubo datos concluyentes que el quemador industrial solo tenía un funcionamiento de 7 min por siglo en promedio, también que la temperatura tomaba alrededor de 25 min en expandirse por todo el interior de la cámara seca esto desde el inicio del ciclo, luego de ello empezaba el enfriamiento de la cámara y culminaba el siglo en una hora y media en promedio desde que se enciende en quemador industrial, todo este tiempo la temperatura dentro de la cámara seca estará en el rango de 55°C a 50°C siendo esta la temperatura adecuada para su funcionamiento, teniendo pequeñas variaciones de tiempo en los siglos de



funcionamiento esto debido al flujo de personas que tendrá la cámara durante su atención al público.

4.2 DISCUSIÓN

En estos tiempo sea podido observar bastantes avances tecnológicos esto incluye también a la industrialización y automatización de empresas, pero hay un problema en cuanto a la automatización de micro y pequeñas empresas, estas mismas no optan a automatizar sus procesos porque los equipos son muy caros, por ejemplo un PLC tiene un precio muy elevado, y eso si sumamos también los componentes eléctricos y demás materiales que se necesitaran, es por ello que el profesional tiene que dar la solución y automatizar un sistema funcional el cual tiene que estar dentro del presupuesto de la empresa sin elevar los costos exagerando con un sistema mucho más avanzado que solo va a elevar los costos innecesariamente.

Comparando con la revista que tiene como título **“Diseño e implementación de un sistema de control para un horno de crisol”** desarrollada por (Quiroga y otros, 2020), desarrollaron un sistema de control con un quemador a gas y un controlador PLC LOGO, logrando el accionamiento y la desactivación del quemador a gas, también colocaron una interfaz donde el usuario podía colocar la temperatura deseada y cuando este llegara el quemador se desactivaría liberando al usuario de dicha tarea de estar pendiente en el proceso, obteniendo un sistema de control eficaz para el proceso.

Para nuestro caso el proceso es un poco diferente pero similar por lo cual el proyecto se desarrolló con el controlador de temperatura MT-12E, que cuenta con un salida tipo relay el cual es necesario para nuestro sistema ya que nuestro proceso también cuenta con un quemador industrial, así como la implementación de (Quiroga y otros,



2020). Solo que en este caso esta aplicado a una planta diferente, que es la cámara seca de la sauna, cabe recalcar que nuestra planta tiene mucho menos temperatura que el de un horno de crisol y además la temperatura puede ser variada teniendo un rango, por lo cual no es necesario una temperatura exacta, por tal razón no es necesario agregar un PLC debido a que no es necesario un sistema de control de temperatura muy preciso y esto también ayudo a que el costo de la implementación sea más económico.

El funcionamiento que tenía la cámara seca antes de la implementación era muy costosa esto debido a que la hornilla que se encargaba de calentar el cuerpo que proporciona calor a la cámara, estaba con la llama encendida todo el tiempo que funcionaba el sauna, esto traía como consecuencia fuertes gastos a la empresa, cuando se implementó el sistema de control se vio mejoras muy significativas en la economía de la empresa esto porque el quemador a gas tiene un sistema de compresión de aire que ayuda a ahorrar combustible y viendo que el sistema tenía un ciclo promedio de funcionamiento de una hora y media por un lapso de 10 horas de atención en el sauna esto daba a 7 ciclos de funcionamiento del sistema durante un día de atención en el sauna, pero lo más resaltante fue que por cada siglo el quemador industrial solo tiene que proporcionar un promedio de 7 minutos de calor al cuerpo de la cámara, esto da como resultado 50 min en promedio de funcionamiento del quemador industrial encendido en un día de trabajo en la sauna, esta es la mejora más significativa en cuanto a la implementación del sistema, que compara al ineficaz funcionamiento anterior a la implementación que consumía 10 horas de combustible reduciéndose este a 50 min en promedio con el sistema ya implementado.

Comparando con la tesis **“Diseño de un sistema de control de temperatura de un horno, utilizado para el secado de barniz aislante”** desarrollada por (Solís



Bustamante, 2019), desarrollo un sistema de control automático de temperatura, con la ayuda de ventiladores, que hacían circular el aire caliente en todo el bobinado para el correcto secado del barniz, en su tesis afirma que los hornos eléctricos son esenciales para desarrollar el proceso de mantenimiento de motores eléctricos, dicho proceso se desarrollaba de manera manual pero el procedió a automatizar el proceso. En su tesis se puede apreciar que un control de temperatura automático es necesario para el correcto proceso que se desarrolla cuando se trabaja con calor.

En la implementación de este proyecto también se trabajó con calor debido a esto se desarrolló el tablero de control de temperatura que también tiene el modo automático, esto permite que el sistema funcione de manera automática todo el tiempo que esta en funcionamiento la cámara seca, permitiendo que la cámara seca tenga una temperatura eficaz para los clientes.

Comparando con la tesis **“diseño y simulación de una estufa de cultivo - multiuso con conexión wifi para monitoreo inalámbrico”** desarrollada por (Yepez Aranibar, 2017) en su tesis afirma que las estufas de cultivo generalmente están diseñadas para un uso en específico por lo cual desarrollo un controlador de temperatura que nos da los parámetros de uso de la una manera sencilla mediante una página web.

Para nuestro caso no se pudo desarrollar un página web por falta de conocimiento de cómo desarrollarla, pero sería bueno en futuro poder implementar un sistema de conexión inalámbrica para poder controlar el sistema de manera remota, y poner tener un control en todo momento del sistema independientemente de donde nos encontremos.



V. CONCLUSIONES

Primero

En esta tesis se logró la implementación de un sistema de control automático y manual de temperatura, para monitorear y controlar la cámara seca de la sauna Copacabana, se logró el funcionamiento de manera automatizada de la misma mejorando satisfactoriamente el proceso de funcionamiento de la cámara seca, logrando que la temperatura en la cámara seca tenga las mejores condiciones para los clientes de la sauna, dejando atrás el funcionamiento ineficiente con el cual contaba.

