



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero en  
Electrónica y Telecomunicaciones”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**Título del proyecto:**

**REPOTENCIACIÓN DEL LABORATORIO DE PROCESOS DE INGENIERÍA  
AGROINDUSTRIAL.**

**Autores:**

**Fredy David Armijos Cabezas**

**Denis Patricio Auquilla Londo**

**Director:**

**Ing. Alfonso Gunsha**

**Riobamba – Ecuador**

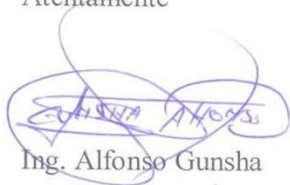
**Año 2016**

## INFORME DEL TUTOR

Yo Ing. ALFONSO JAVIER GUNSHA MORALES, en mi calidad de Tutor, del trabajo investigativo titulado: REPOTENCIACIÓN DEL LABORATORIO DE PROCESOS DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL, tengo a bien informar que el mencionado trabajo cumple con los requisitos exigidos para ser expuestos al público, luego de ser evaluado por el tribunal designado.

Riobamba, 16 de Diciembre del 2016

Atentamente



Ing. Alfonso Gunsha

**Tutor**

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: REPOTENCIACIÓN DEL LABORATORIO DE PROCESOS DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL presentado por: **Fredy David Armijos Cabezas y Denis Patricio Auquilla Londo** y dirigida por: **Ingeniero Alfonso Gunsha**.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. José Jinéz  
**Presidente de Tribunal**



Firma

Ing. Alfonso Gunsha  
**Director del Proyecto**



Firma

Ing. Cristina Orozco  
**Miembro del Tribunal**



Firma

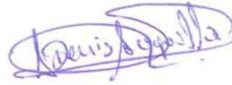
## AUTORÍA DE INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: **Fredy Armijos, Denis Auquilla e Ingeniero Alfonso Gunsha**; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



---

Fredy David Armijos Cabezas  
C.I. 0604090837



---

Denis Patricio Auquilla Londo  
C.I. 0604178053

## **A G R A D E C I M I E N T O**

*Este presente trabajo es muestra de que por fin hemos llegado al final de una etapa más de nuestra vida.*

*A nuestras familias y en especial a nuestros padres, por brindarnos todo el apoyo necesario en cada una de las decisiones que hemos tomado.*

*A nuestros amigos que nos brindaron gratos momentos que encaminaron nuestra carrera universitaria.*

*A los profesores quienes encaminaron nuestras vidas aportándonos los conocimientos necesarios.*

*Al Ing. Alfonso Gunsha quien asesoró esta tesis y constantemente nos motivó para realizar un buen trabajo.*

***Fredy Armijos***

***Denis Auquilla***

## **DEDICATORIA**

*A mis padres y hermano, quienes han sido el cimiento principal en mi desarrollo personal y profesional para alcanzar esta meta.*

*Fredy Armijos*

## DEDICATORIA

*Quiero dedicar este trabajo a Dios por ayudarme  
encada uno de los momentos de mi vida.*

*A mis padres quienes han estado siempre a mi lado  
en todo este tiempo brindándome su apoyo  
incondicional.*

*Denis Auquilla*

## ÍNDICE GENERAL

|                                                 |      |
|-------------------------------------------------|------|
| ÍNDICE DE GRÁFICOS .....                        | X    |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                          | XI   |
| ÍNDICE DE ANEXOS .....                          | XI   |
| RESUMEN .....                                   | XII  |
| ABSTRACT .....                                  | XIII |
| INTRODUCCIÓN .....                              | 1    |
| OBJETIVOS .....                                 | 3    |
| Objetivo General .....                          | 3    |
| Objetivos Específicos .....                     | 3    |
| CAPÍTULO I .....                                | 4    |
| 1. MARCO TEÓRICO .....                          | 4    |
| 1.1. Circuitos eléctricos .....                 | 4    |
| 1.2. Fallas eléctricas .....                    | 6    |
| 1.2.1. Cortocircuito .....                      | 6    |
| 1.2.1.1. Cortocircuito bifásico .....           | 6    |
| 1.2.1.2. Cortocircuito monofásico .....         | 7    |
| 1.2.2. Falla de aislamiento .....               | 7    |
| 1.2.3. Sobrecarga .....                         | 8    |
| 1.3. Control de motores eléctricos .....        | 9    |
| 1.3.1. Circuito de control .....                | 9    |
| 1.3.1.1. División de circuitos de control ..... | 10   |
| CAPÍTULO II .....                               | 13   |
| 2. METODOLOGÍA .....                            | 13   |
| 2.1. Tipo de estudio .....                      | 13   |
| 2.1.1. Descriptivo .....                        | 13   |
| 2.2. Métodos, Técnicas e Instrumentos .....     | 13   |
| 2.2.1. Métodos .....                            | 13   |
| 2.2.1.1. Analítico/Deductivo .....              | 13   |
| 2.2.2. Técnicas .....                           | 13   |
| 2.2.2.1. Observación .....                      | 13   |
| 2.2.3. Instrumentos .....                       | 13   |
| 2.3. Población y muestra .....                  | 14   |



|                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.4. Hipótesis.....                                                  | 15        |
| 2.5. Operacionalización de variables.....                            | 15        |
| 2.6. Procedimientos.....                                             | 15        |
| 2.6.1. Propuesta de solución y mantenimiento del laboratorio .....   | 16        |
| 2.6.1.1. Análisis de las instalaciones y propuesta de solución ..... | 16        |
| 2.6.2. Comprobación de Hipótesis .....                               | 32        |
| <b>CAPÍTULO III.....</b>                                             | <b>33</b> |
| 3. RESULTADOS .....                                                  | 33        |
| <b>CAPÍTULO IV .....</b>                                             | <b>34</b> |
| 4. DISCUSIÓN .....                                                   | 34        |
| <b>CAPÍTULO V .....</b>                                              | <b>38</b> |
| 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....                              | 38        |
| 5.1. Conclusiones .....                                              | 38        |
| 5.2. Recomendaciones.....                                            | 39        |
| 6. BIBLIOGRAFÍA .....                                                | 40        |
| 7. ANEXOS .....                                                      | 42        |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1.- Circuito de control semiautomático.....                                | 10 |
| Figura 2.- Circuito de fuerza y de mando separados.....                           | 11 |
| Figura 3.- Circuito de mando con transformador a 24 V.....                        | 12 |
| Figura 4.- Tablero eléctrico.....                                                 | 16 |
| Figura 5.- Bornes del tablero de control.....                                     | 17 |
| Figura 6.- Tablero de circuito de control realizado mejoras.....                  | 18 |
| Figura 7.- Conexiones circuito de mando del horno.....                            | 19 |
| Figura 8.- Circuito de mando horno parte frontal.....                             | 19 |
| Figura 9.- Etiquetas circuito de mando.....                                       | 20 |
| Figura 10.- Botones de encendido de motores de coche y turbina.....               | 20 |
| Figura 11.- Botón de encendido de controlador de temperatura.....                 | 21 |
| Figura 12.- Ubicación de los cables del circuito de mando en la canaleta.....     | 21 |
| Figura 13.- Ubicación trasera de los resistores en el interior del horno.....     | 22 |
| Figura 14.- Mal estado de las conexiones del resistor del horno.....              | 22 |
| Figura 15.- Desgaste en conexiones de los resistores.....                         | 23 |
| Figura 16.- Reemplazo de terminales de conexión de los resistores.....            | 23 |
| Figura 17.- Aislamiento de los terminales de conexión.....                        | 24 |
| Figura 18.- Refrigerador 1.....                                                   | 24 |
| Figura 19.- Refrigerador 2.....                                                   | 25 |
| Figura 20.- Emplomes mal realizados y en mal estado.....                          | 25 |
| Figura 21.- Verificación cable de alimentación en cortocircuito.....              | 26 |
| Figura 22.- Adaptador a la red eléctrica.....                                     | 26 |
| Figura 23.- Adaptador.....                                                        | 27 |
| Figura 24.- Cable cortocircuitado.....                                            | 27 |
| Figura 25.- Emplome y aislamiento cable calibre 10AWG.....                        | 28 |
| Figura 26.- Refrigerador 1 en funcionamiento.....                                 | 28 |
| Figura 27.- Control ON-OFF de temperatura del horno.....                          | 29 |
| Figura 28.- Controlador de temperatura del horno.....                             | 29 |
| Figura 29.- Calentamiento y enfriamiento de resistores en función del tiempo..... | 30 |
| Figura 30.- Transición de estados del horno.....                                  | 31 |
| Figura 31.- Porcentajes representados en grafico de barras.....                   | 32 |
| Figura 32.- Disyuntor Steck ubicado en el tablero de control del laboratorio..... | 51 |
| Figura 33.- Contactor magnético Tipo MC.....                                      | 52 |
| Figura 34.- Relé electromecánico CAMSCO.....                                      | 53 |
| Figura 35.- Características relé electromagnético.....                            | 53 |
| Figura 36.- Relé temporizador.....                                                | 53 |
| Figura 37.- Diagrama relé temporizador.....                                       | 54 |
| Figura 38.- Características técnicas del relé temporizador.....                   | 55 |
| Figura 39.- Motor marca WEG.....                                                  | 55 |
| Figura 40.- Placa de datos motor WEG.....                                         | 55 |
| Figura 41.- Motor marca LAFERT.....                                               | 56 |
| Figura 42.- Placa de datos motor LAFERT.....                                      | 57 |
| Figura 43.- Conexión a bajo voltaje.....                                          | 57 |
| Figura 44.- Conexión a alto voltaje.....                                          | 57 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1.- Operacionalización de variables.....                  | 15 |
| Tabla 2.- Colores normalizados para conductores.....            | 17 |
| Tabla 3.- Tabla de frecuencias.....                             | 32 |
| Tabla 4.- Disyuntor Steck DOM A 42C 50.....                     | 51 |
| Tabla 5.- Características del disyuntor Schneider Electric..... | 52 |
| Tabla 6.- Características técnicas del contactor magnético..... | 52 |
| Tabla 7.- Características placa motor WEG.....                  | 56 |
| Tabla 8.- Datos técnicos del motor LA FER según el tipo.....    | 58 |
| Tabla 9.- Características placa motor LA FERT.....              | 58 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Anexo 1.- Inspección visual del refrigerador.....                                 | 42 |
| Anexo 2.- Reemplazo de componentes en mal estado de los resistores del horno..... | 42 |
| Anexo 3.- Interior de horno donde se encuentra el coche y turbina.....            | 43 |
| Anexo 4.- Datasheet Controlador de temperatura MT-622 Ri.....                     | 44 |
| Anexo 5.- Datasheet Controlador de temperatura MT-512 Ri.....                     | 48 |
| Anexo 6.- Esquema general de circuito control.....                                | 50 |
| Anexo 7.- Características y especificaciones técnicas de los componentes.....     | 51 |

## RESUMEN

Este proyecto tiene como principal objetivo la Repotenciación del Laboratorio de Procesos de la Escuela de Agroindustrial de la Universidad Nacional de Chimborazo, el cual recurre al tipo de estudio descriptivo debido a que se realizó la inspección visual de los equipos que se encontraban inhabilitados en el laboratorio siendo estos: el horno eléctrico, el cual presentaba problemas por el mal diseño del sistema eléctrico y electrónico; así como también las instalaciones eléctricas inadecuadas en el sistema de refrigeración.

Por lo que en el horno eléctrico, se realizó el estudio de cada uno de los dispositivos para posteriormente hacer las pruebas de funcionalidad de los mismos, siendo necesario el cambio de algunos; para finalmente diseñar el nuevo circuito de control y de potencia.

En cuanto se refiere al sistema de refrigeración, se hicieron las mediciones pertinentes en las conexiones eléctricas, encontrando problemas de circuito abierto y de corto circuito que impedían su funcionamiento, para lo cual también fue necesario el cambio de algunos elementos y la realización de los empalmes necesarios en el circuito.

Una vez realizadas las mejoras en el sistema eléctrico y electrónico tanto en el horno eléctrico como en el sistema de refrigeración se verificó el correcto funcionamiento, mediante pruebas realizadas por los estudiantes, y finalmente se hicieron encuestas para evaluar el grado de satisfacción con respecto al estado de los equipos.

## A B S T R A C T

The National University of Chimborazo has a laboratory of industrial processes in the Faculty of Engineering for Agroindustrial academic fines.

This laboratory is used by teachers, students and sometimes by people interested in the production area of industrial processes. To perform these treatments, there is an electric furnace, a cooling system, mixer and worktables.

The laboratory has disadvantages and one of its elements is not currently in operation due to the design and installation of devices in the electrical control system, enabling correct operation of the oven, another important aspect is that it has a system protection for the cooling system causing insecurity at the time of use.

This requires us to design a new temperature control for the electric furnace and a reliable system of protection for the cooling system with the aim of repowering the laboratory processes to meet the demands of production and ensure quality conditions for After manufacturing and industrial processes that made people interested in the area.

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto plantea la Repotenciación del Laboratorio de Procesos de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial, cuyo principal objetivo es dar solución al mal funcionamiento de equipos específicos como el horno giratorio y el sistema de Refrigeración.

En el Primer Capítulo tenemos el Marco Teórico donde revisamos aspectos importantes de Circuitos Eléctricos y el Control de Motores Eléctricos mediante los circuitos de Control respectivos.

En el Segundo Capítulo observamos la parte metodológica donde se define el tipo de estudio a utilizar; que métodos, técnicas e instrumentos serán de utilidad en el Proyecto. Se plantea la hipótesis y la operacionalización de variables para posteriormente aplicar el procedimiento, dando la propuesta de solución y mantenimiento del Laboratorio.

En el Tercer Capítulo exponemos los resultados obtenidos con la propuesta de solución.

En el Cuarto Capítulo, haremos la respectiva discusión, donde analizamos si cumplimos o no los objetivos planteados.

Finalmente, en el Capítulo Cinco planteamos las Conclusiones y Recomendaciones de acuerdo a los aciertos que se han alcanzado a lo largo del Proyecto como también de los errores cometidos.

## **Problema y justificación**

La falta de mantenimiento en el laboratorio de procesos en la escuela de ingeniería Agroindustrial ha ocasionado un desgaste que impide el correcto funcionamiento de los equipos como es el horno y los refrigeradores que son de gran importancia, por otra parte, el costo para la adquisición de equipos totalmente nuevos es muy elevado.

Una vez identificado el problema se ha visto que es necesario realizar una repotenciación del laboratorio de ingeniería agroindustrial, utilizando las técnicas adecuadas para tener el correcto criterio al momento de reemplazar los elementos de los diferentes equipos a repotenciar y tener también una correcta programación del controlador de temperatura acorde a las necesidades del laboratorio, permitiendo esto que la vida útil de los equipos sea mayor y un tenga así funcionamiento óptimo.

La repotenciación del laboratorio de procesos de ingeniería agroindustrial permite aplicar todos los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería en electrónica y telecomunicaciones mediante un estudio teórico-práctico para aplicarlo en casos reales y de igual forma ayuda dentro de sus utilidades, un gran beneficio para los estudiantes de la carrera de ingeniería agroindustrial, por lo que su funcionamiento está orientado para las futuras prácticas de laboratorio que se realicen en el mismo, con el propósito de permitir una mejor comprensión de los conocimientos aprendidos en clase.

## **O B J E T I V O S**

### **O b j e t i v o G e n e r a l**

- Repotenciar el laboratorio de procesos en la escuela de ingeniería agroindustrial.

### **O b j e t i v o s E s p e c í f i c o s**

- Investigar todos los inconvenientes y problemas que ocasionan el mal funcionamiento de las máquinas existentes en el laboratorio de procesos.
- Dar solución al mal funcionamiento del horno giratorio analizando las características de los distintos elementos que se van a reemplazar en el equipo para mejorar su desempeño.
- Configurar el controlador de temperatura MT-622Ri para que funcione según las necesidades del laboratorio.
- Diseñar un sistema de protección para el sistema de refrigeración.



# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1. Circuitos eléctricos

Se denomina circuito eléctrico al conjunto de elementos eléctricos conectados entre sí que permiten generar, transportar y utilizar la energía eléctrica con la finalidad de transformarla en otro tipo de energía como, por ejemplo, energía calorífica, energía lumínica o energía mecánica. (endesa Educa, 2014)

#### Resistencias de los conductores eléctricos

La resistencia es la oposición que presentan los materiales al paso de la corriente y depende de tres factores:

- **Tipo de material.** - Cada material presenta una resistencia diferente y unas características propias, habiendo materiales más conductores que otros. A esta resistencia se le llama resistividad  $[\rho]$  y tiene un valor constante. Se mide  $[\Omega \cdot m]$ .
- **Longitud.** - Cuanto mayor es la longitud del conductor, más resistencia ofrece. Se mide en metros  $[m]$ .
- **Sección.** - Cuanto más grande es la sección, menos resistencia ofrece el conductor. Por lo tanto, presenta más resistencia un hilo conductor delgado que uno de grueso. Se mide en  $[m^2]$ .

La resistencia de un conductor se cuantifica en ohmios ( $\Omega$ ), y se puede calcular mediante fórmula:

$$R = \rho \times l / s$$

## **La Ley de Ohm**

George Simón Ohm encontró la relación que se podía expresar de forma matemática entre las tres magnitudes más importantes de un circuito eléctrico: diferencia de potencial, intensidad de corriente y resistencia. (endesa Educa, 2014)

La ley de Ohm es la ley fundamental de la corriente eléctrica que dice:

*"En un circuito eléctrico, la intensidad de la corriente que lo recorre es directamente proporcional a la tensión aplicada e inversamente proporcional a la resistencia que este presenta".*

Y se expresa de la siguiente manera:

$$V = R \times I$$

## **La Ley de Joule**

Cuando por un conductor circula corriente eléctrica, se calienta y produce calor. Esto es debido a que parte del trabajo que se realiza para mover las cargas eléctricas entre dos puntos se pierde en forma de calor. (endesa Educa, 2014)

El año 1845, James Prescott Joule fue capaz de encontrar la ley que permite calcular este efecto, viendo que este trabajo disipado en forma de calor es:

- Proporcional al tiempo durante el que pasa la corriente eléctrica.
- Proporcional al cuadrado de la intensidad que circula.
- Proporcional a la resistencia del conductor.

Se expresa de la siguiente manera:

$$W = R \times I^2 \times t$$

Este efecto limita la corriente eléctrica que pueden transportar los cables eléctricos. Este límite asegura que la temperatura que pueden conseguir los cables no pueda producir un incendio.

## **1.2. Fallas eléctricas**

### **1.2.1. Cortocircuito**

Se lo define como la conexión accidental o intencionada, mediante una impedancia relativamente baja, de dos o más puntos de un circuito que están normalmente a tensiones diferentes. Un cortocircuito origina aumentos bruscos en las corrientes circulantes en una instalación, estableciendo así daños en los componentes de la instalación, dispositivos o máquinas y hasta personas que no se encuentran debidamente protegidas. Entre las causas más comunes que provocan un cortocircuito tenemos:

- Rotura de conductores, conexión eléctrica accidental entre dos o más conductores producida por un objeto conductor.
- Sobretensiones eléctricas de origen interno o atmosférico.
- Degradación del aislamiento provocada por el calor, humedad o un ambiente corrosivo.

Dentro de los tipos de cortocircuito más comunes que se presentan en una instalación tenemos:

#### **1.2.1.1. Cortocircuito bifásico**

Dentro de este tipo de cortocircuitos podemos distinguir entre si existe o no conexión a tierra en el momento de la falla. Ambos se originan por el contacto de dos fases entre sí por algún defecto puntual en cables aislados.

En el cortocircuito bifásico aislado, al presentarse en dos de las tres fases del sistema se produce un desequilibrio de corrientes, con intensidades diferentes en las tres fases.

#### **1.2.1.2. Cortocircuito monofásico**

Este tipo de cortocircuito es el más frecuente. Generalmente es originada por las descargas atmosféricas o por los conductores al hacer contacto con las estructuras aterrizadas.

El cálculo de la intensidad de este tipo de cortocircuito puede ser necesario, ya que así se podrían conocer parámetros importantes de una instalación tales como fugas a tierra, tensiones de contacto o evaluar las interferencias que éstas corrientes puedan provocar en alguna instalación en particular. De esta manera podemos tomar una decisión apropiada en el momento de elegir los elementos de protección tanto en media como en baja tensión.

Durante un cortocircuito el valor de la intensidad de corriente se eleva de tal manera, que los conductores eléctricos pueden llegar a fundirse en los puntos de falla, generando excesivo calor, chispas e incluso flamas, con el respectivo riesgo de incendio.

#### **1.2.2. Falla de aislamiento**

La pérdida de aislamiento de un conductor eléctrico y el contacto de éste con la carcasa de algún equipo eléctrico o estructura arquitectónica originan una falla a tierra, lo cual implica un alto peligro para las personas y los equipos pueden ver afectado su funcionamiento.

Dentro de las causas que originen éste tipo de falla, tenemos:

- Deterioro de los aislantes de los cables.
- Degeneración térmica de los aislantes, debido al clima que impera en la instalación, así como el número excesivo de cables en las canalizaciones.
- Esfuerzos electrodinámicos desarrollados durante un cortocircuito que pueden dañar los cables o disminuir la distancia de aislamiento.
- Sobre intensidades, sobretensiones, efectos de armónicos.

Un defecto de aislamiento se lo puede clasificar en:

- De modo diferencial: entre conductores activos, lo que puede desencadenar en un cortocircuito.
- De modo común: entre conductores activos y masa, haciendo recorrer por el conductor de protección y/o por tierra una corriente de defecto.

En redes de baja tensión hasta 1000 V, es importante establecer el régimen de neutro o esquema de conexión a tierra en cualquier tipo de instalación industrial o residencial basados en la norma IEC 60364, la cual indica primordialmente la forma en que el neutro del transformador o de la fuente en el lado de baja tensión será conectado a las masas de los diferentes equipos o cargas.

La finalidad de implementar los esquemas de conexión a tierra es controlar los efectos de una falla de aislamiento y proteger a las personas, bienes y disponibilidad del servicio de energía eléctrica.

### **1.2.3. Sobrecarga**

Estas se producen cuando los valores de voltaje o corriente en una instalación superan los valores preestablecidos como normales.

Este tipo de falla puede suscitarse debido a desequilibrios eléctricos como problemas en la alimentación del circuito, baja tensión en una fase y en el caso de motores la ruptura de la resistencia de aislamiento de las bobinas.

Una pequeña variación de tensión puede deteriorar las conexiones, reduciendo la cantidad de tensión suministrada. Esto hace que los motores y otras cargas requieran más corriente, lo que produce un calentamiento excesivo en los conductores, llegando así a la destrucción de su aislamiento y causando así un incendio en las inmediaciones de la instalación.

Lo más recomendable para evitar este tipo de falla es crear una rutina de inspección en la que se incluyan las principales conexiones eléctricas y tener en cuenta si ha habido algún incremento de carga en las instalaciones.

### **1.3. Control de motores eléctricos**

#### **1.3.1. Circuito de control**

Son diseñados generalmente con la finalidad de operar motores eléctricos con un alto consumo de corriente.

#### **Aplicaciones de un circuito de control:**

- Encender y apagar un motor
- Cambiar el sentido de giro del motor
- Variar la velocidad de un motor

#### **Tipos de Circuitos de Control**

Los circuitos de control se pueden clasificar según su operación en tres tipos:

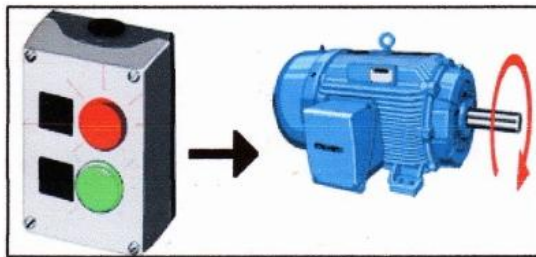
**Control Manual:** Es aquel tipo de control en el cual se maneja toda la corriente del motor, a través de un dispositivo de control. Este tipo de control es recomendable para pequeños motores (hasta 10 HP) que trabajen durante lapsos prolongados de tiempo, y no para motores que se deban parar y arrancar constantemente. Se utilizan:

- Interruptor de palanca
- Fusibles de cuchilla o disyuntor
- Guardamotor
- Arrancador manual

**Control Semiautomático:** Es aquel tipo de control en el cual, con una pequeña corriente proveniente de una estación de control se puede manejar la corriente consumida de la carga manejada por el circuito; ya sea un motor o cualquier otra. (Oasis, 2016)

Este tipo de controlador no tiene límite de potencia y se puede aplicar a larga distancia. En este tipo de control se utilizan dispositivos como:

- Contactores magnéticos
- Estaciones de botones
- Interruptores mecánicos



**Figura 1.-** Circuito de control semiautomático.

**Fuente:** Kevin Orlando Oasis.

**Control Automático:** Es aquel tipo de control en el cual, el propio circuito ejecuta una o más funciones en forma automática. Para este tipo de circuito se emplean dispositivos como:

- Interruptores (de presión, de límite y flotadores)
- Controladores lógicos programables
- Termostatos
- Sensores
- Temporizadores

#### **1.3.1.1. División de circuitos de control**

Los circuitos de control se dividen internamente en 3 tipos según su función:

##### **Circuitos de Fuerza**

Es el encargado de alimentar al receptor. Está compuesto por el contactor (K), elementos de protección (F) y un interruptor magnetotérmico (Q).

Los circuitos de potencia se representan en los esquemas donde se incluyen una serie de elementos. Entre los más representativos se encuentran:

- Fusibles
- Relés (térmico, magnetotérmico)
- Interruptores bipolares.
- Contactores.
- Receptores (motores, calefacción, iluminación, etc.)

Al principio del circuito de potencia siempre deberá existir una protección general, magnetotérmico o fusibles, que nos permita desconectar completamente el circuito. (Oasis, 2016)

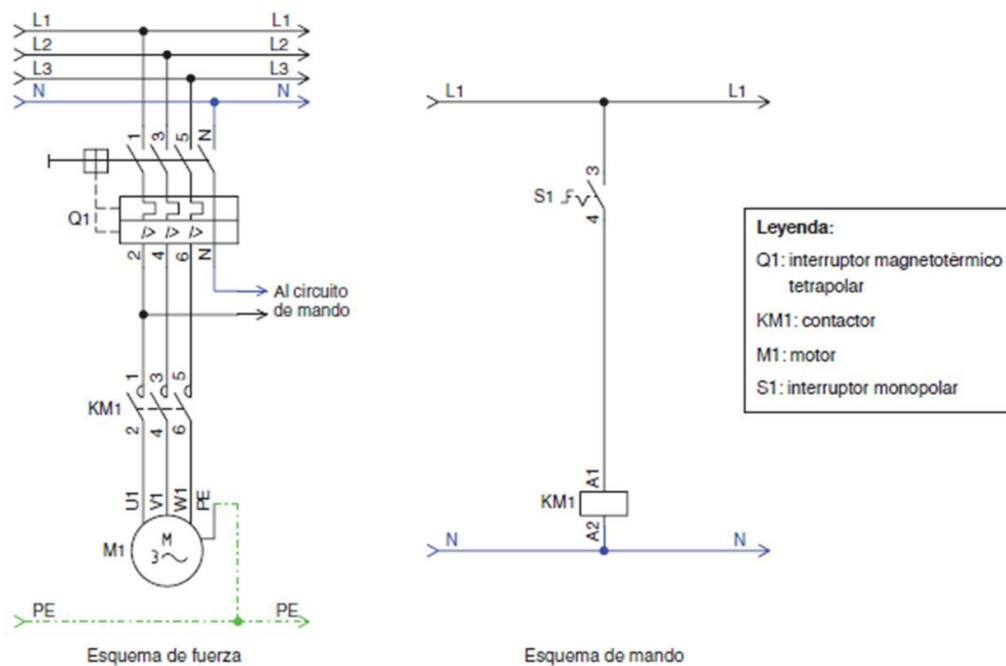


Figura 2.- Circuito de fuerza y de mando separados.

Fuente: Kevin Orlando Oasis.

### Circuitos de Mando

Controla el funcionamiento del contactor. Normalmente consta de elementos de mando identificados con la primera letra S. Este circuito está separado eléctricamente del circuito de potencia, es decir ambos circuitos pueden trabajar a



tensiones diferentes, por ejemplo, el de potencia a  $400 V_{CA}$  y el de mando a  $24 V_{CC}$  o  $24 V_{CA}$ .

Los circuitos de mando se representan en los esquemas que pueden incluir gran cantidad de elementos. Entre los más representativos tendremos:

- Fusibles
- Interruptores
- Bobinas de contactores
- Protecciones térmicas
- Pulsadores de marcha y paro
- Relés
- Temporizadores
- Señalizaciones
- Sensores
- Contactos auxiliares

Obtendremos las corrientes del circuito de mando con un transformador  $24 V_{CA}$  o bien con una fuente de alimentación  $24 V_{CC}$ .

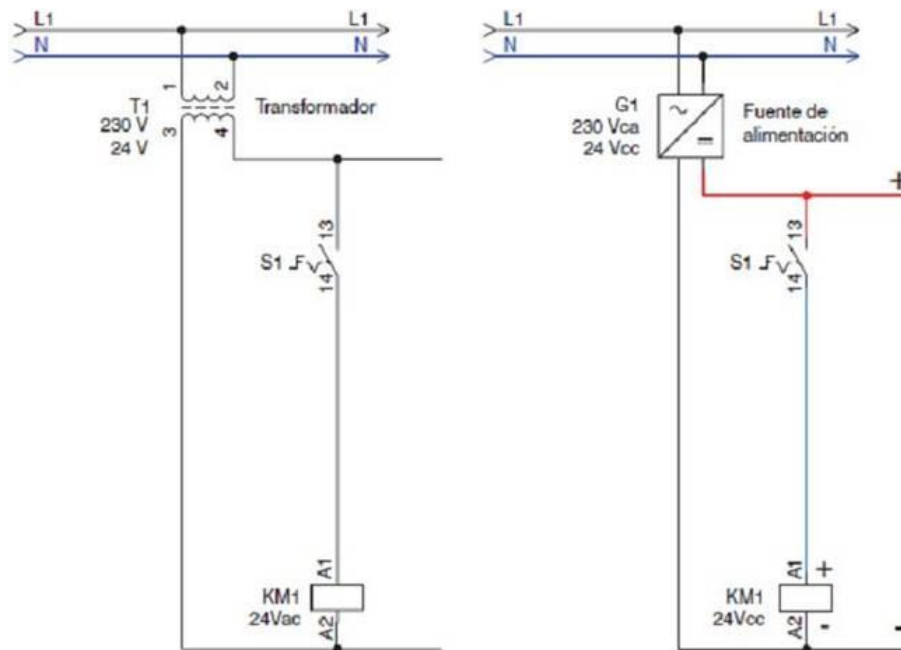


Figura 3.- Circuito de mando con transformador a 24 V.

Fuente: Kevin Orlando Oasis

## CAPÍTULO II

### 2. METODOLOGÍA

#### 2.1. Tipo de estudio

##### 2.1.1. Descriptivo

Este proyecto recurre al tipo de estudio descriptivo, debido a que implica observar y describir el comportamiento de los elementos que conforman el laboratorio de procesos de la escuela de Ingeniería Agroindustrial, así como también de los componentes electrónicos que conforman el sistema de control. Finalmente se puede conocer los detalles de funcionamiento del sistema completo por medio de la descripción y análisis.

#### 2.2. Métodos, Técnicas e Instrumentos

##### 2.2.1. Métodos

###### 2.2.1.1. Analítico/Deductivo

Se utilizó el método analítico-deductivo en el proyecto por la razón de que se inicia con un análisis particular del funcionamiento de los componentes necesarios para la repotenciación del sistema y la forma de interactuar entre sí para que desempeñe su función de una manera óptima.

##### 2.2.2. Técnicas

###### 2.2.2.1. Observación

Esta técnica consiste en la recolección de información que sea de apoyo para el desarrollo del proyecto, dando las pautas necesarias.

##### 2.2.3. Instrumentos

Los instrumentos necesarios son libros, folletos, archivos, páginas web, manuales y hojas de datos, las herramientas necesarias fueron estilete, destornillador

estrella, destornillador plano, multímetro, pinza de corte, pinza plana y taladro; instrumentos y herramientas que fueron útiles para el desarrollo del proyecto.

### 2.3. Población y muestra

La población corresponde al total de alumnos que hacen uso del laboratorio de procesos de Ingeniería Agroindustrial, que son ocupados con mayor frecuencia estudiantes de 7mo a 10mo semestre y son un total de 61 alumnos.

Para determinar el tamaño de la muestra se aplica la siguiente ecuación que necesita datos, como es el tamaño de la población N. Para calcular el tamaño de la muestra se utiliza la siguiente fórmula:

$$n = \frac{P Q \times N}{(N - 1) \times \frac{E^2}{K^2} + P Q}$$

$$n = \frac{(0.25) \times (61)}{(61 - 1) \times \frac{(0.10)^2}{(2)^2} + 0.25}$$

$$n = 38$$

#### Dónde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población = 61

PQ = Constante de la varianza población (0.25)

E = Error máximo admisible (al 1% = 0.01; al 2% = 0.02; al 5% = 0.05; al 10% = 0.10) a mayor error probable, menor tamaño de la muestra

K = Coeficiente de corrección del error k=2

Al aplicar esta fórmula se obtiene el número de alumnos que conforman la muestra, dando como resultado 38 alumnos los cuales van a realizar la encuesta.

## 2.4. Hipótesis

¿Los cambios a implementar en el sistema eléctrico y electrónico ayudarán a repotenciar el laboratorio de procesos en la Escuela de Ingeniería Agroindustrial?

## 2.5. Operacionalización de variables

| Variab les                                                                | Concepto                                                                                                                                                                                       | Dimensiones  | Indicadores                                   | Instrumentos               |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------|----------------------------|
| Independiente:<br><br>Laboratorio de procesos - Ingeniería Agroindustrial | Operaciones y sistemas que sirven como herramienta en los procesos agroindustriales.                                                                                                           | Procesos     | Horno Giratorio                               | Recolección de datos       |
|                                                                           |                                                                                                                                                                                                |              | Controlador de Temperatura                    | Pruebas y Encuesta         |
| Dependiente:<br><br>Sistema Eléctrico y Electrónico                       | Conjunto de medios y elementos útiles para la generación, el transporte y la distribución de la energía eléctrica. Este conjunto está dotado de mecanismos de control, seguridad y protección. | Protecciones | Protección adecuada del sistema eléctrico.    | Manuales<br>Hojas de datos |
|                                                                           |                                                                                                                                                                                                | Conductores  | Selección adecuada de conductores eléctricos. | Manuales<br>Hojas de datos |

Tabla 1.- Operacionalización de variables.

Elaborado: Autores.

## 2.6. Procedimientos

Para el desarrollo del proyecto, se requirió seguir una serie de etapas, que en conjunto cumplirían con el objetivo planteado. Cada uno desempeña una función específica y siendo así de apoyo para la siguiente etapa, haciendo que el sistema implementado sea funcional.

- Inspección visual de las instalaciones de laboratorio de procesos.
- Analizar los inconvenientes y problemas que ocasionan el mal funcionamiento de las máquinas del laboratorio de procesos.

- Observar y valorar los dispositivos eléctricos y electrónicos que tengan que ser reemplazados.
- Propuesta de solución y mantenimiento del laboratorio de procesos.
- Aplicación del plan de mejoras en el laboratorio de procesos.