Segundo

Se logro la implementación del sistema de control con los equipos adecuados de acuerdo a lo que requería el sistema, esto ayudo a no tener costos excesivos durante la implementación, también se calculó que el consumo de combustible se redujo en un 92% por ende, la recuperación de la inversión será mucho más rápida.

Tercero

Se instalo los equipos del sistema de control de temperatura en la parte trasera de la cámara seca, siendo el mejor lugar para que este trabaje libremente sin perturbaciones. Además de ello La interfaz del tablero de control al ser de fácil aprendizaje permite que cualquier persona que no maneje conocimientos de ingeniería de control pueda realizar el correcto manejo del sistema.

Cuarto

Se obtuvo la temperatura adecuada para el funcionamiento de la cámara seca a través de un estudio y de encuestas a los clientes más concurridos de la sauna a través de



ellos se determinó la temperatura óptima de funcionamiento, que resultó estar en el rango de 50°C a 55°C. esto debido a que las personas tienen diferentes resistencias en cuanto al calor y también a que la cámara seca cuenta con diferentes temperaturas en las diferentes zonas de su interior.

Quinto

Después de evaluar el comportamiento del sistema de control se concluyó que este tiene un comportamiento óptimo, logrando superar de manera exitosa la manera inadecuada con la que el sistema funcionaba anteriormente, como resultado el sistema seguirá en funcionamiento en las instalaciones siendo ya parte de la sauna Copacabana.



VI. RECOMENDACIONES

Primero

Al culminar la implementación del sistema de control se pudo entender que el sistema sería mucho mejor si contaría con una aplicación para controlarlo de manera remota en caso de algún inconveniente. Para ello el sistema también se conectaría a internet, todo esto implicaría más gastos a la empresa y tendría que verse si es rentable.

Segundo

Por los resultados se puede decir que el sistema es confiable en cuanto a la función que cumple. Sin embargo, cabe recalcar que el sistema necesita más equipos como complemento que nos ayude a detectar posibles fallas como fugas de combustible, sensores de humo y demás todo esto debe ser independiente del sistema esto para cuando empiece a fallar el sistema los equipos nos den una alerta.

Tercero

Por otro lado, durante las pruebas del funcionamiento del proyecto pude observar que el monitoreo inalámbrico sería una mejor forma de tener más control en cuanto a la temperatura de la cámara, viendo que en recepción de la empresa se encuentra una persona todo el tiempo que la sauna está en funcionamiento.

Cuarto

Por el lado de las mediciones de temperatura me di cuenta que sería mucho mejor tener dos a más sensores los cuales se podrían comparar entre ellos para no tener fallas, lo cual implicaría más gastos y se tendría que cambiar el controlador por uno con más funciones.



Quinto

En cuanto a la supervisión del sistema sería una buena opción instalar una cámara de seguridad para ver en tiempo real el estado y comportamiento del sistema y si hay alguna falla del mismo se tendría en video la explicación de dicha falla, esto también ayudaría a que personas no capacitadas se acerquen a las instalaciones de sistema.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bausá Aragonés, J., García Gómez, C., Zaragozaí Zaragozaí, B., Gil Martínez, A., Moreno Campos, D., & Galiana Llinares, A. (2020). *Sistemamid*. MID: <https://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/1/349/1259/6572/6629/78932.pdf>
- BIBLIOTECAS, D. (13 de octubre de 2022). *DUOCUC BIBLIOTECAS*. <https://bibliotecas.duoc.cl/investigacion-aplicada/definicion-proposito-investigacion-aplicada>
- Castaño Giraldo, S. A. (19 de Noviembre de 2019). *Control Automático Educación*. <https://controlautomaticoeducacion.com/control-realimentado/lazo-abierto-y-lazo-cerrado/>
- Cordero, Z. R. (agosto de 2009). *LA INVESTIGACIÓN APLICADA: UNA FORMA DE CONOCER LAS REALIDADES CON EVIDENCIA*. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>
- Creus Solé, A. (2010). *Intrumentación Industrial*. Alfaomega Grupo Editor.
- economipedia. (2023). *economipedia*. <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-tecnologica.html>
- education, e. i. (2023). *euroinnova international online education*. <https://www.euroinnova.pe/blog/que-es-la-investigacion-tecnologica#fases-para-realizar-una-investigacioacuten-de-este-tipo>
- Effegibi. (agosto de 2022). <https://www.effegibi.us/wp-content/uploads/2016/02/Uso-e-man-SAUNA-USA-1.pdf>



emac. (2021). <https://emacstores.com/controlador-de-temperatura/>

EMAC. (10 de junio de 2022). *Controlador de Temperatura*.
<https://emacstores.com/controlador-de-temperatura/>

fiscalab. (s.f.). *temperatura*. <https://www.fiscalab.com/apartado/temperatura>

Fluidra. (10 de diciembre de 2021). *Sauna finlandesa*.
<https://www.fluidra.com/projects/es/sauna-finlandesa-beneficios/>

Full Gauge. (Julio de 2022). <https://www.fullgauge.com/es/manual-del-producto-111>

Galco TV. (30 de mayo de 2017). www.youtube.com.
https://www.youtube.com/watch?v=YFJ_XwcxXEU&ab_channel=GalcoTV

Industrias, G. (21 de julio de 2021). *Gsl Industrias*.
https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/transformador_monofasico#:~:text=El%20transformador%20monof%C3%A1sico%20es%20un,la%20potencia%20de%20dichos%20sistemas.

ingenieria, A. (2022). *Antorcha ingenieria*. <https://antorchaingenieria.com/blog/como-funciona-un-regulador-de-presion-de-gas/>

Link Parts. (15 de mayo de 2022). *Que es un quemador industrial*.
<https://linkpartscdmx.com/que-es-un-quemador-industrial/>

López Vargas, L. A. (2011). *Diseño de un sistema de control de temperatura on/off para aplicaciones en invernadero utilizando energía solar y gas natural [Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]*. Repositorio institucional.
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/996>