### **2.6.1. Propuesta de solución y mantenimiento del laboratorio**

#### **2.6.1.1. Análisis de las instalaciones y propuesta de solución**

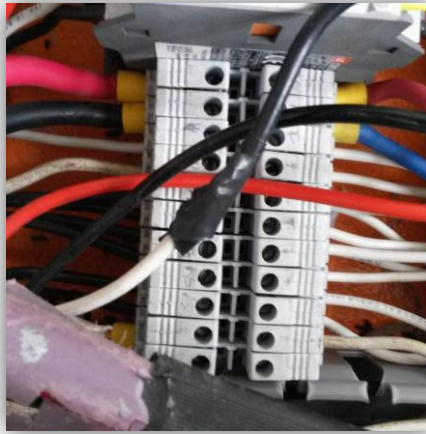
Después de un análisis se pudo determinar las causas de las fallas que presentaban las instalaciones eléctricas del laboratorio. A continuación, se muestra una información más detallada:

**Tablero eléctrico.-** El tablero eléctrico realiza una función esencial para satisfacer las necesidades de seguridad de los bienes y personas, como también de la disponibilidad de la energía eléctrica.



**Figura 4.-** Tablero eléctrico.

**Fuente:** Autores.



**Figura 5.-** Bornes del tablero de control.  
**Fuente:** Autores.

**Análisis**

Se puede observar que el tablero esta sin tapa, los aislamientos de los conductores no tienen sus colores normativos por lo que causa confusión y equivocación de los cables fase, neutro y tierra. Los interruptores no presentan identificación por lo que puede causar un manejo descuidado y peligroso de los circuitos electricos.

También presentan una inadecuada protección la cual alimenta el tablero y representa un alto riesgo para el operador, se observa también que el tablero no cuenta con tapas en las canaletas, las borneras para las conexiones de contactores y los disyuntores no cuentan con terminales de conexión que garanticen un buen contacto; por este motivo existe un sobrecalentamiento de los cables o conductores.

| <b>Conductores para corriente alterna</b> |                                            |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <b>Función</b>                            | <b>Color de aislamiento</b>                |
| Neutro (Retorno)                          | Blanco o Gris claro                        |
| Puesta a tierra (Protección)              | Verde o sin forro                          |
| Fase                                      | Cualquier color diferente a los anteriores |

**Tabla 2.-** Colores normalizados para conductores.  
**Fuente:** Autores.

En cuanto a los conductores utilizados en la instalación del tablero de control como se puede observar en la Figura 5, no contaron con los criterios técnicos para

su elección, que ocasiono que estos se recalentaran y presenten secciones sin aislamiento o con perforaciones en el aislamiento lo que implica un riesgo eléctrico como un cortocircuito.

#### **Propuesta de solución**

- ✓ Se realiza el remplazo de la tapa del tablero.
- ✓ Se remplaza los conductores respetando la normativa de colores de aislamiento para facilitar su identificación de fase, neutro y tierra de acuerdo a la Tabla 2.
- ✓ Remplazo de cables ya que presentaban recalentamiento que implica que existe una sobrecarga o que la instalación es insuficiente para las actuales necesidades de consumo.
- ✓ Reemplazo de tapas y canaletas
- ✓ Se realizará un cambio total de conductores para las acometidas.



**Figura 6.-** Tablero de circuito de control realizado mejoras.

**Fuente:** Autores

**Circuito de mando de horno.**-Es el circuito que se encarga del accionamiento de los motores del horno.



**Figura 7.-** Conexiones circuito de mando del horno.

**Fuente:** Autores.



**Figura 8.-** Circuito de mando horno parte frontal.

**Fuente:** Autores.

### **Análisis**

Mediante una inspección visual del tablero del circuito de mando se observa que existe una incorrecta identificación de los seleccionadores y la señalización para el control de los motores que conforman el horno giratorio.



### Propuesta de solución

- ✓ Se agregan etiquetas en cada uno de los seleccionadores y señalizaciones del circuito de mando para su correcta identificación que relaciona con los motores que lo componen.



Figura 9.- Etiquetas circuito de mando.

Fuente: Autores.

- ✓ Se optimiza la acción de los motores de coche y turbina, siendo estos accionados de manera simultánea por un solo seleccionador, con su respectiva señalización, verde para ON y rojo para OFF.



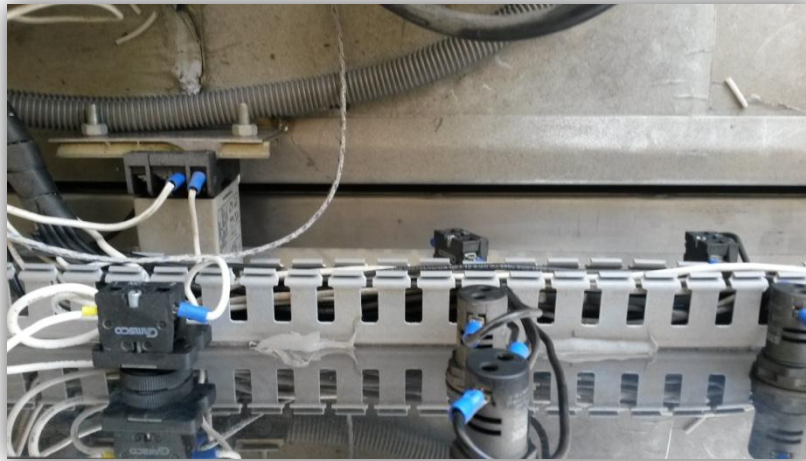
Figura 10.- Botones de encendido de motores de coche y turbina.

Fuente: Autores.

- ✓ El botón mostrado en la Figura 11, es el que enciende el controlador de temperatura ubicado en la parte izquierda, al momento de ser accionado.



**Figura 11.-** Botón de encendido de controlador de temperatura.  
**Fuente:** Autores.



**Figura 12.-** Ubicación de los cables del circuito de mando en la canaleta.  
**Fuente:** Autores.

**Resistores del Horno.** - Representa la parte fundamental del horno ya que se encarga de calentar su interior.

Se observa que los conectores que acoplaban la red eléctrica con las bobinas o resistores que calientan el horno se encuentran en mal estado.



**Figura 13.-** Ubicación trasera de los resistores en el interior del horno.  
**Fuente:** Autores.

#### **Análisis**

Se observa claramente que la conexión presenta un alto nivel de desgaste tanto del conductor como de su aislamiento.



**Figura 14.-** Mal estado de las conexiones del resistor del horno.  
**Fuente:** Autores.



**Figura 15.-** Desgaste en conexiones de los resistores.

**Fuente:** Autores.

#### **Propuesta de solución**

- ✓ Se reemplaza los terminales de conexión.



**Figura 16.-** Reemplazo de terminales de conexión de los resistores.

**Fuente:** Autores.

- ✓ Se utiliza un aislante especial que cumpla con las condiciones de temperatura de los resistores.



**Figura 17.-** Aislamiento de los terminales de conexión.

**Fuente:** Autores.

**Sistema de refrigeración.** -La refrigeración es un proceso que consiste en bajar o mantener el nivel de calor de un cuerpo o un espacio. Considerando que realmente el frío no existe y que debe hablarse de mayor o menor cantidad de calor o de mayor o menor nivel térmico, refrigerar es un proceso termodinámico en el que se extrae calor del objeto considerado, y se lleva a otro lugar capaz de admitir esa energía térmica sin problemas o con muy pocos problemas.



**Figura 18.-** Refrigerador 1.

**Fuente:** Autores.

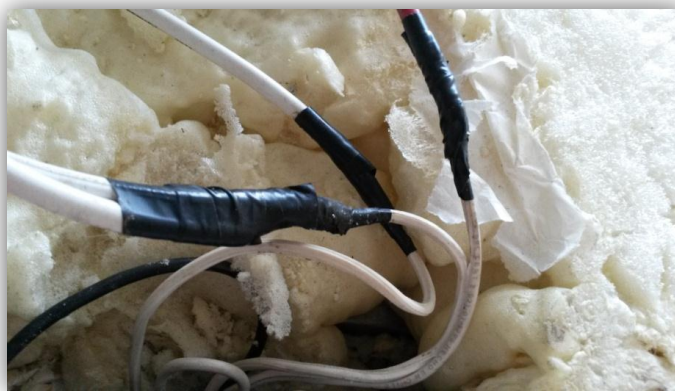


**Figura 19.-** Refrigerador 2.

**Fuente:** Autores.

#### **Análisis**

Se observó en el momento de la inspección que el refrigerador 1 no funcionaba, por lo que se verificó con el multímetro en varias secciones de los conductores y circuitos internos del refrigerador y se determinó que este presentaba un cortocircuito. En cuanto al refrigerador 2, este presentaba empalmes en mal estado y mal realizados, por ese motivo presentaba calentamiento excesivo lo que causaba su mal funcionamiento.



**Figura 20 .-** Empalmes mal realizados y en mal estado.

**Fuente:** Autores.



**Figura 21.-** Verificación cable de alimentación en cortocircuito.  
**Fuente:** Autores.



**Figura 22.-** Adaptador a la red eléctrica.  
**Fuente:** Autores.

También se pudo observar que el adaptador a la red eléctrica estaba el mal estado como se ve en la Figura 22.

### Propuesta de solución

- ✓ Se reemplazó el cable de calibre 12 AWG por uno de calibre 10 AWG según datos técnicos.
- ✓ Se reemplazó el adaptador de red eléctrica.



Figura 23.- Adaptador.

Fuente: Autores.



Figura 24.- Cable cortocircuitado.

Fuente: Autores.





**Figura 25.-** Empalme y aislamiento cable calibre 10AWG.

**Fuente:** Autores.



**Figura 26.-** Refrigerador 1 en funcionamiento.

**Fuente:** Autores.

### **Control ON-OFF de temperatura del horno giratorio**

Un controlador ON-OFF opera sobre la variable manipulada solo cuando la temperatura cruza la temperatura deseada setpoint<sup>1</sup>. La salida tiene solo dos estados, completamente activado (ON) y completamente desactivado (OFF). Un estado es usado cuando la temperatura está en cualquier lugar sobre el valor deseado y el otro estado es usado cuando la temperatura está en cualquier punto debajo de la temperatura deseada setpoint.

---

<sup>1</sup> setpoint (el valor de temperatura a la que se quiere llegar y mantener)

En la Figura 27 se puede apreciar el comportamiento de la variable de temperatura contra el tiempo en el control. La temperatura oscila alrededor del setpoint que en este caso se fijó en 28 grados centígrados. Cuando está "ON" los resistores de horno están encendidos y cuando está "OFF", estos se apagan.

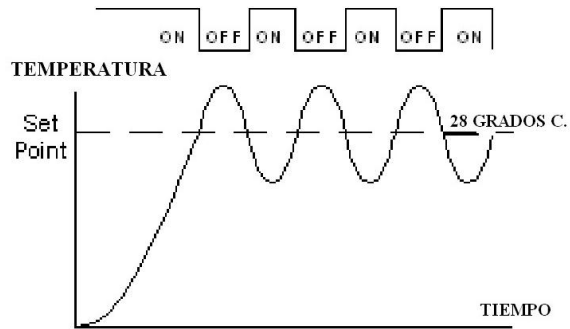


Figura 27.- Control ON-OFF de temperatura del horno.  
Fuente: puntoflotante.net.

A continuación podemos observar una representación de proceso de calentamiento del horno:

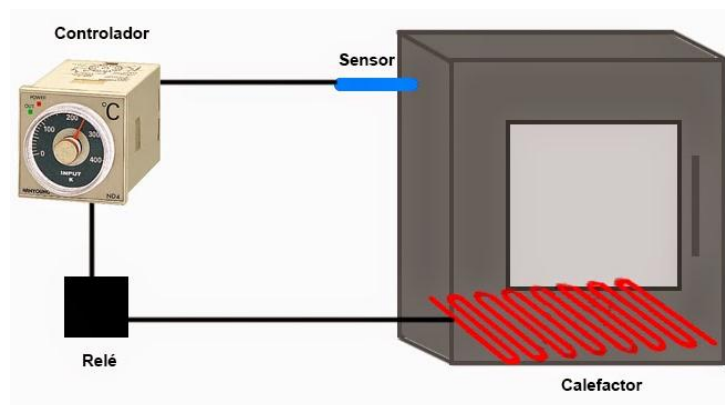


Figura 28.- Controlador de temperatura del horno.  
Fuente: ciisa.

## Proceso de calentamiento y enfriamiento de los resistores en el horno

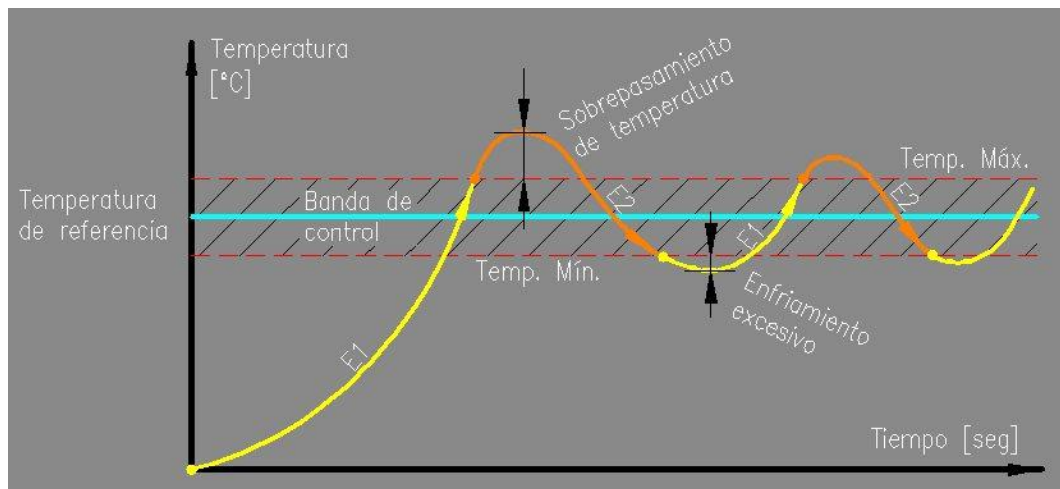


Figura 29.- Calentamiento y enfriamiento de resistores en función del tiempo.

Fuente: yo ingeniería.

La razón de ser de este tipo de control es determinar en qué momento se deben tener energizados los resistores. Podemos decir lo siguiente:

- Si la temperatura está ascendiendo y se encuentra por debajo del límite superior de la banda de control, entonces se deben mantener activados los resistores.
- Si la temperatura excede del límite superior de la banda de control los resistores se desactivan.
- Si la temperatura está descendiendo y toca el límite inferior de la banda de control, los resistores se deben activar, hasta que el incremento de temperatura toque el límite superior de la banda de control y todo vuelva a empezar.

Este control ON-OFF hace que haya sobrepasamientos y la temperatura fluctúe levemente por fuera de la banda de control dado que la inercia de los sistemas físicos y en particular de la temperatura siempre está presente. (yo ingeniería, 2016)

### Estados del proceso

Con la ayuda del gráfico de la curva de la temperatura en función del tiempo de la Figura 29, se pueden definir diferentes estados del proceso de calentamiento dependiendo del valor de la temperatura con respecto a la banda de control:

- Definimos un estado E0, de "Reposo".
- Si la temperatura de proceso está por debajo de la temperatura máxima de la banda de control podemos definir el estado de proceso E1, "Calentamiento".
- Si la temperatura de proceso está por encima de la temperatura mínima de la banda de control podemos definir el estado de proceso E2, "Espera".
- Definimos un estado E3, de "Enfriamiento".

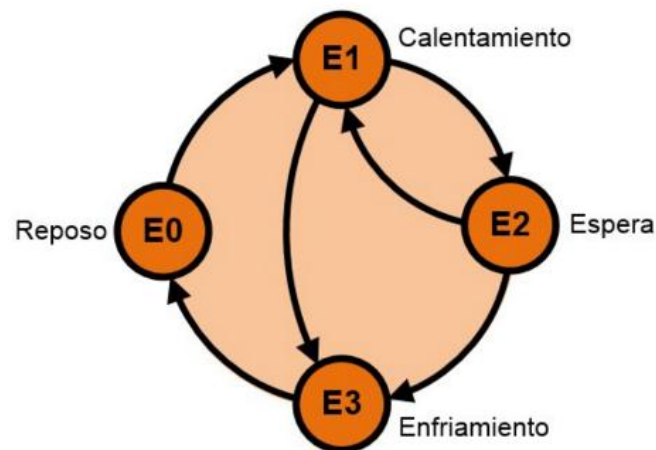


Figura 30.- Transición de estados del horno.  
Fuente: yo ingeniería.

### Transiciones entre estados del horno

Una vez definidos los estados se debe definir qué es lo que se necesita para cambiar entre los diferentes estados. En este caso es tan simple como útil.

- **Transición E0/E1:** Pulsador de inicio de proceso.
- **Transición E1/E2:** Temperatura de proceso mayor al límite superior de temperatura de la banda de control.

- **Transición E 2/E 1:** Temperatura de proceso menor al límite inferior de temperatura de la banda de control.
- **Transiciones E 1/E 3 y E 2/E 3:** Fin del proceso, a través de la finalización de un temporizado, por ejemplo.
- **Transición E 3/E 0:** temperatura de proceso menor a 25°C, por ejemplo.

A partir de este diagrama, se observa el proceso que realiza en controlador de temperatura del horno del laboratorio.

### 2.6.2. Comprobación de Hipótesis

#### Análisis estadístico

Los resultados obtenidos de las preguntas de la 7 a la 10 nos permitieron obtener la frecuencia y el porcentaje de las respuestas de los estudiantes en cuanto a la opinión sobre el estado de los equipos del laboratorio actualmente.

| ESTADO ACTUAL DE LOS EQUIPOS (Items 7-10) |            |            |                   |                      |
|-------------------------------------------|------------|------------|-------------------|----------------------|
|                                           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
| Bueno                                     | 11         | 28,9       | 28,9              | 28,9                 |
| Muy Bueno                                 | 25         | 65,8       | 65,8              | 94,7                 |
| Excelente                                 | 2          | 5,3        | 5,3               | 100,0                |
| Total                                     | 38         | 100,0      | 100,0             |                      |

Tabla 3.- Tabla de frecuencias.

Fuente: Autores.