- Ogata, K. (2010). *Ingeniería de control*. Pearson Educación.
- Quiroga, J., Flores, E., Coba, A., & Jeysson, T. (2020). Diseño e implementación de un sistema de control para un horno. *MINERVA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA*, 30-39. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8377950>
- Repsol. (2022). *repsol*. <https://www.repsol.es/particulares/asesoramiento-consumo/glp-que-es-para-que-sirve/>
- Sanches , L. A., & Cruz Irigoin, D. (2018). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO DE CONTROL DE TEMPERATURA PARA LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN LA UNPRG [tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]*. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/2092>
- Schneider Electric. (1999). Manual Electrotecnico. Telemecanique.
- slidePlayer. (2023). *slidePlayer*. <https://slideplayer.es/slide/18026309/>
- Solís Bustamante, M. C. (2019). *Diseño de un sistema de control de Temperatura de un horno, utilizado para el secado de barniz aislante [tesis de pregrado, Universidad Tecnológica Del Perú]*. Repositorio institucional. https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2398/Manuel%20Solis_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional_Titulo%20Profesional_2019.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Web del Hidromasaje. (12 de junio de 2022). *BENEFICIOS DE UNA SAUNA SECA EN TU SALUD*. <https://webdelhidromasaje.com/Blog/beneficios-de-una-sauna-seca-en-tu-salud/>



Yepez Aranibar, D. A. (2017). *Diseño y simulación de una estufa de cultivo - multiuso con conexión wifi para monitoreo inalámbrico [tesis de pregrado, Universidad Nacional Del Altiplano]*. Repositorio institucional.
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6303>

ANEXOS

ANEXO 1: Fotos de la implementación del sistema

Figura 26: Tubería de gas con llave de paso con manguera de gas para alimentar de combustible el quemador industrial



Elaboración propia

Figura 27: Hornilla antigua con el que se calentaba la estructura de la cámara seca



Elaboración propia

Figura 28: Estructura que brinda la temperatura a la cámara seca de la sauna Copacabana



Elaboración propia

Figura 29: Parte trasera de la cámara seca sin implementar



Elaboración propia

Figura 30: Parte trasera de la cámara seca con el sistema implementado



Elaboración propia

ANEXO 2: Datasheet del controlador de temperatura MT-512E 2HP



1. DESCRIPCIÓN

Con el **MT-512E 2HP** es posible realizar deshielos periódicos por parada del compresor (deshielo natural) y forzar deshielos manualmente. Posee un potente relé de 16 A para accionar cargas de hasta 2HP, además de una salida de comando conjugada a un temporizador (timer) para la programación del tiempo de refrigeración y deshielo. Otro recurso disponible es la desconexión de las funciones de control, haciendo con que el **MT-512E 2HP** opere solamente como indicador de temperatura. También presenta filtro digital configurable, el cual tiene la finalidad de simular un aumento de masa en el sensor de ambiente, aumentando así su tiempo de respuesta, o sea, hace la respuesta del sensor más lenta (retardo). Y, a través de un sistema inteligente de bloqueo de funciones, impide que personas no autorizadas alteren los parámetros de control.

El **MT-512E 2HP** también puede ser configurado para calefacción.
Producto en conformidad con UL Inc. (Estados Unidos y Canadá) y NSF (Estados Unidos).

2. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

- Certifique la correcta fijación del controlador;
- Cerciórese que la alimentación eléctrica esté desconectada y que no sea conectada durante la instalación del controlador;
- Lea el presente manual antes de instalar y utilizar el controlador;
- Utilice Equipos de Protección Individual (EPI) adecuados;
- Para aplicación en locales sujetos a salpicaduras de agua, como en exhibidores frigoríficos, instale el vinilo protector que acompaña al controlador;
- Para protección bajo condiciones más críticas, recomendamos la capa Ecace, que suministramos como opcional (vendida separadamente);
- Los procedimientos de instalación deben ser realizados por un técnico capacitado.

3. APLICACIONES

- Mostradores refrigerados
- Cámaras frías
- Buffet de comidas calientes
- Estufas

4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

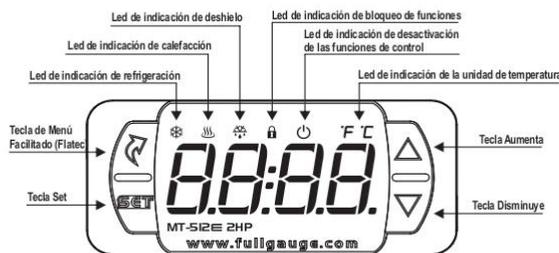
Alimentación	MT-512E 2HP: 115 o 230 Vac $\pm 10\%$ * (50/60 Hz) MT-512EL 2HP: 12 o 24 Vdc o Vac $+10\%$ *
Temperatura de control (°C)	-50 a 105°C (-58 a 221°F)
Temperatura de operación	0 a 50°C / 32 a 122°F
Humedad de operación	10 a 90% HR (sin condensación)
Resolución	0,1°C
Corriente máxima de la carga (A)	16 A para cargas tipo resistivas y 12 A para cargas tipo inductivas
Potencia máxima de la carga (W)	2HP
Grado de protección	IP 65 (frontal)
Dimensiones (mm)	76 x 34 x 77 mm (Ancho x Alto x Profundidad)
Dimensiones del recorte (mm)	X = 71 \pm 0,5 Y = 29 \pm 0,5 (vide imagen V)

(*) Variación admisible en relación a la tensión nominal.

(**) Este instrumento mide y controla temperaturas hasta 200°C/392°F utilizando el cable sensor de silicona SB59 (vendido separadamente).

(***) Para cargas mayores, usar llave disyuntora.

5. INDICACIONES Y TECLAS



6. ESQUEMA DE CONEXIÓN

6.1. Identificaciones (Ver Imágenes I a IV)

- Imagen I: MT-512E 2HP, alimentado con 115 Vac.
- Imagen II: MT-512E 2HP, alimentado con 230 Vac.
- Imagen III: MT-512EL 2HP, alimentado con 12 Vac/dc.
- Imagen IV: MT-512EL 2HP, alimentado con 24 Vac/dc.

⚠ IMPORTANTE

PARA EVITAR DAÑOS A LOS BORNES DE CONEXIÓN DEL INSTRUMENTO EL USO DE HERRAMIENTAS APROPIADAS IMPRESCINDIBLE.
 Ⓞ DESTORNILLADOR PLANO 3/32" (2,4mm) PARA AJUSTE DE LOS BORNES DE SEÑAL;
 Ⓞ DESTORNILLADOR PHILLIPS #1 PARA AJUSTE DE LOS BORNES DE POTENCIA.

Imagen I: MT-512E 2HP - 115Vac

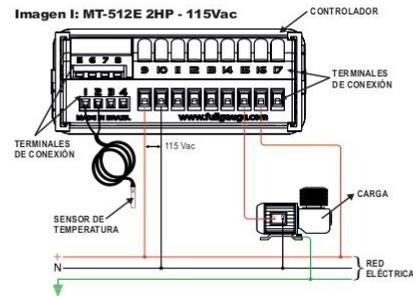


Imagen II: MT-512E 2HP - 230 Vac

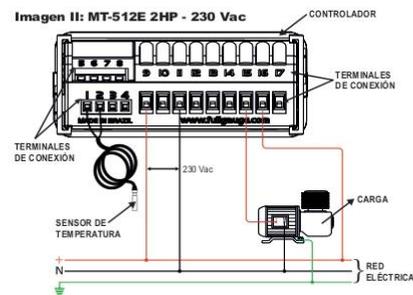


Imagen III: MT-512EL 2HP - 12Vac/dc

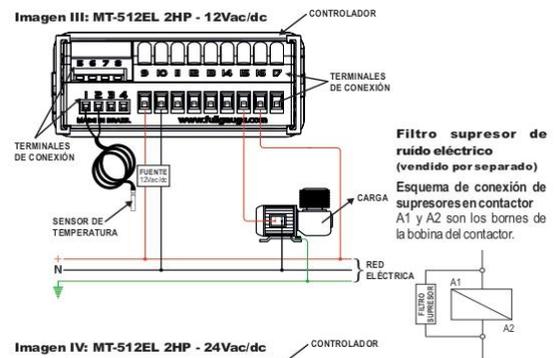
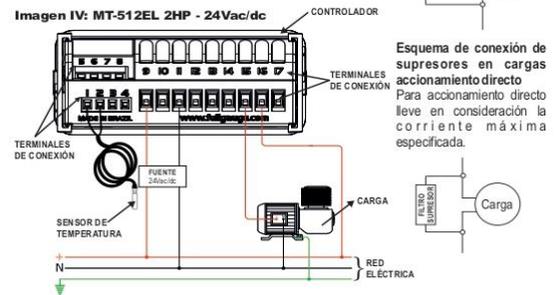


Imagen IV: MT-512EL 2HP - 24Vac/dc



6.2. Conexión del sensor de temperatura

- Conecte los cables del sensor en los terminales "1" y "2": la polaridad es indiferente.
- La longitud de los cables del sensor puede ser aumentada por el usuario para hasta 200 metros, utilizando un cable PP2x24AWG.
- Para inmersión en agua utilice pozo termométrico (Imagen VI - ítem 12), disponible en la línea de productos Full Gauge Controls (vendido separadamente).

Fuente: (Full Gauge, 2022)

6.3. Alimentación eléctrica del controlador

Utilice los bornes conforme la tabla abajo, en función de la versión del aparato:

Bornes	MT-512E 2HP	MT-512EL 2HP
9 y 10	115 Vac	12 Vac/dc
9 y 11	230 Vac	24 Vac/dc

6.4. Recomendación de la norma IEC60364

- Instale protectores contra sobretensión en la alimentación del controlador.
- Instale filtros supresores de transitorios (tipo RC) en el circuito - para aumentar la vida útil del relé del controlador. Vea sus instrucciones de conexión en la página anterior.
- Los cables del sensor pueden estar juntos, pero no en el mismo conducto por donde pasa la alimentación eléctrica del controlador y/o de las cargas.

7. PROCEDIMIENTO DE FIJACIÓN

- Recorte la chapa del panel (Imagen V - ítem 12) donde será fijado el controlador, con dimensiones $X=71\pm 0,5\text{mm}$ e $Y=29\pm 0,5\text{mm}$;
- Remueva las trabas laterales (Imagen VII - ítem 12); para eso, comprima la parte central elíptica (con el Logo Full Gauge Controls) y desplace las trabas para atrás;
- Introduzca el controlador en el recorte efectuado en el panel, de afuera hacia adentro;
- Recoloque las trabas y desplácelas hasta comprimir las contra el panel, fijando el controlador en el alojamiento (ver indicación de la fecha en la Imagen VII - ítem 12);
- Haga la instalación eléctrica conforme lo indicado en el ítem 6;
- Ajuste los parámetros conforme descrito en el ítem 8.

ATENCIÓN: para instalaciones que necesiten de estanquidad contra líquidos, el recorte para instalación del controlador debe ser como máximo de 70,5x29 mm. Las trabas laterales deben ser fijadas de modo que presione la goma de sello evitando la infiltración entre el recorte y el controlador.

Vinilo protector - Imagen VIII (ítem 12)

Protege al controlador cuando es instalado en locales con salpicaduras de agua, como en exhibidores frigoríficos. Este vinilo adhesivo acompaña al instrumento, en su embalaje.

IMPORTANTE: Realice la aplicación solo después de concluir las conexiones eléctricas.