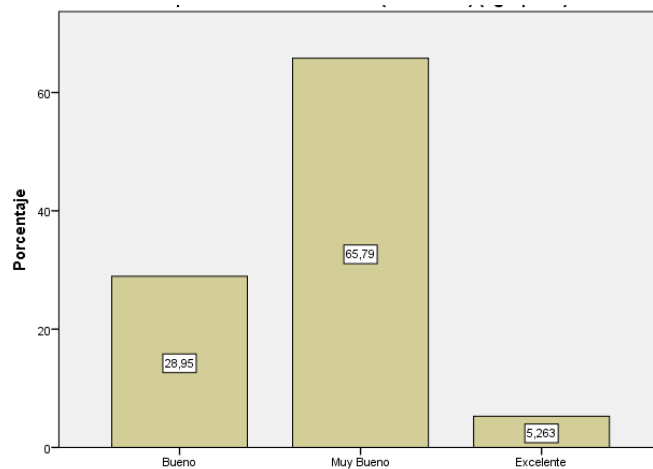


Figura 31.- Porcentajes representados en gráfico de barras.

Fuente.- Autores.

## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS

- El 78.95 % opina que el funcionamiento de los equipos de laboratorio de procesos depende de los materiales eléctricos utilizados en su instalación.
- El 81.58 % de los estudiantes encuestados cree que para que no ocurra ningún incidente eléctrico en los equipos es necesario tomar en cuenta una posible expansión de las instalaciones eléctricas en un futuro y que se debe realizar un mantenimiento regular de los equipos del laboratorio.
- La mayoría de los estudiantes que hacen uso del laboratorio opinan que con las mejoras realizadas en el laboratorio de agroindustrial, se mejoraran las prácticas y la investigación.
- El análisis estadístico de los datos obtenidos se comprobó a través del software SPSS Statistics, que nos permite medir actitudes y conocer el grado de satisfacción del encuestado con respecto al estado actual del laboratorio de procesos en la escuela de ingeniería agroindustrial.
- Se pudo constatar con los datos obtenidos, que los estudiantes se sienten muy satisfechos por la repotenciación de los equipos del laboratorio tan importantes como son el horno y los refrigeradores.

## C A P Í T U L O I V

### 4. D I S C U S I Ó N

Los hornos y refrigeradores son esenciales en cualquier laboratorio de procesos agroindustriales; pero como todo equipo necesita de un mantenimiento ya que con el correr de los años su vida útil y su rendimiento empieza a disminuir.

Para su funcionamiento, estos requieren las siguientes provisiones como son: la acometida eléctrica con puesta a tierra de acuerdo a los requerimientos de voltaje y frecuencia del equipo. En general, dependiendo de su capacidad, pueden conseguirse en diferentes tipos que funcionan con 110 y 220  $V_{AC}$  a 60 Hz. Debe preverse que las acometidas eléctricas cumplan con las normativas eléctricas nacionales o internacionales que utilice el laboratorio.

Los hornos y refrigeradores son equipos que en general no son muy exigentes desde la perspectiva de mantenimiento, aunque sí lo son, con relación a la alimentación eléctrica. Si se conectan a instalaciones eléctricas de buena calidad y se verifica que tengan buena ventilación alrededor del equipo, pueden funcionar años sin demandar servicios técnicos. Se describen a continuación las rutinas de mantenimiento más comunes.

Su aplicabilidad es determinada por las características específicas de cada equipo:

#### **Inspección de condiciones ambientales**

Se evalúa las condiciones del ambiente en las que se encuentra el equipo. Los aspectos que se recomienda evaluar son: humedad, exposición a vibraciones mecánicas, presencia de polvo, seguridad de la instalación y temperatura.

#### **Limpieza integral externa.**

Eliminar cualquier tipo de suciedad, desechos, polvo, hongos, etc., en las partes externas que componen al equipo, mediante los métodos adecuados según corresponda. Esto podría incluir:

- Limpieza de superficie externa utilizando limpiador de superficies líquido, lija, etc.
- Limpieza de residuos potencialmente infecciosos utilizando sustancias desinfectantes como bactericidas no residuales ni corrosivas.

#### **Inspección externa del equipo.**

Examinar o reconocer atentamente el equipo, accesorios que se encuentran a la vista, sin necesidad de quitar partes, tapas, etc., tales como mangueras, conector de alimentación, para detectar signos de corrosión, impactos físicos, desgastes, vibración, sobrecalentamiento, roturas, fugas, partes faltantes, o cualquier signo que obligue a sustituir las partes afectadas o a tomar alguna acción pertinente al mantenimiento.

#### **Limpieza integral interna**

Al igual que la limpieza externa se eliminara cualquier tipo de suciedad, desechos, polvo, hongos, en las partes internas que componen el equipo, mediante los métodos adecuados según corresponda. Los tipos de limpieza que se podría incluir:

- Limpieza de superficie interna utilizando limpiador de superficies líquido, lija, limpiador de superficies en pasta, etc.
- Limpieza de residuos potencialmente infecciosos utilizando sustancias desinfectantes como bactericidas no residuales ni corrosivas.
- Limpieza de tabletas electrónicas, contactos eléctricos, conectores, utilizando limpiador de contactos eléctricos, aspirador, brocha, etc.



### **Inspección interna**

Examinar o reconocer atentamente las partes internas del equipo y sus componentes, para detectar signos de corrosión, impactos físicos, desgastes, vibración, sobrecalentamiento, roturas, fugas, partes faltantes, o cualquier signo que obligue a sustituir las partes afectadas o a tomar alguna acción pertinente al mantenimiento.

### **Lubricación**

Lubricación de motores, bisagras y cualquier otro mecanismo que lo necesite. Puede ser realizado en el momento de la inspección, y deben utilizarse los lubricantes recomendados por el fabricante o sus equivalentes.

### **Reemplazo de partes defectuosas**

La mayoría de los equipos tienen partes diseñadas para desgastarse durante el funcionamiento del equipo. Por ejemplo pueden ser los empaques, los dispositivos protectores, los carbones, etc. El reemplazo de estas partes es un paso esencial del mantenimiento preventivo, y puede ser realizado en el momento de la inspección.

### **Revisión de seguridad eléctrica**

La realización de esta prueba, dependerá del grado de protección que se espera del equipo en cuestión.

### **Pruebas funcionales completas**

Además de las pruebas de funcionamiento realizadas en otras partes de la rutina, es importante poner en funcionamiento el equipo en conjunto con el operador, en todos los modos de funcionamiento que éste posea, lo cual además de detectar posibles fallas en el equipo, promueve una mejor comunicación entre el técnico y el operador, con la consecuente determinación de fallas en el proceso de operación por parte del operador o del mismo técnico.

### **Ajuste y calibración**

En el mantenimiento preventivo es necesario ajustar y calibrar los equipos. Para esto deberá tomarse en cuenta lo observado anteriormente en la inspección externa e interna del equipo, realizar mediciones de los parámetros más importantes de éste, de modo que éste sea acorde a normas técnicas establecidas, especificaciones del fabricante o cualquier otra referencia. Luego de esto debe realizarse la calibración que se estime necesaria, poner en funcionamiento el equipo y realizar la medición de los parámetros correspondientes, estas dos actividades serán necesarias hasta lograr que el equipo no presente signos de desajuste.

El mantenimiento preventivo es un procedimiento periódico para minimizar el riesgo de fallo y asegurar la continua operación de los equipos, logrando de esta manera extender la vida útil de los equipos.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

Al terminar la presente investigación se concluye lo siguiente:

- ✓ Con la repotenciación del laboratorio de procesos de Ingeniería Agroindustrial se aplicó en gran parte los conocimientos de electrónica e instalaciones eléctricas, adquiridos en el transcurso de la carrera, para así poder poner en funcionamiento equipos de gran importancia como es el horno eléctrico y el sistema de refrigeración, dejando un aporte valioso para la propia Institución.
- ✓ En el horno eléctrico se identificó problemas en el circuito de control y potencia debido al mal diseño de funcionamiento dando lugar a la realización de un nuevo diseño de control y potencia. También se hizo el estudio de cada elemento que conforma tanto el circuito de control como el de potencia para conocer su funcionalidad y posterior reemplazo como es el caso del calibre del conductor de 14 AWG a 10 AWG ya que este cumple las condiciones eléctricas.
- ✓ En el sistema de refrigeración se encontró instalaciones en corto circuito y circuito abierto los cuales ocasionaban daños frecuentes, por lo que se sustituyó las secciones en malas condiciones y sin aislamiento realizando las instalaciones necesarias para la debida protección del funcionamiento del equipo.
- ✓ En el horno eléctrico Se configuro parámetros del controlador de temperatura del horno eléctrico para que funcione acorde a las necesidades.

## 5.2. Recomendaciones

Luego de haber realizado las conclusiones de la investigación se proponen las siguientes recomendaciones:

- ✓ Para una futura expansión o incremento de equipos en el laboratorio se recomienda incrementar el número de circuitos independientes con su respectiva protección, siendo determinada esta de acuerdo a las características eléctricas de los equipos.
- ✓ Realizar un mantenimiento frecuente de los equipos del laboratorio, que permitirá así tener un funcionamiento correcto y por supuesto extender su vida útil.
- ✓ Para futuras prácticas, en el caso del horno, se recomienda siempre tener en cuenta a que temperatura se desea trabajar, dado que al excederse de la misma ocurrirán daños innecesarios.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- [1]. *Area Tecnología*. (s.f.). Recuperado el 05 de Noviembre de 2016, de <http://www.areatecnologia.com/electricidad/contactor.html>
- [2]. *EducaLAB*. (s.f.). Recuperado el 03 de Noviembre de 2016, de <http://platea.pntic.mec.es/~pcastela/tecnodocumentos/apuntes/rele.pdf>
- [3]. *Endesa Educa*. (s.f.). Recuperado el 05 de Noviembre de 2016, de [http://www.endesaeduca.com/Endesa\\_educa/recursos-interactivos/conceptos-basicos/iii.-los-circuitos-electricos](http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/conceptos-basicos/iii.-los-circuitos-electricos)
- [4]. Grupo Condumex. (1 de Marzo de 2009). Manual técnico de instalaciones eléctricas en baja tensión. México, D.F., México.
- [5]. Instituto de Educación Secundaria Andrés de Vandelvira. (1 de Noviembre de 2011). Sistemas Automáticos de Producción Alimentaria. Albacete, España.
- [6]. Lagunas Marqués, A. (2001). *Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión - Comerciales e Industriales*. España: Paraninfo S.A.
- [7]. Oasis, K. O. (28 de Abril de 2016). *Kevin Orlando Oasis*. Recuperado el 05 de Noviembre de 2016, de <https://kevinorlandoasis.wordpress.com/2016/04/28/estaciones-botones-de-control/>
- [8]. *Revista Digital INESEM*. (s.f.). Recuperado el 03 de Noviembre de 2016, de <http://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/funcionamiento-de-los-tres-tipos-de-reles-mas-utilizados/>
- [9]. Roldán Vilorio, J. (2001). *Manual de mantenimiento de instalaciones*. España: Ediciones Paraninfo.
- [10]. Vaello, J. R. (s.f.). *Automatismo Industrial*. Recuperado el 05 de Noviembre de 2016, de <https://automatismointustrial.com/3-2-3-caja-general-de-proteccion/>

## INTERNET

- <http://electronikat.blogspot.com/2015/06/placa-stm32f4-discovery.html>
- <https://www.youtube.com/watch?v=Xh9OnMOdwkQ>
- <https://www.youtube.com/watch?v=QluOCS40Epc>
- <https://www.youtube.com/watch?v=i8ezjQEJ9wk>
- <https://www.youtube.com/watch?v=D0Km34HGN00>
- <https://www.youtube.com/watch?v=Op6iY5OeE14&t=15s>
- [https://www.youtube.com/watch?v=-aEjf\\_L\\_14A](https://www.youtube.com/watch?v=-aEjf_L_14A)
- <https://www.youtube.com/watch?v=X98QMpEWBcl>
- <https://es.scribd.com/doc/6146216/REG-LAMENTO-TECNICO-DE-INSTALACIONES-ELECTRICAS>
- <https://www.youtube.com/watch?v=kzlx7hgp0>

## 7. ANEXOS

Anexo 1.- Inspección visual del refrigerador.



Anexo 2.- Reemplazo de componentes en mal estado de los resistores del horno.



**Anexo 3.- Interior de horno donde se encuentra el coche y turbina.**





Anexo 4.- Datasheet Controlador de temperatura MT-622 Ri



1 - DESCRIPCIÓN

El MT-622Ri es un controlador de temperatura que utiliza como sensor un termopar tipo J, tiene dos salidas para el control de temperatura y el buzzer interno. También tiene un temporizador que puede funcionar en diferentes modos, activado por entradas digitales, lo que indica el momento de la finalización de uno o dos procesos.

La primera etapa puede utilizar un modo de precalentamiento cíclico, y la segunda etapa puede funcionar como alarma, timer cíclico, o indicación de final de proceso. También es posible utilizar 5 recetas configurables, que permite cambiar rápidamente los valores para el setpoint de la temperatura y la histéresis de la primera etapa y el tiempo de procesamiento.

2 - APLICACIONES

- Fritonas
- Hornos

3 - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Alimentación: MT-622Ri - 115/230 Vac ± 10% (50/60 Hz)
- Resolución: 1°C / 1°F
- Dimensiones: 71 x 28 x 71 mm
- Temperatura de operación: 0 a 50 °C / 32 a 122°F
- Humedad de operación: 0 a 90% UR (sin condensación)
- Corriente por salida: OUT 1 - 16(A) / 250 Vac 1HP - 4000W
- Sensor: Termopar tipo J (vendido separadamente)

4 - CONFIGURACIONES

4.1 - Ajuste de la temperatura de control (SETPOINT) y tiempo de proceso

Si es configurado para no utilizar recetas (F03=0):  
 - Mantenga presionada la tecla **[F01]** por dos segundos, hasta que aparezca el mensaje **[SEE]**;  
 - Entonces aparecerá el mensaje **[SP 1]** y será posible el ajuste del setpoint de la etapa 1;  
 - Utilice las teclas **[V]** y **[A]** para alterar el valor, y presione **[ENT]** para confirmar.  
 A seguir será posible efectuar el ajuste del setpoint de la etapa 2 **[SP 2]** y el tiempo de proceso **[T 1]**.

Nota 1: El ajuste del setpoint de la etapa 2 solo puede ser configurado si estuviera ajustado para actuar como termostato (F03=0 o 1).  
 Nota 2: Si F03=4, será posible establecer un tiempo de proceso para cada temporizador, identificado por el mensaje **[T 1]** y **[T 2]**.

Si es configurado para utilizar recetas (F03=1):  
 Cada receta puede ser configurada para utilizar valores distintos para el setpoint, histéresis de la etapa 1 y el tiempo de proceso. Para seleccionar la receta:

- Mantenga presionada la tecla **[F01]** por dos segundos, hasta que aparezca el mensaje **[SEE]** y **[SP 1]**;
- Entonces aparecerá la receta actualmente seleccionada.
- Utilice las teclas **[V]** o **[A]** para seleccionar cual de las 5 recetas será utilizada:  
**[F 1]** - Receta 1;  
**[F 2]** - Receta 2;  
**[F 3]** - Receta 3;  
**[F 4]** - Receta 4;  
**[F 5]** - Receta 5.  
 Para confirmar la selección, presione **[ENT]**.

A seguir será posible efectuar el ajuste del setpoint de la etapa 2 **[SP 2]**, caso esté configurado para funcionar como termostato (F03=0 o 1).

Nota 1: Los valores de las funciones de cada receta son configurados en el menú de parámetros.  
 Nota 2: Las recetas configuran solo el tiempo en primer contador. Si F03=4, se puede configurar manualmente solo el valor del **[T 2]**.

4.2 - Alteración de los parámetros

- Ingresa a la función F01 presionando simultáneamente las teclas **[V]** y **[A]** por 2 segundos hasta aparecer **[F 01]**, volviendo rápidamente. Aparecerá **[F 01]**, presione **[ENT]** (toque corto).
- Utilice las teclas **[V]** o **[A]** para entrar con el código de acceso (123); cuando está pronto, presione **[ENT]**.
- Utilice las teclas **[V]** o **[A]** para ingresar a la función deseada.
- Después de seleccionar la función, presione **[ENT]** (toque corto) para visualizar el valor configurado para aquella función.
- Utilice las teclas **[V]** o **[A]** para alterar el valor y, cuando este pronto, presione **[ENT]** para memorizar el valor configurado y retornar al menú de funciones.
- Para salir del menú y retornar a la operación normal (indicación de la temperatura) presione **[ENT]** (toque largo) hasta aparecer **[---]**.