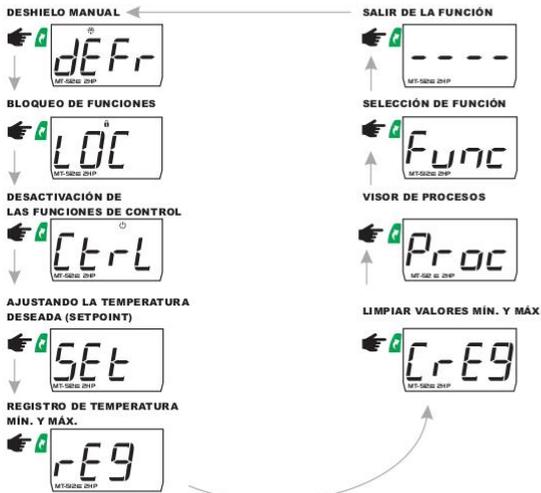
- mueva hacia atrás las trabas laterales (Imagen VII - ítem 12);
- Remueva la película protectora de la cara adhesiva del vinilo;
- Aplique el vinilo sobre toda la parte superior, doblando las aletas, según lo indicado por las flechas - Imagen VIII (ítem 12);
- Reinstale las trabas.

OBS: El vinilo es transparente, permitiendo ver el esquema eléctrico del instrumento.

8. AJUSTE DEL SETPOINT Y DE LOS PARÁMETROS

8.1. Mapa del Menú Facilitado

Optima la tecla **F** (Flatec), y navegue a través de los menús de función. Por más detalles ver capítulo 8.3. Asegúrese de ver el mapa de las funciones:



8.2. Mapa de Teclas Facilitadas

Cuando el controlador esté mostrando la temperatura, las siguientes teclas sirven de acceso rápido para a las siguientes funciones:

	Presionada por 5 segundos: activa/desactiva las funciones de control.
	Presionada por 2 segundos: ajuste del setpoint.
	Toque corto: muestra el proceso actual.
	Toque corto: muestra las temperaturas mínima y máxima (registro).
	Presionada al mismo tiempo: acceso a la selección de funciones.

8.3. Operaciones básicas

8.3.1. Ajuste del Setpoint (temperatura deseada)

Presione la tecla **F** por 2 segundos hasta aparecer el mensaje **SEt**. Al soltar la tecla aparecerá la temperatura de control actualmente ajustada.

Utilice las teclas **▲** o **▼** para modificar el valor y presione **F** para grabar.

La temperatura deseada también puede ser alterada por el menú facilitado (ver mapa en el ítem 8.1) o por la función **[F02]**: ver ítem 8.4.2.

8.3.2. Deshielo manual

El deshielo manual es activado por el menú facilitado. Presione la tecla **F** (toque corto) hasta aparecer el mensaje **dEFr** (led \oplus titilante). Después, presione la tecla **F** (toque corto) para seleccionar. Será exhibido el mensaje **dEFr** (led \oplus titilante).

Para desactivar el deshielo manual, presione la tecla **F** (toque corto) hasta aparecer el mensaje **dEFr** (led \oplus titilante). Presione la tecla **F** (toque corto) para seleccionar. Será exhibido el mensaje **dEFr** (led \oplus desconectado).

El deshielo manual podrá ser activado/desactivado presionando la tecla **F** por 4 segundos.



8.3.3. Bloqueo de funciones

La activación del recurso de bloqueo de las funciones proporciona seguridad contra alteraciones indebidas del Setpoint y de los demás parámetros.

En esta condición, al intentar alterar estos valores, será exhibido el mensaje **L0c** en el display. Con todo, la visualización de los parámetros continúa siendo posible.

Para efectuar el bloqueo de las funciones es necesario que el parámetro **[F02]** (Tiempo para bloqueo de funciones) esté configurado con un valor superior a 14 (si estuviera menor que 15, será exhibido **no**), que significa el impedimento para el bloqueo de las funciones.

Con la tecla **F** (toque corto), seleccione **L**, en seguida presione **F** (toque corto), y mantenga presionada la tecla **F** hasta aparecer el mensaje **L0c**. Al soltar la tecla, exhibirá el mensaje **L0c**.



Para desbloquear, desconecte el controlador y vuelva a conectarlo con la tecla **F** presionada. Mantenga la tecla presionada hasta que el mensaje **L0c** aparezca. Al soltarla, el mensaje **dEFr** será exhibido en el display.

8.3.4. Desconexión de las Funciones de Control

Desconectando las funciones de control, el controlador pasa a operar apenas como indicador de temperatura y el relé de salida permanece desconectado.

La forma de operación de la desconexión de las funciones de control depende de la configuración del parámetro **[F03]** Desconexión de las funciones de control.

Con la tecla **F** (toque corto), seleccione **C** y presione **F** (toque corto) para confirmar.



Luego aparecerá el mensaje **Ctrl** y la exhibición de la temperatura alternará con el mensaje **dFFr**.

Para reconectar las funciones de control, aplique el mismo procedimiento de desconexión seleccionando con la tecla **F** (toque corto), **C**. Al presionar la tecla **F** aparecerá el mensaje **Ctrl**.

También es posible activar/desactivar las funciones de control presionando la tecla **F** por 5 segundos.

NOTA: Al reconectar las funciones de control, el MT-SISE 2HP continuará respetando las funciones **[F03]** (Tiempo mínimo de salida desconectada) y **[F02]** (estado inicial al energizar el instrumento).

8.3.5. Visualización de los Procesos

Para ver el status y el tiempo transcurrido, presione **F** (toque corto).

El controlador exhibirá el proceso actual, que puede ser con los siguientes mensajes:

---	Control desconectado
dEL	Delay inicial
rFR	Refrigeración
HEC	Calefacción
dEFr	Deshielo

8.3.6. Registro de Temperatura Mínima y Máxima

Presionando la tecla **F** o también por el menú facilitado (ver mapa en el ítem 8.1), aparecerá el mensaje **rE9** y en seguida las temperaturas mínimas y máximas registradas.

Para borrar los valores mínimos y máximos actuales, presione la tecla **F** (toque corto), hasta que el mensaje **CrE9** sea exhibido. Presione la tecla **F** para confirmar.

8.3.7. Selección de la Unidad de Medida de Temperatura

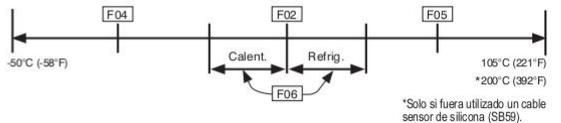
Para definir la unidad con que el instrumento operará entre en la función **[F01]** con el código de acceso 231 presione la tecla **F**. Después, seleccione la unidad presionando las teclas **▲** o **▼**: las unidades **C** o **F** serán exhibidas en el display. Presione la tecla **F** para confirmar la selección. La indicación correspondiente a la unidad (**C** o **F**) pasará a ser exhibida en el display.

OBS: Cada vez que la unidad sea alterada, los parámetros deben ser reconfigurados, pues ellos asumen los valores "patrón" de la tabla de parámetros.

8.4. Operaciones avanzadas

- OBS 1: El gráfico abajo ilustra el significado de los parámetros relacionados a la temperatura.

- OBS 2: El ingreso a todos los parámetros está protegido por el código de acceso: ver ítem 8.4.3 (F01).



8.4.1. Ajuste de los parámetros

Acceda a la función [F07] presionando simultáneamente las teclas [F07] y [F07] o por el menú facilitado. Al aparecer [F07], presione la tecla [F07] (toque corto). Utilice las teclas [F07] o [F07] para entrar con el código de acceso [23] y, cuando pronto, presione [F07]. Utilice las teclas [F07] o [F07] para seleccionar la función deseada. Después de seleccionar la función, presione la tecla [F07] (toque corto), para visualizar su valor configurado para aquella función. Utilice las teclas [F07] o [F07] para alterar el valor y presione [F07] para memorizar el valor configurado y retornar al menú de funciones. Para salir del menú y retornar a la operación normal (indicación de temperatura) presione [F07] (toque largo) hasta aparecer [---].

OBS 1: Caso el bloqueo de funciones se encuentre activo, al presionar las teclas [F07] o [F07] el controlador exhibirá el mensaje [L0C] y no permitirá el ajuste de los parámetros.
OBS 2: 15 segundos después de suministrar el código de acceso y/o después de configurar un parámetro, no habiendo toques en los botones, el controlador retorna para el modo operación y será necesario introducir nuevamente el código de acceso en la función F01.

8.4.2. Tabla de parámetros

Fun	Descripción	CELSIUS			FAHRENHEIT		
		Min	Máx	Unid/Estándar	Min	Máx	Unid/Estándar
F01	Códigos de acceso	-	-	-	-	-	-
F02	Temperatura deseada (Setpoint)*	-50	200	°C 4	-58	392	°F 39
F03	Desplazamiento de indicación (Offset)	-5.0	5.0	°C 0	-9	9	°F 0
F04	Mínimo setpoint permitido al usuario	-50	200	°C -50	-58	392	°F -58
F05	Máximo setpoint permitido al usuario	-50	200	°C 75	-58	392	°F 167
F06	Diferencial de control (histéresis)	0.1	20.0	°C 1.0	1	36	°F 1
F07	Modo de operación	0-refrig	1-calef.	-	0-refrig	0-refrig	1-calef. -
F08	Tiempo mínimo de salida conectada	no	999	seg 20	no	999	seg 20
F09	Tiempo mínimo de salida desconectada	no	999	seg 20	no	999	seg 20
F10	Tiempo de refrigeración (intervalo entre deshielos)	1	999	min 240	1	999	min 240
F11	Tiempo de deshielo	no	999	min 30	no	999	min 30
F12	Estado inicial al energizar el instrumento	0-refrig	1-deshiel	-	0-refrig	0-refrig	1-deshiel -
F13	Indicación de temperatura trabada durante el deshielo	no	yes	-	no	yes	-
F14	Retardo en la energización del instrumento	no	240	min	no	240	min
F15	Tiempo adicional al final del primer ciclo	no	240	min	no	240	min
F16	Situación del compresor con el sensor dañado	0	2	-	0	2	-
F17	Tiempo de compresor conectado en caso de error	1	999	min 15	1	999	min 15
F18	Tiempo de compresor desconectado en caso de error	1	999	min 15	1	999	min 15
F19	Intensidad del filtro digital	no	9	-	no	9	-
F20	Tiempo para bloqueo de las funciones	no	60	seg	no	60	seg
F21	Desconexión de las funciones de control	no	4	-	no	4	-

*Los valores mínimo y máximo dependen de los valores configurados en [F04] y [F05].
Leyenda: [4E5] = sí
[no] = no

8.4.3. Descripción de los parámetros

F01 - Códigos de acceso:

El **IMT-512E 2HP** posee 2 códigos de acceso distintos:

[23] Permite alterar los parámetros avanzados.

[23] Permite escoger la unidad de temperatura: Celsius o Fahrenheit.

F02 - Temperatura deseada (Setpoint):

Es el valor de referencia para el control de la temperatura, o sea, es la temperatura que se desea mantener en el ambiente controlado, o también, la temperatura en que ocurre la desconexión de la salida de alimentación de la carga.

F03 - Desplazamiento de indicación (Offset):

Permite compensar eventuales desvíos en la temperatura proveniente del cambio del sensor o alteración de la longitud del cable.

F04 - Mínimo setpoint permitido al usuario:

Evitar que, por engaño, sean seleccionadas temperaturas exageradamente bajas de setpoint.

F05 - Máximo setpoint permitido al usuario:

Evitar que, por engaño, sean seleccionadas temperaturas exageradamente altas de setpoint.

F06 - Diferencial de control (histéresis):

Es la diferencia de temperatura (histéresis) entre CONECTAR y DESCONECTAR la refrigeración (o calefacción).

Ejemplos:

- **Refrigeración:** Si desea controlar la temperatura en 4,0 °C con un diferencial de 1,0 °C: la salida será desconectada en 4,0 °C y reconectada en 5,0 °C (4,0 + 1,0).

- **Calefacción:** Si desea controlar la temperatura en 30,0 °C con un diferencial de 5,0 °C: la salida será desconectada en 30,0 °C y reconectada en 25,0 °C (30,0 - 5,0).

NOTA: La utilización de valores de histéresis muy bajos, acarrea una frecuencia elevada en la acción de conectar y desconectar del relé, disminuyendo la vida útil del mismo.