4.3 - Tabla de parámetros

| Fun | Descripción                                      | CELSIUS |     |          |        | FAHRENHEIT |     |          |        |
|-----|--------------------------------------------------|---------|-----|----------|--------|------------|-----|----------|--------|
|     |                                                  | Min     | Max | Unid     | Presio | Min        | Max | Unid     | Presio |
| F01 | Código de Acceso (123)                           | -       | -   | -        | -      | -          | -   | -        | -      |
| F02 | Desplazamiento de indicación (offset)            | -10     | 10  | °C       | 0      | -18        | 18  | °F       | 0      |
| F03 | Utilizar recetas en la 1ra etapa                 | 0       | 1   | -        | 0      | 0          | 1   | -        | 0      |
| F04 | Setpoint de operación de la 1ra etapa (rc1)      | -50     | 600 | °C       | -50    | -58        | 900 | °F       | -58    |
| F05 | Setpoint de operación de la 2da etapa (rc2)      | -50     | 600 | °C       | -50    | -58        | 900 | °F       | -58    |
| F06 | Setpoint de operación de la 3ra etapa (rc3)      | -50     | 600 | °C       | -50    | -58        | 900 | °F       | -58    |
| F07 | Setpoint de operación de la 4ta etapa (rc4)      | -50     | 600 | °C       | -50    | -58        | 900 | °F       | -58    |
| F08 | Setpoint de operación de la 5ta etapa (rc5)      | -50     | 600 | °C       | -50    | -58        | 900 | °F       | -58    |
| F09 | Diferencial de control de la 1ra etapa (rc1) (*) | 1       | 40  | °C       | 1      | 1          | 104 | °F       | 2      |
| F10 | Diferencial de control de la 2da etapa (rc2)     | 1       | 40  | °C       | 1      | 1          | 104 | °F       | 2      |
| F11 | Diferencial de control de la 3ra etapa (rc3)     | 1       | 40  | °C       | 1      | 1          | 104 | °F       | 2      |
| F12 | Diferencial de control de la 4ta etapa (rc4)     | 1       | 40  | °C       | 1      | 1          | 104 | °F       | 2      |
| F13 | Diferencial de control de la 5ta etapa (rc5)     | 1       | 40  | °C       | 1      | 1          | 104 | °F       | 2      |
| F14 | Tiempo de proceso (rc1)                          | 1       | 999 | seg./min | 5      | 1          | 999 | seg./min | 5      |

|     |                                                        |     |     |          |     |     |     |          |     |
|-----|--------------------------------------------------------|-----|-----|----------|-----|-----|-----|----------|-----|
| F15 | Tiempo de proceso (rc2)                                | 1   | 999 | seg./min | 5   | 1   | 999 | seg./min | 5   |
| F16 | Tiempo de proceso (rc3)                                | 1   | 999 | seg./min | 5   | 1   | 999 | seg./min | 5   |
| F17 | Tiempo de proceso (rc4)                                | 1   | 999 | seg./min | 5   | 1   | 999 | seg./min | 5   |
| F18 | Tiempo de proceso (rc5)                                | 1   | 999 | seg./min | 5   | 1   | 999 | seg./min | 5   |
| F19 | Base de tiempo del temporizador                        | 0   | 1   | -        | 1   | 0   | 1   | -        | 1   |
| F20 | Modo de operación de la 1ra etapa                      | 0   | 2   | -        | 1   | 0   | 2   | -        | 1   |
| F21 | Máximo setpoint permitido al usuario final (1ra etapa) | -50 | 600 | °C       | -50 | -58 | 900 | °F       | -58 |
| F22 | Máximo setpoint permitido al usuario final (2da etapa) | -50 | 600 | °C       | 600 | -58 | 900 | °F       | 900 |
| F23 | Datado mínimo para reanunciar salida de la 1ra etapa   | 0   | 999 | seg.     | 0   | 0   | 999 | seg.     | 0   |
| F24 | Temperatura para finalizar el pre-calentamiento        | -50 | 600 | °C       | 60  | -58 | 900 | °F       | 140 |
| F25 | Base de tiempo utilizada en el pre-calentamiento       | 0   | 3   | -        | 0   | 0   | 3   | -        | 0   |
| F26 | Tiempo conectado del pre-calentamiento                 | 1   | 999 | seg./min | 1   | 1   | 999 | seg./min | 1   |
| F27 | Tiempo de conectado del pre-calentamiento              | 1   | 999 | seg./min | 1   | 1   | 999 | seg./min | 1   |
| F28 | Tiempo mínimo de delay (F03=1)                         | 1   | 999 | min.     | 5   | 1   | 999 | min.     | 5   |
| F29 | Modo de operación de la 2da etapa                      | 0   | 10  | -        | 1   | 0   | 10  | -        | 1   |
| F30 | Máximo setpoint permitido al usuario final (3ra etapa) | -50 | 600 | °C       | -50 | -58 | 900 | °F       | -58 |
| F31 | Máximo setpoint permitido al usuario final (4ta etapa) | -50 | 600 | °C       | 600 | -58 | 900 | °F       | 900 |
| F32 | Diferencial de control (histéresis) de la 3ra etapa    | 1   | 20  | °C       | 1   | 1   | 36  | °F       | 2   |
| F33 | Datado mínimo para reanunciar salida de la 2da etapa   | 0   | 999 | seg.     | 0   | 0   | 999 | seg.     | 0   |

|     |                                                                 |       |     |          |       |       |     |          |       |
|-----|-----------------------------------------------------------------|-------|-----|----------|-------|-------|-----|----------|-------|
| F34 | Tiempo de inhibición de la alarma al cancelar el controlador    | 0     | 999 | min.     | 0     | 0     | 999 | min.     | 0     |
| F35 | Tiempo de ALARM/NOTIFICAR conectado                             | 1     | 999 | seg./min | 1     | 1     | 999 | seg./min | 1     |
| F36 | Tiempo de ALARM/NOTIFICAR desconectado                          | 0     | 999 | seg./min | 1     | 0     | 999 | seg./min | 1     |
| F37 | Tiempo de reiniciación de la alarma cuando inhibido manualmente | [RC1] | 999 | min.     | [RC2] | [RC3] | 999 | min.     | [RC3] |
| F38 | Base de tiempo del timer cíclico                                | 0     | 3   | -        | 0     | 0     | 3   | -        | 0     |
| F39 | Tiempo para activar el timer cíclico de la 1ra etapa            | 0     | 999 | seg.     | 5     | 0     | 999 | seg.     | 5     |
| F40 | Modo de operación de la alarma (buzzer)                         | 0     | 2   | -        | 1     | 0     | 2   | -        | 1     |
| F41 | Punto de activación de la alarma (buzzer) (mínimo etapa)        | -50   | 600 | °C       | -50   | -58   | 900 | °F       | -58   |
| F42 | Punto de activación de la alarma (buzzer) (máximo etapa)        | -50   | 600 | °C       | 600   | -58   | 900 | °F       | 900   |
| F43 | Tiempo de alarma (buzzer) conectado                             | 0     | 999 | seg.     | 1     | 0     | 999 | seg.     | 1     |
| F44 | Tiempo de alarma (buzzer) desconectado                          | 0     | 999 | seg.     | 1     | 0     | 999 | seg.     | 1     |
| F45 | Tiempo de inhibición del buzzer al cancelar el controlador      | 0     | 999 | min.     | 0     | 0     | 999 | min.     | 0     |
| F46 | Tiempo de reiniciación del buzzer cuando inhibido manualmente   | [RC1] | 999 | min.     | [RC2] | [RC3] | 999 | min.     | [RC3] |
| F47 | Indicación y modo de visualización del proceso                  | 0     | 2   | -        | 2     | 0     | 2   | -        | 2     |
| F48 | Alerta automática de fin de proceso (buzzer)                    | 0     | 1   | -        | 1     | 0     | 1   | -        | 1     |
| F49 | Modo de operación de las entradas digitales                     | 0     | 4   | -        | 0     | 0     | 4   | -        | 0     |
| F50 | Intensidad del LED digital                                      | 0     | 3   | -        | 0     | 0     | 3   | -        | 0     |

4.4 - Descripción de los parámetros

F01 - Código de Acceso  
 Es necesario cuando se desea alterar los parámetros de configuración. Para visualizar solamente los parámetros ajustados no es necesario insertar este código

F02 - Desplazamiento de indicación (offset)  
 Permite compensar eventuales desvíos en la lectura de la temperatura, producto del cambio del sensor o alteración de la longitud del cable.

F03 - Utilizar recetas en la 1ra etapa  
 Permite configurar el controlador de forma a utilizar o no las recetas:

0 - No: Si es configurado de esta forma, el instrumento no utilizará los valores de las recetas en las rutinas de control. Para ello, serán utilizados el setpoint **[SP 1]** y el tiempo de proceso **[T 1]**, que son ajustados a través del menú de acceso facilitado. El diferencial de control a ser utilizado será el mismo de la receta 1, **[F 01]** "Diferencial de control de la 1ra etapa (rc1)".  
 El valor configurado en **[SP 1]** podrá ser ajustado entre **[F 21]** "Máximo setpoint permitido al usuario final (1ra etapa)" y **[F 22]** "Máximo setpoint permitido al usuario final (2da etapa)".  
 1 - Si: Si fuera configurado de esta forma, el instrumento utilizará en las rutinas de control los valores de setpoint, diferencial de control y tiempo de proceso de la receta que está activa.  
 La selección de la receta será efectuada a través del menú de acceso facilitado, de la misma forma que se ajusta el setpoint. Pero, el valor mostrado en el display será el nombre de la receta que está activa. Ejemplo: **[F 1]**.

F04 - Setpoint de operación de la 1ra etapa (rc1)  
 F05 - Setpoint de operación de la 2da etapa (rc2)  
 F06 - Setpoint de operación de la 3ra etapa (rc3)  
 F07 - Setpoint de operación de la 4ta etapa (rc4)  
 F08 - Setpoint de operación de la 5ta etapa (rc5)  
 Cada parámetro especifica la temperatura deseada para cada receta de la 1ra etapa.

F09 - Diferencial de control de la 1ra etapa (rc1) (\*)  
 F10 - Diferencial de control de la 2da etapa (rc2)  
 F11 - Diferencial de control de la 3ra etapa (rc3)  
 F12 - Diferencial de control de la 4ta etapa (rc4)  
 F13 - Diferencial de control de la 5ta etapa (rc5)  
 Cada parámetro especifica el diferencial de control para cada receta de la 1ra etapa

(\*) La función F09 será utilizada cuando F03=0 en conjunto con **[SP 1]** o cuando F03=1 en conjunto con setpoint **[F 1]**.

F14 - Tiempo de proceso (rc1)  
 F15 - Tiempo de proceso (rc2)  
 F16 - Tiempo de proceso (rc3)  
 F17 - Tiempo de proceso (rc4)  
 F18 - Tiempo de proceso (rc5)  
 Cada parámetro especifica el tiempo de duración del proceso para cada receta.

**F19 - Base de tiempo del temporizador**

Permite seleccionar que base de tiempo será utilizada para contar el tiempo de proceso

- 0 - Segundos
- 1 - Minutos

**F20 - Modo de operación de la 1ra etapa**

Permite configurar el modo de operación de la 1ra etapa

- 0 - Refrigeración: La 1ra etapa opera en modo de refrigeración. Para el control de temperatura, el instrumento utiliza una de las recetas seleccionadas o el setpoint y el tiempo ajustados. En este modo de control el instrumento permanecerá permanentemente operando la salida OUT1 de forma de mantener la temperatura deseada. El tiempo de proceso no interfiere en la desconexión de la salida OUT 1 al final del proceso. Es solamente indicado a través del mensaje [end] en el display y del accionamiento de la alarma sonora (BUZZER) interna.

- 1 - Calefacción: La 1ra etapa opera en modo de calefacción. Para el control de temperatura, el instrumento utiliza una de las recetas seleccionadas o el setpoint y el tiempo ajustados. En este modo de control el instrumento queda permanentemente operando la salida OUT 1 de forma a mantener la temperatura deseada. El tiempo de proceso no interfiere en la desconexión de la salida OUT 1 al final del proceso. Es solamente indicado a través del mensaje [end] en el display y del accionamiento de la alarma sonora (BUZZER) interna.

- 2 - Pre-Calentamiento /Calefacción: Ese modo de funcionamiento es semejante al modo de calefacción, pero, al conectar el controlador, es realizado un pre-calentamiento. Ese pre-calentamiento es efectuado afirmando el estado de la salida OUT 1. La cantidad de tiempo de cada ciclo que la salida permanece conectada y desconectada es configurada en las funciones F26 y F27. El controlador permanece en el modo de pre-calentamiento hasta alcanzar la temperatura configurada en F24 o alcanzar el tiempo configurado en F28. Al alcanzar la temperatura o el tiempo límite de pre-calentamiento, el controlador pasa a operar en el modo Calefacción. El aparato solamente realiza el pre-calentamiento al ser conectado.

**F21 - Mínimo setpoint permitido al usuario final(1ra etapa)**

**F22 - Máximo setpoint permitido al usuario final(1ra etapa)**

Límites electrónicos cuya finalidad es evitar que, por error, se regulen temperaturas exageradamente altas o bajas de setpoint.

**F23 - Retardo mínimo para reconectar la salida de la 1ra etapa** Es el tiempo mínimo en que la salida de la 1ra etapa permanecerá desconectada, o sea, el espacio de tiempo entre la última parada y la próxima partida.

Nota: Este tiempo solo será considerado después del término de tiempo de F26 y en el caso que F20=2.

**F24 - Temperatura para finalizar el pre-calentamiento**

Temperatura que la salida OUT 1 finaliza el pre-calentamiento y pasa a operar en el modo Calefacción. Para realizar el pre-calentamiento al conectar el controlador, F20 debe ser configurada (F20=2).

**F25 - Base de tiempo utilizada en el pre-calentamiento**

Permite configurar las bases de tiempo para conectar y desconectar la salida OUT 1 cuando está operando en el modo de pre-calentamiento. Las configuraciones posibles para tiempo conectada y tiempo desconectada son respectivamente:

- 0 - Segundos/Segundos;
- 1 - Segundos/Minutos;
- 2 - Minutos/Segundos;
- 3 - Minutos/Minutos.

**F26 - Tiempo conectado de pre-calentamiento**

Esta función sirve para ajustar el tiempo que el controlador permanecerá con la salida OUT 1 conectada cuando la 1ra etapa está en modo de pre-calentamiento.

**F27 - Tiempo desconectado de pre-calentamiento**

Esta función sirve para ajustar el tiempo que el controlador permanecerá con la salida OUT 1 desconectada cuando la 1ra etapa está en modo de pre-calentamiento.

**F28 -Tiempo máximo de ciclo (al F20 = 2)**

Esta función sirve como medida de seguridad para finalizar el modo de pre-calentamiento. Ella limita el tiempo máximo de operación del modo cíclico, caso la temperatura leída por el controlador no alcance el valor configurado en F24. Después de ese tiempo, el controlador pasa a operar en modo de calefacción, como un simple termostato, incluso sin alcanzar la temperatura configurada en F24.

**F29 - Modo de operación de la 2da etapa**

- 0 - Refrigeración
- 1 - Calefacción
- 2 - Alarma extra-rango
- 3 - Alarma extra-rango
- 4 - Alarma relativa a la primera etapa ([SP1] - F30 + [SP2] + F31), se consideran los valores absolutos de F30 y F31.
- 5 - Timer cíclico independiente
- 6 - Timer cíclico disparado por el setpoint de la 1ra etapa
- 7 - 1ra etapa vinculada al timer cíclico (timer inicia conexión)
- 8 - 1ra etapa vinculada al timer cíclico (timer inicia desconexión)
- 9 - Salida del timer cíclico conectada siempre que la salida de la 1ra etapa esté conectada
- 10 - Alarma de fin de proceso

Nota: Cuando F29=10, la salida OUT 2 es accionada en el final del proceso de acuerdo con los tiempos configurados en las funciones F35 y F36 (base de tiempo solamente en segundo).

**F30 - Mínimo setpoint permitido al usuario final(2da etapa)**

**F31 - Máximo setpoint permitido al usuario final(2da etapa)**

Límites electrónicos cuya finalidad es evitar que, por error, se regulen temperaturas exageradamente altas o bajas de setpoint. Cuando la 2da etapa es definida como alarma, los puntos de actuación son definidos en F36 y F37.

**F32 - Diferencial de control (histéresis) de la 2da etapa**

Es la diferencia de temperatura (histéresis) entre conectar y desconectar la salida de la 2da etapa.

**F33 - Retardo mínimo para reconectar la salida de la 2da etapa**

Es el tiempo mínimo en que la salida de la 2da etapa permanecerá desconectada, o sea, el espacio de tiempo entre la última parada y la próxima partida (solo al F29=0 o 1)

**F34 - Tiempo de inhibición de la alarma al conectar el controlador (F29= 2,3 o 4)**

Esta función sirve para inhibir la alarma durante un período de tiempo cuando el sistema aún no alcanzó la temperatura de trabajo.

**F35 - Tiempo de ALARMA/TIMER conectado**

Esta función sirve para ajustar el tiempo en que la salida de la 2da etapa permanecerá accionada caso esté configurada como alarma o timer.

**F36 - Tiempo de ALARMA/TIMER desconectado**

Esta función sirve para ajustar el tiempo en que la salida de la 2da etapa permanecerá desactivada caso esté configurada como alarma o timer. Para mantener la alarma siempre accionada, basta configurar "0" en esa función.

**F37 - Tiempo de reactivación de la alarma cuando inhibida manualmente**

Esta función configura la inhibición manual de la alarma. Caso entre en condición de alarma, puede ser inhibida manualmente presionando simultáneamente las teclas **▲** y **▶**.

Si es configurado un valor entre 1 y 999 minutos, cuando alcance una condición de alarma y sea inhibida manualmente, solo será activada nuevamente después de transcurrido ese tiempo. Caso sea seleccionado el modo automático ([AUTO]), la alarma, después de inhibida, solo será accionada si vuelve a la condición normal y retorna para la condición de alarma, sin límite de tiempo. Configurada con el valor 0, la inhibición manual es inhabilitada.

[AL] - Alarma vuelve a tocar cuando salga y retorne para la condición de alarma

[M] - Inhibición manual inhabilitada

[999] - Tiempo en que la salida de la alarma permanecerá inhibida (en minutos)

**F38 - Base de tiempo del timer cíclico (F29=5,6,7, 8 o 9)**

Caso la salida OUT 2 sea configurada como timer cíclico, la base de tiempo en que la salida permanecerá accionada y desactivada puede ser configurada como segundos o minutos.

La configuración de la base de tiempo accionada y desactivada es respectivamente:

0 - Segundos/Segundos

1 - Segundos/Minutos

2 - Minutos/Segundos

3 - Minutos/Minutos

**F39 - Tiempo para activación del timer cíclico de la 2da etapa**

Es el tiempo de atraso para activar el timer cíclico caso esté configurado para ser accionado por el setpoint de la 1ra etapa (F29=8).

**F40 - Modo de operación de la alarma sonora (buzzer)**

0 - Alarma extra-rango

1 - Alarma extra-rango

2 - Alarma relativa a la primera etapa ([SP1] - F41 + [SP2] + F42), se consideran los valores absolutos de F41 y F42.

**F41 - Punto de actuación de la alarma sonora (buzzer) (límite inferior)**

Es el valor inferior de temperatura para activación de la alarma del buzzer conforme el modo de operación seleccionado.

**F42 - Punto de actuación de la alarma (buzzer) (límite superior)**

Es el valor superior de temperatura para activación de la alarma del buzzer conforme el modo de operación seleccionado.

**F43 - Tiempo de alarma buzzer conectada**

Es el tiempo que la alarma (buzzer) permanecerá accionada (modo activo). Para deshabilitar la alarma sonora, ajústale el valor "0" para esta función.

**F44 - Tiempo de alarma (buzzer) desconectada**

Es el tiempo que la alarma (buzzer) permanecerá desconectada (modo inactivo). Para deshabilitar la alarma sonora, ajústale el valor "0" para esta función.

**F45 - Tiempo de inhibición de la alarma (buzzer) al conectar el controlador**

Es el tiempo que la alarma (buzzer) permanecerá desconectada, incluso en condición de alarma. Ese tiempo sirve para inhibir la alarma (buzzer) mientras el sistema aún no alcanzó las condiciones de trabajo.

**F46 - Tiempo de reactivación de la alarma (buzzer) cuando inhibida manualmente**

Esta función configura la inhibición manual de la alarma (buzzer). Caso entre en condición de alarma (buzzer), puede ser inhibida manualmente presionando simultáneamente las teclas **▼** y **▶**.

Si es configurado un valor entre 1 y 999 minutos, cuando el buzzer alcance una condición de alarma y sea inhibido manualmente, solo será activado nuevamente después de transcurrido ese tiempo. Caso sea seleccionado el modo automático ([AUTO]), la alarma (buzzer), después de inhibida, solamente será accionada si vuelve a la condición normal y retorna para la condición de alarma, sin límite de tiempo. Configurada con el valor 0, la inhibición manual es inhabilitada.

[AL] - Alarma (Buzzer) vuelve a tocar cuando salga y en caso que ocurra una nueva situación de alarma

[0] - Deshabilitado

[999] - Tiempo en que la alarma (buzzer) permanecerá inhibida (en minutos)

**F47 - Habilitación y modo de visualización del temporizador del proceso**

Esta función sirve para habilitar o inhabilitar el temporizador de proceso. Caso sea habilitado, puede ser configurado para, durante el proceso, exhibir la temperatura o tiempo restante. La elección de la información a ser exhibida cuando el temporizador sea accionado depende de la necesidad del usuario.

0 - Deshabilitado

1 - Durante el proceso muestra la temperatura

2 - Durante el proceso muestra el tiempo restante

**F48 - Alarma sonora en el fin del proceso (Buzzer)**

0 - Deshabilita buzzer para indicar el fin del proceso

1 - Habilita buzzer para indicar el fin del proceso

**F49 - Modo de operación de las entradas digitales**

Esta función permite configurar el modo de operación de las entradas digitales:

0 - DIG1 (START) y DIG2 (STOP) (1 temporizador):

La entrada digital 1 (DIG1) o **▶** opera como comando de START o PAUSA y la entrada digital 2 (DIG2) o **▼** opera como comando de STOP.

El controlador aplica el valor configurado en tiempo de proceso en un único temporizador interno.

Al accionar la entrada digital 1 (DIG1) o **▶**, el controlador inicia el conteo del tiempo de proceso. PAUSA: Si el conteo del tiempo de proceso estuviera en marcha y fuera accionada la entrada digital 1 (DIG1) o **▶**, el conteo se paraliza y para continuar se debe presionar nuevamente la entrada digital 1 (DIG1) o **▶**.

Al accionar la entrada digital 2 (DIG2) o **▼**, el conteo del tiempo de proceso es finalizado. Si el proceso fuera finalizado y la entrada digital 1 (DIG1) o **▶** es accionada, el controlador abre un nuevo conteo para el tiempo de proceso.

1 - DIG1 (START1/STOP1) y DIG2 (START2/STOP2) - 2 temporizadores

impulso = START/STOP:

En este modo de operación de las entradas digitales (DIG1 y DIG2), el controlador pasa a operar con 2 temporizadores independientes. Los dos temporizadores utilizan el mismo tiempo de proceso.

La entrada digital 1 (DIG1) opera como comando de START1/STOP1 para el temporizador 1.

La entrada digital 2 (DIG2) opera como comando de START2/STOP2 para el temporizador 2.

En este modo de operación son previstas llaves tipo PUSH BUTTON (sin retención mecánica de

contacto). Al accionar la llave el contacto eléctrico cambia de estado y al liberar la misma vuelve al estado de reposo (VA).

- Si el temporizador 1 estuviera parado y fuera accionada la llave de entrada digital 1 (DIG1) un mensaje [SE1] será mostrado en el display y se inicia el conteo del temporizador 1.
- Si el temporizador 1 estuviera en proceso y fuera accionada la llave de la entrada digital 1 (DIG1) el mensaje [E1] será mostrado en el display e interrumpirá el conteo del temporizador 1.
- Si el temporizador 2 estuviera parado y fuera accionada la llave de entrada digital 2 (DIG2) el mensaje [SE2] será mostrado en el display y se inicia el conteo del temporizador 2.
- Si el temporizador 2 estuviera en proceso y fuera accionada la llave de la entrada digital 2 (DIG2) el mensaje [E2] será mostrado en el display e interrumpirá el conteo del temporizador 2.

**[E2] - DIG1 (START1/STOP1) y DIG2 (START2/STOP2) - 2 temporizadores entrada cerrada = START, entrada abierta = STOP:**  
En este modo de operación de las entradas digitales (DIG1 y DIG2), el controlador pasa a operar con 2 temporizadores independientes. Los dos temporizadores utilizan el mismo tiempo de proceso.

La entrada digital 1 (DIG1) opera como comando de START1/STOP1 para el temporizador 1. La entrada digital 2 (DIG2) opera como comando de START2/STOP2 para el temporizador 2. En este modo de operación son previstas llaves tipo ON/OFF (VA con retención mecánica de contacto). Al accionar la llave el contacto eléctrico cambia de estado y al liberar la misma no vuelve al estado de reposo.  
Al cambiar la posición de la llave 1 de OFF (STOP1) para ON (START1), el mensaje [SE1] será mostrado en el display y el controlador iniciará el conteo del temporizador 1.  
Al cambiar la posición de la llave 1 de ON (START1) para OFF (STOP1), el mensaje [E1] será mostrado en el display y el controlador interrumpirá el conteo del temporizador 1.  
Al cambiar la posición de la llave 2 de OFF (STOP2) para ON (START2), el mensaje [SE2] será mostrado en el display y el controlador iniciará el conteo del temporizador 2.  
Al cambiar la posición de la llave 2 de ON (START2) para OFF (STOP2), el mensaje [E2] será mostrado en el display y el controlador cerrará el conteo del temporizador 2.

**[E1] - DIG1 (START1/STOP1) y DIG2 (START2/STOP2) - 2 temporizadores entrada abierta = START, entrada cerrada = STOP:**  
En este modo de operación de las entradas digitales, el controlador pasa a operar con 2 temporizadores independientes. Los dos temporizadores utilizan el mismo tiempo de proceso. La entrada digital 1 opera como comando de START1/STOP1 para el temporizador 1. La entrada digital 2 opera como comando de START2/STOP2 para el temporizador 2. En este modo de operación son previstas llaves tipo ON/OFF (NF con retención mecánica de contacto). Al accionar la llave el contacto eléctrico cambia de estado y al liberar la misma no vuelve al estado de reposo.

Al cambiar la posición de la llave 1 de OFF (START1) para ON (STOP1), el mensaje [SE1] será mostrado en el display y el controlador iniciará el conteo del temporizador 1.  
Al cambiar la posición de la llave 1 de ON (STOP1) para OFF (START1), el mensaje [E1] será mostrado en el display y el controlador cerrará el conteo del temporizador 1.  
Al cambiar la posición de la llave 2 de OFF (START2) para ON (STOP2), el mensaje [SE2] será mostrado en el display y el controlador iniciará el conteo del temporizador 2.  
Al cambiar la posición de la llave 2 de ON (STOP2) para OFF (START2), el mensaje [E2] será mostrado en el display y el controlador cerrará el conteo del temporizador 2.

**[E1] - DIG1 (START1/STOP1) y DIG2 (START2/STOP2) - Dos temporizadores con tiempos independientes. Impulso = START/STOP:**  
En este modo de operación, el funcionamiento es idéntico a F49+1, con la única diferencia que los temporizadores 1 y 2 tienen diferentes tiempos. Los tiempos son configurados en [E1] y [E2], descritos no item-4.1.

**Nota:**  
Nos modos de operación 1, 2, 3 o 4 las teclas y del panel frontal del controlador no estarán disponibles para los comandos START y STOP.  
Si los temporizadores 1 o 2 estuvieran parados y la tecla del panel frontal del controlador es presionada, será mostrado el registro de temperatura máxima y mínima.  
Para limpiar el registro basta mantener la tecla presionada.

**F50 - Intensidad del filtro digital**  
Ese filtro tiene la finalidad de simular el aumento de la masa del sensor, aumentando así su tiempo de respuesta (inercia térmica). Cuanto mayor el valor ajustado en esta función mayor el tiempo de respuesta del sensor.

## 5 - FUNCIONES CON ACCESO FACILITADO

### 5.1 - Temporizador de procesos

#### 5.1.1 - Descripción

El temporizador de proceso es un contador de tiempo. Él es iniciado manualmente y después de finalizar el tiempo programado exhibe el mensaje [E1] en el display, si F49 = 0. Si F49 fuera igual a 1, 2, 3 o 4, el controlador estará operando con dos temporizadores independientes (un comando dado por la entrada digital 1-DIG1 y otro comando dado por la entrada digital 2-DIG2) y de esa forma los mensajes exhibidos para el final de cada temporizador serán [E1] y [E2], respectivamente.  
A través de la función F48, el instrumento puede ser configurado para emitir una alarma sonora en el final del proceso.  
Cabe resaltar que al final del proceso no interfiere en la salida "OUT 1".

#### 5.1.2 - Temporizador Simple (F49 = 0)

Presione la tecla o el botón de la entrada digital 1 (DIG1) para dar inicio al proceso. El temporizador iniciará el conteo del tiempo indicado por el led ubicado en el ángulo inferior derecho del display . Al final del tiempo configurado, el mensaje [E1] será mostrado en el display de forma intermitente por diez segundos, y a seguir vuelve a ser mostrada la indicación de temperatura.

Caso sea necesario paralizar el conteo durante el proceso (pausa), presione o el botón de la entrada digital 1 (DIG1). Para continuar, presione nuevamente o el botón de la entrada DIG1. Se puede distinguir si el proceso se encuentra en marcha o en pausa por el led indicador en el ángulo inferior derecho del display , que permanece encendido si el conteo estuviera parado.

Para finalizar el proceso antes del tiempo configurado, presione o el botón de la entrada digital 2 (DIG2). El mensaje [E2] será mostrado en el display de forma intermitente por 2 segundos, y a seguir vuelve a ser expuesta la indicación de temperatura.

#### 5.1.3 - Dos temporizadores utilizando 2 botones (F49 = 1)

En este modo de operación deben ser utilizadas dos llaves con contactos normalmente abiertos del tipo push button (sin retención mecánica de contacto) como entradas digitales DIG1 y DIG2. Cada entrada digital inicia y finaliza un proceso.

Presione el botón de la entrada digital 1 (DIG1) para dar inicio al proceso 1, el mensaje [SE1] será mostrado en el display. El temporizador iniciará el conteo del tiempo indicado por el led ubicado en el

Para finalizar el proceso 1 antes del tiempo configurado, presione DIG1 nuevamente.

El mensaje [E1] será mostrado en el display de forma intermitente por 2 segundos.  
Para iniciar el proceso 2, presione el botón de la entrada digital 2 (DIG2), el mensaje [SE2] será mostrado en el display. El temporizador iniciará el conteo del tiempo indicado por el led ubicado en el ángulo inferior derecho del display . Al final del tiempo configurado, el mensaje [E2] será mostrado en el display de forma intermitente hasta que DIG2 sea presionada, y a continuación vuelve a ser mostrada la indicación de temperatura.

Para finalizar el proceso 2 antes del tiempo configurado, presione DIG2 nuevamente.

El mensaje [E2] será mostrado en el display de forma intermitente por 2 segundos.

Los dos procesos pueden estar aconteciendo al mismo tiempo, no es necesario cerrar un proceso para iniciar el otro.

#### 5.1.4 - Dos temporizadores utilizando 2 llaves NA (F49 = 2)

En este modo de operación deben ser utilizadas dos llaves con contactos normalmente abiertos como entradas digitales DIG1 y DIG2. Cada entrada digital inicia y finaliza un proceso específico. El proceso ocurre mientras la llave se encuentra con los contactos cerrados, y es terminado al final del tiempo configurado si los contactos de la llave fueran abiertos.

Para iniciar el proceso 1 cierre los contactos de la entrada digital 1 (DIG1). Será exhibido el mensaje [SE1] y el temporizador iniciará el conteo del tiempo indicado por el led ubicado en el ángulo inferior derecho del display . Al final del tiempo configurado, el mensaje [E1] será mostrado en el display de forma intermitente hasta que los contactos de la llave DIG1 sean abiertos, entonces, vuelve a ser mostrada la indicación de temperatura.

Para iniciar el proceso 2 cierre los contactos de la entrada digital 2 (DIG2). Será exhibido el mensaje [SE2] y el temporizador iniciará el conteo del tiempo indicado por el led ubicado en el ángulo inferior derecho del display . Al final del tiempo configurado, el mensaje [E2] será mostrado en el display de forma intermitente hasta que los contactos de la llave DIG2 sean abiertos, entonces, vuelve a ser mostrada la indicación de temperatura.

Los dos procesos pueden estar aconteciendo al mismo tiempo, no es necesario cerrar un proceso para iniciar el otro.

#### 5.1.5 - Dos temporizadores utilizando 2 llaves NC (F49 = 3)

En este modo de operación deben ser utilizadas dos llaves con contactos normalmente cerrados como entradas digitales DIG1 y DIG2. Cada entrada digital inicia y finaliza un proceso específico. El proceso ocurre mientras la llave se encuentra con los contactos abiertos, y es terminado al final del tiempo configurado si los contactos de la llave fueran cerrados.

Para iniciar el proceso 1 abra los contactos de la entrada digital 1 (DIG1). Será exhibido el mensaje [SE1] y el temporizador iniciará el conteo del tiempo indicado por el led ubicado en el ángulo inferior derecho del display . Al final del tiempo configurado, el mensaje [E1] será mostrado en el display de forma intermitente hasta que los contactos de la llave DIG1 sean cerrados, entonces, vuelve a ser mostrada la indicación de temperatura.

Para iniciar el proceso 2 abra los contactos de la entrada digital 2 (DIG2). Será exhibido el mensaje [SE2] y el temporizador iniciará el conteo del tiempo indicado por el led ubicado en el ángulo inferior derecho del display . Al final del tiempo configurado, el mensaje [E2] será mostrado en el display de forma intermitente hasta que los contactos de la llave DIG2 sean cerrados, entonces, vuelve a ser mostrada la indicación de temperatura.

Los dos procesos pueden estar aconteciendo al mismo tiempo, no es necesario cerrar un proceso para iniciar el otro.

#### 5.1.6 - Dos temporizadores independientes utilizando dos botones (F49=4)

En este modo de operación, el funcionamiento es idéntico al ítem 5.1.3, con la única diferencia que los temporizadores 1 y 2 tienen diferentes tiempos. Los tiempos son configurados en [E1] y [E2], descritos no ítem-4.1.

#### 5.1.7 - Visualización de las informaciones durante el proceso

Si el temporizador de procesos estuviera en funcionamiento, presione la tecla para alternar la información exhibida en el display. Al presionar la tecla, será exhibido el mensaje y en seguida la información. Los datos que pueden ser visualizados son:

- [E1] - Temperatura del sensor
- [E1P] - Tiempo restante del proceso 1
- [E2P] - Tiempo restante del proceso 2

#### 5.2 - Registro de las temperaturas máxima y mínima

Caso no haya un proceso en marcha, al presionar aparecerá la temperatura mínima registrada. Inmediatamente después aparecerá la temperatura máxima registrada.  
Para reiniciar los registros, basta mantener presionada la tecla durante la visualización de las temperaturas mínima y máxima hasta aparecer [SE].

#### 5.3 - Inhibición de la Alarma

La salida OUT 2 puede ser configurada para actuar como alarma. Caso la alarma esté accionada, ella puede ser inhibida manualmente presionando simultáneamente las teclas y . Esa inhibición puede ser configurada en F37. Con F37=0, esa función es deshabilitada. Configurado con un valor entre 1 y 999 la alarma es inhibida por la cantidad de minutos seleccionada. En el modo automático (F48=1) la alarma es inhibida y solo será nuevamente accionada caso salga y retorne para la condición de alarma.

#### 5.4 - Inhibición de la Alarma (Buzzer)

De forma análoga a la inhibición de la alarma, la alarma sonora (buzzer) puede ser inhibida. Caso esté accionada, presione y simultáneamente para inhibir la alarma sonora (buzzer). La inhibición de la alarma sonora (buzzer) puede ser configurada en F48. Con F48=0, esa función es deshabilitada. Configurado con un valor entre 1 y 999 la alarma (buzzer) es inhibida por la cantidad de minutos seleccionada. En el modo automático (F48=1) la alarma (buzzer) es inhibida y solo será nuevamente accionada caso salga y retorne para la condición de alarma.

#### 5.5 - Resumen

- por 2 Segundos - Ajuste de Setpoint y tiempo de proceso
  - o - por 2 segundos - Acceso al menú de parámetros
  - y - Inhibe alarma (caso está accionada)
  - y - Inhibe alarma (buzzer) (caso está accionada)
- Temporizador de proceso no accionado:

- ▲ - Registro de temperaturas máxima y mínima (mantener presionada para limpiar el registro)
- Temporizador de proceso activado
- - Muestra información (tiempo o temperatura)

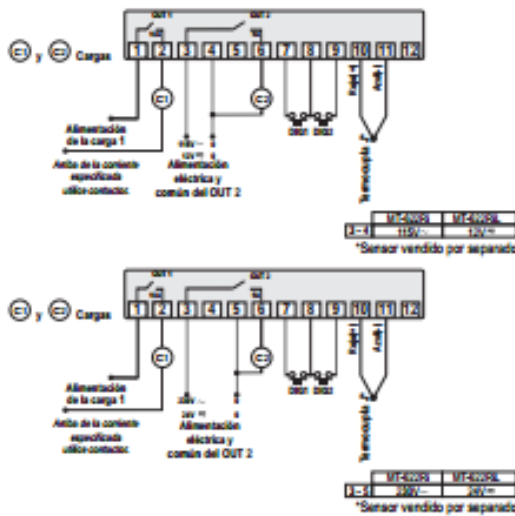
### 6 - SEÑALIZACIONES

- OUT 1 - Salida de la 1ra etapa conectada;
- OUT 2 - Salida de la 2da etapa conectada;
- BUZZ - Alarma sonora (Buzzer) interno (silena) accionada;
- Err - Sensor desconectado o temperatura fuera de la faja especificada;
- Trillido: Conteo del tiempo en marcha / Encendido: Conteo del tiempo en pausa.
- End - Fin del tiempo de proceso (F40 = 0);
- Em1 - Fin del tiempo de proceso 1;
- Em2 - Fin del tiempo de proceso 2;
- SE1 - Inicio del proceso 1
- SE2 - Inicio del proceso 2

### 7 - SELECCIÓN DE LA UNIDAD (°C / °F)

Para definir la unidad que el instrumento manejará entre en la función "F01" con el código de acceso 231 y confirme en la tecla **ENT**. Presione la tecla **▲**. Aparecerá la indicación **[U]n**, presione **ENT** para entrar en la función. Utilice las teclas **▼** y **▲** para elegir entre **[°C]** o **[°F]** y confirme con la tecla **ENT**. Después seleccionar la unidad aparecerá **[Err]** y el instrumento volverá para la función "F01". Toda vez que la unidad es alterada los parámetros deben ser reconfigurados, pues ellos asumen los valores "padrón".

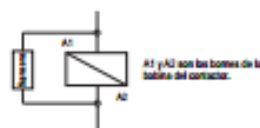
### 8 - ESQUEMA DE CONEXIÓN



#### IMPORTANTE

- Según capítulos de la norma IEC60384:
- 1: Instale **supresores contra sobretensiones** en la alimentación.
- 2: Cables de sensores y de señales de computadores pueden estar juntos, sin embargo no en lo mismo conductor por donde pasan alimentación eléctrica y activación de cargas.
- 3: Instale supresores de transientes (Btro RC) en paralelo a las cargas, de manera a ampliar la vida útil de los relés.

Esquema de conexión de supresores en contactores



Esquema de conexión de supresores en cargas activación directa



#### INFORMACIONES AMBIENTALES

**Embalaje:**  
Los materiales utilizados en los embalajes de los productos Full Gauge son 100% reciclables. Busque siempre agencias de reciclaje especializadas para hacer el descarte.

**Producto:**  
Los componentes utilizados en los instrumentos Full Gauge pueden ser reciclados y aprovechados nuevamente si fueren desmontados por empresas especializadas.

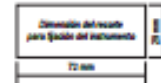
**Descarte:**  
No quemar ni tire en residuo doméstico los controladores que lleguen al fin de su vida útil. Observe la legislación, existente en su país, que trate de los desechos para los descartes. En caso de dudas comuníquese con Full Gauge.



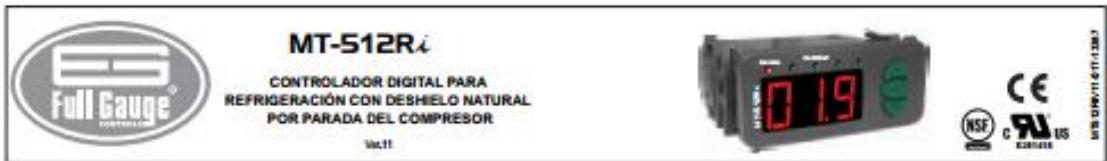
#### VINILO PROTECTOR:

Protege los instrumentos instalados en locales sometidos a goteros de agua, como en refrigeradores comerciales, por ejemplo. Este adhesivo acompaña al instrumento, adentro de su embalaje. Haga la aplicación solamente después de concluir las conexiones eléctricas.

Retire el papel protector y aplique el vinilo sobre toda la parte superior del aparato, doblando los bordes conforme indican las flechas.



© Copyright 2013 • Full Gauge Controls • Derechos reservados.



**MT-512Ri**  
**CONTROLADOR DIGITAL PARA REFRIGERACIÓN CON DESHIELO NATURAL POR PARADA DEL COMPRESOR**  
 Ver.11



**1. DESCRIPCIÓN**

El MT-512Ri es un controlador e indicador de temperatura, con tiempo de duración de los procesos de refrigeración y deshielo configurables. Controla la refrigeración y deshielos por parada de compresor. El controlador posee un sistema inteligente de bloqueo de teclas y permite la desconexión de las funciones de control.

Producto en conformidad con CE (Unión Europea), NSF (Estados Unidos) y UL Inc. (Estados Unidos y Canadá).

**2. APLICACIÓN**

- Cámaras
- Mostradores refrigerados

**3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

- Alimentación: MT512Ri → 115 a 230 V/acc. 50/60 Hz
- MT512RiL → 12 ó 24 V/acc.
- Temperatura de control: -50 hasta 105°C / -58 hasta 221°F\*
- Corriente máxima por salida: NA → 16(S)A/250V/acc. 1HP  
 NC → 8A/250V/acc.
- Dimensiones: 71 x 28 x 71 mm
- Temperatura de operación: 0 hasta 50°C / 32 hasta 122°F
- Humedad de operación: 10 hasta 90% HR (sin condensación)

\* Este instrumento puede medir y controlar temperaturas de hasta 200°C, desde que sea utilizado un cable sensor de silicona (ej.: SB55).

**CLASIFICACIÓN ACORDANDO LA NORMA IEC 60730-3-8:**

- Límite de la temperatura de la superficie de la instalación: 50°C / 122°F
- Tipo de construcción: Regulador electrónico incorporado
- Acción automática: Tipo 1
- Control de la contaminación: Nivel 2
- Voltaje del impulso: 1,5kV
- Temperatura para la prueba de la presión de esfera: 75°C y 125°C / 167°F y 257°F
- Insulation: Clase II

**4. CONFIGURACIONES**

**4.1 - Ajuste de la temperatura de control (SETPOINT)**

- Presione **SET** durante 2 segundos hasta aparecer **[SE]**, soltando enseguida. Aparecerá la temperatura de control ajustada.
- Utilice las teclas **↑** y **↓** para modificar el valor y cuando esté listo, presione **ENT** para grabar.

**4.2 - Tabla de parámetros**

Parámetros de configuración protegidos por el código de acceso.

| Fun | Descripción                                               | CELSIUS |         |      |         | FAHRENHEIT |        |         |        |
|-----|-----------------------------------------------------------|---------|---------|------|---------|------------|--------|---------|--------|
|     |                                                           | Min     | Max     | Unid | Prdcto  | Min        | Max    | Unid    | Prdcto |
| F01 | Código de acceso: 123 (bajo: whitel)                      | -       | -       | -    | -       | -          | -      | -       | -      |
| F02 | Centrado de indicador (off)                               | -5.0    | 5.0     | °C   | 0       | -9         | 9      | °F      | 0      |
| F03 | Unidad sensor (permite el ajuste final)                   | -50     | 200     | °C   | 0       | -58        | 392    | °F      | 0      |
| F04 | Unidad sensor (permite el ajuste final)                   | -50     | 200     | °C   | 15.0    | -58        | 392    | °F      | 0      |
| F05 | Diferencia de control (y sensor)                          | 0.1     | 20.0    | °C   | 0.1     | 40         | °F     | 0       | 0      |
| F06 | Retardo para reconectar la salida de refrigeración        | 0       | 999     | seg. | 30      | 0          | 999    | seg.    | 30     |
| F07 | Tiempo de refrigeración                                   | 1       | 999     | min. | 30      | 1          | 999    | min.    | 30     |
| F08 | Tiempo de deshielo (")                                    | 0       | 999     | min. | 30      | 0          | 999    | min.    | 30     |
| F09 | Estrategia inicial al reconectar el instrumento           | 0=off   | 1=def.  | -    | 2=off   | 3=def.     | 4=def. | -       | 5=off  |
| F10 | Indicación de temperatura tratada durante el deshielo (") | 0=on    | 1=off   | -    | 0=on    | 1=off      | -      | 0=on    |        |
| F11 | Retardo en la programación del instrumento                | 0       | 240     | min. | 0       | 0          | 240    | min.    | 0      |
| F12 | Tiempo adicional al final del primer ciclo                | 0       | 240     | min. | 0       | 0          | 240    | min.    | 0      |
| F13 | Situación del compresor con el sensor defa                | 0=desc. | 1=conn. | -    | 0=desc. | 1=conn.    | -      | 0=desc. |        |
| F14 | Intensidad del LED digital (m)                            | 0       | 8       | -    | 0       | 0          | 8      | -       | 0      |
| F15 | Tiempo para bloquear de teclas                            | 14=on   | 60      | seg. | 14=on   | 60         | seg.   | 14=on   |        |
| F16 | Desconexión de las funciones de control                   | 0       | 2       | -    | 0       | 0          | 2      | -       | 0      |

\* Modo de operación para calibración: Para que el instrumento trabaje en modo de operación para calibración, ajuste la función F01 con el número deseado hasta que aparezca **[H0E]**.

\*\* Indicación congelada en el display: Si F15 está activado, la indicación solamente sea liberada en el próximo ciclo de refrigeración de aquí de la temperatura alcanzar nuevamente sea valor "trabaja" o después de 15 minutos en refrigeración (como seguridad).

\*\*\* Con filtro tiene la facilidad de simular un aumento de masa en el sensor, aumentando así el tiempo de respuesta (frecuencia mínima). Cuando mayor sea el valor ajustado en esta función, mayor el tiempo de respuesta del sensor.

Una aplicación típica que resulta de este filtro son freezer para helados y congelados, ya que al abrir la puerta, una masa de aire caliente obliga directamente al sensor, provocando una elevación rápida en la indicación de la temperatura medida y, muchas veces, accionando sin necesidad al compresor.

**4.3 - Alteración de los parámetros**

- Accede a función F01 presionando simultáneamente las teclas **↑** y **↓** durante 2 segundos hasta aparecer **[FUN]**, soltando enseguida. Luego aparecerá **[F01]** y luego presione **ENT** (toque corto).
- Utilice las teclas **↑** o **↓** para ingresar el código de acceso (123) y, cuando esté listo, presione **ENT**.
- Si el bloqueo de teclas estuviera activo, al presionar la tecla **↑** o **↓** el controlador exhibirá el mensaje **[LOK]** en el display y no permitirá la alteración del valor.
- Utilice las teclas **↑** o **↓** para acceder a la función deseada.
- Después de seleccionar la función, presione **ENT** (toque corto) para visualizar el valor configurado para aquella función.
- Utilice las teclas **↑** o **↓** para alterar el valor y cuando esté listo, presione **ENT** para grabar el valor configurado y retornar al menú de funciones.
- Para salir del menú y retornar a la operación normal (indicación de la temperatura), presione **ENT** (toque largo) hasta aparecer **[---]**.

**5. FUNCIONES CON ACCESO FACILITADO**

**5.1 - Registros de las temperaturas máxima y mínima**

Presione la tecla **▲**. Aparecerán las temperaturas mínima y máxima registradas.

Note: Para reiniciar los registros, mantenga presionada la tecla **▲** durante la visualización de las temperaturas mínima y máxima hasta aparecer **[SE]**.

**5.2 - Deshielo manual**

- Para cambiar de "refrigeración" para "deshielo" o viceversa, independientemente de la programación, mantenga presionada la tecla **▲** durante 4 segundos, hasta aparecer **[DEF DEF]=DEF [0n]** en el ecran.

**5.3 - Visualización de los procesos**

Para visualizar el status y el tiempo ya transcurrido, presione **▼**.

**[EL]** - Delay inicial, **[EF]** - Refrigeración, **[DEF]** - Deshielo

Para efectuar el bloqueo de las teclas es necesario, primeramente, que el parámetro F15 - Tiempo para bloqueo de teclas\* esté configurado con el valor diferente de "14-No" (de 15 hasta 60 segundos). Si F15 estuviera programada como "No" el bloqueo de teclas no será permitido.

**5.4 - Bloqueo de teclas**

Por motivos de seguridad este controlador proporciona la función de bloqueo de teclas. Con esta funcionalidad habilitada el setpoint y los demás parámetros están protegidos contra alteraciones indebidas.

Con el bloqueo del controlador el usuario podrá apenas visualizar el setpoint y los parámetros. En esta condición, al intentar alterar estos valores será exhibido el mensaje **[LOK]** en el display.

Para efectuar el bloqueo de las teclas es necesario, primeramente, que el parámetro F15 - Tiempo para bloqueo de teclas\* esté configurado con el valor diferente de "14-No" (de 15 hasta 60 segundos). Si F15 estuviera programada como "No" el bloqueo de teclas no será permitido.

Para bloquear presione la tecla **▼** durante el tiempo programado en la función F15.

El controlador exhibirá el mensaje **[LOK]** + **[0n]**.

Para desbloquear, apague el controlador y vuelva a conectarlo con la tecla **▼** presionada. Mantenga la tecla presionada durante 10 segundos hasta que el mensaje **[LOK]** + **[DEF]** sea exhibido en el display.

**5.5 - Desconexión de las funciones de control**

Con la desconexión de las funciones de control el controlador pasa a operar apenas como un indicador de temperatura y el relé de salida permanece desconectado.

La forma de operación de desconexión de las funciones de control depende de la configuración del parámetro F15 - Desconexión de las funciones de control\*:

- [0n]** - No permite la desconexión de las funciones de control;
- [1n]** - Permite conectar y desconectar las funciones de control solamente si las teclas estuvieran desbloqueadas;
- [2n]** - Permite conectar y desconectar las funciones de control incluso si las teclas estuvieran bloqueadas;

Para desconectar las funciones de control, presione la tecla **▲** por 10 segundos hasta aparecer el mensaje **[LEL]**. Soltando la tecla, en seguida aparecerá el mensaje **[DEF]**. Con las funciones de control desconectadas, el mensaje **[DEF]** será exhibido alternadamente con la temperatura del sensor.

Para reconectar las funciones de control, presione la tecla **▲** por 10 segundos hasta aparecer el mensaje **[LEL]**. Soltando la tecla, en seguida aparecerá el mensaje **[0n]**.

NOTA: Al reconectar las funciones de control, el MT-512Ri. continuará respetando las funciones F06 - Retardo para reconectar la salida de refrigeración y F09 - Estado inicial al reconectar el instrumento\*.

**6. SENALIZACIONES**

**REFRIG** - Salida de refrigeración conectada

**DEFROST** - Realizando deshielo natural

**[ERR]** - Sensor desconectado o temperatura fuera del rango especificado.

**[DEF]** - Funciones de control desconectadas

**[DEF] [0n]** - Activación manual del proceso de deshielo

**[DEF] [DEF]** - Activación manual del proceso de refrigeración

**[LOK] [0n]** - Bloqueo de teclas

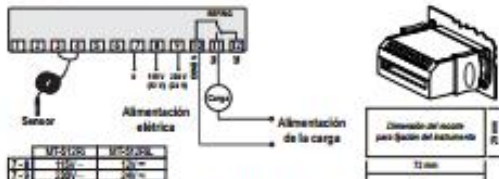
**[LOK] [DEF]** - Desbloqueo de teclas

**7. SELECCION DE LA UNIDAD (°C / °F)**

Para definir la unidad con que el instrumento operará, acceda a función F01 con el código de acceso 231 y confirme en la tecla **ENT**. Presione la tecla **▲** y aparecerá la indicación **[0n]**.

Presione **ENT** para elegir entre **[0C]** y **[0F]** confirma. Después de seleccionar la unidad aparecerá **[FUN]** y el instrumento volverá a la función F01. Cada vez que la unidad sea alterada, los parámetros deben ser reconfigurados, ya que ellos asumen los valores "estándar".

### 9. ESQUEMA DE CONEXIÓN



Nota: El propio usuario puede aumentar la longitud del cable del sensor hasta 200 metros, utilizando un cable de PP 2 x 24 AWG. Para inmersión en agua utilice pozo termométrico.

#### ¡IMPORTANTE!

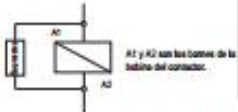
Conforme capítulos de la norma IEC 60364:

1: Instale protectores contra sobretensiones en la alimentación.

2: Los cables de sensores y de señales de computadora pueden estar juntos, sin embargo, no en el mismo electrodo por donde pasa la alimentación eléctrica y la activación de cargas.

3: Instale supresores de transientes (línea RC) en paralelo a las cargas, con la finalidad de aumentar la vida útil de los relés.

Esquema de conexión de supresores en contactores



Esquema de conexión de supresores en cargas activación directa



Full Gauge Controls posee supresores para venta.



#### INFORMACIONES AMBIENTALES

##### Embalaje:

Los materiales utilizados en los embalajes de los productos Full Gauge son 100% reciclables. Busque siempre agentes de reciclaje especializados para hacer el descarte.

##### Producto:

Los componentes utilizados en los instrumentos Full Gauge pueden ser reciclados y aprovechados nuevamente si fueran desmontados por empresas especializadas.

##### Descarte:

No quemar ni tirar en residuos domésticos los controladores que lleguen al fin de su vida útil. Observe la legislación, existente en su país, que trate de los desechos para los descartes. En caso de dudas comuníquese con Full Gauge.



#### VINILO PROTECTOR:

Protege los instrumentos instalados en locales sometidos a golpes de agua, como en refrigeradores comerciales, por ejemplo. Este adhesivo acompaña al instrumento, adentro de su embalaje. Haga la aplicación solamente después de concluir las conexiones eléctricas.

Retire el papel protector y aplique el vinilo sobre toda la parte superior del aparato, doblando las bandas conforme indican las flechas.



© Copyright 2006 • Full Gauge Controls • Derechos reservados.

**Circuito de potencia**

**Circuito de control**

**Horno Eléctrico**

**Circuito de potencia**

**Circuito de control**

**Simbología Eléctrica**

|                     |              |
|---------------------|--------------|
|                     |              |
| Contactor Magnético | Contactor MO |
|                     |              |
| Controlador MT-3P   |              |
|                     |              |
| Disyuntor           |              |
|                     |              |
| Fase o Línea 1      |              |
| Fase o Línea 2      |              |
|                     |              |
| Indicador           |              |
|                     |              |
| Motor               |              |
|                     |              |
| Relé                |              |
|                     |              |
| Terminador          |              |
|                     |              |
| Terminación         |              |

**Autores:** Armijos Freddy  
Auquilla Denis

**Fecha:** 07/11/2016

**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería**  
**Electrónica y**  
**Telecomunicaciones**

**Plano Eléctrico**  
**de circuito de control**

**Núm:** 1 de 1

**Anexo 7.- Características y especificaciones técnicas de los componentes.**

**Disyuntor termomagnético Steck**

Los interruptores termomagnéticos son dispositivos que protegen los conductores eléctricos contra cortocircuitos y sobrecargas de corriente proporcionando aplicaciones seguras y económicas en instalaciones eléctricas residenciales, comerciales e industriales.



**Figura 32.-** Disyuntor Steck ubicado en el tablero de control del laboratorio.

**Fuente:** Autores

**Características**

| Tipo | Voltaje   | Capacidad Máxima | Rango |
|------|-----------|------------------|-------|
|      | 230 V A C | 4500 A           | 50 A  |

**Tabla 4.-** Disyuntor Steck DOM A 42C 50.

**Fuente:** Autores.

El disyuntor de la Figura 32 es un dispositivo automático capaz de hacer conducir e interrumpir las corrientes, incluidas las de corto. La apertura automática del circuito se genera por la acción de dispositivos de disparo, uno magnético y uno de calor, que intervienen cuando se somete a una sobrecorriente.

| Modelo            | SD    |
|-------------------|-------|
| IEC               | 60898 |
| Corriente nominal | 4     |



|                    |          |
|--------------------|----------|
| Curva de disparo   | C        |
| Frecuencia         | 50/60 Hz |
| I <sub>cn</sub>    | 3 kA     |
| Tensión de trabajo | 230/400  |
| Polos              | 2        |

**Tabla 5.-** Características del disyuntor Schneider Electric.

**Fuente:** Steck.

### **Contactor magnético LS Metasol**

Este contactor proporciona conmutación sin problemas y la máxima protección para motores y otros equipos eléctricos. Son compactos, fáciles de instalar y extremadamente fiable. Una extensa gama de accesorios tales como sobrecargas térmicas y electrónicas, bobinas y contactos auxiliares están fácilmente disponibles.



**Figura 33.-** Contactor magnético Tipo M C.

**Fuente:** Actrol.

### **Características**

| Modelo N°.         | Rating:    |        | Contactos   |
|--------------------|------------|--------|-------------|
|                    | AC 3 415 V |        | Auxiliares  |
| MC-12B<br>240 V AC | 12 A       | 5.5 kW | 1 NO & 1 NC |

**Tabla 6.-** Características técnicas del contactor magnético.

**Fuente:** Autores.

### **Relé electromecánico CAMSCO**

CAMSCO es un fabricante y distribuidor líder de relés, incluyendo relé de protección de fase, protección de tensión, sobrecarga, térmicos, falla de fase y de corriente.



Figura 34.- Relé electromecánico CAMSCO.  
Fuente: CAMSCO.

### Características

|                                   |           |                                                                                                    |
|-----------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Modelo</b>                     |           | M K 2 P - I                                                                                        |
| <b>Capacidad de contacto</b>      |           | 28 V D C<br>220 V C A                                                                              |
| <b>Voltaje de bobina</b>          |           | D C : 6 , 12 , 24 , 48 , 60 , 110 , 220 V<br>A C : 6 , 12 , 24 , 48 , 56 , 110 , 127 , 220 , 380 V |
| <b>Resistencia de contacto</b>    |           | $\leq 50 \text{ m } \Omega$                                                                        |
| <b>Resistencia de aislamiento</b> |           | $\geq 500 \text{ M } \Omega$                                                                       |
| <b>Resistencia dieléctrica</b>    |           | 1500 V A C 50/60 H z                                                                               |
| <b>Tiempo de servicio</b>         | Mecánica  | 10'000.000                                                                                         |
|                                   | Eléctrica | 100.000                                                                                            |

Figura 35.- Características relé electromagnético.  
Fuente: Cam sco.

### Relé temporizador AH3-B 24V A C

El relé temporizador es un dispositivo que retrasa la conexión de un equipo.



Figura 36.- Relé temporizador.  
Fuente: Adeli Group.

## Diagrama Relé Temporizador

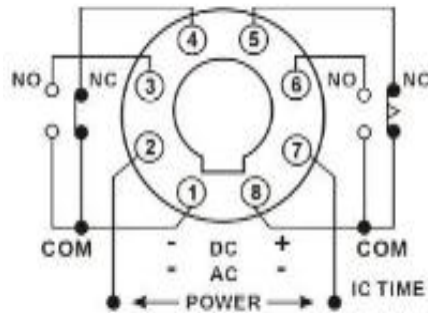


Figura 37.- Diagrama relé temporizador.  
Fuente: Adeli Group.

## Características

|                                    |                            |                                                                                                                                     |       |       |
|------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|
| <b>Clasificación</b>               |                            | Temporizador Multi-Rango                                                                                                            |       |       |
| <b>Especificación Modelo</b>       |                            | AH3-B                                                                                                                               |       |       |
| <b>Dimensiones</b>                 |                            | 50 H × 40 W × 57.5 D                                                                                                                |       |       |
| <b>Montaje &amp; Enchufe</b>       | <b>Superficie (-N)</b>     | PF083A (E)                                                                                                                          |       |       |
|                                    | <b>Flush (-Y)</b>          | US-08 P3G-08                                                                                                                        |       |       |
| <b>Rango de tiempo completo</b>    |                            | a: 1 s, 10 s, 1 m, 10 m<br>b: 3 s, 30 s, 3 m, 30 m<br>c: 6 s, 60 s, 6 m, 60 m<br>d: 1 m, 10 m, 1 h, 10 h<br>e: 3 m, 30 m, 3 h, 30 h |       |       |
| <b>Rango de Voltaje (V)</b>        |                            | AC: 24, 110, 220, 240, 380<br>50/60 Hz<br>DC: 12, 24                                                                                |       |       |
| <b>Indicador de funcionamiento</b> |                            | ON-UP operativo                                                                                                                     |       |       |
| <b>Contacto O/P</b>                | <b>Modelo</b>              | AH3-1                                                                                                                               | AH3-2 | AH3-3 |
|                                    | <b>Límite de tiempo 1C</b> | -                                                                                                                                   | -     | 5 A   |
|                                    | <b>Límite de tiempo 2C</b> | 5 A                                                                                                                                 | -     | -     |
|                                    | <b>Instantáneo 1C</b>      | -                                                                                                                                   | 5 A   | 5 A   |
| <b>Tiempo de servicio</b>          | <b>Mecánica</b>            | $5 \times 10^6$                                                                                                                     |       |       |
|                                    | <b>Eléctrica</b>           | $10^5$                                                                                                                              |       |       |
| <b>Exactitud</b>                   | <b>Error de repetición</b> | ± 1% max.                                                                                                                           |       |       |

|                             |                        |                                                |
|-----------------------------|------------------------|------------------------------------------------|
|                             | Error de configuración | $\pm 10\%$ max.                                |
|                             | Error de Voltaje       | $\pm 1\%$ max.                                 |
|                             | Error de temperatura   | $\pm 2\%$ max.                                 |
| <b>Tiempo de Reset</b>      |                        | 0.1 sec max                                    |
| <b>Energía consumida</b>    |                        | 3 V A C                                        |
| <b>Temperatura ambiente</b> |                        | $-10^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$ |
| <b>Humedad ambiental</b>    |                        | 48 ~ 85 % R H                                  |
| <b>Peso</b>                 |                        | 160 g                                          |

Figura 38.- Características técnicas del relé temporizador.

Fuente: Cam sco.

### Motor Eléctrico W E G



Figura 39.- Motor marca W E G.

Fuente: Autores.

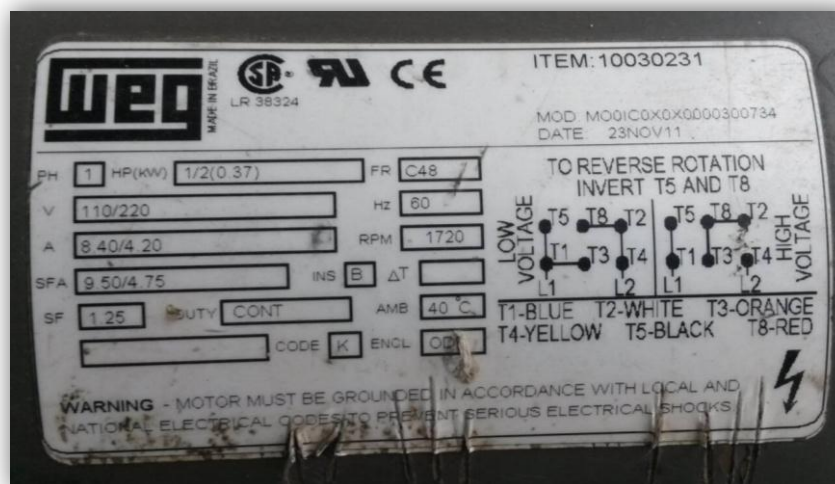


Figura 40.- Placa de datos motor W E G.

Fuente: Autores.

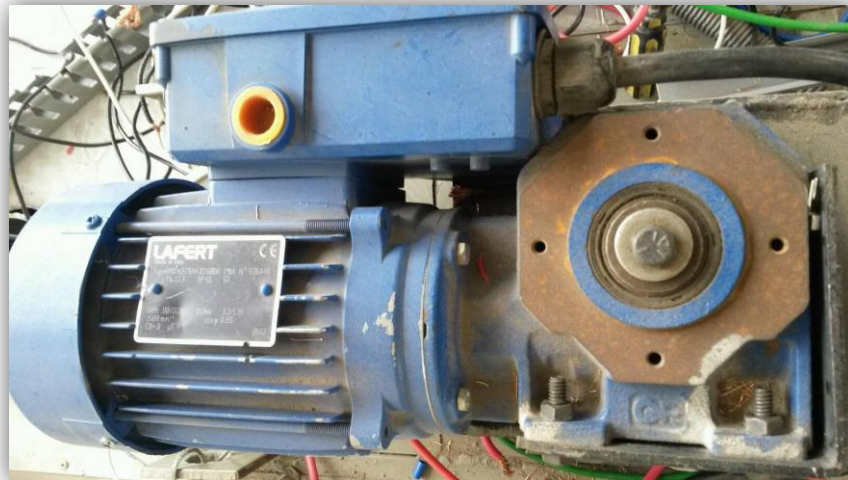
**Características**

| Parámetro | Valor      | Descripción                                                                                                                                                           |
|-----------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MARCA     | WEG        | Marca motor.                                                                                                                                                          |
| PH        | 1          | Indica la fuente de alimentación para la que fue diseñado.                                                                                                            |
| HP (kW)   | 1/2 (0.37) | Potencia de salida máxima.                                                                                                                                            |
| V         | 110/220    | Voltaje de operación del motor.                                                                                                                                       |
| A         | 8.40/4.20  | Corriente que consume cuando entrega el par nominal.                                                                                                                  |
| Hz        | 60         | Frecuencia para el cual el motor fue diseñado.                                                                                                                        |
| RPM       | 1720       | Revoluciones por minuto.                                                                                                                                              |
| CODE      | K          | Es la letra de código que indica la cantidad de corriente con rotor bloqueado o corriente de irrupción que demanda el motor al arrancar.<br>8.0 – 9.0 Rango de kVA/HP |
| AMB       | 40 °C      | Temperatura ambiente.                                                                                                                                                 |

**Tabla 7.-** Características placa motor WEG.

**Fuente:** Autores.

**Motor Eléctrico LAFERT**



**Figura 41.-** Motor marca LAFERT.

**Fuente:** Autores.



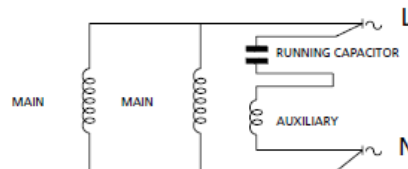
**Figura 42.-** Placa de datos motor LAFERT.

**Fuente:** Autores.

#### **M o t o r s e r i e A M D 6 3 Z B A 4**

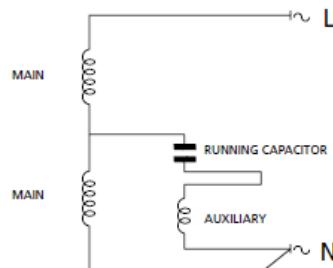
El motor monofásico serie AMD es de doble voltaje. Los arrollamientos como el principal y auxiliar bobinado están conectados al condensador suministrado con el motor. El sentido de giro puede invertirse mediante la inversión de los extremos del arrollamiento de la siguiente manera:

- Devanado principal para motores con una tensión de alimentación
- Bobinado auxiliar para motores de doble voltaje



**Figura 43.-** Conexión a bajo voltaje.

**Fuente:** LAFERT.



**Figura 44.-** Conexión a alto voltaje.

**Fuente:** LAFERT.

Las características de este motor según el tipo, se describe cada una a continuación.

| Type                             | kW | HP                | min <sup>-1</sup> | M <sub>N</sub><br>Nm | η<br>100% | cos φ | I <sub>N</sub><br>115-230V | I <sub>s</sub> /I <sub>N</sub> | M <sub>s</sub> /M <sub>N</sub> | M <sub>k</sub> /M <sub>N</sub> | J<br>10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup> | kg   |      |
|----------------------------------|----|-------------------|-------------------|----------------------|-----------|-------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|------|------|
| 3000 min <sup>-1</sup> (2 poles) |    |                   |                   |                      |           |       |                            |                                |                                |                                |                                        |      |      |
| AMD 63Z AA                       | 2  | 0.11              | 0.15              | 2760                 | 0.4       | 52    | 0.93                       | 2.1                            | 2.8                            | 0.6                            | 1.5                                    | 0.11 | 4.5  |
| AMD 63Z BA                       | 2  | 0.18              | 0.25              | 2800                 | 0.6       | 55    | 0.98                       | 2.9-1.45                       | 3                              | 0.5                            | 1.6                                    | 0.14 | 5    |
| AMD 63Z CA                       | 2  | 0.24              | 0.32              | 2815                 | 0.8       | 56    | 0.98                       | 3.8-1.9                        | 3.1                            | 0.6                            | 1.8                                    | 0.18 | 5.5  |
| AMD 71Z AA                       | 2  | 0.37              | 0.50              | 2730                 | 1.3       | 55    | 0.90                       | 6.6-3.3                        | 3.3                            | 0.9                            | 2                                      | 0.41 | 7.1  |
| AMD 71Z BA                       | 2  | 0.55              | 0.75              | 2840                 | 1.8       | 64    | 0.94                       | 8-4                            | 4.2                            | 0.5                            | 1.9                                    | 0.55 | 8.5  |
| AMD 80Z AA                       | 2  | 0.75              | 1                 | 2800                 | 2.6       | 60    | 0.78                       | 13.8-7                         | 3.5                            | 0.4                            | 2.1                                    | 1.05 | 11.4 |
| AMD 80Z BA                       | 2  | 1.1               | 1.5               | 2770                 | 3.8       | 72    | 0.93                       | 14.2-7.2                       | 3.5                            | 0.5                            | 1.6                                    | 1.08 | 11.8 |
| AMD 90S AA                       | 2  | 1.1               | 1.5               | 2815                 | 3.7       | 70    | 0.78                       | 17.5-8.8                       | 3.8                            | 0.4                            | 1.9                                    | 1.62 | 15.3 |
| AMD 90L BA                       | 2  | 1.5               | 2                 | 2800                 | 5.1       | 69    | 0.87                       | 22-11                          | 3.6                            | 0.4                            | 1.8                                    | 1.87 | 17.3 |
| AMD 90L CA                       | 2  | 1.8               | 2.5               | 2810                 | 6.1       | 70    | 0.89                       | 25-12.5                        | 3.7                            | 0.3                            | 1.9                                    | 2.09 | 18.7 |
| AMD 90L DA                       | 2  | 2.2 <sup>1)</sup> | 3 <sup>1)</sup>   | 2880                 | 7.3       | 76    | 0.93                       | 27.2-13.6                      | 5                              | 0.3                            | 1.9                                    | 2.10 | 19.3 |
| AMD 100L AA                      | 2  | 2.2               | 3                 | 2810                 | 7.5       | 75    | 0.92                       | 28-14                          | 4.6                            | 0.2                            | 1.8                                    | 4.05 | 24.5 |
| 1500 min <sup>-1</sup> (4 poles) |    |                   |                   |                      |           |       |                            |                                |                                |                                |                                        |      |      |
| AMD 63Z AA                       | 4  | 0.11              | 0.15              | 1370                 | 0.8       | 53    | 0.89                       | 2.2-1.1                        | 2                              | 0.8                            | 1.6                                    | 0.27 | 4.5  |
| AMD 63Z BA                       | 4  | 0.18              | 0.25              | 1340                 | 1.3       | 51    | 0.9                        | 3.3-1.7                        | 1.9                            | 0.6                            | 1.3                                    | 0.34 | 4.9  |

Tabla 8.- Datos técnicos del motor LAFERT según el tipo.

Fuente: LAFERT.

### Características

| Parámetro | Valor     | Descripción                                                |
|-----------|-----------|------------------------------------------------------------|
| MARCA     | LAFERT    | Marca motor.                                               |
| Polos     | 4         | Número de polos                                            |
| PH        | 1         | Indica la fuente de alimentación para la que fue diseñado. |
| HP (kW)   | 1/4(0.18) | Potencia de salida máxima.                                 |
| V         | 110/220   | Voltaje de operación del motor.                            |
| A         | 3.3/1.7   | Corriente que consume cuando entrega el par nominal.       |
| Hz        | 60        | Frecuencia para el cual el motor fue diseñado.             |
| RPM       | 1600      | Revoluciones por minuto.                                   |
| CB        | 8 uF      | Valor condensador de arranque.                             |
| cos α     | 0.85      | Factor de potencia                                         |

Tabla 9.- Características placa motor LAFERT.

Fuente: Autores.