F07 - Modo de operación:

Permite seleccionar el modo de operación del controlador:

[0] Refrigeración

[1] Calefacción:

F08 - Tiempo mínimo de salida conectada:

Es el tiempo mínimo en que la carga permanecerá conectada, o sea, el espacio de tiempo entre la última partida y la próxima parada.

F09 - Tiempo mínimo de salida desconectada:

Es el tiempo mínimo en que la carga permanecerá desconectada, o sea, el espacio de tiempo entre la última parada y la próxima partida. En el caso de refrigeración, se alivia la presión de descarga, aumentando la vida útil del compresor.

F10 - Tiempo de refrigeración (intervalo entre deshielos):

Corresponde al tiempo en que el controlador actuará en refrigeración. Después de este período, el controlador entra en proceso de deshielo.

F11 - Tiempo de deshielo:

Es el tiempo de duración del deshielo. En este período, el relé permanecerá desconectado. Después de este período, el controlador retornará para el estado de refrigeración.

F12 - Estado inicial al energizar el instrumento:

Al seleccionar la opción [0] (Refrigeración), el controlador inicia en refrigeración.

Al seleccionar la opción [1] (Deshielo), el sistema realizará el deshielo en el momento en que el controlador es energizado. La duración del deshielo será de acuerdo con el parámetro F11.

F13 - Indicación de temperatura trabada durante el deshielo:

Seleccione la sigla [no] para no trabar la indicación y [4E5] para trabar.

Con la indicación trabada, esta será liberada solamente en el próximo ciclo de refrigeración después que la temperatura alcance nuevamente ese valor "trabado" o después de 15 minutos en refrigeración (como seguridad).

F14 - Retardo en la energización del instrumento:

Cuando el instrumento es conectado, este puede permanecer un tiempo con su control deshabilitado, retardando el inicio del proceso. Durante este tiempo, él funciona apenas como indicador de temperatura. Este retardo puede ser del compresor o del deshielo (cuando configurado deshielo en la partida). El objetivo es evitar picos de demanda de energía eléctrica en el retorno de la misma después de la falta, cuando existen diversos equipos conectados en la misma red. Los retardos deben ser ajustados en valores diferentes para cada equipo.

OBS: Después del término de retardo, es iniciado el conteo de "tiempo mínimo de salida desconectada" (si hubiera sido configurado en el parámetro F09).

F15 - Tiempo adicional al final del primer ciclo:

Sirve para aumentar el tiempo de funcionamiento apenas del primer ciclo de refrigeración, aumentando la eficiencia.

F16 - Situación del compresor con el sensor dañado:

Si el sensor de temperatura estuviera en corto-circuito, desconectado o fuera de la faja de medición, el compresor asume el estado configurado en este parámetro:

[0] Compresor desconectado;

[1] Compresor conectado;

[2] Ciclando conforme los tiempos definidos en F17 y F18.

OBS: Caso esté en modo calefacción, y con algún error, la salida será desconectada.

F17 - Tiempo de compresor conectado en caso de error:

Define el tiempo mínimo en que el compresor permanecerá conectado, caso el sensor estuviera desconectado o fuera de la faja de medición.

F18 - Tiempo de compresor desconectado en caso de error:

Define el tiempo mínimo en que el compresor permanecerá desconectado, caso el sensor estuviera desconectado o fuera de la faja de medición.

F19 - Intensidad del filtro digital:

Este filtro tiene la finalidad de simular un aumento de masa térmica en el sensor, aumentando así su tiempo de respuesta (inercia térmica). Cuanto mayor el valor ajustado en esta función, mayor el retardo de respuesta del sensor.

F20 - Tiempo para bloqueo de las funciones:

Con esta funcionalidad activa, el setpoint y los demás parámetros están protegidos contra alteraciones indebidas, pudiéndose apenas ver el setpoint y los parámetros. Para bloquear las funciones, consulte el ítem 8.3.3. Bloqueo de funciones.

F21 - Desconexión de las funciones de control:

Permite desactivar las funciones de control (ver al ítem 8.3.4).

[no] No permite desactivar las funciones de control.

[0] Permite activar/desactivar las funciones de control solamente si estas estuvieren desbloqueadas.

[1] Permite activar/desactivar las funciones de control mismo si estas estuvieren bloqueadas.

[2] Permite activar/desactivar las funciones de control solamente si estas estuvieren desbloqueadas.*

[3] Permite activar/desactivar las funciones de control si estas estuvieren bloqueadas.*

*Cuando F21 fuera igual a 3 o 4 y la desactivación de las funciones de control esté activada, el controlador apagará el display, manteniendo encendida solamente la indicación [C]. Si cualquier tecla fuera presionada, el display vuelve a encender por 5 segundos, apagando nuevamente tras nuevo pulso en la tecla.

9. INDICACIONES EN EL DISPLAY

[E r 1]	Error en el sensor: Sensor desconectado o dañado.
[OFF]	Funciones de control apagadas.
[dEFr] [On]	Accionamiento manual del proceso de deshielo.
[dEFr] [OFF]	Accionamiento manual del proceso de refrigeración.
[LOC] [On]	Bloqueo de funciones.
[LOC] [OFF]	Desbloqueo de funciones.
[PPPP]	Reconfigure los valores de las funciones.

10. GLOSARIO DE SIGLAS

-°C: Temperatura en grados Celsius.

-°F: Temperatura en grados Fahrenheit.

-Defr (defrost): Deshielo.

-Refr: Refrigeración.

-LOC: Bloqueado.

-SET del inglés "Setting" (ajuste o configuración).

-No: No.

-Yes: Sí.

-OFF: Desconectado/desactivado.

-ON: Conectado, activado.

-Vac: Tensión eléctrica (volts) de corriente alterada.

-Vdc: Tensión eléctrica (volts) de corriente continua.

11. ÍTEMS OPCIONALES - Vendidos Separadamente

Capa protectora Ecase

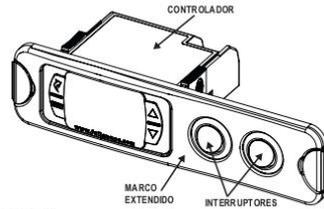
Recomendada para la línea Evolution, evita la entrada de agua en la parte trasera del instrumento. Protege al producto cuando sea efectuado el lavado del local de la instalación.



CAPA PROTECTORA ECASE

Marco extendido

Permite la instalación de controladores de la línea Evolution con medidas de 76 x 34 x 77 mm en varias situaciones, pues dispensa precisión en el recorte del panel de ubicación del instrumento. La moldura integra dos interruptores de 10 Amperes que pueden ser utilizados para accionar la luz interna, cortina de aire, ventilador y otros.



EasyProg - versión 2 o superior

Es un accesorio que tiene como principal función almacenar los parámetros de los controladores. A cualquier momento puede cargar nuevos parámetros de un controlador, y descargar en una línea de producción (del mismo controlador), por ejemplo.

Posee tres tipos de conexiones para cargar o descargar los parámetros:

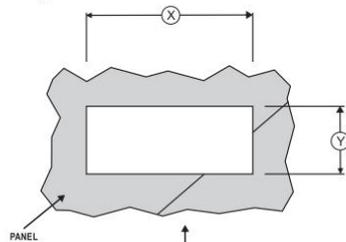
- **Serial RS-485:** Se conecta vía red RS-485 al controlador (solamente para los controladores que poseen RS-485).
- **USB:** Se conecta a la computadora por el puerto USB, utilizando el Editor de Recetas del Sitrad.
- **Serial TTL:** El controlador se conecta directamente a la EasyProg por la conexión Serial TTL.



EASYPROG

12. ANEXOS - Imágenes de referencia

Imagen V

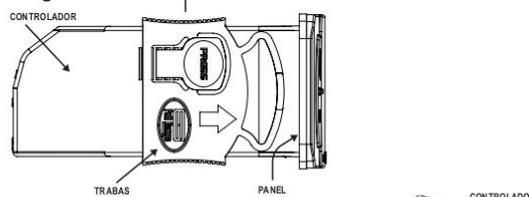


PANEL

Imagen VI



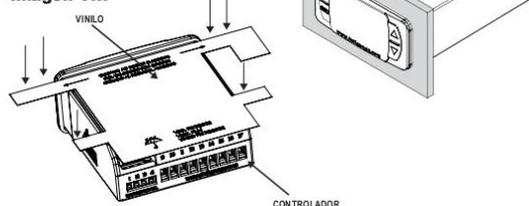
Imagen VII



TRABAS

PANEL

Imagen VIII



VINILO

CONTROLADOR



INFORMACIONES AMBIENTALES

Embalaje:

Los materiales empleados en los embalajes de los productos Full Gauge son el 100% reciclables. Haga su disposición a través de agentes especializados de reciclaje.

Producto:

Los componentes empleados en los controladores Full Gauge pueden ser reciclados y reaprovechados si son desmontados por empresas especializadas.

Disposición:

No quemar ni arrojar en la basura doméstica los controladores que alcancen el final de su vida útil. Observe la legislación vigente en su región con respecto al destino del producto. En caso de dudas entre en contacto con Full Gauge Controls.

GARANTÍA - FULL GAUGE CONTROLS

Los productos fabricados por Full Gauge Controls, desde mayo de 2005, tienen plazo de garantía de 02 (dos) años, contados a partir de la fecha de venta consignada en la factura. Los mismos poseen garantía en caso de defectos de fabricación que los vuelvan impropios o inadecuados a las aplicaciones para los cuales se destinan.

EXCLUSIÓN DE LA GARANTÍA

LA GARANTÍA no sufre costos de transporte, flete y seguro, para envío de los productos, con indicios de defecto o mal funcionamiento, a la asistencia técnica. Tampoco están garantizados los siguientes eventos: el desgaste natural de piezas por el uso continuo y frecuente; daños en la parte externa causados por caídas o acondicionamiento inadecuado; intento de reparación/violación con daños provocados por persona no autorizada por FULL GAUGE y en desacuerdo con las instrucciones que forman parte del descriptivo técnico.

PÉRDIDA DE GARANTÍA

El producto perderá la garantía, automáticamente, cuando:

- no fueren observadas las instrucciones de utilización y montaje contenidas en el descriptivo técnico y los procedimientos de instalación contenidas en la Norma IEC60364;
- fuere sometido a las condiciones fuera de los límites especificados en el respectivo descriptivo técnico;
- fuere violado o reparado por persona que no sea del equipo técnico de Full Gauge Controls;
- el daño fuere causado por caída, golpe o impacto;
- ocurrir infiltración de agua;
- el daño fuere causado por descarga atmosférica;
- ocurrir sobrecarga que cause la degradación de los componentes y partes del producto.

UTILIZACIÓN DE LA GARANTÍA

Para usufructuar de esta garantía, el cliente deberá enviar el producto a Full Gauge Controls, juntamente con la factura de compra, debidamente acondicionado para que no ocurra daños en el transporte. Para un mejor atendimento, solicitamos remitir el mayor volumen de informaciones posible, referente a la ocurrencia detectada. Lo mismo será analizado y sometido a tests completos de funcionamiento. El análisis del producto y su eventual mantenimiento solamente serán realizados por el equipo técnico de Full Gauge Controls en la dirección: Rua Júlio de Castilhos, nº 250 - Canoas - Rio Grande do Sul - Brasil - CEP: 91210-030.

Rev. 01

© Copyright 2016 • Full Gauge Controls® • Todos los derechos reservados.

Fuente: (Full Gauge, 2022)



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo BRANDON VLADIMIR ESCOBAR BENITO, identificado con DNI 48647704 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
de Ingeniería Electronica

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA CON EL CONTROLADOR MT-12E APLICADO A LA CÁMARA SECA DE BAÑOS SAUNA COPACABANA”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 04 de abril del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo BRANDON VLADIMIR ESCOBAR BENITO, identificado con DNI 48647704 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
de Ingeniería Electronica

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA CON EL CONTROLADOR MT-12E APLICADO A LA CÁMARA SECA DE BAÑOS SAUNA COPACABANA”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 04 de abril del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella