

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

**IMPLEMENTACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN TÚNEL DE
CALOR PARA TERMOENCOGIDO DE LA EMPRESA GAMMA
SERVICIOS**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO
ELECTROMECAÁNICO**

EDWIN JAVIER MENA MURILLO
jm_javier_123@hotmail.com

AMILCAR FERNANDO ALARCÓN TERÁN
fercho_21em@hotmail.es

DIRECTOR: ING. GERMÁN ENRIQUE CASTRO MACANCELA MSC.
gammaservicios@andinanet.net

Quito, 30 Octubre 2012

DECLARACIÓN

Nosotros, Edwin Javier Mena Murillo y Amilcar Fernando Alarcón Terán, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Edwin Mena

Amilcar Alarcón

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por los señores Edwin Javier Mena Murillo y Amilcar Fernando Alarcón Terán, bajo mi supervisión.

ING. GERMÁN CASTRO MACANCELA
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

A mis padres quienes han sabido guiarme por el buen sendero, a quienes le debo todo lo que soy.

A la empresa GAMMA SERVICIOS por el apoyo incondicional en el proyecto, así como al equipo de trabajo de la empresa.

Al Ing. Germán Castro Macancela por su orientación en el proyecto de tesis.

Amílcar

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a Dios por darme la vida, por ser la luz que guía mi camino día tras día.

A mis padres, Sergio Mena y Eva Murillo por motivarme y darme su apoyo incondicional en todo momento de mi vida.

A la Escuela Politécnica Nacional y a todos los profesores por impartir sus enseñanzas y conocimientos a lo largo de mi formación profesional y personal.

A la Empresa GAMMA SERVICIOS, por la confianza mostrada, en especial a la Ing. Sonia Arpi y al equipo de trabajo quienes hicieron posible la realización de este proyecto.

Al Ing. Germán Castro por la amistad y la orientación brindada en el desarrollo del presente trabajo.

Edwin

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres, por su comprensión y apoyo en todos los momentos de mi vida.

A mis hermanos de quienes siempre he tenido todo el apoyo.

Amílcar

DEDICATORIA

Quiero dedicar el presente trabajo a mis padres Sergio y Eva, quienes han sabido guiarme por el buen sendero de la vida culminando así una etapa importante en mi vida profesional.

A mis hermanas María y Diana por sus palabras de aliento que en todo momento estuvieron presentes.

A mi esposa Fernanda quien me brinda su amor, apoyo y confianza incondicional a cada instante de mi vida.

De manera especial a mi hijo Alexander quien es la fuente de inspiración para la culminación de este proyecto y por quien me esfuerzo día a día para hacerlo una persona de bien.

A todos mis amigos y compañeros de los cuales me llevo los más gratos recuerdos vividos dentro y fuera de la universidad.

Edwin

CONTENIDO

CONTENIDO	I
RESUMEN	VII
PRESENTACIÓN	VIII

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE TERMOENCOGIDO

1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 DESCRIPCIÓN DE LA TEORIA DE TERMOFIJADO	1
1.3 MATERIALES DEL TERMOFIJADO	3
1.3.1 ENVASES	3
1.3.1.1 Envases de vidrio	3
1.3.1.2 Envases de plástico	4
1.3.1.3 Envases de metal	6
1.3.1.4 Envases de cartón	6
1.3.2 ETIQUETAS	7
1.3.2.1 Etiquetas autoadheribles	8
1.3.2.2 Etiquetas cilíndricas	8
1.3.2.3 Etiquetas de mangas	9
1.3.2.4 Etiquetas termoencogibles	9
1.4 TUNELES DE CALOR	10
1.4.1 TUNEL DE VAPOR	10
1.4.2 TUNEL DE AIRE CALIENTE	11
1.4.3 TUNEL DE CALOR RADIANTE	11
1.5 DISPOSITIVOS DE CONTROL	12
1.5.1 RELÉ LÓGICO PROGRAMABLE	12
1.5.2 CONTROLADOR DE TEMPERATURA	13
1.5.3 VARIADOR DE VELOCIDAD	14

1.5.4	SENSORES FOTOELÉCTRICOS	15
1.5.5	ELECTROVALVULA	16

CAPÍTULO II

SISTEMA MECÁNICO DEL TÚNEL DE CALOR PARA TERMOENCOGIDO

2.1	INTRODUCCIÓN	17
2.2	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TÚNEL DE CALOR	17
2.3	SISTEMA TRANSPORTADOR DE ENVASES	18
2.3.1	BASES DE SOPORTE DE LA MÁQUINA	19
2.3.1.1	Soportes regulables	20
2.3.1.2	Bastidor	21
2.3.2	CADENA DE TRANSPORTACIÓN	21
2.3.2.1	Piñón de banda	22
2.3.2.2	Piñón de cola	22
2.3.2.3	Tiras antifricción	23
2.3.3	GUÍAS DE TRANSPORTACIÓN	24
2.3.4	MOTORREDUCTOR	24
2.3.5	SISTEMA DE RETENCIÓN	25
2.3.5.1	Sensor	26
2.3.5.2	Cilindro neumático	26
2.4	TÚNEL DE TERMOFIJADO	27
2.4.1	ESTRUCTURA DEL TÚNEL DE CALOR	28
2.4.2	CÁMARA DE TERMOFIJADO	28
2.4.3	DUCTOS DE RECIRCULACIÓN	29
2.4.4	DUCTO DE VENTILACIÓN	30
2.4.4.1	Ventilador	30
2.4.4.2	Resistencias	31
2.4.4.3	Deflector	32
2.4.5	 AISLAMIENTO	33

2.4.6 CUBIERTA EXTERIOR	33
2.4.6.1 Tornillos autoperforantes	34
2.4.7 CORTINAS	34
2.5 TABLERO DE FUERZA Y CONTROL	35
2.5.1 ELEMENTOS EXTERNOS DEL TABLERO	35
2.5.1.1 Selector	36
<i>2.5.1.1.1 Selector de operación termoencogido</i>	36
<i>2.5.1.1.2 Selector de transportación</i>	36
<i>2.5.1.1.3 Selector de retención de ingreso de botellas</i>	37
2.5.1.2 Potenciómetro	37
2.5.1.3 Interruptor (hongo) de emergencia	37
2.5.1.4 Luz piloto	37
<i>2.5.1.4.1 Luz piloto de succión de aire</i>	37
<i>2.5.1.4.2 Luz piloto del calentador</i>	37
<i>2.5.1.4.3 Luz piloto del transportador</i>	38
<i>2.5.1.4.4 Luz piloto de retención de ingreso de botellas</i>	38
<i>2.5.1.4.5 Luz piloto de emergencia</i>	38
2.5.1.5 Controlador de temperatura	38
2.5.2 ELEMENTOS INTERNOS DEL TABLERO	38
2.5.2.1 Autómata programable	39
2.5.2.2 Variador	40
2.5.2.3 Breaker	40
2.5.2.4 Portafusibles	40
2.5.2.5 Relé	40
<i>2.5.2.5.1 Relé variador</i>	40
<i>2.5.2.5.2 Relé electroválvula</i>	41
2.5.2.6 Contactor	41
<i>2.5.2.6.1 Contactor resistencias</i>	41
<i>2.5.2.6.2 Contactor ventilador</i>	41
2.5.2.7 Fuente de voltaje	41
2.5.2.8 Electroválvula	41
2.5.2.9 Termocupla	42
2.5.2.10 Borneras	42

2.5.2.11 Riel din.....	42
2.5.2.12 Cableado.....	42
2.5.2.13 Tubería neumática flexible.....	43

CAPÍTULO III

SISTEMA DE CONTROL DEL TÚNEL DE CALOR

3.1 INTRODUCCIÓN	44
3.2 SISTEMA GENERAL DE CONTROL PARA EL TÚNEL DE CALOR.....	44
3.2.1 TRANSPORTACIÓN.....	45
3.2.2 RETENCIÓN	45
3.2.3 TERMOFIJADO	46
3.3 CONTROL DEL SISTEMA DE TERMOENCOGIDO	46
3.4 AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE TERMOENCOGIDO.....	48
3.4.1 TRANSPORTACIÓN DE ENVASES	50
3.4.2 CIRCULACIÓN DE AIRE	51
3.4.3 RETENCIÓN Y SEPARACIÓN DE BOTELLAS	51
3.4.4 TERMOFIJADO DE ETIQUETAS	52
3.4.5 APAGADO DEL SISTEMA.....	52
3.5 INTRODUCCIÓN AL LOGO 230RC	54
3.5.1 SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN LOGO SOFT COMFORT V5.0	55
3.5.1.1 Interfaz de usuario	56
3.5.1.2 Introducir funciones.....	58
3.5.1.3 Introducir comentarios.....	58
3.5.1.4 Simulación del programa.....	59
3.5.1.5 Transferir.....	60

3.5.1.6 Consideraciones de la programación.....	62
---	----

CAPÍTULO IV

PRUEBAS, RESULTADOS, MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

4.1 INTRODUCCIÓN.....	64
4.2 PRUEBAS Y RESULTADOS.....	64
4.2.1 PRUEBAS Y SIMULACIÓN DEL PROGRAMA.....	64
4.2.2 PRUEBAS DEL TABLERO DE CONTROL.....	65
4.2.3 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	65
4.2.3.1 Pruebas de encendido.....	66
4.2.3.2 Pruebas de apagado.....	67
4.2.4 RESULTADOS PARA EL PROCESO DE ETIQUETADO.....	67
4.3 MANUAL DE OPERACIÓN.....	70
4.3.1 MANUAL DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TERMOENCOGIDO.....	70
4.3.1.1 Desactivado de la operación termoencogido.....	70
4.3.1.2 Activado del proceso.....	70
4.3.2 CONDICIONES INICIALES DE OPERACIÓN.....	71
4.3.2.1 Efectos de no cumplir las condiciones iniciales de operación.....	71
4.3.3 CALIBRACION DE LA SALIDA DE AIRE.....	72
4.4 MANUAL DE MANTENIMIENTO.....	73
4.4.1 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD.....	73
4.4.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TUNEL DE CALOR.....	74
4.4.2.1 Mantenimiento del tablero de fuerza y control.....	74
4.4.2.2 Mantenimiento general de la máquina.....	75
4.5 CONCLUSIONES.....	75
4.6 RECOMENDACIONES.....	76

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ANEXO A

MANUAL DE PROGRAMACIÓN DEL VARIADOR

ANEXO B

PARTES COMPONENTES DE LA MÁQUINA

ANEXO C

PLANOS DEL TÚNEL DE CALOR

ANEXO D

DIAGRAMAS DE CONEXIÓN

ANEXO E

LADER DEL SISTEMA IMPLEMENTADO

RESUMEN

La implementación y automatización de la máquina para termoencogido de envases, permite resolver problemas de etiquetados que se realizan de forma manual en la industria, los mismos pueden ocasionar problemas de adherencia en los envases, mala presentación por manchas de pegamento, así también el tiempo que demora este proceso lo cual ocasiona pérdidas en la industria, con el desarrollo de este proyecto mediante la utilización de películas termoencogibles se pretende mejorar la calidad de presentación del envase y disminuir el tiempo del proceso lo que se verá reflejado en el aumento en la producción.

En el capítulo uno se presenta una descripción de la teoría de termoencogido, materiales para el proceso de termofijado, uso de los diferentes túneles en la industria y dispositivos de control para el sistema.

En el capítulo dos se relata cada una de las partes del sistema mecánico de la máquina, funcionamiento de los mismos, así como también la implementación de cada elemento del sistema de fuerza y control, su funcionalidad para la operación del sistema.

El capítulo tres hace mención al sistema de control del túnel de termoencogido, funcionamiento del proceso de termofijado, de igual manera se describe el manejo del software de programación, mencionando el flujo grama del sistema de termoencogido implementado para la funcionalidad de la maquina termofijadora.

Finalmente el capítulo cuatro corresponde a las pruebas ejecutadas a todo el sistema, también menciona los resultados finales obtenidos para el proceso de termofijado, incluyendo los manuales de usuario y mantenimiento del proyecto realizado, además de las respectivas conclusiones y recomendaciones de las experiencias adquiridas en el desarrollo de este proyecto.

PRESENTACIÓN

El presente proyecto tiene como objetivo convertir la máquina de termoencogido en una herramienta útil, eficiente y de fácil manejo para la empresa patrocinadora del proyecto GAMMA SERVICIOS, la cual también permitirá ofertar a otras empresas del país que requieran implementar este sistema, o a su vez mejorar el ya existente

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE TERMOENCOGIDO

1.1 INTRODUCCIÓN

La finalidad en la implementación del túnel de calor, es aumentar la producción y mejorar la presentación del producto final, ya que en la actualidad el proceso de etiquetado se lo realiza de forma manual y utilizando pegamento. Por ello este proceso requiere de mucho tiempo y en ocasiones debido a la manipulación por parte del operario las etiquetas se desprenden del envase o llegan a tener una mala imagen.

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA TEORÍA DE TERMOFIJADO.

Este sistema se basa en la utilización de materiales termoplásticos, los cuales al encontrarse expuestos a la incidencia del choque de aire caliente a determinada temperatura, varían sus propiedades mecánicas para tomar la forma del envase a envolver o cubrir.

El fenómeno de termocontracción (también llamado de retracción) se produce como consecuencia de las tensiones residuales existentes en el film, las cuales son obtenidas durante el proceso de fabricación de la película y que resultan liberadas cuando el material alcanza la temperatura adecuada.

Estas tensiones, llamadas contracción longitudinal y contracción transversal, son regulables durante el proceso de fabricación del film y para cada tipo de etiqueta que se desea obtener se pueden especificar los valores necesarios, el fenómeno de termocontracción se desarrolla de acuerdo a las siguientes etapas:

- ETAPA 1: *Ablandamiento del film*: El film se ablanda en ambas direcciones (Transversal y longitudinal).

- ETAPA 2: *Retracción del film*: En esta etapa comienza la retracción del film, alcanzándose gran parte de la retracción del material.
- ETAPA 3: *Estabilización*: En esta etapa el material deja de contraer, aun cuando permanezca a la temperatura de contracción o superior a ella.
- ETAPA 4: *Enfriamiento*: El material completa su retracción mientras se enfría. Esta etapa del proceso es importante, por el incremento de fuerza de contracción del material.¹

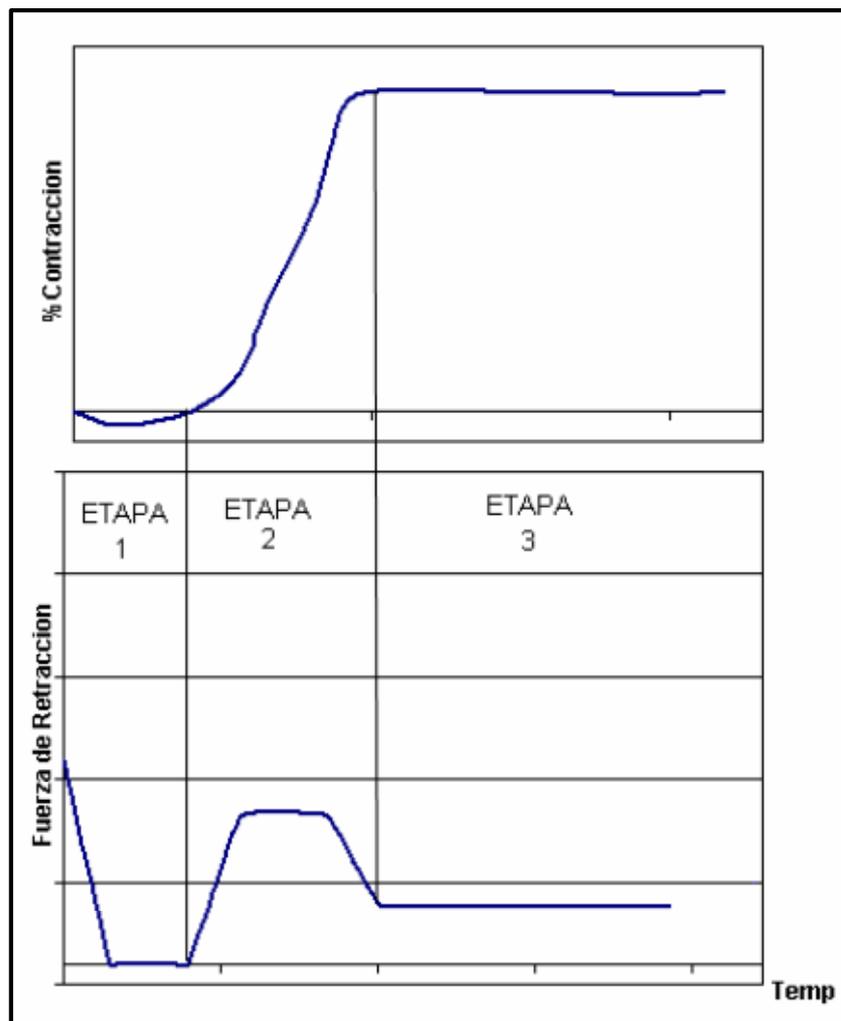


Fig. 1.1 Correlación de Termocontracción.

¹ Diseño de un Túnel de Termocontracción para Etiquetar Botellas con películas PVC, Zambrano Gustavo.

1.3 MATERIALES DEL TERMOFIJADO

Es importante una adecuada selección de los diferentes materiales que son parte del proceso de termoencogido, ya que con ello se garantiza un producto final acorde a los requerimientos de calidad y presentación.

1.3.1 ENVASES

Un envase es un producto que puede estar fabricado en una gran cantidad de materiales, que sirve para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar mercancías en cualquier fase de su proceso productivo de distribución o venta.²



Fig. 1.2 Envases

Entre los principales materiales existentes para la fabricación de envases se tienen: vidrio, plástico, metal y cartón.

1.3.1.1 Envases de vidrio

Son ideales para procesos de termoencogido, debido a su resistencia a las altas temperaturas sin presentar deformaciones pueden ser reutilizados, facilitando su lavado y esterilización, el grosor de los envases retornables depende de la aplicación requerida; su resistencia depende la forma, distribución del vidrio y grado de recocido. En la actualidad la fabricación de este tipo de envases tiene un costo elevado en su producción, distribución y recuperación.

² <http://es.wikipedia.org/wiki/Envase>



Fig. 1.3 Envases de vidrio

1.3.1.2 Envases de plástico

Son recipientes muy ligeros que se los utiliza en la comercialización de líquidos ya que estos se moldean a la forma según la necesidad y función que se tenga. Son utilizados en sistemas de termoencogido, aunque algunos no soportan temperaturas elevadas, tienen bajo costo en el mercado.



Fig. 1.4 Envases de plástico

Las botellas de plástico se fabrican en gran variedad de materiales, escogidos en función de su aplicación.

- *Polietileno de Alta Densidad*. (PEAD) es la resina más extendida para la fabricación de botellas. Este material es económico, resistente a los impactos y proporciona una buena barrera contra la humedad. Es compatible con una gran variedad de productos que incluyen ácidos y cáusticos aunque no con solventes. PEAD es naturalmente translúcido y

flexible. La adición de color puede convertirlo en opaco pero no en un material brillante. Si bien proporciona buena protección en temperaturas bajo el nivel de congelación, no puede ser utilizado para productos por encima de 71.1°C o para productos que necesitan un sellado hermético.

- Polietileno de baja densidad. (PEBD) es similar al PEAD. Es menos rígido y generalmente menos resistente químicamente pero más traslúcido. También es significativamente más barato que el PEAD, se usa fundamentalmente para bebidas.
- Politereftalato de etileno. (PET) se usa habitualmente para bebidas carbonatadas y botellas de agua. Proporciona propiedades de barrera muy buenas para el alcohol y aceites esenciales, habitualmente buena resistencia química (aunque acetona ataca el PET) y una gran resistencia a la degradación por impacto y resistencia a la tensión. El proceso de orientación sirve para mejorar las propiedades de barrera contra gases y humedad y resistencia al impacto. Este material no proporciona resistencia a aplicaciones de altas temperaturas 160 °F (71.1 °C).
- Policloruro de vinilo. (PVC) es naturalmente claro, tiene gran resistencia a los aceites y muy baja transmisión al oxígeno. Proporciona una barrera excelente a la mayoría de los gases y su resistencia al impacto por caída también es muy buena. Este material es resistente químicamente pero vulnerable a solventes. PVC es una elección excelente para el aceite de ensalada, aceite mineral y vinagre. También se usa habitualmente para champús y productos cosméticos. PVC exhibe poca resistencia a temperaturas altas y se degrada a 160 °F (71.1 °C) haciéndolo incompatible con productos calientes.
- Polipropileno. El Polipropileno (PP) se usa sobre todo para jarras y cierres y proporciona un embalaje rígido con excelente barrera a la humedad. Una de las mayores ventajas del polipropileno es su estabilidad a altas temperaturas, hasta 200 °F. El polipropileno ofrece potencial para esterilización con vapor. La compatibilidad del PP con altas temperaturas explica su uso para productos calientes tales como el sirope. PP tiene

excelente resistencia química pero tiene escasa resistencia al impacto en temperaturas frías.

Poliestireno. Poliestireno ofrece excelente claridad y rigidez a un coste económico. Generalmente, se usa para productos secos como vitaminas, gelatina de petróleo o especias. El poliestireno no proporciona buenas propiedades barrera y muestra poca resistencia al impacto.

1.3.1.3 Envases de metal

Son recipientes rígidos que pueden cerrarse de manera hermética, su fabricación es generalmente de hojalata electrolítica, lámina cromada o aluminio. Proveen de resistencia a impactos y al fuego, ofrece mayor tiempo de perduración en la conservación de los productos. Este tipo de envases presentan gran versatilidad en tamaño y forma.



Fig. 1.5 Envases de metal

1.3.1.4 Envases de cartón

Son elaborados en base a la celulosa proveniente de la madera principalmente, aunque también se emplean diversos tipos de vegetales, por ello su bajo costo. Su rigidez se debe a la combinación de varias capas, son ligeros, de varias formas y tamaños. Además son envases degradables y de fácil reciclaje. Los tipos de cartón de mayor utilización en la industria para la fabricación de envases son los detallados a continuación:

- Cartón Sólido Blanqueado o cartulina: fabricado con pasta química en las partes interiores y capas de estuco en la cara superior, se utiliza en industria farmacéutica, cosmética y otros envases de lujo.
- Cartón Sólido no blanqueado: se utiliza para embalajes de bebidas (agrupaciones de botellas y latas), más resistente que el anterior.
- Cartón Foulding: se fabrica con varias capas de pasta mecánica entre capas de pasta química. Utilizado mayormente en envases de alimentos congelados y refrigerados.
- Cartón de fibras recicladas: Se fabrica con fibras recuperadas, está formado por muchas capas de diversos tipos de fibras. Se utiliza para cereales, juguetes, zapatos, etc.³



Fig. 1.6 Envases de cartón

1.3.2 ETIQUETAS

Son elementos, marcas, rótulos, etc.; que permiten identificar, diferenciar y describir a un producto al proveer información sobre este; es por ello que deben encontrarse en un lugar visible del empaque o adherido al mismo. En términos comerciales, las etiquetas son parte importante en la presentación del producto debido a que cumplen con las funciones descritas a continuación:

³ <http://www.mincetur.gob.pe/comercio/ueperu/consultora>

- Atraer la atención del consumidor.
- Identificar al producto.
- Identificar al fabricante.
- Mejorar la presentación.
- Proporcionar información al consumidor.

El tamaño, diseño y la forma en la que se fabrican depende del requerimiento o utilización que tengan, es por ello que existen diferentes materiales para su elaboración, tales como: papel, plástico (por ejemplo PVC), papel metalizado o laminado. Entre los tipos de etiquetas de mayor uso tenemos:

1.3.2.1 Etiquetas autoadheribles

Se las puede ubicar en cualquier superficie del envase, elaboradas generalmente en papel o plástico. Se las puede colocar de manera manual o con máquina etiquetadora ya que su presentación es en rollo.



Fig. 1.7 Etiquetas autoadheribles

1.3.2.2 Etiquetas cilíndricas

Son enrolladas completamente en el envase, se sobreponen intencionalmente con adhesivo. Frecuentemente utilizadas en latas, botellas, cajas y otros envases. Algunos productos alimenticios embotellados las utilizan como sello para tapas.

1.3.2.3 Etiquetas de mangas

Se pueden colocar en la botella y fijarlas en su lugar estirando o contrayendo el material elástico con el que fueron hechas. Otra aplicación de estas etiquetas es el sello de seguridad que se utiliza en botellas de medicamentos y en algunos otros productos alimenticios.

1.3.2.4 Etiquetas termoencogibles

Utilizadas en envases de plástico, vidrio, latas de aluminio, etc., permiten dar una excelente imagen al producto a través de un material brillante, que puede ser impreso con imágenes y textos en 360 grados; lo cual maximiza la imagen de marca facilitando la segmentación del producto hacia un determinado público.

De esta forma, se logra una clara diferenciación sobre los productos de la competencia, y además, las etiquetas termoencogibles tienen la capacidad de adaptarse a las curvas de cada envase. En el mercado se ofrecen diferentes tipos de películas como son:

- Películas de PVC termoencogibles con 50% de encogimiento.
- Películas de PVC termoencogibles con 60% de encogimiento.
- Películas de OPS termoencogibles con 65% de encogimiento.
- Películas de PLA termoencogibles con 70% de encogimiento.⁴



Fig. 1.8 Etiquetas termoencogibles

⁴ http://www.comarbel.com/index.php?option=com_content&view=article&id=17&Itemid=7

1.4 TÚNELES DE CALOR

Un túnel de calor es una máquina diseñada para cumplir una función específica, sea esta de etiquetado o empaque. El diseño, construcción y /o adquisición de un túnel de calor para etiquetado de botellas, dependerá de las características de los envases (tamaño, material, estructura) y de los requerimientos de producción.

Los túneles buscan obtener una rápida contracción de los materiales termoencogibles para que se adapten a la forma del envase; brindando seguridad, mejorando su presentación y aumentando el volumen de producción.

En la industria destacan tres tipos de túneles de calor, los cuales se describen a continuación.

1.4.1 TÚNEL DE VAPOR

Ofrecen el calor más uniforme de 360 grados alrededor del envase, lo cual significa un encogimiento parejo de la etiqueta. El vapor es también el calor menos agresivo de todos los túneles, es adecuado para envases redondos y sin paredes rectas; el envase PET trabaja muy bien en estos túneles. Sin embargo, el sistema tiene sus limitaciones, por ejemplo, el vapor no es adecuado en ambientes fríos y para el empaque de polvos. Los túneles de vapor requieren una fuente separada de vapor y equipo adicional para remover el exceso de humedad y condensación el área cerca al túnel.



Fig. 1.9 Túnel de calor a vapor

1.4.2 TÚNEL DE AIRE CALIENTE (CONVECCIÓN)

Estos túneles son una opción cuando el ambiente no es propicio para el vapor. El aire caliente puede dirigirse a áreas específicas de la etiqueta, lo cual permite colocar el calor donde y cuando se necesita en el proceso de termofijado. El aire caliente es más agresivo que el vapor, requiriendo una evaluación más exacta de la resistencia térmica de la etiqueta. Estos túneles generalmente ocupan más área que los anteriores.



Fig. 1.10 Túnel de calor de aire caliente

1.4.3 TÚNEL DE CALOR RADIANTE (INFRARROJOS)

Estos son los más agresivos en términos de encogimiento. Son ideales para bandas de cuello en botellas de vino, también se usan para termoencogido rápido en envases que pueden afectarse por alta exposición al calor.⁵



Fig. 1.11 Túnel de calor radiante

⁵ <http://plaen.blogspot.com/2009/07/tuneles-de-encogimiento-para-etiquetas.html>

1.5 DISPOSITIVOS DE CONTROL

Son los diferentes elementos que al ser activados y puestos en funcionamiento, cumplen una determinada función dentro del proceso; y que en conjunto permiten la operación adecuada del sistema en base a la lógica de control implementada según los requerimientos del mismo. A continuación se realiza una descripción de los dispositivos de control utilizados en este proyecto.

1.5.1 RELÉ LÓGICO PROGRAMABLE (RLP)

Es un elemento electrónico utilizado en la automatización industrial de pequeña y mediana escala para la programación y control de procesos; con la finalidad de brindar confiabilidad, eficiencia y flexibilidad a los sistemas.

Para que el RLP pueda controlar un determinado proceso, es necesario que se realice la programación del mismo, para lo cual se utilizan lenguajes de programación tales como los diagramas Ladder y diagramas FBD o diagramas de funciones que son los de mayor utilización por parte de los diferentes fabricantes.

El relé lógico ha sustituido la utilización de elementos de control de estado sólido como relés, temporizadores, contadores, compuertas lógicas, etc., ya que por programación se cuenta con estos elementos en un único dispositivo.



Fig. 1.12 Relé lógico programable

Entre las diversas aplicaciones de los RLP podemos mencionar: sistemas de iluminación, energía, ventilación, transporte, alarma, irrigación, refrigeración y acondicionamiento de aire, control de silos, comando de bombas y compresores, comando de señaladores, etc.

1.5.2 CONTROLADOR DE TEMPERATURA

En un dispositivo que permite medir la temperatura a través de un sensor o termocupla y que al fijar un setpoint (temperatura deseada); compara los valores de la temperatura real con la fijada mediante un circuito interno, de este modo controla el activado/desactivado de la calefacción o refrigeración según la lógica de control implementada y del proceso en el que se lo utilice.

Su función es la de mantener la temperatura dentro de los rangos de operación deseados dependiendo del grado de control requerido según la aplicación, es por ello que existen controladores discretos ON/OFF y proporcionales en función del tiempo PID.

Es importante tener en consideración que la mayoría de controladores manejan corrientes de salida de hasta 5A, por lo cual es necesario el uso de un dispositivo de control final como contactores, relés, dispositivos semiconductores de estado sólido, entre otros.



Fig. 1.13 Controladores de temperatura

1.5.3 VARIADOR DE VELOCIDAD

El Variador de Velocidad (VSD, por sus siglas en inglés Variable Speed Drive) es en un sentido dispositivo o conjunto de dispositivos mecánicos, hidráulicos, eléctricos o electrónicos empleados para controlar la velocidad giratoria de maquinaria, especialmente de motores; también es conocido como Accionamiento de Velocidad Variable (ASD).

La maquinaria industrial generalmente es accionada a través de motores eléctricos, a velocidades constantes o variables, pero con valores precisos. No obstante, los motores eléctricos generalmente operan a velocidad constante o cuasi constante, y con valores que dependen de la alimentación y de las características propias del motor, los cuales no se pueden modificar fácilmente.

Para lograr regular la velocidad de los motores, se emplea un controlador especial que recibe el nombre de variador de velocidad y se emplean en una amplia gama de aplicaciones industriales, como en ventiladores y equipo de aire acondicionado, equipo de bombeo, bandas y transportadores industriales, elevadores, llenadoras, tornos y fresadoras, etc.

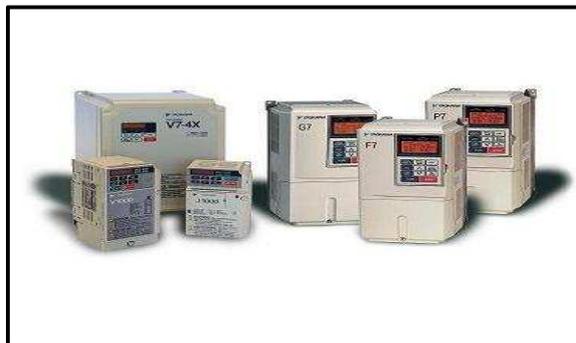


Fig. 1.14 Variadores de velocidad

Entre las ventajas que prestan los variadores dentro de un proceso se pueden citar las siguientes:

- Operaciones más suaves.
- Control de la aceleración.
- Distintas velocidades de operación para cada fase del proceso.

- Compensación de variables en procesos variables.
- Permitir operaciones lentas para fines de ajuste o prueba.
- Ajuste de la tasa de producción.
- Permitir el posicionamiento de alta precisión.
- Control del Par motor (torque).⁶

1.5.4 SENSORES FOTOELÉCTRICOS

Un sensor es un dispositivo para detectar y señalar una condición de cambio. Con frecuencia, una condición de cambio, se trata de la presencia o ausencia de un objeto o material (detección discreta), como también un cambio de distancia, tamaño o color (detección analógica).

Los sensores son tan diversos como los principios físicos en los que se basan, en la actualidad para medir cualquier variable física tenemos diversos tipos de sensores, con sus ventajas y desventajas.

Estos sensores son muy usados en algunas industrias para contar piezas, detectar colores, etc., ya que reemplazan una palanca mecánica por un rayo de luz que puede ser usado en distancias de menos de 20 mm hasta de varias centenas de metros, de acuerdo con los lentes ópticos empleados.

Funcionan con una fuente de luz que va desde el tipo incandescente de los controles de elevadores a la de estado sólido modulada (LED) de los detectores de colores. Y operan al detectar un cambio en la luz recibida por el fotodetector.

Los fotodetectores son típicamente fotodiodos o fototransistores, inclinándose los fabricantes por los primeros por su insensibilidad a campos de radiofrecuencia, que podrían causar interferencia.

Algunos modelos de estos sensores son fabricados con inmunidad a la luz solar incidente o reflejada.

⁶http://es.wikipedia.org/wiki/Variador_de_velocidad

Estos modelos emplean haces de luz modulada que únicamente pueden ser detectados por receptores sintonizados a la frecuencia de modulación.⁷

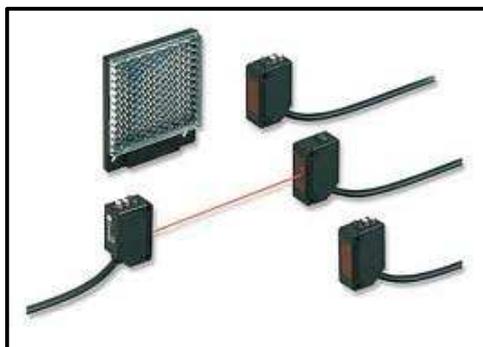


Fig. 1.15 Sensores fotoeléctricos

1.5.5 ELECTROVÁLVULA

Una válvula es un dispositivo mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación de líquidos o gases mediante una pieza móvil que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

Por su parte, las electroválvulas son válvulas electromecánicas que permiten controlar el flujo de un fluido a través de un conducto o tubería; la corriente eléctrica es la encargada de realizar el pilotaje de la válvula, mediante la alimentación del solenoide (bobina), que es el encargado de convertir la energía eléctrica en mecánica.

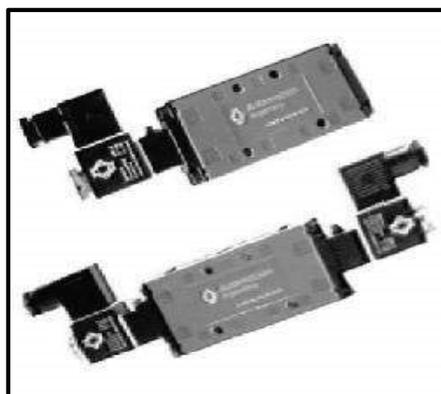


Fig. 1.16 Electroválvula

⁷http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens_transduct/sensores.htm

CAPÍTULO II

SISTEMA MECÁNICO DEL TÚNEL DE CALOR PARA TERMOENCOGIDO

2.1 INTRODUCCIÓN

El sistema mecánico de la maquina permite conocer el entorno físico de su construcción, así como entender el funcionamiento del mismo, mediante la instalación de dispositivos que ayudaran a realizar el proceso de termofijado.

En el desarrollo del presente capítulo se hace una descripción de las partes componentes de la máquina, estableciendo los criterios necesarios para realizar la implementación de los elementos que permiten ejecutar el control.

2.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TÚNEL DE CALOR

La máquina está compuesta principalmente de tres partes que son:

- A. Sistema transportador de envases.
- B. Túnel de termofijado.
- C. Tablero de fuerza y control.

A continuación en la figura 2.1 se identifica la máquina termofijadora que se propone el proyecto.

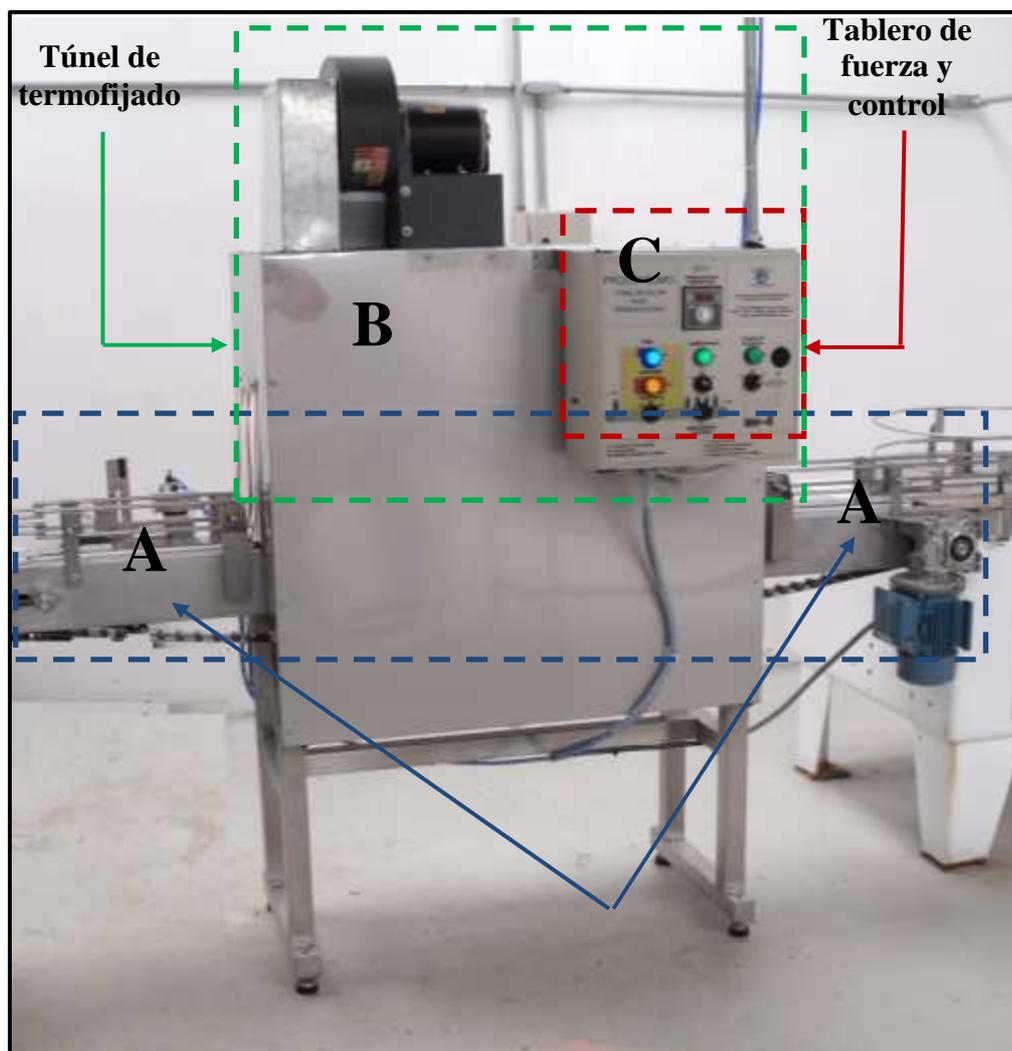


Fig. 2.1. Componentes principales de la máquina

2.3 SISTEMA TRANSPORTADOR DE ENVASES

El sistema transportador de envases está construido la mayor parte en acero inoxidable, debido a las propiedades del material para resistir a la oxidación; el cual tiene como objetivo permitir la trasportación de los envases a lo largo del túnel.

Este sistema está compuesto por los siguientes elementos: base de soportes de la máquina, cadena de transportación, motorreductor y guías de deslizamiento;

los cuales en conjunto transportan los envases por la cadena que se encuentra comandada por un motorreductor.

El sistema de transportación trabaja de manera conjunta con el sistema de retención de envases, al ser activado permite separar los envases mediante un cilindro neumático en la entrada del túnel de termofijado. Siendo la entrada el lugar donde se encuentra el cilindro de separación y la salida donde se encuentra ubicado el motorreductor.

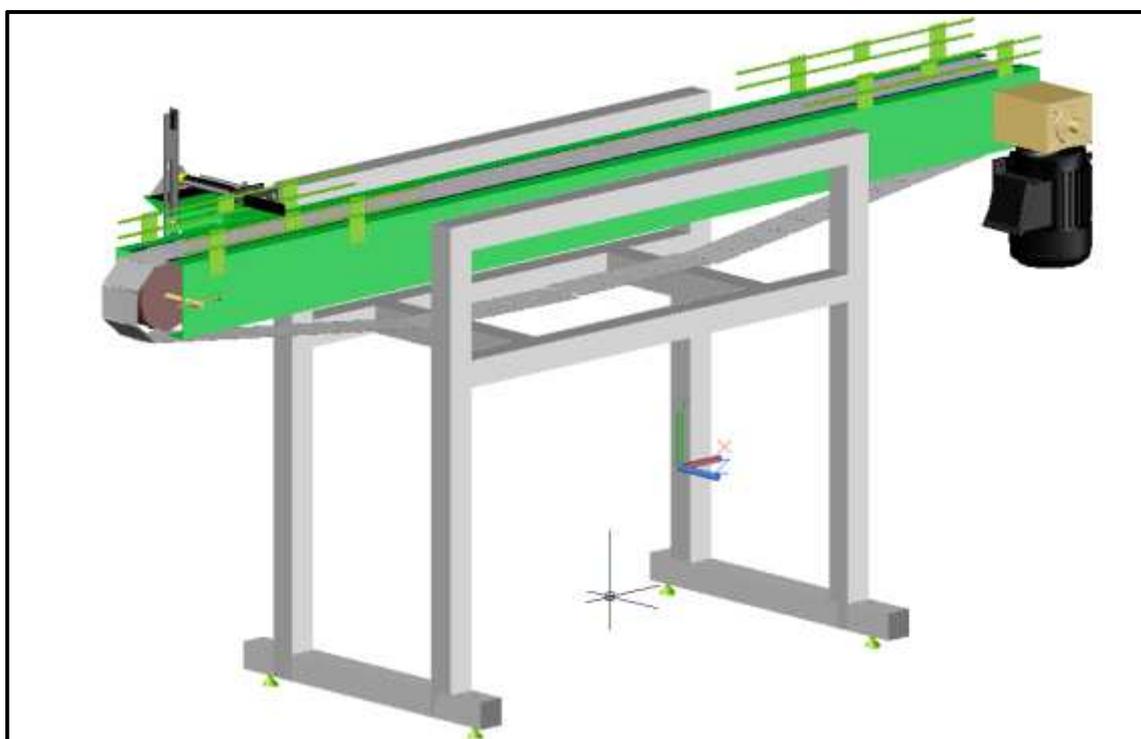


Fig. 2.2. Sistema Transportador de envases

2.3.1 BASES DE SOPORTE DE LA MÁQUINA

Las bases de soporte de la máquina están construidas en tubo de acero al carbono calidad A46, con las patas vistas en tubo cuadrado de acero inoxidable de 50x1.5mm, sirven de soporte al montaje de elementos para la operación del túnel de calor, las bases de asentamiento son roscadas para la ubicación de los tornillos de nivelación, permitiendo adecuarse a cualquier tipo de piso donde se instale la máquina.

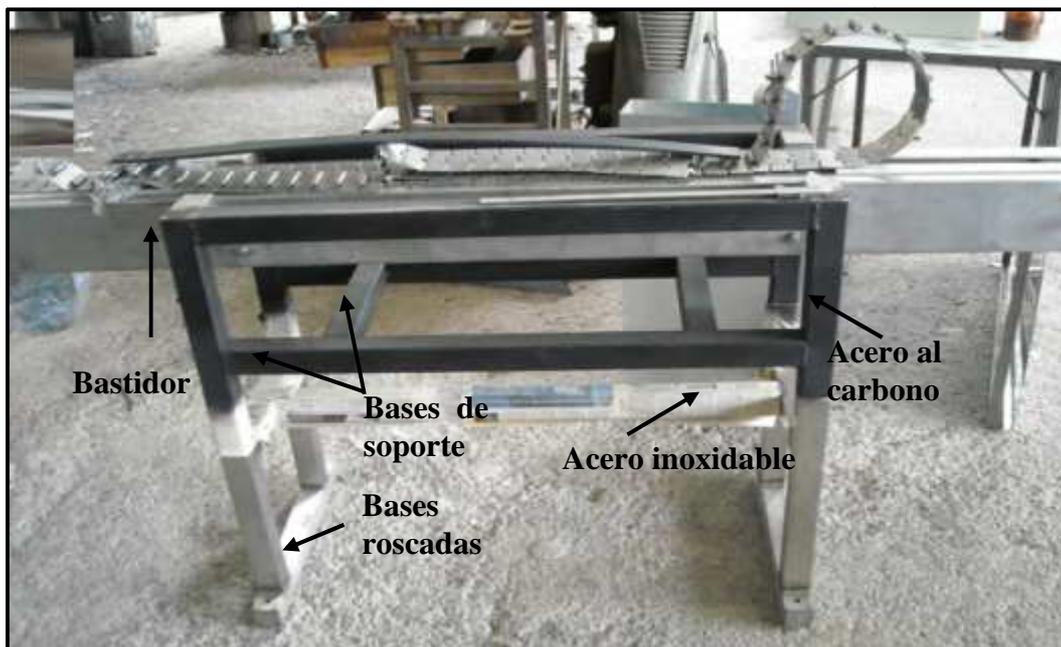


Fig. 2.3. Bases de soporte de la máquina

2.3.1.1 Soportes regulables

Los soportes regulables también llamados pie de nivelación, están contruidos en acero inoxidable con recubrimiento de caucho en las bases del pie, son en forma de pernos que se ubican en las bases roscadas, permitiendo realizar la nivelación de la máquina al ser instalada.



Fig. 2.4. Soportes regulables

2.3.1.2 Bastidor

El bastidor está fabricado en acero inoxidable tipo AISI 304, cuyas dimensiones son 2100mm de longitud y 170mm ancho, se encuentra soldado a la estructura de soporte de la máquina.

El bastidor permite servir de soporte para el paso de la cadena, la cual se desliza sobre las tiras antifricción que están sujetas en la parte superior del bastidor, como se observa en la figura 2.3. En este se empotra el motorreductor permitiendo el movimiento de la cadena.

2.3.2 CADENA DE TRANSPORTACIÓN

La cadena de transportación es de acero inoxidable tipo flat-top, tiene una longitud de 2000mm entre ejes y 82.6mm de ancho, su movimiento se produce por medio de los piñones de banda y cola, transportando las botellas a lo largo del túnel para el proceso de termofijado.



Fig. 2.6. Cadena de transportación

2.3.2.1 Piñón de banda

Construidos en acero de baja aleación, se encuentra ubicado al centro del bastidor en la salida del túnel, su forma es ranurada donde se encajan los dientes de la cadena, el piñón se acopla a un eje el cual está encajado en las chumaceras que se encuentran empotradas a los costados del bastidor y estas al motorreductor, permitiendo el movimiento de la cadena de transportación mediante la transmisión del movimiento entre motorreductor y el eje del piñón.



Fig. 2.7. Piñón de banda

2.3.2.2 Piñón de cola

El piñón de cola también llamado piñón de retorno, está fabricado en acero de baja aleación, su forma es lisa, se encuentra ubicado en el extremo opuesto del piñón de banda y está montado sobre un eje de acero inoxidable, el cual sirve como tensor para la cadena, como se muestra en la figura 2.8.

Su función es permitir la transmisión del movimiento generado por el piñón de banda y piñón de retorno al deslizarse la cadena de transportación.

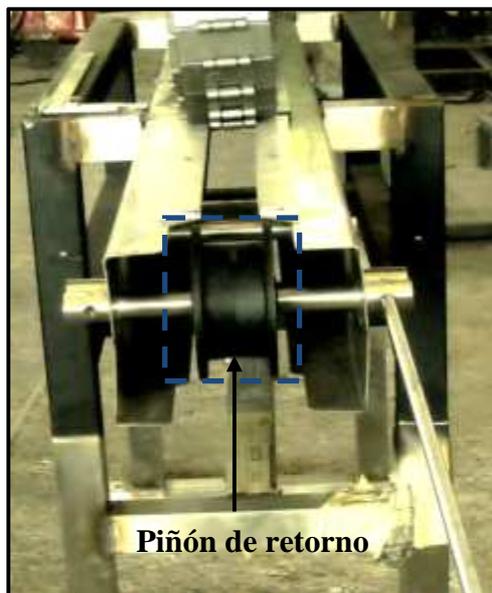


Fig. 2.8. Piñón de cola

2.3.2.3 *Tiras antifricción*

Las tiras antifricción son de dos clases de materiales silicón y teflón, el silicón se encuentra colocado fuera del túnel y el teflón se ubica en la parte interior del túnel. Estos materiales son capaces de soportar la temperatura permanente de trabajo sin presentar deformaciones que afecten el normal funcionamiento, permitiendo el deslizamiento de la cadena de transportación a lo largo del bastidor.

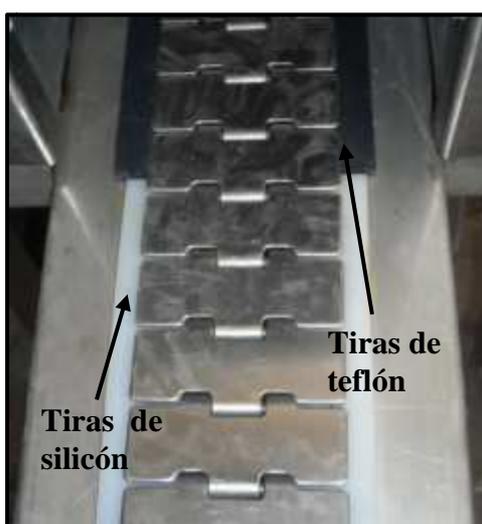


Fig. 2.9. Tiras antifricción

2.3.3 GUÍAS DE TRANSPORTACIÓN

Las guías de transportación están construidas en varillas de acero inoxidable, las cuales permiten guiar los envases desde cuando son colocados al inicio de la cadena, como en la salida del túnel al recolector.

Estas se ajustan al tamaño del envase, están fijadas con tuercas tipo mariposa a los ejes roscados, que están soldados en las bases de las guías y son ubicados en los sujetadores que se empotran en el bastidor de cada extremo del túnel.

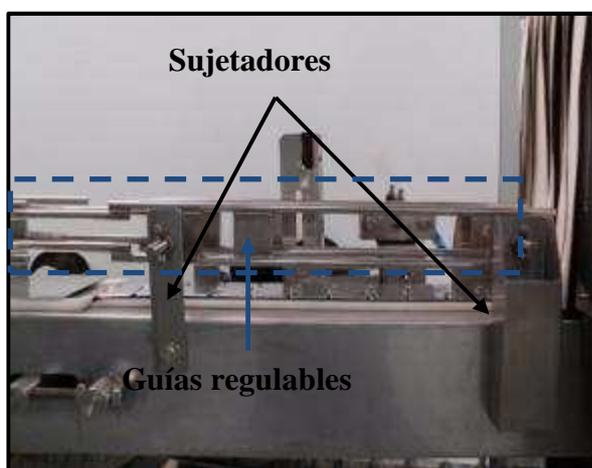


Fig. 2.10. Guías de transportación

2.3.4 MOTORREDUCTOR

El motorreductor es un motor eléctrico normalizado asíncrono tipo jaula de ardilla, acoplado a la unidad reductora, con red trifásica 220/440, conexión YY/Y. Es el encargado de generar el movimiento de la cadena de transportación por medio del eje motriz, acoplado a las chumaceras y al piñón de banda, juntos producen el movimiento de la cadena, tiene una velocidad lineal aproximada de 8m/min, el cual puede ser controlado por un variador de velocidad. A continuación se describe los datos de placa del motorreductor.

Motorreductor Varvel		
·RPM	1625/21	4.4 A
HP	1/3	3Ø
VOLTS:	220	Max 40°C
FREC.	60	Conx. YY



Fig. 2.11. Datos de placa y fotografía del motorreductor

2.3.5 SISTEMA DE RETENCIÓN

El sistema de retención está compuesto por un sensor fotoeléctrico y un cilindro neumático, este último es el actuador. Este sistema se encarga de separar las botellas a la entrada del túnel utilizando un sensor, el cual envía la señal para que se active el brazo separador de envases, encargado de distanciar las botellas evitando así que estas se junten y se tengan fallas en el proceso de etiquetado.

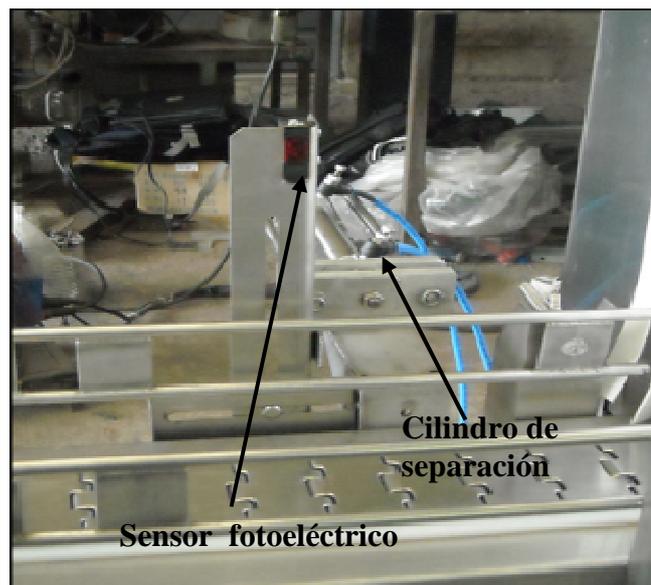


Fig. 2.12. Sistema de retención

2.3.5.1 *Sensor*

El sensor utilizado es un OMRON E35 24V DC, está montado en una base metálica regulable que permite ubicar el sensor de acuerdo al tamaño del envase.

El sensor fotoeléctrico tiene como objetivo detectar los envases y luego enviar la señal al controlador lógico programable, donde el cilindro de retención se acciona cuando pasa la botella y éste realice la separación de las mismas en la entrada del túnel.



Fig. 2.13. Sensor fotoeléctrico

2.3.5.2 *Cilindro neumático*

Este cilindro neumático es de doble efecto, está acoplado a un brazo metálico de acero inoxidable que se encuentra ubicado en la entrada del túnel de calor, el mismo que permite realizar la retención física de las botellas al ingreso del túnel, cuando es enviada la señal de activación por la electroválvula al actuador. A continuación se indica en la figura 2.14 lo dicho en este párrafo.

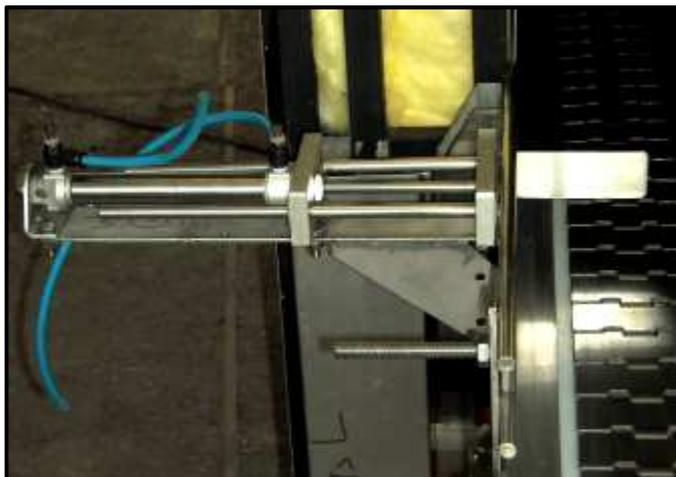


Fig. 2.14. Cilindro de separación

2.4 TÚNEL DE TERMOFIJADO

El túnel de termofijado es el lugar donde se realiza el proceso de termoencogido para el etiquetado de las botellas o envases, producto del aire caliente generado por las resistencias y el ventilador.

Está compuesto por elementos interno y externos, como son: cortinas, estructura del túnel de calor, cámara de termofijado, ducto de ventilación, ducto de recirculación, aislamiento y cubierta exterior.

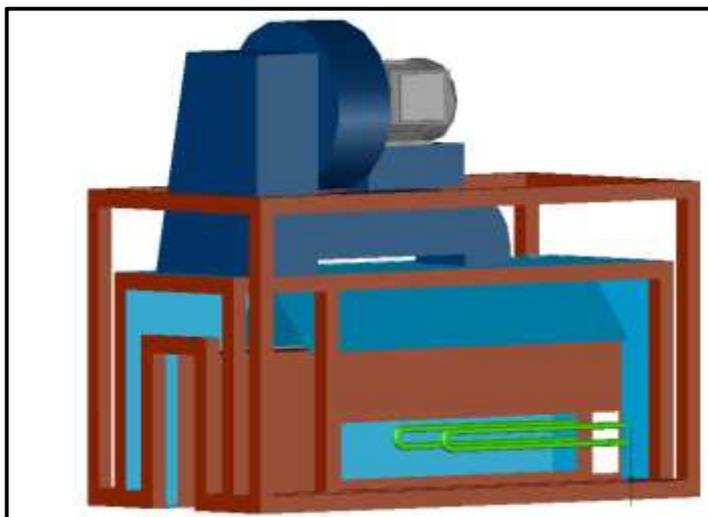


Fig. 2.15. Túnel de termofijado

2.4.1 ESTRUCTURA DEL TÚNEL DE CALOR

La estructura del túnel está construido en tubo de acero cuadrado de 30x30 mm, el cual está soldado a las bases de soporte de la máquina. Permite fijar los diferentes elementos encargados del termofijado, como son los ductos de ventilación, ducto de recirculación, la cámara de termofijado, al igual que la cubierta exterior, estos se sujetan con pernos autoroscantes alrededor del borde de la estructura, la figura 2.16 muestra los elementos visibles que se fijan en la estructura del túnel.



Fig. 2.16. Estructura del túnel de calor

2.4.2 CÁMARA DE TERMOFIJADO

La cámara de termofijado está construida en láminas de acero galvanizado de 1 mm de espesor, la misma que se encuentra fijada a la estructura del túnel, como se muestra en la figura 2.16 la parte externa de la cámara.

La cámara o también llamada hogar de calentamiento es el lugar donde se realiza el proceso de termofijado, por la circulación del aire caliente que fluye por las grillas de direccionamiento, las cuales permiten que el aire choque tangencialmente en los envases con su respectiva película de etiquetado, para la obtención del termofijado.

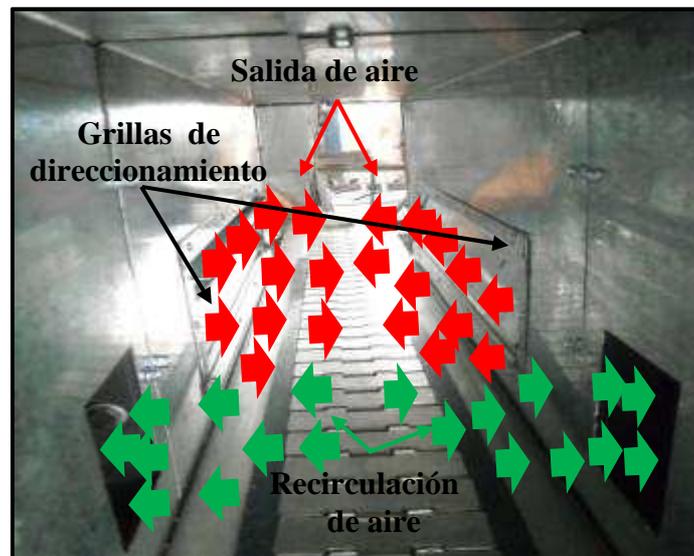


Fig. 2.17. Cámara de termoencogido

2.4.3 DUCTOS DE RECIRCULACIÓN

Las paredes internas de los dos ductos de recirculación o también llamado succión de aire, están contruidos en lámina de acero galvanizado de 1 mm de espesor, estos ductos tienen como objetivo mantener la temperatura homogénea en la cámara de termoencogido, mediante la succión del aire que circula por los ductos, el cual es generado por el ventilador. La circulación del aire es como se muestra en la figura 2.18 y 2.19

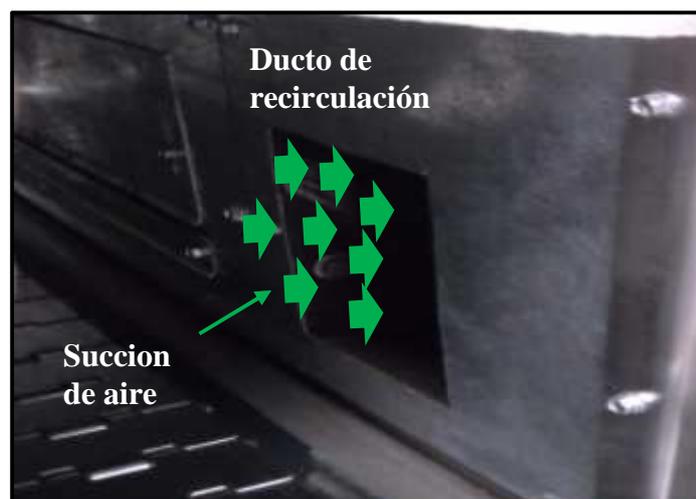


Fig. 2.18. Ductos de aire

2.4.4 DUCTO DE VENTILACIÓN

El ducto de ventilación está construido igualmente en láminas de acero galvanizado, está ubicado a la salida del ventilador centrífugo pasa por las resistencias conectadas en delta, continúa por el deflector, las resistencias tubulares y finaliza en las grillas de direccionamiento del aire, como se muestra en la figura 2.17. El ducto mencionado tiene como finalidad llevar el aire generado por el ventilador a las resistencias para producir la salida del aire caliente por las grillas con el cual se realiza el proceso de termofijado.

Las flechas que indica la figura 2.19 señala el sentido de circulación del aire y los ductos como tal.

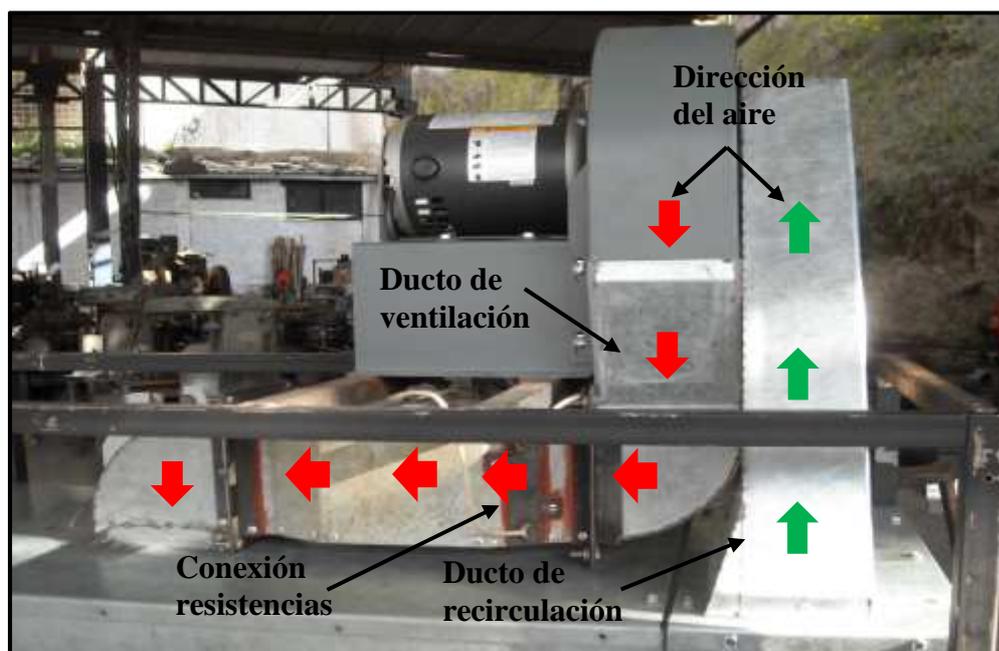


Fig. 2.19. Ducto de ventilación

2.4.4.1 Ventilador

El ventilador centrífugo tiene las siguientes características técnicas que se detallan a continuación: ventilador centrífugo de 400CFM, motor Dayton 1/4 HP, 1320/1450 Rpm, 110 V, está empotrado en la estructura del túnel de calor.

Este ventilador, permite transferir el calor de las resistencias que están instaladas en el interior del ducto de ventilación, mediante la generación del aire que producen las aletas del ventilador. El aire generado pasa por las resistencias en funcionamiento, originando la salida de aire caliente por las grillas para el proceso de termoencogido.



Fig. 2.20. Ventilador centrifugo

2.4.4.2 Resistencias

El túnel de calor para mantener una temperatura óptima de trabajo, posee 3 resistencias tubulares de 1200 watt cada una, colocadas en configuración delta las mismas que se encuentran en el interior del ducto de ventilación, como se muestra en la figura 2.19; estas resistencias son alimentadas con 220V trifásicos.



Fig. 2.21. Resistencias en conexión delta

Para mantener una mayor concentración de calor y evitar caídas repentinas de temperatura, se ubican a cada extremo de los ductos de la salida de aire resistencias auxiliares tubulares, las mismas son tipo U de 850 watt y son alimentadas con 220V. Estas resistencias tanto las conectadas en delta, como las auxiliares, permiten proporcionar la temperatura de trabajo para el proceso de termoencogido.



Fig. 2.22 Resistencias auxiliares

2.4.4.3 Deflector

Está fabricado en lámina de acero galvanizado de 1mm de espesor, lleva un declive para el direccionamiento de la salida del aire. El ducto de ventilación conecta directamente con el deflector, permitiendo distribuir el caudal del aire por ambos canales y a su vez disminuye las pérdidas por choque al distribuir el aire por ambos lados.

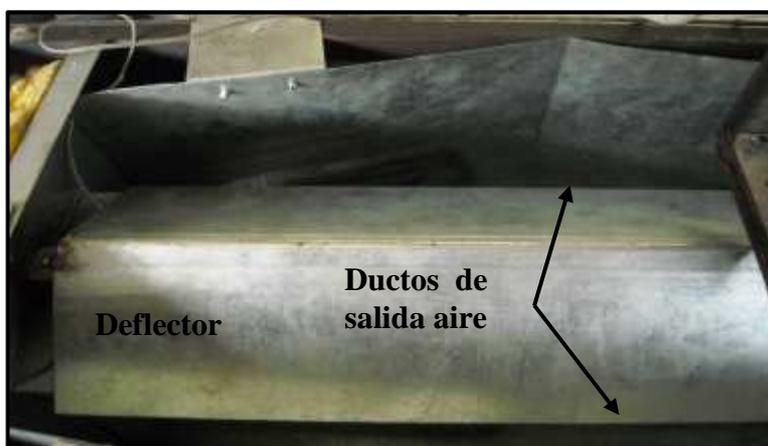


Fig. 2.23. Deflector

2.4.5 AISLAMIENTO

El aislamiento entre cámara exterior y cubierta exterior es en lana de vidrio de 1 pulgada de espesor, cubriendo toda el área exterior del túnel, como se muestra en la figura 2.24, el cual está diseñado para mantener una temperatura máxima de 35° C en la cubierta exterior y permitir mayor capacitancia en la parte activa del túnel, evitando caídas súbitas de temperatura.



Fig. 2.24. Lana de vidrio

2.4.6 CUBIERTA EXTERIOR

La cubierta exterior y tapas frontales están construidas en láminas de acero inoxidable AISI 202 de 1mm de espesor, para evitar la corrosión del medio en que este se encuentre. Este recubrimiento permite cubrir la estructura del túnel de calor, la cual es fijada con tornillos autoperforantes a sus bases.

A continuación en la figura 2.25 se muestra la cubierta y las tapas frontales.

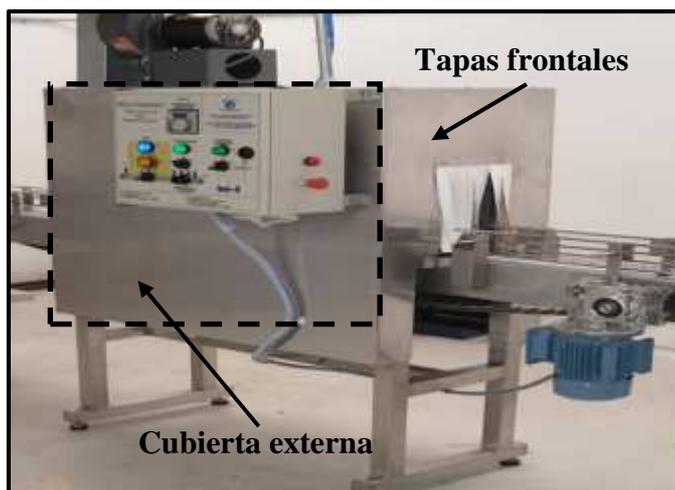


Fig. 2.25 Cubierta exterior

2.4.6.1 Tornillos autoperforantes

Los tornillos autoperforantes son de acero galvanizado, permiten fijar la cubierta externa, las tapas frontales en la estructura del túnel de calor, así como varios elementos que se fijan a la estructura del túnel.



Fig. 2.26 Tornillos autoperforantes

2.4.7 CORTINAS

Las cortinas son ubicadas a la entrada y salida del túnel, estas evitan que el túnel de termofijado sufra caídas drásticas de temperatura, cuando está en proceso de trabajo. Las cortinas son de material capaz de resistir las altas temperaturas de trabajo sin sufrir ninguna clase de deformación, la figura 2.15 muestra lo descrito.



Fig. 2.27 Cortinas

2.5 TABLERO DE FUERZA Y CONTROL

El gabinete metálico posee las dimensiones 40x40x20cm (alto, ancho, profundidad), estas medidas son afines al espacio físico que brinda el túnel, se encuentra ubicado en el área frontal del túnel de calor, para su ubicación física se utilizan pernos autoroscantes sujetos a la estructura del túnel.

El tablero de fuerza y control permite operar el túnel de calor, está distribuido con elementos de operación y visualización con su respectiva simbología y gráficos del proceso tipo HMI para un mejor entendimiento del proceso, esto es en la parte frontal del tablero; consta de elementos de mando y maniobra para el funcionamiento del sistema de termofijado, los cuales se ubican en el interior del tablero.

2.5.1 ELEMENTOS EXTERNOS DEL TABLERO

En esta parte se describen todos los elementos y componentes que encuentran en la parte frontal del tablero de fuerza y control.



Fig. 2.28 Tablero de fuerza y control

2.5.1.1 Selector

Este dispositivo conecta y desconecta uno o más circuitos, a continuación se describen la operatividad de cada uno.

2.5.1.1.1 Selector de operación termoencogido

Permite activar el proceso de termoencogido, con lo cual se acciona el transportador de cadena, el ventilador y las resistencias de calentamiento para el inicio del proceso de termofijado. El símbolo es S1.

2.5.1.1.2 Selector de transportación

Acciona de manera independientemente el sistema de transportación de envases, por lo tanto sólo permite mover el transportador de cadena. Símbolo S2.

2.5.1.1.3 Selector de retención de ingreso de botellas

Activa un cilindro neumático, ubicado a la entrada del túnel de calor para el desfasado de las botellas al interior del mismo, esta función puede ser activada y puesta en funcionamiento cuando el proceso de termoencogido es activada, en ese instante puede ser activado este sistema. Símbolo S3.

2.5.1.2 Potenciómetro

Este dispositivo permite variar la velocidad del motorreductor, con el cual se mueve el transportador de cadena dentro de los parámetros previamente establecidos en el variador. Símbolo P.

2.5.1.3 Interruptor (hongo) de emergencia

Brinda protección ante eventuales situaciones que podrían causar alguna falla en alguna etapa del proceso y/o problemas al operar, por lo que el interruptor de emergencia al ser pulsado desconecta todo el proceso. Símbolo S4.

2.5.1.4 Luz piloto

La luz piloto indica la condición del sistema cuando ha sido activado. El funcionamiento de cada luz piloto del proceso de termoencogido se describe a continuación.

2.5.1.4.1 Luz piloto de succión de aire

Indica cuando está funcionando el ventilador del túnel de calor. Símbolo H1.

2.5.1.4.2 Luz piloto del calentador

Indica cuando se activan las resistencias en el túnel de calor. Símbolo H2.

2.5.1.4.3 Luz piloto del transportador

Indica cuando está en funcionamiento el motorreductor para el transportador de cadena, ya sea cuando se activa el selector S1 para el proceso de termoencogido o cuando se activa el selector S2 sólo para transportación. Símbolo H3.

2.5.1.4.4 Luz piloto de retención de ingreso de botellas

Se enciende cuando se activa la retención de ingreso de botellas (S3 en ON). Símbolo H4.

2.5.1.4.5 Luz piloto de emergencia

Indica el accionamiento del paro de emergencia cuando este ha sido activado. Símbolo H5.

2.5.1.5 Controlador de temperatura

El controlador de temperatura es modelo ANC-675, 0°-400°C, este dispositivo controla y regula la temperatura de trabajo, manteniendo dentro de los límites de variación permisible al interior del túnel de calor, de acuerdo a los valores de funcionamiento.

2.5.2 ELEMENTOS INTERNOS DEL TABLERO

Las partes, equipos y elementos que se encuentran montados dentro del doble fondo del tablero están distribuidos como lo muestra la figura 2.29; los elementos tienen el espacio necesario estipulado en el manual de instalación, a continuación se detalla cada uno.

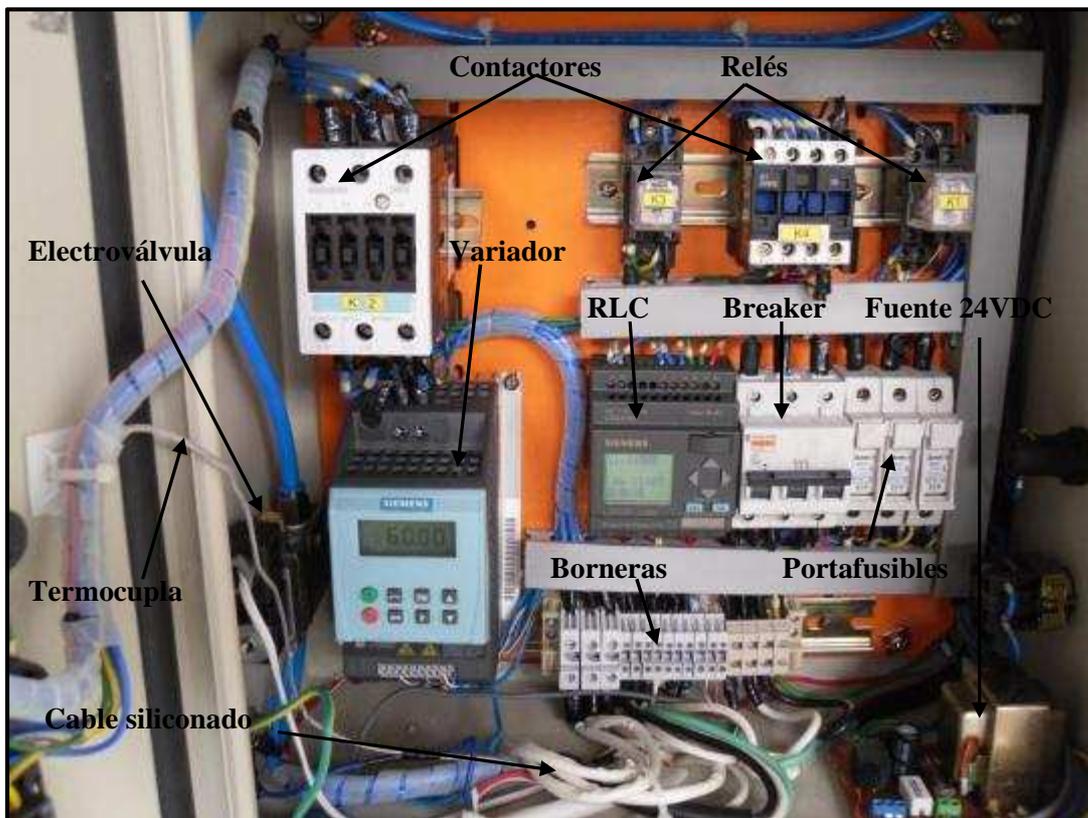


Fig. 2.29 Tablero interior de fuerza y control

2.5.2.1 *Autómata programable*

El autómata programable utilizado es el LOGO 230 RC, consta de 8 entradas digitales, 4 salidas tipo relé, las mismas que son necesarias para la programación de la lógica de control del túnel de calor. La alimentación del módulo es 115/230V, tiene un display de visualización del programa, valores del proceso, parámetros, los mismos que son maniobrados mediante las teclas de operación del panel. El logo posee un reducido tamaño (72x90x55mm) adecuado para el espacio del tablero, el montaje se lo realiza sobre la riel din.

Este relé lógico programable permite realizar la lógica de control del túnel de calor, previa a su programación ya sea por pantalla o por descarga de la pc, lo cual se especifica en el siguiente capítulo detalladamente.

2.5.2.2 Variador

Las características del variador son: 0.5 HP, 1-3F, 240V, G110, marca Siemens con panel de programación.

Permite controlar y sincronizar la velocidad de producción del motorreductor, de acuerdo al tipo de producto que se transporta, puede arrancar suavemente, evitar la caída de los envases de acuerdo a la programación que se realice en el variador, y otros parámetros de funcionamiento los mismos que se detallan en el manual de programación del variador en el ANEXO A.

2.5.2.3 Breaker

Es un interruptor automático de caja moldeada termomagnético MERLIN GERIN K 32A, está montado sobre la riel din, este disyuntor permite proteger a todo el sistema contra sobre cargas eléctricas y cortocircuitos. Símbolo F1.

2.5.2.4 Portafusibles

Actúan conjuntamente con los fusibles, sirven de protección para las resistencias de calentamiento que se encuentran conectadas en cada fase. Símbolo F2.

2.5.2.5 Relé

Es un dispositivo electromagnético el cual tiene como objetivo el accionamiento o swicheo del circuito eléctrico, los mismos que disponen la activación del variador y el otro relé activa la electroválvula. Poseen un zócalo con separación, el cual permite realizar el cableado sin complicaciones, las características son 110V, 5A.

2.5.2.5.1 Relé variador

Este relé permite arrancar el variador de velocidad, mismo que pone en funcionamiento al motorreductor y encender la luz piloto H3. Símbolo K1.

2.5.2.5.2 Relé electroválvula

Este relé activa la electroválvula para el inicio del proceso de retención del ingreso de las botellas Símbolo K3.

2.5.2.6 Contactor

Es un dispositivo electromagnético, el cual funciona como un interruptor accionado o gobernado a distancia por un electroimán, los mismos que se describen a continuación.

2.5.2.6.1 Contactor resistencias

Contactor Siemens de 32A, sus contactos principales activan las resistencias de calentamiento del túnel de calor y su contacto auxiliar la luz piloto H2. Símbolo K2.

2.5.2.6.2 Contactor ventilador

Contactor de 9A, permite activar el ventilador de la operación de termoencogido, el controlador de temperatura, la fuente de alimentación de 24VDC y la luz piloto H1. Símbolo K4

2.5.2.7 Fuente de voltaje

Esta fuente es de 24VDC se inicia con un voltaje de AC, se obtiene un voltaje de DC estable rectificando el voltaje de AC, luego se filtra a un nivel DC y al final se regula para obtener el voltaje fijo deseado, la cual permite alimentar al sensor fotoreflexivo para su funcionamiento. Símbolo V1.

2.5.2.8 Electroválvula

La electroválvula utilizada es una 5/2 biestable Festo, es una válvula electromecánica diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto, está controlada por dos solenoides de 110V, esta electroválvula permite

activar y desactivar el cilindro para la separación de las botellas al ingreso del túnel. Símbolo EV.

2.5.2.9 Termocupla

La termocupla es un tipo de sensor de temperatura también conocido como termopar, este dispositivo es capaz de convertir la energía calorífica en energía eléctrica. Permite sensar la temperatura la cual es enviada al controlador de temperatura el cual abre o cierra un contacto, esta temperatura se visualiza en el controlador en grados centígrados. La termocupla es de tipo J.

2.5.2.10 Borneras

Las borneras están montadas sobre el riel din, esta última sujeta con tornillos al doble fondo del tablero, el conjunto es usado en la conexión de las resistencias, motorreductor, ventilador, bobinas de la electroválvula, alimentación del sensor y alimentación del tablero.

2.5.2.11 Riel din

Este elemento es fundamental para el montaje de todos los elementos de conexión, con la ventaja de un fácil desmontaje de los componentes colocados sobre el riel.

2.5.2.12 Cableado

El cableado del tablero se realiza con cable flexible número 12 AWG para la alimentación, para conectar todo el sistema de fuerza se empleó cable 14 AWG y para control se usó cable 18 AWG.

Para conectar las resistencias se dispuso del cable siliconado de alta temperatura número 12 AWG, el cual puede operar hasta 400°C.

2.5.2.13 Tubería neumática flexible

Esta clase de tubería se utiliza para llevar el aire comprimido desde las electroválvulas hasta los actuadores neumáticos, que en este caso es el cilindro de retención ubicado a la entrada del túnel de calor. El sistema requiere de manguera # 6.

CAPÍTULO III

SISTEMA DE CONTROL DEL TÚNEL DE CALOR

3.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se hace una descripción del funcionamiento del sistema de termoencogido, de los procesos que intervienen dentro del sistema y de la lógica de control implementada para la operación del túnel del calor en base a los requerimientos del proceso.

La automatización del túnel de calor se lo realizó implementando un relé lógico programable (PLR) perteneciente a la familia SIEMIENS LOGO 230 RC, que mediante programación vía software y grabada la lógica de control en su memoria interna, es el encargado de realizar el control del sistema.

3.2 SISTEMA GENERAL DE CONTROL PARA EL TÚNEL DE CALOR

En la figura 3.1 se observa el proceso general del túnel de calor para termofijado, para ello el sistema consta a su entrada de envases con etiquetas de PVC sobrepuestas en el cuerpo de los mismos y a su salida se obtienen envases con etiquetas termoencogidas (adheridas).



Fig. 3.1 Sistema general de control.

Al denominado PROCESO de la Fig. 3.1 se divide en tres subprocesos, cada una de ellos tiene su determinada función y forman parte de la automatización del sistema. Esta relación entre los subprocesos se muestra en la figura 3.2 y se detallan a continuación:

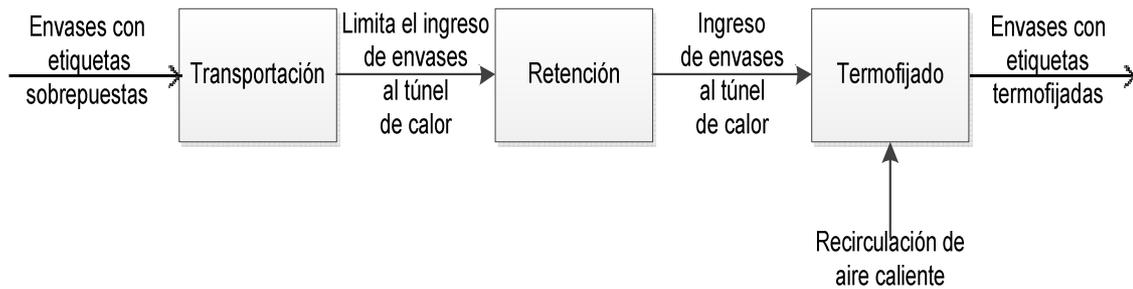


Fig. 3.2 Subprocesos del sistema de termoencogido.

Previo al inicio del proceso de termofijado, cabe mencionar que los envases son llenados en proceso previo con el producto deseado, posterior a ello se realiza el sellado de los mismos y finalmente el operario coloca las etiquetas de PVC de forma manual en los envases.

3.2.1 TRANSPORTACIÓN

En este subproceso se inicia con el acarreo de los envases después de ser colocadas las etiquetas por parte del operador, para ello se enciende el motorreductor previo al seteo de la frecuencia de trabajo del mismo a través del variador de velocidad; el motorreductor por medio de los piñones instalados en el vástago transfiere el movimiento a la cadena de transportación, que es la encargada de llevar a los envases a lo largo del recorrido del túnel de calor hasta la mesa recolectora acoplada al final del proceso.

3.2.2 RETENCIÓN

De manera simultánea, el pistón del cilindro neumático impide el paso de los envases al interior del túnel de calor en el proceso de encendido durante un

tiempo denominado de calentamiento, con el fin de permitir que en el hogar de calentamiento se llegue a la temperatura de operación requerida, una vez transcurrido este tiempo, el subproceso trabaja de manera independiente a los demás, es decir, se lo puede conectar o desconectar de manera arbitraria según requerimientos de producción. Para ello el sensor fotoeléctrico sensa la presencia de los envases y el pistón realiza el desfase o separación de los envases antes de su ingreso al túnel de calor.

3.2.3 TERMOFIJADO

Las resistencias de calentamiento son las encargadas de elevar la temperatura en el hogar del túnel hasta obtener la requerida para la operación. El ventilador por su parte, genera la recirculación de aire caliente para que por impacto térmico y por las características propias de las etiquetas se realice el termofijado de las mismas en el cuerpo de los envases, obteniendo de esta manera el producto final.

3.3 CONTROL DEL SISTEMA DE TERMOENCOGIDO

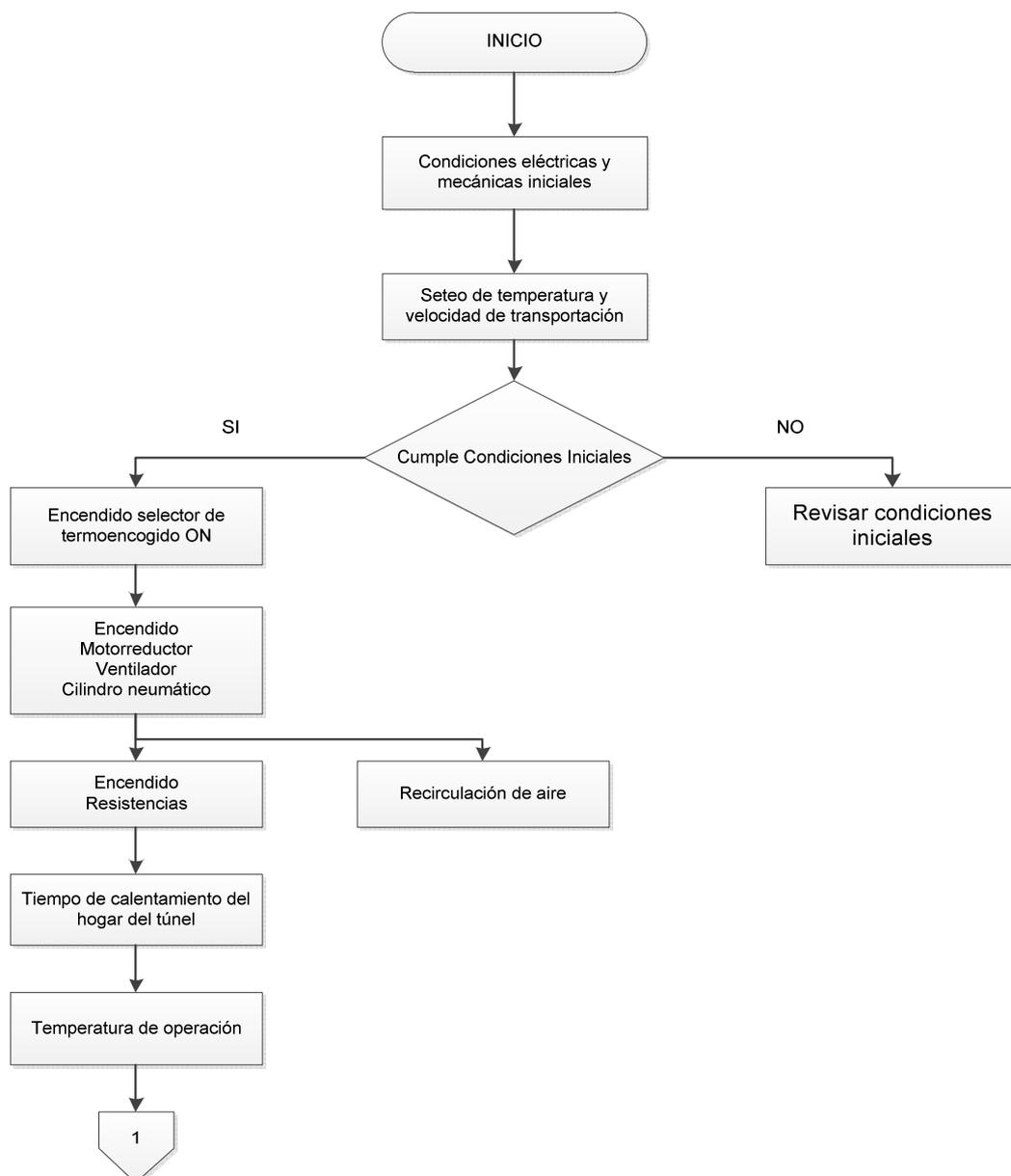
El proceso empieza cuando se provee de energía eléctrica y neumática al sistema. Una vez que el selector de termoencogido es puesto en la posición ON, se activan de manera simultánea el ventilador, motorreductor y el cilindro neumático. Luego de ello las resistencias entran en funcionamiento para incrementar la temperatura al interior del túnel.

El encendido del sistema se lo realiza mediante un breaker trifásico, que al ser accionado provee de energía eléctrica al tablero de control y a los elementos periféricos del túnel de calor.

Antes de su inicio, se deben establecer los parámetros de funcionamiento de acuerdo al envase a utilizarse, es decir; seleccionar los rangos de temperatura de operación, la velocidad (frecuencia) de la cadena de transportación y la posición del sensor fotoeléctrico.

Este es un proceso continuo y automático, que requiere de un tiempo programable para empezar con el termofijado de las etiquetas, este tiempo es el que le toma al túnel de calor alcanzar la temperatura apropiada de operación; durante el transcurso de este, no es posible que los envases ingresen al interior del túnel ya que el pistón del cilindro neumático que se encuentra acoplado con una platina impiden su ingreso.

La figura 3.3 muestra el diagrama de flujo del sistema de termoencogido implementado.



Continúa...

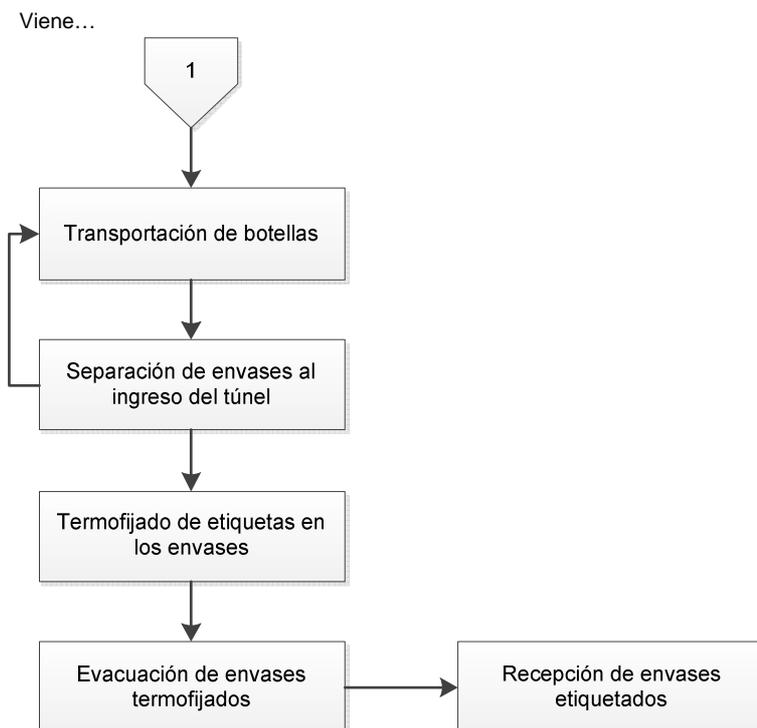
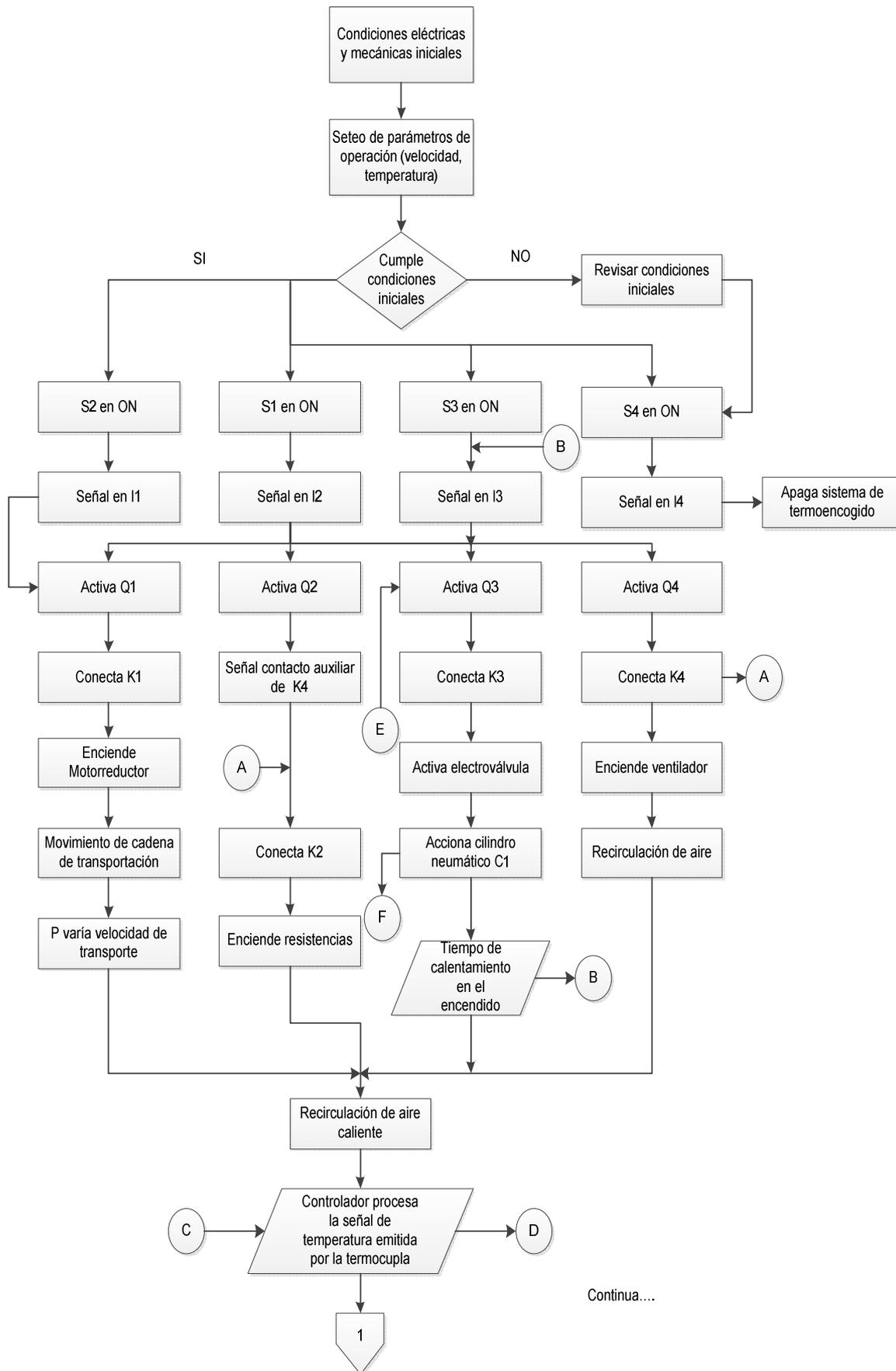


Fig. 3.3 Sistema de termoencogido.

3.4 AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE TERMOENCOGIDO

Las funciones que cumple el túnel de calor dentro del sistema son: transportar los envases, generar la recirculación de aire en su interior, realizar la retención y separación en el ingreso de los envases y el termofijado de las etiquetas.

En la figura 3.4 se muestra el diagrama de flujo del funcionamiento general del sistema de termoencogido, en base a los principales componentes que intervienen en el proceso de etiquetado, cabe mencionar que para que el proceso pueda operar, se requiere que se provea de energía eléctrica y neumática al sistema; y adicional a ello se deben establecer sus parámetros de funcionamiento (temperatura de trabajo, velocidad de transportación).



Viene....

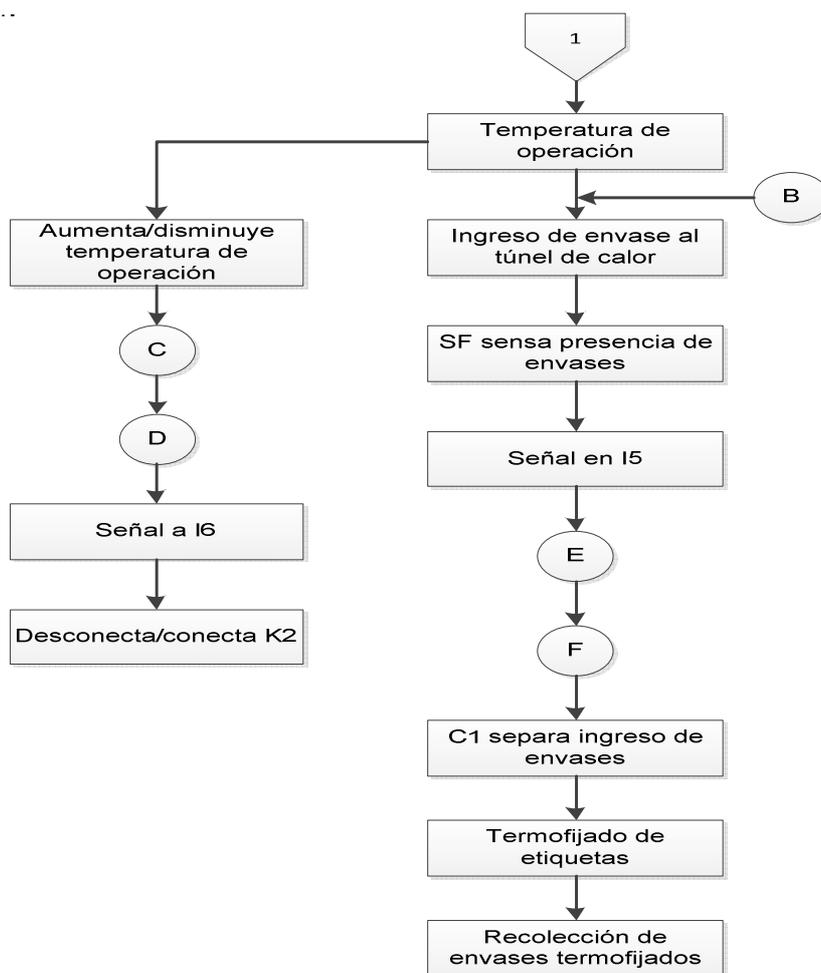


Fig. 3.4 Diagrama de funcionamiento del túnel de calor.

3.4.1 TRANSPORTACIÓN DE ENVASES

Una vez establecidos los parámetros de operación, el selector de termoencogido (S1) es puesto en ON, con lo cual se pone en funcionamiento al motorreductor y este a su vez produce el movimiento de la cadena de transportación que es la encargada de llevar las botellas a través del túnel del calor.

El variador de velocidad permite regular la frecuencia de operación del motorreductor a través de un potenciómetro conectado a las entradas establecidas para realizar esta función; con ello se consigue que los envases tengan un adecuado tiempo de incidencia con el aire caliente para obtener un buen termofijado de las etiquetas.

Esta etapa también puede funcionar de manera independiente al sistema en conjunto de termoencogido, es decir, se puede tener el movimiento de la cadena de transportación para el transporte de botellas sin que sea necesario que se activen las resistencias de calentamiento y el sistema de retención; para lo cual el selector de transportación (S2) debe ser el que se encuentre en la posición ON.

3.4.2 CIRCULACIÓN DE AIRE

Cuando se activa el selector de termoencogido (S1), se pone también en funcionamiento al ventilador, generando la circulación de aire al interior del túnel de calor. Debido a la estructura mecánica y por razones de funcionamiento, se produce la recirculación de aire por los ductos.

Es importante que el ventilador quede operativo una vez que el sistema es apagado, ya que al generarse la recirculación de aire se evita que en las resistencias de calentamiento se concentre gran cantidad de calor que pueda llegar a quemarlas; además sirve como medio de enfriamiento para el resto de componentes del túnel de calor. Este tiempo de apagado del ventilador puede ser modificado vía software o a través de programación por pantalla en el relé lógico.

3.4.3 RETENCIÓN Y SEPARACIÓN DE BOTELLAS

De igual forma, al accionar el selector S1, el LOGO envía una señal para accionar a la electroválvula 5/2, la cual a su vez activa el cilindro neumático impidiendo el pistón del mismo el ingreso de las botellas al hogar del túnel durante el tiempo en que la temperatura en su interior llegue a la de operación.

El tiempo en el que el pistón del cilindro permanece fuera en el encendido del sistema, puede ser modificado mediante software de programación o por la pantalla del LOGO.

Una vez que transcurrió el tiempo de encendido, el sistema de retención puede ser operado de manera autónoma a los demás sistemas, ya que sólo al momento

de realizar el encendido de la máquina y que esta alcance la temperatura de operación, no se puede operar la etapa de retención, es decir, que el pistón del cilindro permanecerá impidiendo el ingreso de las botellas en el hogar del túnel por lo mencionado con anterioridad. Esto se lo realiza a través del selector S3.

Para realizar la separación de los envases una vez concluido el tiempo de encendido, entra en operación el sensor fotoeléctrico, el cual sensa la presencia de envases y envía la señal al relé lógico para que active la electroválvula y con ello cilindro neumático permite la salida del pistón para que las botellas ingresen con un desfase de tiempo según la programación cargada.

3.4.4 TERMOFLIJADO DE ETIQUETAS

Cuando las resistencias entran en funcionamiento, se produce el incremento de temperatura en el hogar del túnel, y al existir la recirculación de aire caliente se produce el termoencogido de las etiquetas de PVC en el cuerpo de las botellas debido al choque del aire caliente sobre los envases.

Como el sistema requiere que la temperatura de operación no varíe de manera considerable, está provisto de una termocupla tipo K en el hogar de calentamiento que envía una señal al controlador de temperatura y este al poseer una salida tipo contacto, envía la señal al LOGO para que desconecte o conecte las resistencias cuando la variación es mayor o menor a la tolerancia permisible para el correcto funcionamiento. Por ello es necesario establecer el rango de operación de temperatura en el controlador según el envase a ser utilizado.

3.4.5 APAGADO DEL SISTEMA

Para realizar el apagado del sistema, se coloca al selector S1 en OFF, con lo cual se desactivan las resistencias de calentamiento; sin embargo, tanto la cadena de transportación como el ventilador quedan funcionando para realizar el enfriamiento de los componentes del túnel de calor y evitar posibles daños por la temperatura elevada de operación.

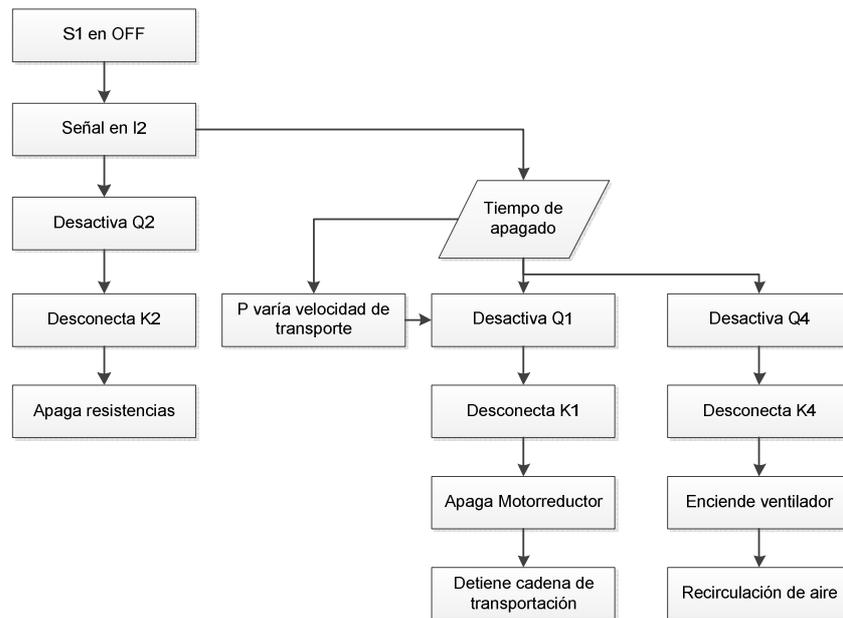


Fig. 3.5 Apagado del sistema de termoencojido.

Es recomendable que durante el tiempo de apagado que se prevee para que los componentes del túnel de calor disminuyan su temperatura, se aumente la velocidad de la cadena de transportación para que la disminución de temperatura sea más homogénea a lo largo de su trayecto y evitar daños posteriores.

Cabe destacar que una vez que el proceso de termofijado se encuentra en operación, el sistema de retención opera de manera independiente, por lo cual el apagado del mismo se lo realiza sin restricción alguna.



Fig. 3.14 Desconexión de la etapa de retención.

Si el sistema presenta un eventual problema en su normal funcionamiento y de requerir que el mismo salga de operación, se procede con el accionamiento del paro de emergencia (S4), que se encarga de desconectar al sistema completo de manera instantánea y sin seguir el proceso de apagado normal.

Cabe destacar que se procede con este tipo de desconexión, sólo cuando sea estrictamente necesario y cuando el problema presentado no se lo pueda resolver sin alterar de mayor forma el funcionamiento adecuado del sistema de termoencogido.

3.5 INTRODUCCIÓN AL LOGO 230RC

Es un Relé Lógico Programable diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real, son mayormente utilizados en ambientes industriales. Las ventajas que presta este dispositivo es el ahorro de tiempo en la elaboración de proyectos, pudiendo realizar modificaciones sin costos adicionales; son de tamaño reducido y mantenimiento de bajo costo, además permiten ahorrar dinero en mano de obra y la posibilidad de controlar más de una máquina con el mismo equipo. La figura 3.15 muestra una ilustración del LOGO.



Fig. 3.15 LOGO 230RC.

El relé lógico utilizado posee seis entradas y cuatro salidas, la descripción de 230RC es la citada a continuación:

- 230: Versión de 115/230 V
- R: Salidas de relé (sin R: salidas de transistor)
- C: Reloj de temporización semanal integrado

Entre las principales características funcionales que presenta el LOGO se pueden citar:

- Control
- Unidad de operación y visualización
- Fuente de alimentación
- Interfase para módulos de programa y cable de PC
- Funciones básicas usuales para activación/desactivación retardada y relé de impulsos
- Reloj temporizador
- Marcas binarias

3.5.1 SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN LOGO SOFT COMFORT V5.0

Es un software de programación que permite crear, probar, simular, modificar, guardar e imprimir programas fácil y cómodamente, posee una interfaz hombre – máquina de fácil manejo, ya que para el diseño de la lógica de control sólo se deben seleccionar, arrastrar y ubicar las diferentes funciones en el área de trabajo y sus conexiones.⁶

Mediante este software se puede realizar la programación de la lógica de control por medio de diagramas LADDER o esquema de contactos (KOP) y a través de diagramas de funciones (FUP), lo que dependerá propiamente del usuario por cuál de ellos realizar la programación. El software LOGO Soft Comfort V5.0 se puede ejecutar en cualquier ordenador cuyo sistema cumpla los siguientes requerimientos mínimos:

⁸ http://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_lógico_programable

- Sistema operativo: Windows 95/98/ME/NT/XP
- 64MB de memoria RAM
- 300MB de espacio en el disco duro

3.5.1.1 Interfaz de usuario

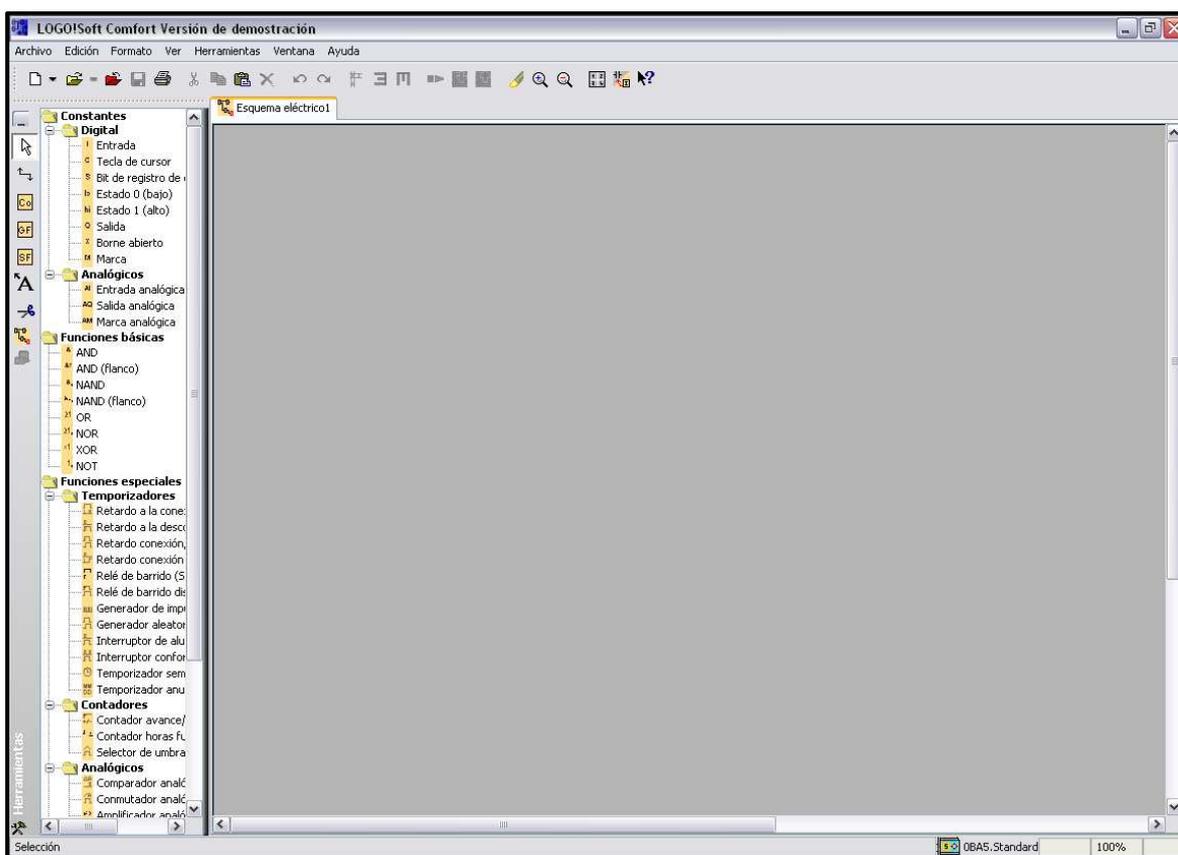


Fig. 3.16 Pantalla principal de programación.

En la fig. 3.16 se puede observar la pantalla principal de programación que presenta el software como interfaz con el usuario; a continuación se realiza un breve detalle de sus partes principales:

Barra de menús: situada en la parte superior de la ventana, contiene los distintos comandos para editar y gestionar los programas, además incluye configuraciones y funciones de transferencia del programa.

Barra de Herramientas - Estándar: se localiza encima del entorno de programación y proporciona acceso directo a las principales funciones del programa.

Barra de Herramientas - Herramientas: permite cambiar a diferentes modos de operación, para crear o procesar un programa rápida y fácilmente.

Barra de Herramientas - Simulación: Esta barra de herramientas sólo es relevante para la simulación de programas, permitiéndonos el manejo de las entradas, observación de salidas, control de simulación y tiempo y simulación de un fallo de red.

Interfaz de programación: es el espacio a ser utilizado para la realización de los diagramas de programación, es decir, en este lugar se situaran las diferentes funciones y sus conexiones.

Árbol de funciones: es el espacio donde se sitúan todas las funciones de programación, aquí se encuentran las constantes y bornes de conexión, funciones básicas (sólo editor FUP) y las funciones especiales.

Ventana de información: se encuentra bajo la interfaz de programación, en esta ventana se muestran los datos y las indicaciones tales como: mensajes de error que puedan aparecer al iniciar la simulación, fecha y hora del aviso, nombre del programa para el que se haya generado el aviso.

Barra de estado: situada en la parte inferior de la ventana de programación. Aquí se indica información acerca de la herramienta activa, el estado del programa, el valor de zoom ajustado, la página general del esquema y el dispositivo seleccionado.

3.5.1.2 Introducir funciones.

A partir de aquí las explicaciones se las realizará sobre el lenguaje KOP, debido a que fue el utilizado para el diseño de la lógica de control.

Para introducir bobinas (salidas), entradas, funciones especiales; se debe seleccionar el elemento requerido, arrastrarlo hasta la interfaz de programación y situarlo sobre ella. Una vez introducido el elemento seleccionado, se debe darle nombre y configurar sus parámetros de funcionamiento (de ser el caso) Fig. 3.17, para ello damos doble click sobre este y determinamos sus características de operación.

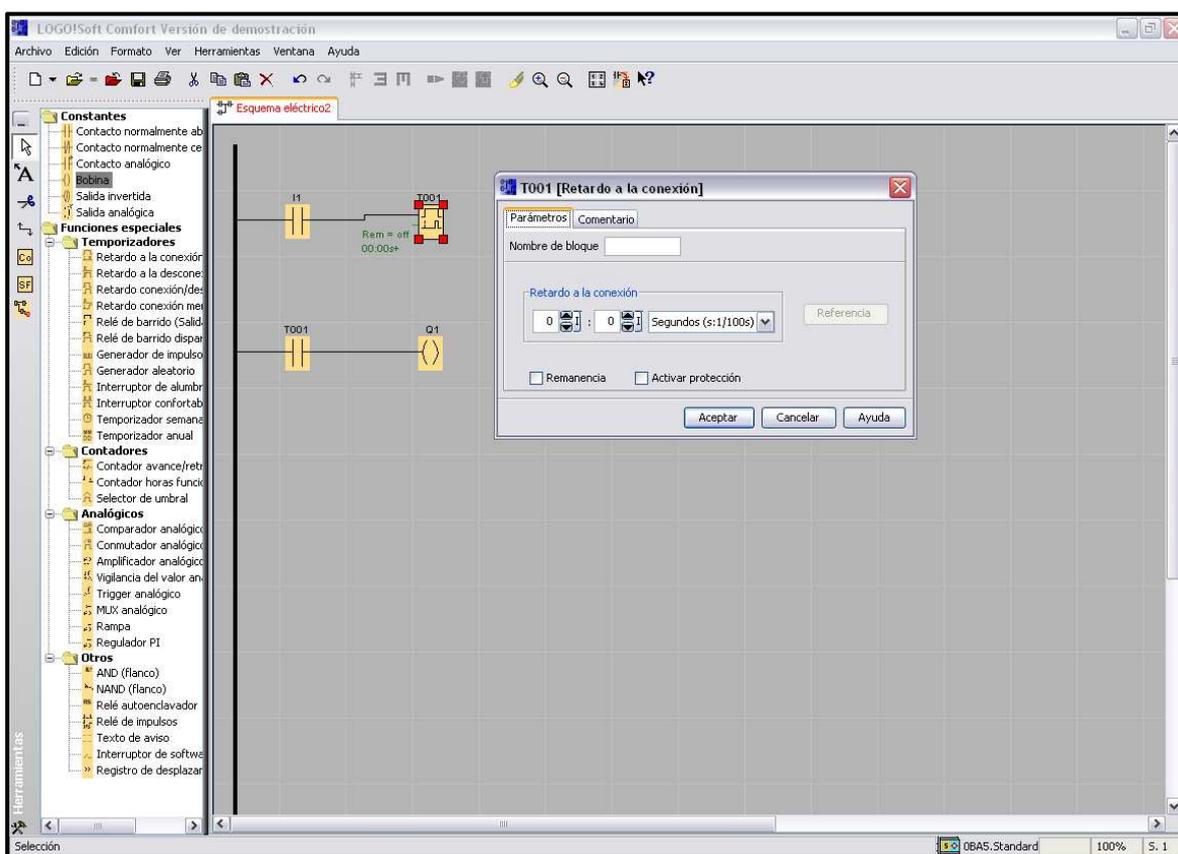


Fig. 3.17 Introducción de funciones.

3.5.1.3 Introducir comentarios.

Un comentario es recomendable utilizarlo cuando se requiere identificar un elemento o un determinado conjunto de elementos, es decir; los comentarios nos

ayudan a una fácil comprensión de la lógica que se está realizando porque podemos especificar la función que cumplen determinados elementos.

Los comentarios se los puede introducir de dos maneras rápidas, la primera es a través del ícono con letra "A" que se encuentra en la barra de herramientas y la segunda es mediante la selección del elemento y pulsando doble click sobre el mismo como se muestra en la figura 3.18

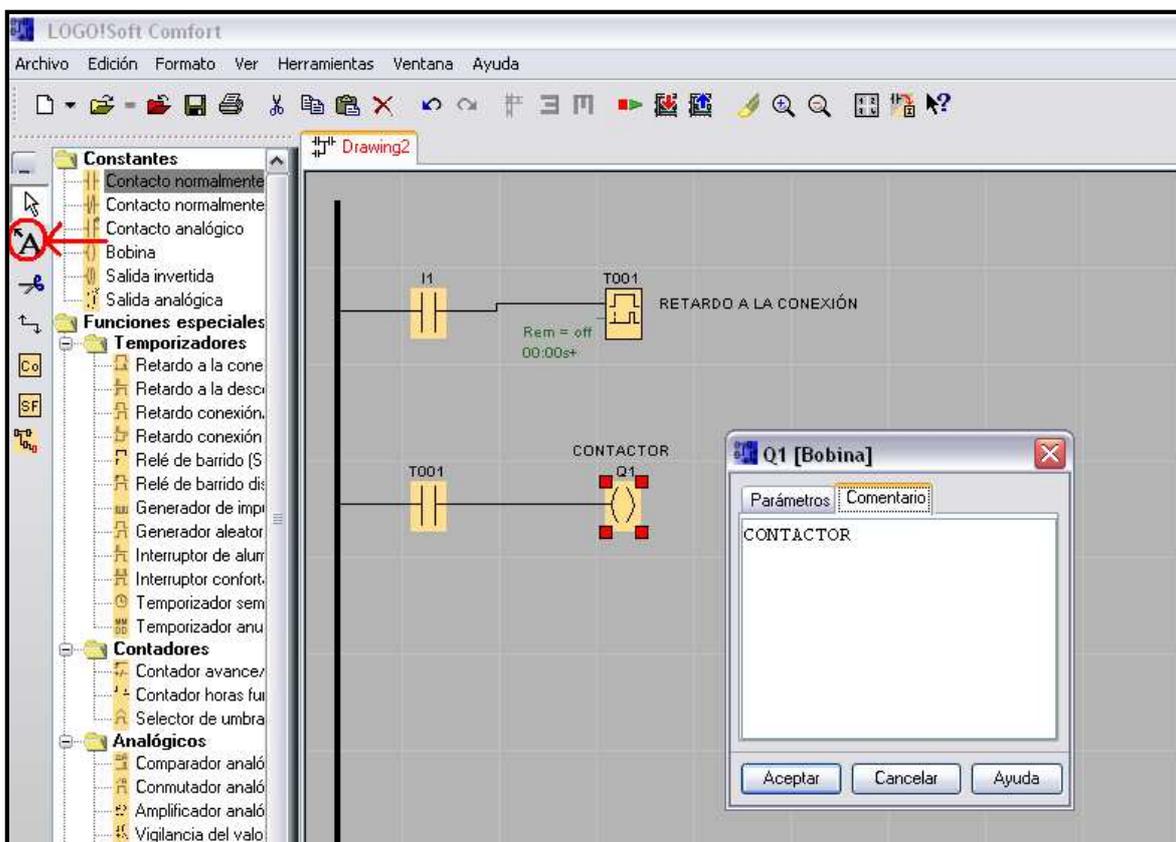


Fig. 3.18 Introducción de comentarios

3.5.1.4 Simulación del programa.

A través de la simulación podemos comprobar si el diagrama realizado cumple con los parámetros de funcionamiento requeridos. Para ingresar a esta opción lo podemos hacer por el ícono en la barra de herramientas o en su defecto por medio de la barra de menú seleccionando herramientas y luego de ello simulación.

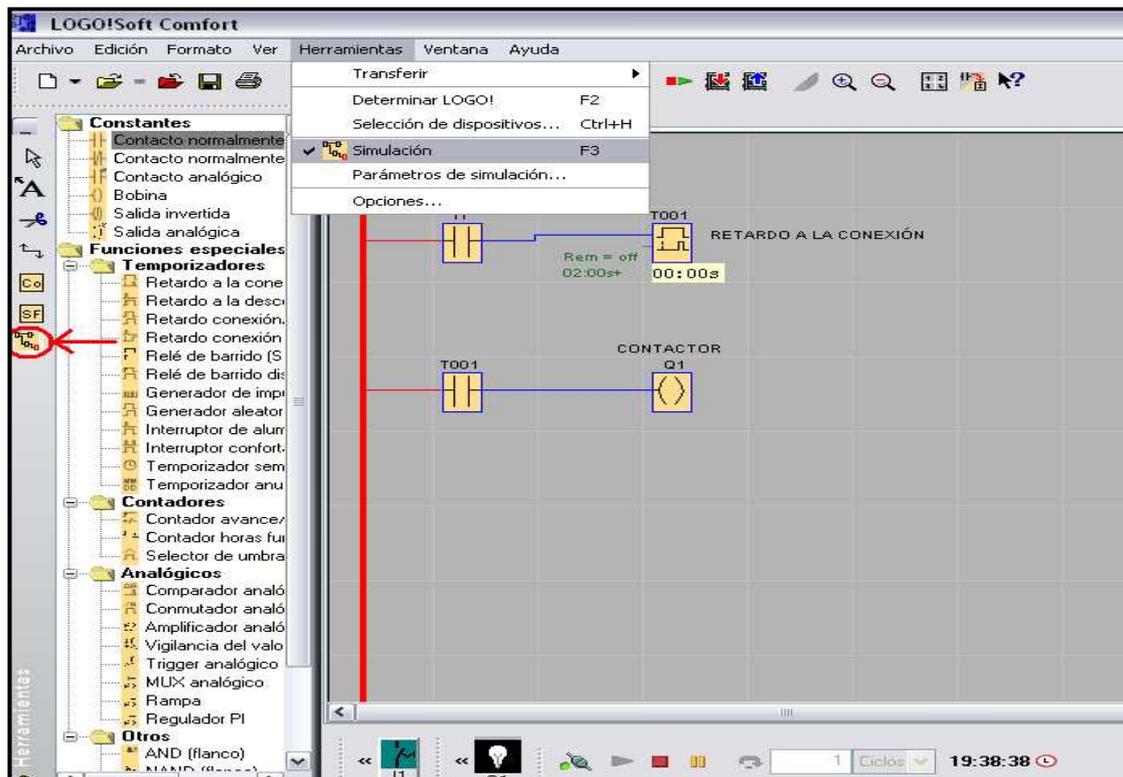


Fig. 3.19 Simulación del programa.

3.5.1.5 Transferir.

Esta opción nos permite transferir la lógica de programación ya sea desde el PC hasta la memoria interna del LOGO o viceversa, para ello utilizamos los íconos que se encuentran en la barra de herramientas estándar o a través de la barra de menús, seleccionamos herramientas, luego de ello transferir y escogemos la acción a realizar, es decir, si deseamos descargar los datos del PC al LOGO o del LOGO al PC.

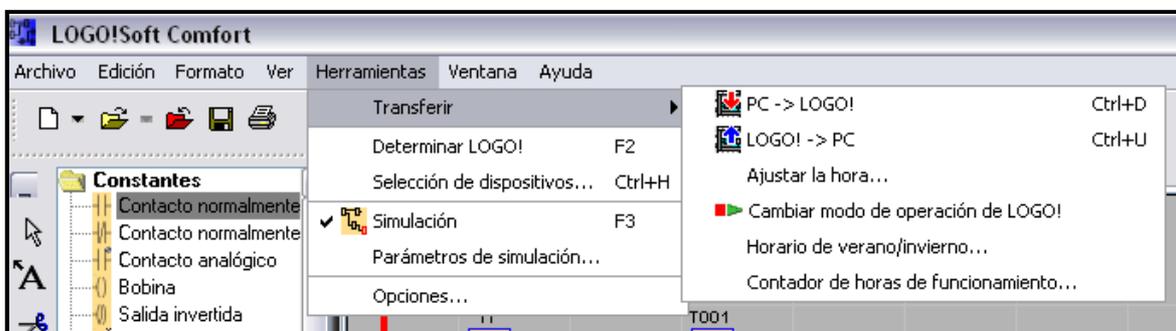


Fig. 3.7 Transferir datos de programación.

Es importante tener presente que si en el LOGO se encuentran datos al momento de transferir información desde el PC, estos serán borrados y reemplazados por los nuevos. Además, si se requieren realizar cambios de la lógica cargada en el LOGO se lo puede hacer a través de la pantalla propia de este sin necesidad de la utilización del software de programación.

En la tabla 3.1 se muestran las variables utilizadas el LOGO 230RC, adicional el programa implementado para la automatización del túnel de calor para termoencogido se presenta en el ANEXO E

SÍMBOLO	DIRECCIÓN	COMENTARIO
Transportación	I1	Activa el movimiento del transportador
Emergencia	I4	Paro de emergencia
Aux_Tiemp_Apgdo_Sist	T01	Permite bloquear el movimiento del transportador durante el tiempo de apagado
Aux_Termoencogido	M2	Auxiliar de inicio de operación de termoencogido
Aux_Transportación	M1	Auxiliar de activación del movimiento del transportador
Motor	Q1	Permite accionar el motorreductor
2/M1/1	1/I4	Página 2
2/I2/1	1/I4	Página 2
2/M2	1/Q1/1	Página 2
Operación Termoencogido	I2	Inicia operación termoencogido
Resistencias	Q2	Permite activar el calentador
Tiempo_Off_Oper_Term	T01	Tiempo de desactivado de la operación de termoencogido
Aux_Tiempo	M3	Auxiliar de tiempo que deja sin efecto la operación termoencogido
Aux_Tiempo_Off	M4	Permite arrancar operación termoencogido una vez reiniciado el proceso
Tiemp_Seguridad	T04	Garantiza el funcionamiento de los subprocesos de transportación y termofijado de manera independiente
Tiempo_Off	T06	Arranque de termoencogido cuando este se ha reiniciado
Sensor de temperatura	I6	Se activa cuando existe variación de temperatura conectando/desconectando el contacto del controlador
Tiempo_On_Sist_Term	T05	Tiempo que permite el inicio de la operación de termoencogido, durante el cual apaga

		todo el sistema.
Tiempo_Calentamiento	T03	Tiempo de calentamiento de las resistencias hasta llegar a la temperatura de operación, además se realiza la retención del ingreso de botellas.
3/T05/1	2/M2	Página 3
5/I3/1	2/M2	Página 5
3/M4/1	2/M1	Página 3
5/M2/1	2/M2	Página 5
3/T05/Trg	2/M2	Página 3
Retención_Botellas	I3	Activa subproceso de retención de botellas
Sensor_Botellas	I5	Permite accionar el cilindro cuando el sensor ha detectado la botella por un tiempo T02
Tiemp_Botellas	T02	Tiempo en el que se realiza le retención y separación de los envases
Aux_Retención	M5	Activa el cilindro sólo en el arranque del proceso
Aux_Contactor	C07	Permite activar el cilindro al inicio del proceso por una sola vez, independiente del subproceso de retención
Cilindro	Q3	Realiza la retención y separación de los envases a través de su pistón.
2/M2	5/I3/1	Página 2
2/M2	5/M2/1	Página 2

Tabla3.1 Variables utilizadas en el LOGO 230RC.

3.5.1.6 Consideraciones de la programación.

De la correcta elaboración del programa dependen los resultados de la automatización, es por esta razón que a continuación se presenta una guía para la elaboración del programa.

1. Conocer claramente el problema, estableciendo las entradas y salidas con las que se va a trabajar, así como también las restricciones existentes en cuanto a tiempo de ejecución, precisión, memoria disponible, etc; y registro de resultados obtenidos.
2. Diseñar el algoritmo de solución que describa textualmente las operaciones a realizar y el orden de las mismas.

3. Dibujar un diagrama de flujo que permita visualizar las diversas operaciones y sus interdependencias, así como subdividir el problema en secciones pequeñas que se puedan programar con mayor facilidad.
4. Traducir la secuencia de operaciones indicadas en el diagrama de flujo a un listado de instrucciones codificadas, separadas en pequeños bloques que permitan analizar el programa, esto se logra mediante el uso de un diagrama de escalera llamado KOP.
5. Cargar el programa, por la interfaz local del PLC mediante una computadora personal puerto serie de la PC al PLC, usando el cable de programación del PLC.
6. Correr y verificar el programa, para ello se debe comprobar que opere correctamente y en caso de no ser así, detectar las fallas y corregirlas, de manera local o remota.
7. Documentar el programa con texto al margen, facilitando su entendimiento, introduciendo comentarios e instrucciones para el usuario, como son diagrama de bloques, diagrama de tiempos, mapa de memoria, manual de uso, guía de usuario, respaldo en disco del código, etc.

CAPÍTULO IV

PRUEBAS, RESULTADOS, MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

4.1 INTRODUCCIÓN

El túnel de calor para termoencogido debe ser operado únicamente por personal capacitado, para lo cual se crean los respectivos manuales de operación y mantenimiento.

En este capítulo se describirán las pruebas que se realizaron antes de poner en funcionamiento el túnel de calor, los resultados obtenidos, así como los manuales de operación y mantenimiento necesarios para la operación del sistema.

4.2 PRUEBAS Y RESULTADOS

4.2.1 PRUEBAS Y SIMULACIÓN DEL PROGRAMA

Las pruebas realizadas al autómata programable LOGO SIEMENS 230RC, fueron fáciles de ejecutar con el software de programación que se realizó primeramente en el computador, donde se programa la lógica de control; utilizando la herramienta de simulación se comprueba el programa a cargar en el relé lógico programable.

Esta herramienta es muy útil, ya que ayuda a corregir y evitar fallas que pueden resultar peligrosas al momento de probar todo el sistema de termoencogido con carga, un error puede causar daños en los equipos y elementos.

4.2.2 PRUEBAS DEL TABLERO DE CONTROL

Una vez instalado todos los elementos en el tablero como son: protección, operación, control y maniobra en el tablero de control, se procede a realizar la prueba de funcionamiento, energizando las borneras de alimentación y utilizando un multímetro se comprueban los voltajes de entrada de cada elemento sean los correctos; una vez verificados los voltajes se procede a encender uno a uno y a

constatar el buen funcionamiento de cada uno de los dispositivos y elementos de control.

Debido a que todas las señales utilizadas del autómata programable tanto de envío como de recepción son de tipo digital, lo cual facilita la simulación de las entradas y salidas del mismo.

Mediante el accionamiento de los elementos de mando se activan las entradas del autómata programable, las mismas que accionan las salidas del relé lógico programable. Este a su vez acciona a los actuadores como son los contactores y relés, que son los que conmutan los elementos de fuerza y las luces indicadoras en la puerta del tablero.

Comprobar todas las señales de llegada a las borneras esté funcionando correctamente, activando el motorreductor, ventilador, resistencias, electroválvula y alimentación del sensor.

Revisión del aire comprimido en cada una de los elementos neumáticos y electroneumáticos, los mismos que accionaran los actuadores; es decir, las bobinas de las electroválvulas las cuales emiten la señal de funcionamiento del pistón observando así la salida y entrada del mismo.

4.2.3 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Las pruebas realizadas al sistema son: encendido y apagado.

4.2.3.1 Pruebas de encendido

En esta prueba se verifican todos los pasos del sistema de termoencogido, desde el encendido hasta llegar a la operación normal del proceso de termofijado. Las pruebas que se realizaron fueron las siguientes:

1. Al accionar el selector S2 se verifica la puesta en marcha del motorreductor, con el cual funciona únicamente la cadena de

transportación. La velocidad de operación se comprueba girando la perilla del potenciómetro donde se regula la frecuencia del motor con el variador, el valor más alto será 60HZ y el mínimo 15 Hz de acuerdo a la programación del variador.

2. Seguidamente se comprueba la operación termoencogido desactivando el selector S2, se gira la perilla del selector S1 y se comprueba que se active el sistema de transportación, seguidamente se verifica que se active el ventilador, las resistencias y por seguridad se activará el brazo de retención (cilindro neumático) hasta cumplir el tiempo en el cual llegue a la temperatura de trabajo.
3. Se verifica el sistema de retención accionando el selector S3, el cual puede ser activado y desactivado en cualquier instante, siempre y cuando este activado la operación termoencogido.
4. Se prueba el paro de emergencia pulsando el mismo el proceso se detiene, entonces la verificación del paro de emergencia queda completo.
5. Se comprueba que todas las luces indicadoras se activen, cuando se acciona cada uno de los selectores para las diferentes operaciones mencionadas.

Todas las pruebas descritas fueron hechas individualmente y solamente al comprobar que todas cumplían su objetivo se realizó la siguiente prueba de funcionamiento.

4.2.3.2 Pruebas de apagado

Una vez realizadas las pruebas individuales de arranque de la operación termoencogido, se procede con la prueba de apagado del sistema, las cuales se describen a continuación:

1. Una vez desactivado el proceso de termoencogido colocando el selector S1 en la posición off, se procede a verificar el proceso de apagado, en el cual el sistema está programado para desenergizar las resistencias. En donde el ventilador, sistema de transportación están en funcionamiento por un intervalo

de tiempo, luego del cual todo el sistema se apaga. El tiempo de apagado es el tiempo de enfriamiento del sistema.

2. Se comprueba al igual que en el encendido, el brazo de retención se mantiene activado por seguridad de varios elementos, hasta cumplir el tiempo de apagado, volviendo el cilindro a la posición off al igual que todo el sistema.

4.2.4 RESULTADOS PARA EL PROCESO DE ETIQUETADO

En las pruebas realizadas al túnel de calor para el etiquetado de botellas, se puede establecer el resultado del etiquetado en los envases, los mismos dependen de la calidad del material utilizado, holgura y material de las etiquetas en el envase, forma de la botella, y la calibración de las grillas para el direccionamiento del flujo de aire.

Las etiquetas o film utilizadas para las pruebas de termofijado tiene las siguientes características.

Etiquetas	100 cc		250 cc		480 cc		500 cc		1000 cc	
Espesor (micras)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Encogimiento (%)	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5
Largo (mm)	76	57	132	127	127	132	140	142	146	144
Ancho (mm)	72	71	103	90	103	106	112	110	134	132

Fig. 4.1 Tabla de referencia de las etiquetas



Fig. 4.2 Etiquetas de prueba

El contenido de los envases no tiene mayor repercusión en el proceso, estos se probaron con agua, vinagre y esencias en los diferentes tamaños de envases, para lo cual se usó dos tamaños de etiquetas, las mismas que están indicadas en la tabla 4.1. En la figura 4.3 se indica la colocación de las etiquetas para el proceso de termoencogido para las distintas botellas y etiquetas.

**Fig. 4.3** Envases de prueba

A continuación se presenta la tabla general para la operación del sistema de termoencogido, en los cuales los valores mostrados en la tabla deben ser ajustados o calibrados mediante los parámetros de velocidad, temperatura y el ambiente donde se realiza el trabajo.

MATERIAL DEL ENVASE	TAMAÑO DEL ENVASE	TEMPERATURA DE TRABAJO	FRECUENCIA DEL VARIADOR	TIEMPO PROMEDIO DEL PROCESO EN EL TUNEL
Plástico	100 cc	185 – 200 ° C	25 Hz	20 segundos

Plástico	250 cc	190 - 200 ⁰ C	20 Hz	26 segundos
Plástico	480 cc	190 – 200 ⁰ C	20 Hz	26 segundos
Vidrio	500 cc	213 - 220 ⁰ C	20 Hz	26 segundos
Plástico	1000 cc	190 – 200 ⁰ C	20 Hz	26 segundos

Fig. 4.4 Tabla de datos para el proceso de etiquetado

Finalmente se indican los resultados obtenidos en el proceso de termofijado de las botellas, las mismas que es de buena calidad previa calibración del sistema, las cuales incluyen la correcta elección del ancho y largo del film de acuerdo a la forma del envase, en este caso se usó etiquetas transparentes y blancas.



Fig. 4.4 Tabla de datos para el proceso de etiquetado

4.3 MANUAL DE OPERACIÓN

4.3.1 MANUAL DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TERMOENCOGIDO

El sistema cuenta con dos opciones de operación: ACTIVADO Y DESACTIVADO

4.3.1.1 Desactivado de la operación termoencogido

Una vez encendido el sistema de termoencogido, durante un tiempo T1 permite apagar todo el proceso, si no se ha apagado el sistema durante ese tiempo T1 y luego se procede a desactivarlo, este responde de la siguiente manera: primero se apagan las resistencias, transcurrido un tiempo T2 se apagará automáticamente toda la operación de termoencogido restante, es decir el transportador de cadena, el ventilador y el cilindro de retención.

4.3.1.2 Activado del proceso

El activado del proceso tiene tres etapas:

1.- Al activar el selector S2 funciona únicamente transportación, cuando el relé K1 acciona al variador, mediante una señal arranca al motorreductor en ese instante no funciona ninguna otra etapa del proceso, sólo se mueve el transportador de cadena, el cual puede ser desactivado libremente en cualquier instante que se requiera. Puede variar su velocidad de transporte mediante un potenciómetro P.

2.- Al activar la operación de termoencogido con el selector S1, se activa un relé K4 que enciende el ventilador, seguidamente el contactor K2 acciona a las resistencias, que están gobernadas por un controlador de temperatura, este sensa la temperatura en el túnel con una termocupla, enviando una señal de voltaje al controlador, permitiendo regular y mantener la temperatura en el rango de trabajo requerido al interior del túnel de calor. Luego entra en funcionamiento transportación, al activarse el relé K1 el cual gobierna al variador, este da la señal para que encienda el motorreductor y por ende funciona el transportador, todo el proceso mencionado se realiza en un instante corto de tiempo imperceptible para el ojo humano. Durante el encendido se realiza la etapa de calentamiento, en el cual el cilindro es accionado por seguridad del proceso solo hasta llegar a la temperatura de operación.

3.- La retención de ingreso de botellas funciona de manera independiente una vez accionada la operación de termoencogido, se activa con el selector S3, la misma que una vez encendida, puede ser desactivada en cualquier instante que se

requiera mientras esté en funcionamiento la operación de termoencogido y funciona de la siguiente manera.

El sensor fotoeléctrico detecta la botella, envía una señal de voltaje al relé de la tarjeta de 24 VDC para que active la entrada I5 del LOGO 230 RC, con lo cual se accionara la salida Q3 y activará al relé K3, el cual pondrá en funcionamiento la electroválvula para accionar al cilindro que se encarga de realizar la retención de las botellas. A su vez al activarse la salida Q3 se enciende la luz piloto H4.

Toda la lógica de control para el activado y desactivado del proceso es manejado por el autómata programable LOGO 230 RC.

4.3.2 CONDICIONES INICIALES DE OPERACIÓN

El requisito indispensable para que el proceso entre en correcto funcionamiento, es que exista alimentación eléctrica y neumática (aire comprimido para la retención del ingreso de botellas).

4.3.2.1 Efectos de no cumplir las condiciones iniciales de operación

- Si la operación de termoencogido se enciende cuando no existe aire comprimido de alimentación para la retención del ingreso de las botellas (electro-neumático); la operación de termoencogido funciona, mas no hará la retención para el desfasamiento de las botellas cuando se haya activado esta función, debido a que el equipo neumático y electro-neumático no se accionan.
- Antes de poner en marcha el proceso de etiquetado de botellas, verificar que la temperatura de trabajo que indica el controlador sea la correcta, caso contrario no empezar con el proceso hasta solucionar el problema debido a que se tendrían fallas con el etiquetado.

4.3.3 CALIBRACION DE LA SALIDA DE AIRE

Las grillas de salidas de aire están construidas en láminas de acero galvanizado de 1mm de espesor, se tienen dos tipos de grillas superior e inferior las mismas que son regulables y tienen las siguientes dimensiones grilla superior 690x110mm, grilla inferior 690x32mm largo x ancho respectivamente. Las grillas permiten la calibración de la salida de aire, lo cual es importante antes de empezar el proceso de termoencogido.

Este procedimiento se realiza regulando las grillas de salida de aire, lo cual es esencial para obtener una buena calidad en el termofijado, tomando como referencia la entrada del túnel se procede a calibrar cada ducto de salida de aire del túnel de la siguiente manera:

- La grilla inferior debe estar calibrada con la base lateral inferior del ducto de salida de aire en el túnel, se mide 8 mm y se aprieta con los pernos de medida 5/16, en ambos extremos de la grilla.
- Una vez calibrada la grilla inferior de ambos lados se procede a colocar la grilla superior, para lo cual se mide entre la grilla superior e inferior 1.1 mm y se ajusta con los pernos en ambos lados.

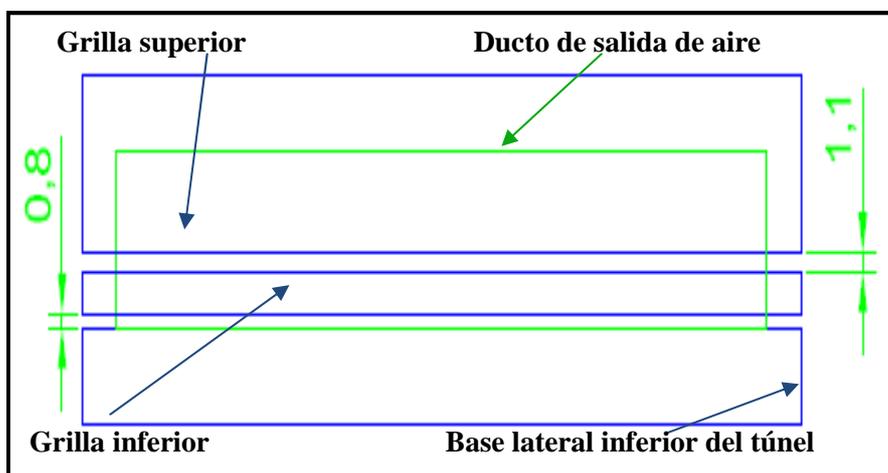


Fig. 4.5 Calibración de las grillas

Estos datos han sido tomados mediante patrones de cada medida señalada, debido a que resulta más óptimo y preciso realizar la calibración de las grillas de ésta manera, se toma el patrón de la medida requerida, se coloca entre los filos de las grillas y se procede apretar los pernos a dicha medida.

4.4 MANUAL DE MANTENIMIENTO

El diseño e implementación del túnel de calor para termoencogido es tal, que no presenta condiciones inseguras en su operación, mientras sea operada por personal entrenado y que siga las recomendaciones siguientes; caso contrario se pueden presentar acciones inseguras e incapacitantes para el personal.

4.4.1 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

Se recomienda seguir las siguientes normas de seguridad:

- No utilizar cadenas u objetos colgantes que puedan enredarse en los dispositivos de traslación de productos.
- Mantenga el tablero de control siempre cerrado, ábralo únicamente cuando sea necesario.
- Si no está operando el túnel de calor, mantenga siempre el breaker en posición OFF.
- No introduzca las manos, ni cualquier otra parte del cuerpo al interior del túnel de calor cuando está trabajando en altas temperaturas sobre todo.
- Evite colocar objetos ajenos al proceso dentro del túnel cuando esta en operación.

4.4.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TUNEL DE CALOR

El conocimiento técnico de cómo está construido y cómo trabaja un aparato, o una máquina o equipo y de la función que cumplen sus componentes es la esencia del correcto mantenimiento preventivo que debe realizarse. Este mantenimiento se sustenta en la planificación y programación de las actividades rutinarias de mantenimiento, con el fin de no afectar a la producción.

4.4.2.1 Mantenimiento del tablero de fuerza y control

- Verificar los voltajes y corriente de entrada al tablero.
- Comprobar el correcto funcionamiento de la fuente de voltaje DC.
- Ajustar periódicamente los pernos de conexión del RLC, contactores, relés, variador, controlador de temperatura, borneras de conexión.
- Comprobar el correcto funcionamiento de las luces pilotos.
- Controlar y verificar la correcta conexión y desconexión del controlador de temperatura.
- Verificar los fusibles de 25A se encuentren en buen estado en los portafusibles.
- Revisar si no existe fuga de aire en la conexión de mangueras, racores de la electroválvula.
- Chequear el buen estado de los cables de conexión.
- Realizar la limpieza del tablero de cualquier residuo.
- Verificar el desgaste de alguno de sus elementos.
- Chequear periódicamente los contactos de los elementos de fuerza y control.

4.4.2.2 Mantenimiento general de la máquina

- Verificar los voltajes y corrientes de operación del ventilador (120 VAC/7A), motorreductor (220 VAC/1.3A) y resistencias.
- Comprobar que no exceda la temperatura de calentamiento del motor del ventilador.

- Chequear el nivel de aceite en la caja reductora del motorreductor para la lubricación de los piñones internos.
- Comprobar que estén engrasadas el apoyo del piñón de banda, chumaceras con rodamientos.
- Verificar la tensión de la cadena la misma que no debe tensarse más allá de eliminar el juego entre los piñones de banda y cola.
- Chequear que no exista fugas de aire por las mangueras, racores y cilindro neumático.
- Realizar la limpieza periódica de la máquina.

4.5 CONCLUSIONES

En el presente proyecto de implementación, automatización de acuerdo a los estudios realizados y a las experiencias obtenidas en las pruebas efectuadas al túnel de calor para termoencogido, se puede concluir lo siguiente:

- Los tiempos de operación implementados en el RLC del túnel de calor para termoencogido, tienen niveles de seguridad para el proceso, tanto así al encender el proceso de termofijado, es muy importante esperar que alcance la temperatura de trabajo, mencionado anteriormente en la figura 4.1 de la tabla de operación. Para evitar daños de material innecesario, así como también al apagado del sistema, es importante dejar que se enfríen paulatinamente los elementos que han estado expuestos al calor, como son las resistencias, tiras antifricción, cadena de transportación para impedir que sufran deformaciones en su estructura.
- En los diferentes tamaños de envases de plástico (100, 250, 480, 1000 cm³) para el etiquetado, la holgura aceptable para un buen termofijado no debió sobrepasar a los 6mm, un buen material de las etiquetas interviene favorablemente en la calidad del proceso.
- Al realizar las pruebas de termofijado en envases de vidrio, se pudo concluir que este material necesita mayor temperatura para el proceso de

termoencogido, la misma que se probó con envases de 500cm^3 como se indica en la tabla de operación de la figura 4.1.

- En el afinamiento del termofijado, en varios casos se obtuvo fallas muy visibles, las cuales dependieron de la baja calidad del film o etiqueta y de la forma del envase, en el cual la etiqueta no se adapta al modelo del envase por ser muy irregular.
- El túnel de calor está construido la mayor parte de sus elementos externos en acero inoxidable, lo cual es de gran uso en la industria alimenticia, esto proporciona mayor tiempo de durabilidad de la máquina, debido a las propiedades del material, permitiendo ser usados en ambientes oxidantes.
- En la implementación y automatización de este proyecto se emplearon los conocimientos que corresponden a las áreas académicas aprendidas en clases, como son: Control Industrial I y II, AUTOCAD, Instrumentación Industrial, Instalaciones Eléctricas, Neumática.

4.6 RECOMENDACIONES

Previo a la puesta en marcha del sistema se debe haber leído los manuales instructivos de operación y mantenimiento, de tal manera se precautela el correcto funcionamiento del sistema.

- No operar el túnel en vacío a altas temperaturas por mucho, si se lo hace; utilizar el transportador a su máxima velocidad por un periodo muy corto de tiempo.
- Para mejorar el termofijado, es recomendable calibrar el túnel de calor antes de iniciar el proceso de producción, regulando la salida de aire para cada envase si el termofijado no presentase una buena calidad.
- No operar más de 240°C el túnel; evitar trabajar a esta temperatura por largos periodos de tiempo.

- Se puede trabajar a menor o igual temperatura de la establecida en la tabla de operación, regulando la velocidad del transportador cuando las condiciones del medio son desfavorables y no operase en los rangos indicados en la tabla.
- Una vez terminada la jornada de trabajo del túnel, es indispensable dejar un tiempo de enfriamiento, mínimo hasta unos 60 °C a la máxima velocidad del transportador; evitando así que algunos elementos sufran daños.
- Si se desea aumentar la eficiencia del proceso, se puede mejorar aumentando el caudal del ventilador y remplazando las resistencias por unas de mayor potencia, lo cual permitirá aumentar la velocidad del transportador.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SIEMENS; “Catálogo de productos” 2010.
- JULIO ALFREDO MENDOZA MACIAS; “Automatización de una máquina semi industrial llenadora de alcohol antiséptico de la empresa SOLEMB” Tesis. Tecnología Electromecánica ESFOT - EPN.
- GUSTAVO ARNALDO ZAMBRANO CALDERON; “Diseño de un Túnel de Termocontracción para Etiquetar botellas con Película PVC” Tesis. Ingeniería Mecánica ESPOL.
- ÁNGULO, Pablo; “Diagramas de Control Industrial”, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Quito 1990.

Direcciones Electrónicas:

- <http://es.wikipedia.org/wiki/Envase>
- <http://www.mincetur.gob.pe/comercio/ueperu/consultora>
- <http://plaen.blogspot.com/2009/07/tuneles-de-encogimiento-para-etiquetas.html>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Variador_de_velocidad
- <http://es.scribd.com/doc/7936757/SENSORES-FOTOELECTRICOS>
- <http://www.monografias.com/trabajos66/envases-alimentos/envases-alimentos2.shtml>

- http://www.comarbel.com/index.php?option=com_content&view=article&id=17&Itemid=7
- http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens_transduct/sensores.htm
- http://www.alimentariaonline.com/media/MA015_ETIQUETADO.pdf
- <http://www.aniq.org.mx/cipres/clasificacion.asp>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_l%C3%B3gico_programable

ANEXO A

MANUAL DE PROGRAMACIÓN DEL VARIADOR

PROGRAMACION DEL VARIADOR

Programación del variador *0,5 HP 1-3F 240V G110 Siemens Con Panel De Programación.*

La programación del variador se realiza con los datos de placa del motorreductor, los datos adjuntos son del manual del fabricante, por precaución y esta descrito a continuación.

Parámetros	DESCRIPCION
P0010 1 = Quick commissioning	Inicio en la puesta de servicio La puesta en servicio rápida se inicia poniendo P0010=10 y se finaliza con el P390≠0. Después de analizar la puesta en servicio rápida el parámetro P0010 se pone automáticamente a 0 (requisito indispensable para poder accionar el motor).
P0100 0 = kw / 50 Hz 1 = kw / 60 Hz 2 = kw / 60 Hz	Europa / Norteamérica Para los ajustes 0 y 1, use interruptor DIP 2 Para el ajuste 2, use P0100
P0304	Tensión nominal del motor Tensión nominal del motor (V) tomada de la placa de características.
P0305	Corriente nominal del motor Corriente nominal del motor (a) tomada de la placa de características.
P0307	Potencia nominal del motor Potencia nominal del motor (kw) tomada de la placa de características. Si P0100=1, los valores deberán ser en hp.
P0310	Frecuencia nominal del motor Frecuencia nominal del motor (Hz) tomada de la placa de características.
P0311	Velocidad nominal del motor Velocidad nominal del motor (rpm) tomada de la placa de características.

P0700	Selección de la fuente de ordenes (on / off) 1 = BOP 2 = Bornes/Terminales 5 = USS interface.
P1000	Selección de la consigna de frecuencia 1 = BOP 2 = Consigna analógica 3 = Fixed frequencies 5 = USS interface.
P1080	Frecuencia mínima del motor Ajuste del mínimo de la frecuencia del motor (0-650 Hz) a partir de la cual girará el motor con indiferencia de la consigna de frecuencia ajustada. El valor aquí ajustado es válido tanto para giro horario (a derechas) como anti horario (a izquierdas)
P1082	Frecuencia máxima del motor Ajuste del máximo de la frecuencia del motor (0-650 Hz) a partir de la cual girará el motor con indiferencia de la consigna de frecuencia ajustada. El valor aquí ajustado es válido tanto para giro horario como anti horario .
P1120	Tiempo de aceleración Tiempo que lleva al motor acelerar de la parada a la frecuencia máxima ajustada.
P1121	Tiempo de deceleración Tiempo que lleva al motor decelerar de la frecuencia máxima del motor a la parada.
P3900	Finalizar puesta en servicio rápida 0 = Sin puesta en servicio rápida sin cálculo del motor ni reajuste de fábrica. 1 = Fin puesta en servicio rápida con cálculo del motor ni reajuste de fábrica (recomendado). 2 = Fin puesta en servicio rápida con cálculo del motor y reajuste de E/S. 3 = Fin puesta en servicio rápida con cálculo del motor sin reajuste de fábrica.

Reajuste a los valores de fábrica:

Para reajustar todos los parámetros a los valores de fábrica, los siguientes parámetros se deben ajustar de la siguiente forma:

-
1. Poner P0010 = 30
 2. Poner P0970 = 1
-

Nota: El proceso de reajuste puede durar hasta 3 minutos en completarse

LED de estado:

Convertidor off /sin alimentación:	El LED no luce
Alimentado/Preparado:	200 ms On /800 ms Off
Convertidor en funcionamiento:	El LED luce fijo
Advertencia general:	800 ms On / 200 ms Off
Condición de fallo:	500 ms On / 500 ms Off

Fallo y Alarma:

Fallo	Descripción
F0001	Sobrecorriente
F0002	Sobretensión
F0003	Subtensión
F0004	Sobretemperatura convertidor
F0005	Convertidor I ² t
F0011	Sobretemperatura del motor
F0051	Fallo parámetro EEPROM
F0052	Fallo pila de energía
F0060	Timeout de Asic
F0072	USS fallo consigna
F0085	Fallo externo

Advertencias	
A0501	Limitación de la corriente
A0502	Limite por sobretensión
A0503	Límite de mínima tensión
A0505	I^2t del convertidor
A0511	Sobretemperatura del motor I^2t
A0910	Regulador Vdc-max desconectado
A0911	Regulador Vdc-max Activo
A0920	Los parámetros del ADC no están ajustados adecuadamente
A0923	Señales JOG a derechas y JOG a izquierdas activas conjuntamente. Esto paraliza la frecuencia de salida RFG a su valor actual.

ANEXO B

PARTES COMPONENTES DE LA MÁQUINA

TÚNEL DE CALOR PARA TERMOENCOGIDO

LISTA DE COMPONENTES

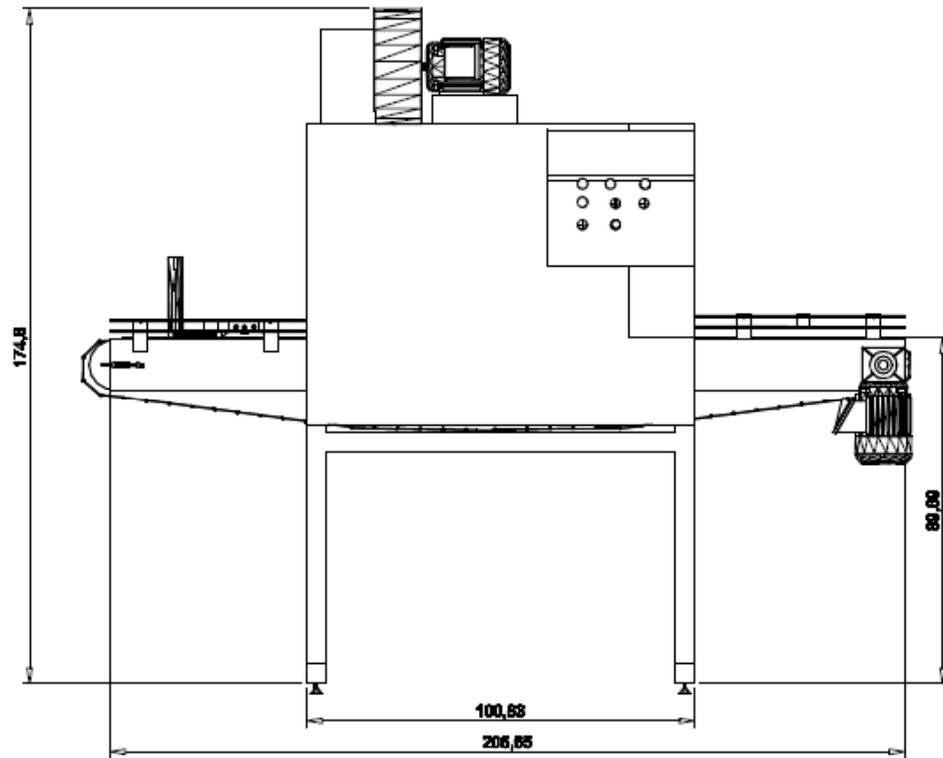
SÍMBOLO	UBICACIÓN FÍSICA	DIAGRAMA FUNCIONAL	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	FUNCIÓN
S1	Tablero 1	P-02/3	Selector de dos posiciones CAMSCO	Activar la Operación de Termoencogido
S2	Tablero 1	P-02/4	Selector de dos posiciones CAMSCO	Activar Transportación
S3	Tablero 1	P-02/5	Selector de dos posiciones CAMSCO	Activar Retención de ingreso de botellas
S4	Tablero 1	P-02/6	Pulsador tipo Hongo con 2 contactos auxiliares (NO.y NC.)	Emergencia
H1	Tablero 1	P-05/4	Luz piloto CAMSO 110VAC	Indicador succión de aire
H2	Tablero 1	P-05/6	Luz piloto CAMSO 110VAC	Indicador incremento de temperatura
H3	Tablero 1	P-05/7	Luz piloto CAMSO 110VAC	Indicador movimiento de cadena
H4	Tablero 1	P-05/8	Luz piloto CAMSO 110VAC	Indicador retención de ingreso de botellas
H5	Tablero 1	P-05/10	Luz piloto CAMSO 110VAC	Indicador emergencia
K1	Tablero 1	P-04/3	Relé CAMSCO	Enviar señal de arranque del motorreductor al variador de velocidad, indicador H3 (Q1)
K2	Tablero 1	P-04/5	Contactador SIEMENS 32A SIRIUS,120VAC, 60Hz	Conectar las resistencias, indicador H2 (Q2)
K3	Tablero 1	P-04/7	Relé CAMSCO	Energizar electroválvula
K4	Tablero 1	P-04/9	Contactador CE 9A, 120VAC, 60Hz	Conectar motor del ventilador, controlador de temperatura, fuente de alimentación 24VDC, indicador H1 (Q4)

SÍMBOLO	UBICACIÓN FÍSICA	DIAGRAMA FUNCIONAL	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	FUNCIÓN
SF	Entrada del túnel	P-02/9	Sensor fotoreflexivo OMROM E35 24VDC	Detectar presencia de botella
TK	Interior del túnel	P-02/11	Termocupla tipo K	Detectar temperatura
F1	Tablero 1	P-01/2	Interruptor de caja moldeada MERLIN GERIN K 32A	Breaker Principal
F2	Tablero 1	P-01/3	Portafusibles CAMSCO 500VAC 32A, con fusibles de 25A	Protección de resistencias
P	Tablero 1	P-03/6	Potenciómetro lineal 5K Ω	Variar velocidad del motorreductor
V1	Tablero 1	P-01/6	Fuente de alimentación 24VDC	Energizar sensor fotoreflexivo
EV	Tablero 1	P-01/11	Electroválvula FESTO 5/2 110VAC	Proporcionar aire comprimido al cilindro
C1	Entrada del túnel	P-01/7 (Neum.)	Microcilindro 2E	Retener ingreso de botellas
LOGO	Tablero 1	P-03/8	RLC LOGO SIEMENS 230 RC, 6 entradas 4 salidas, 110VAC	Controlador del proceso
Variador de Velocidad	Tablero 1	P-03/2	Variador de velocidad SIEMENS SINAMICS G110, 0.5HP, 1-3F con panel de programación	Regular parámetros de funcionamiento del motorreductor
Motor 1 _n	Túnel de calor	P-01/9		Poner en funcionamiento el ventilador
Motor 3 _n	Túnel de calor	P-04/3	Motorreductor 3 _n , 1/3HP, 21 RPM, 220VAC	Mover el transportador de cadena
Rs1	Túnel de calor	P-01/3	Resistencias en Delta, 9A, 3KW, 220 VAC	Incrementar la temperatura del aire dentro del túnel.
Rs2	Túnel de calor	P-01/2	Resistencias tipo U, 4A, 850W, 220VAC	Incrementar la temperatura del aire dentro del túnel
Controlador de Temperatura	Tablero 1	P-01/7	Controlador de temperatura ANC-675, 0°-400°C	Mantener la temperatura de trabajo en el túnel
SÍMBOLO	UBICACIÓN	DIAGRAMA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	FUNCIÓN

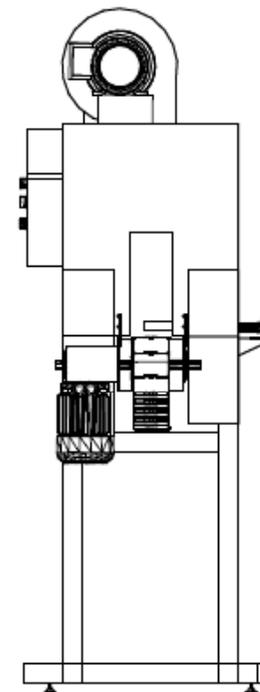
	FÍSCA	FUNCIONAL		
Transportador de Cadena	Túnel de calor		Cadena en acero inoxidable tipo flantop, deslizante sobre tiras antifricción	Transportar las botellas

ANEXO C

PLANOS DEL TÚNEL DE CALOR



VISTA LATERAL
ESC. 1:50



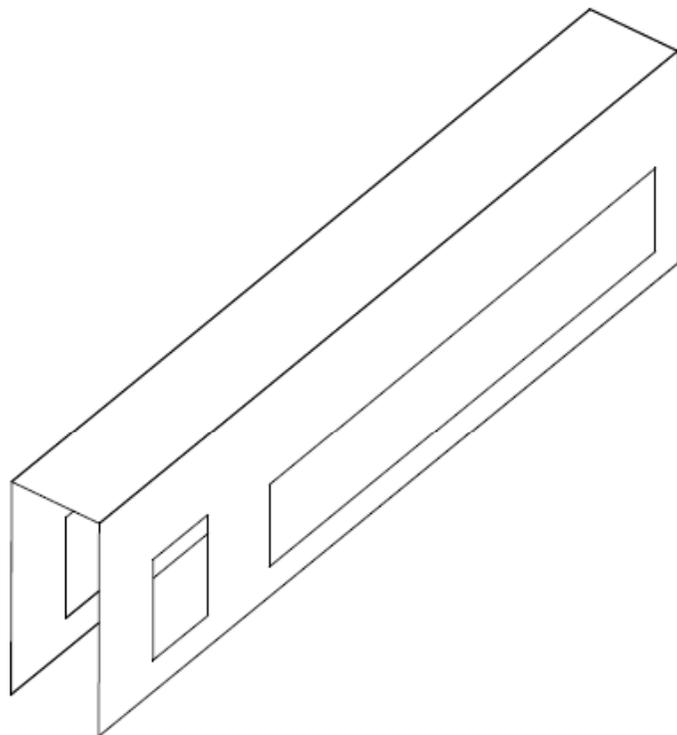
VISTA FRONTAL
ESC. 1:50

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
ESCUELA DE FORMACIÓN
DE TECNÓLOGOS

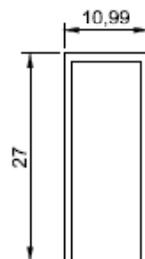
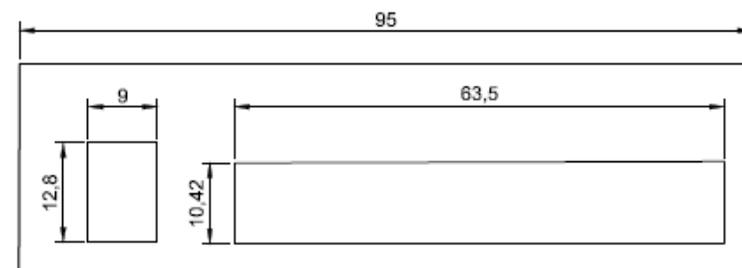
TÚNEL DE CALOR PARA
TERMOENCOGIDO

PLANOS MECÁNICOS DE LA MÁQUINA

	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA:	NÚMERO DE PLANO	1 DE 4
POR:	J. MENA	G. CASTRO	G. CASTRO	N/A	P-01	



VISTA ISOMETRIA

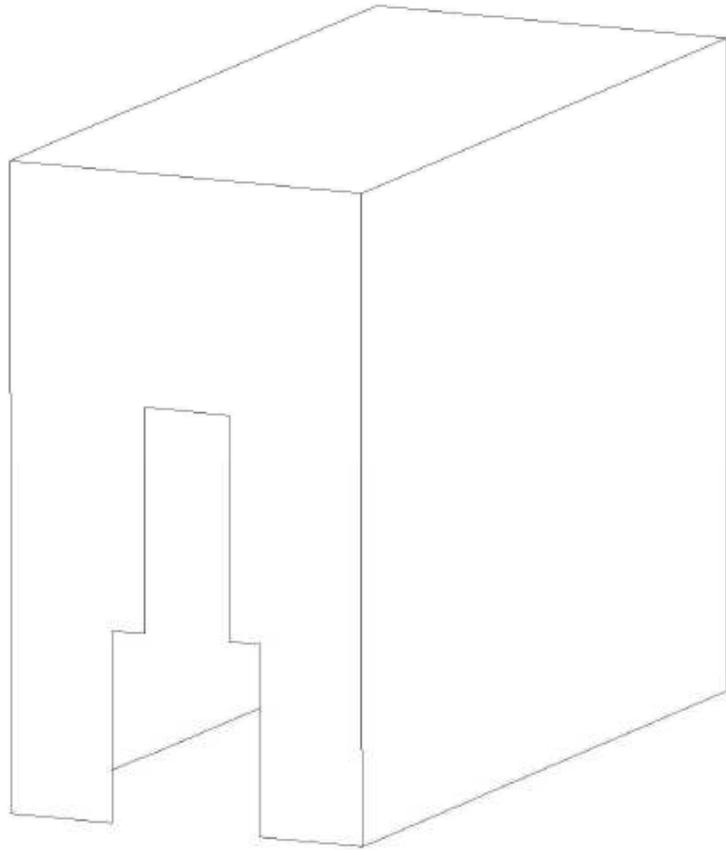
VISTA FRONTAL
ESC. 1/20VISTA LATERAL
ESC. 1/20VISTA LATERAL
ESC. 1/20

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
ESCUELA DE FORMACIÓN
DE TECNÓLOGOS

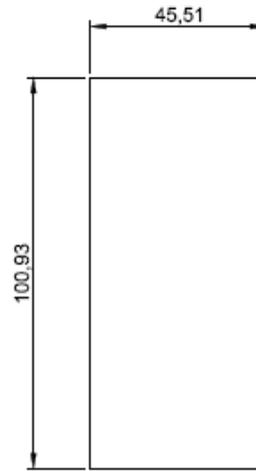
TÚNEL DE CALOR PARA
TERMOENCOGIDO

PLANOS MECÁNICOS DE LA MÁQUINA

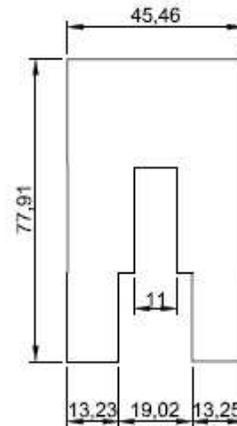
	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA:	NÚMERO DE PLANO	
POR:	J.MENA	G. CASTRO	G. CASTRO	N/A	P-02	2 DE 4



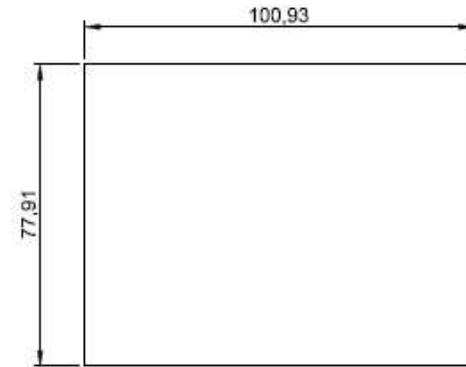
VISTA ISOMETRÍA



VISTA SUPERIOR
ESC. 1/30

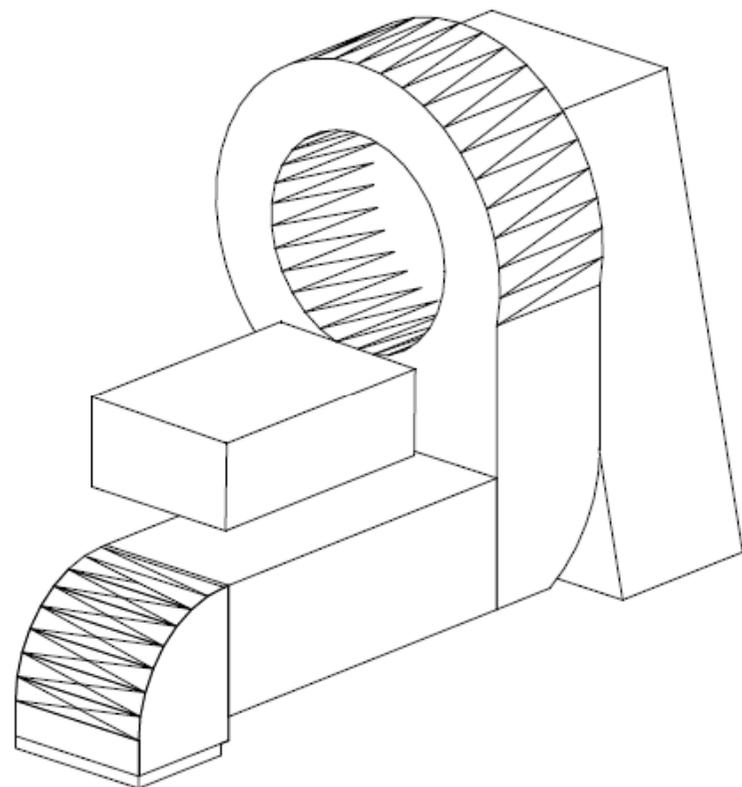


VISTA FRONTAL Y POSTERIOR
ESC. 1/30

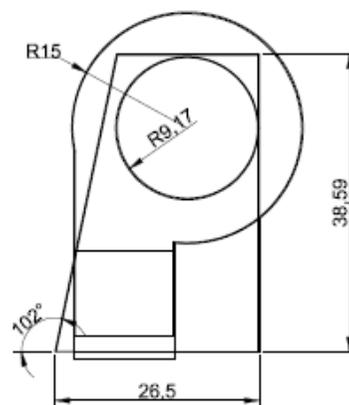


VISTA LATERAL
ESC. 1/30

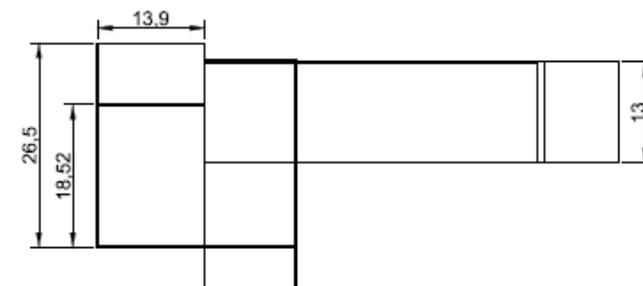
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS			TÚNEL DE CALOR PARA TERMOENCOGIDO		
			PLANOS MECÁNICOS DE LA MÁQUINA		
DIBUJADO POR: J.MENA	REVISADO G. CASTRO	APROBADO G. CASTRO	ESCALA: N/A	NÚMERO DE PLANO P-03	3 DE 4



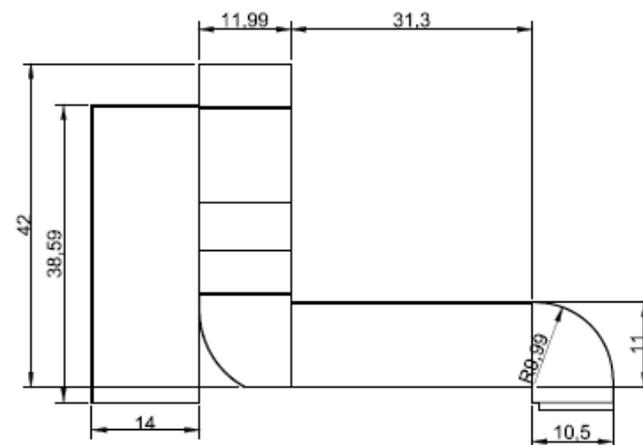
VISTA ISOMETRIA



VISTA FRONTAL
ESC. 1.25



VISTA SUPERIOR
ESC. 1.25



VISTA LATERAL
ESC. 1.25

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL			TÚNEL DE CALOR PARA TERMOENCOGIDO		
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS			PLANOS MECÁNICOS DE LA MÁQUINA		
DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA:	NÚMERO DE PLANO	4 DE 4
POR: J. MENA	G. CASTRO	G. CASTRO	N/A	P-04	

ANEXO D

DIAGRAMAS DE CONEXIÓN

PROCONSUMO

TÚNEL DE CALOR PARA TERMOENCOGIDO

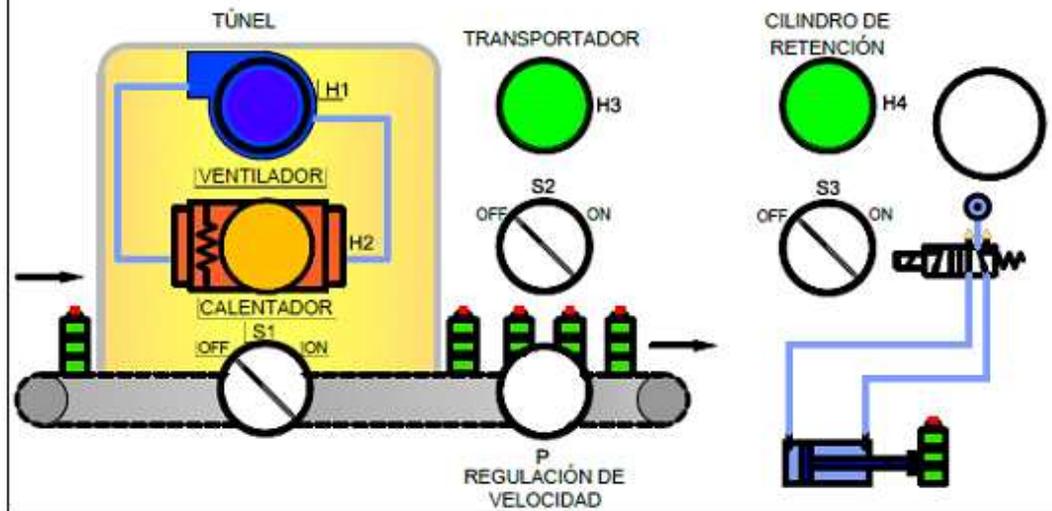
2010
CONTROLADOR DE TEMPERATURA



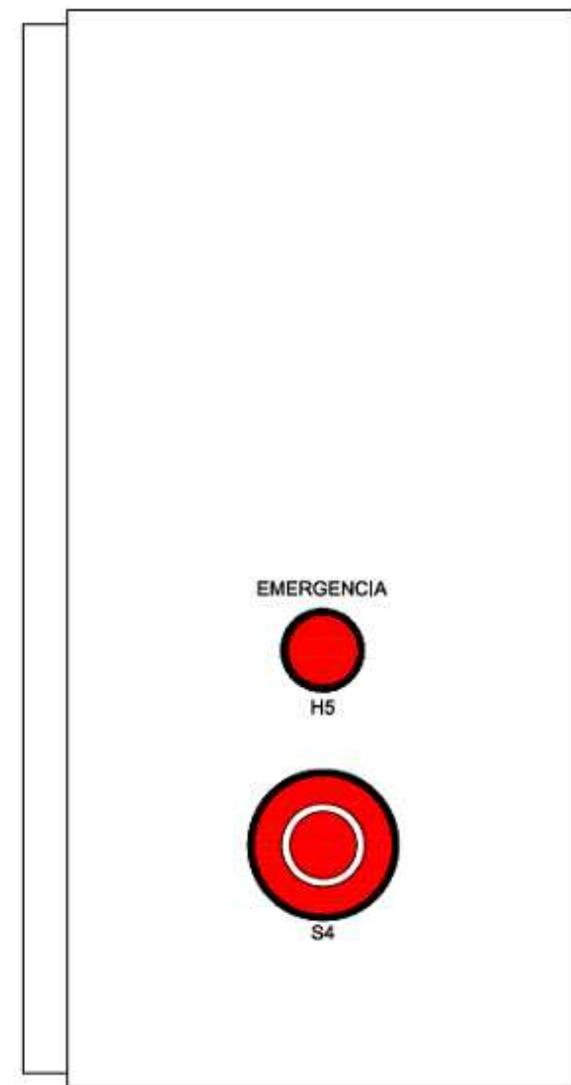
gamma
SERVICIOS ELÉCTRICOS

CONTROL DE PROCESOS INDUSTRIALES
SOLUCIONES LLAVE EN MANO

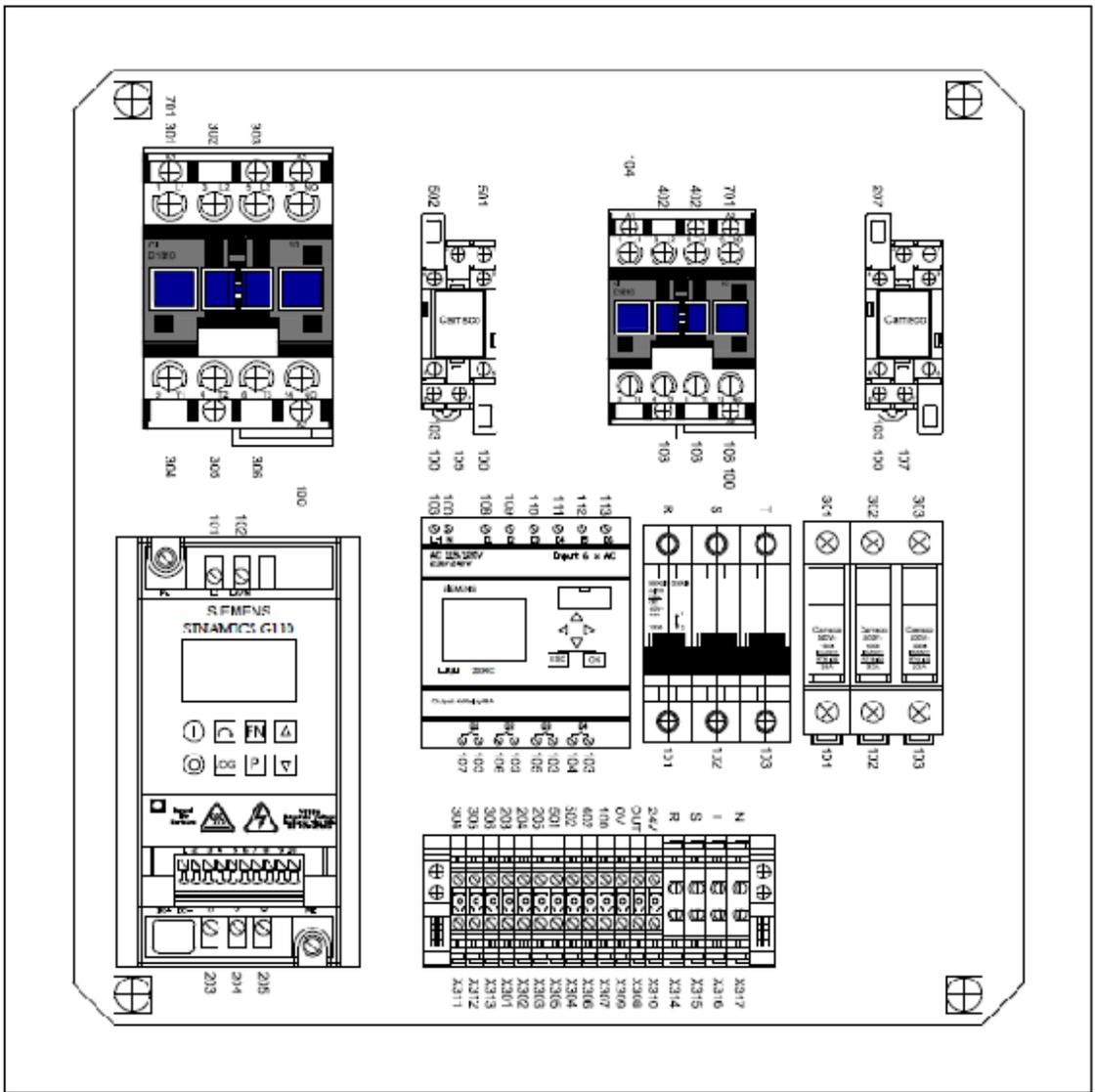
Av. 18 de Septiembre E4-12 y 9 de Octubre
Telefax: (593-2) 2230582 - 2559439 - 099001388
E-mail: gammaservicios@andinet.net



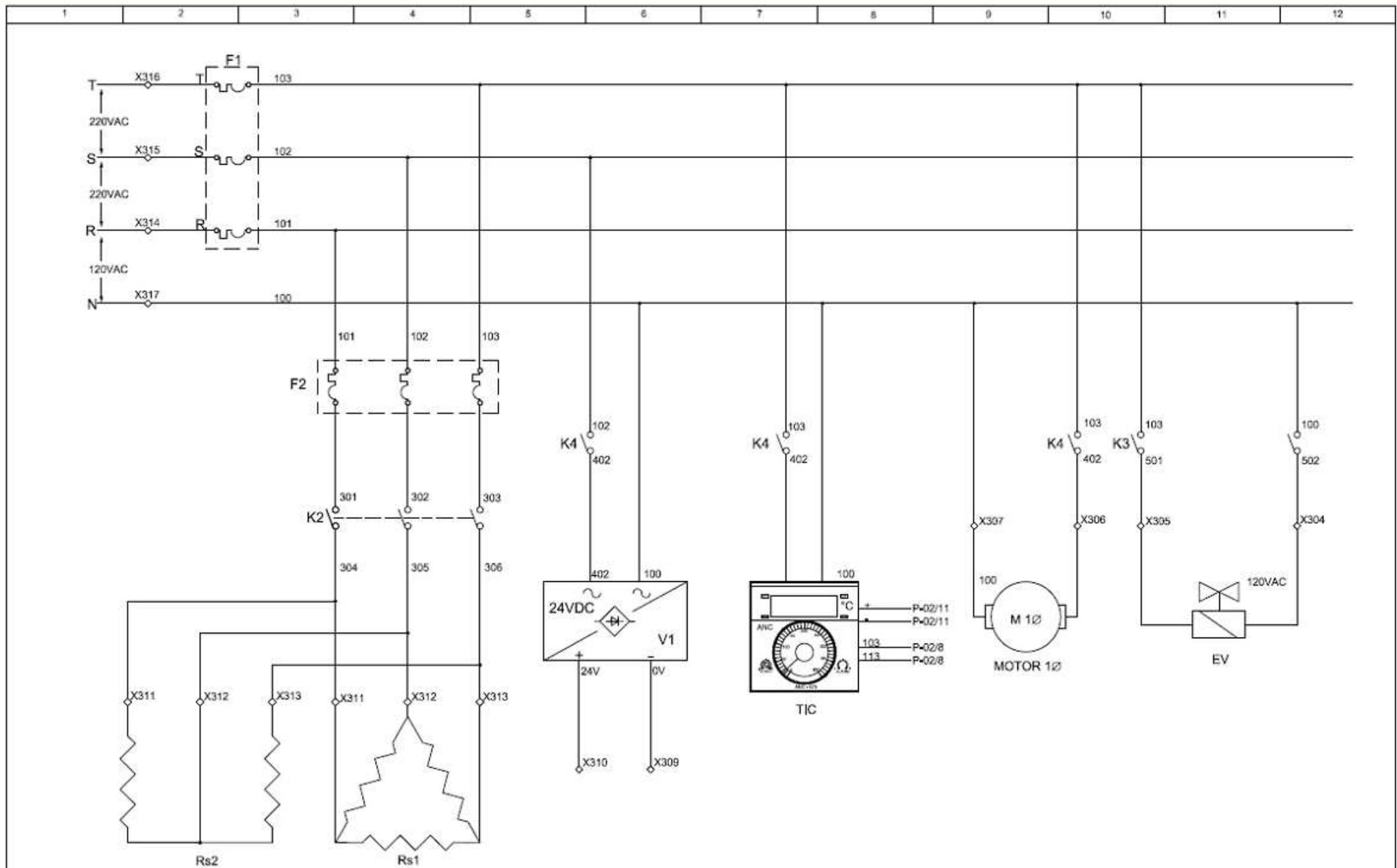
- S1 Operación Termoencogido
- S2 Transportación
- S3 Retención de ingreso de botellas
- H1 Succión de aire
- H2 Incremento de temperatura
- H3 Movimiento de cadena
- H4 Retención de ingreso de botellas



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL				TÚNEL DE CALOR PARA TERMOENCOGIDO	
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS				DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS TABLERO 01	
DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA:	NÚMERO DE PLANO	1 DE 2
POR: F. ALARCÓN	G. CASTRO	G. CASTRO	N/A	P-31	

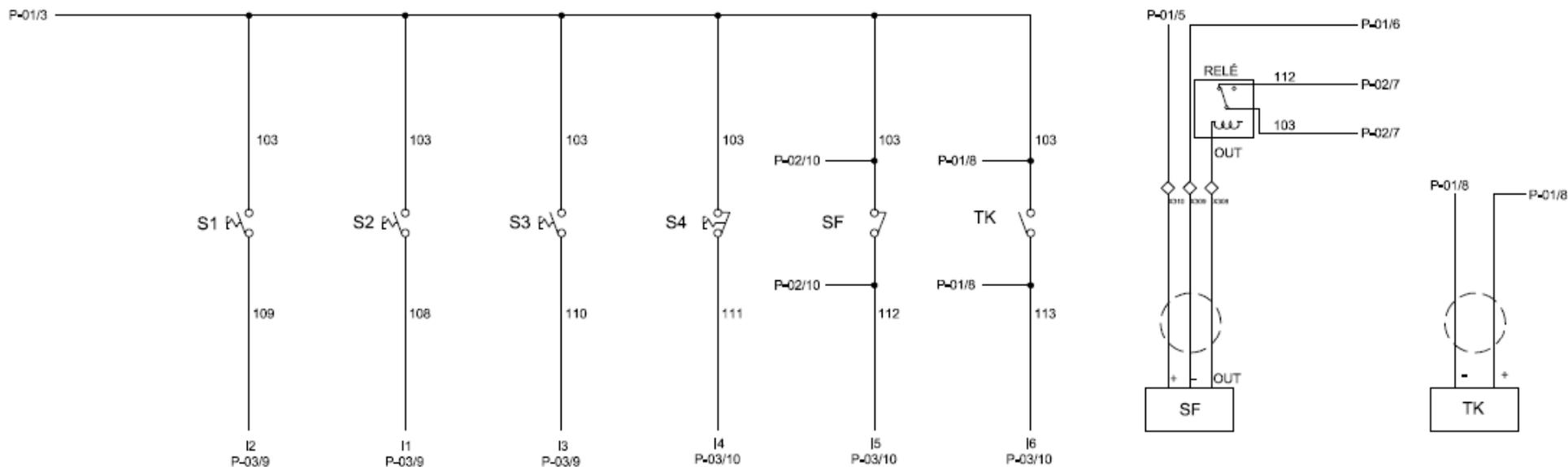


ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS			TÚNEL DE CALOR PARA TERMOENCIGIDO DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS TABLERO 01	
DIBUJADO F. ALARCÓN	REVISADO G. CASTRO	APROBADO G. CASTRO	ESCALA N/A	NÚMERO DE PLANO P-02
				2 DE 2



ELEMENTO	VALOR	DESCRIPCIÓN
F1	32A	BREAKER PRINCIPAL
F2	25A	PROTECCIÓN DE LAS RESISTENCIAS
V1	24V	FUENTE DE ALIMENTACIÓN DEL SENSOR FOTOREFLECTIVO
Rs1	3500W	RESISTENCIAS EN DELTA
Rs2	850W	RESISTENCIAS AUXILIARES
TIC	0-400°C	CONTROLADOR DE TEMPERATURA
M 1Ø	120VAC, 1/4HP	MOTOR DEL VENTILADOR
EV	120VAC	ELECTROVALVULA

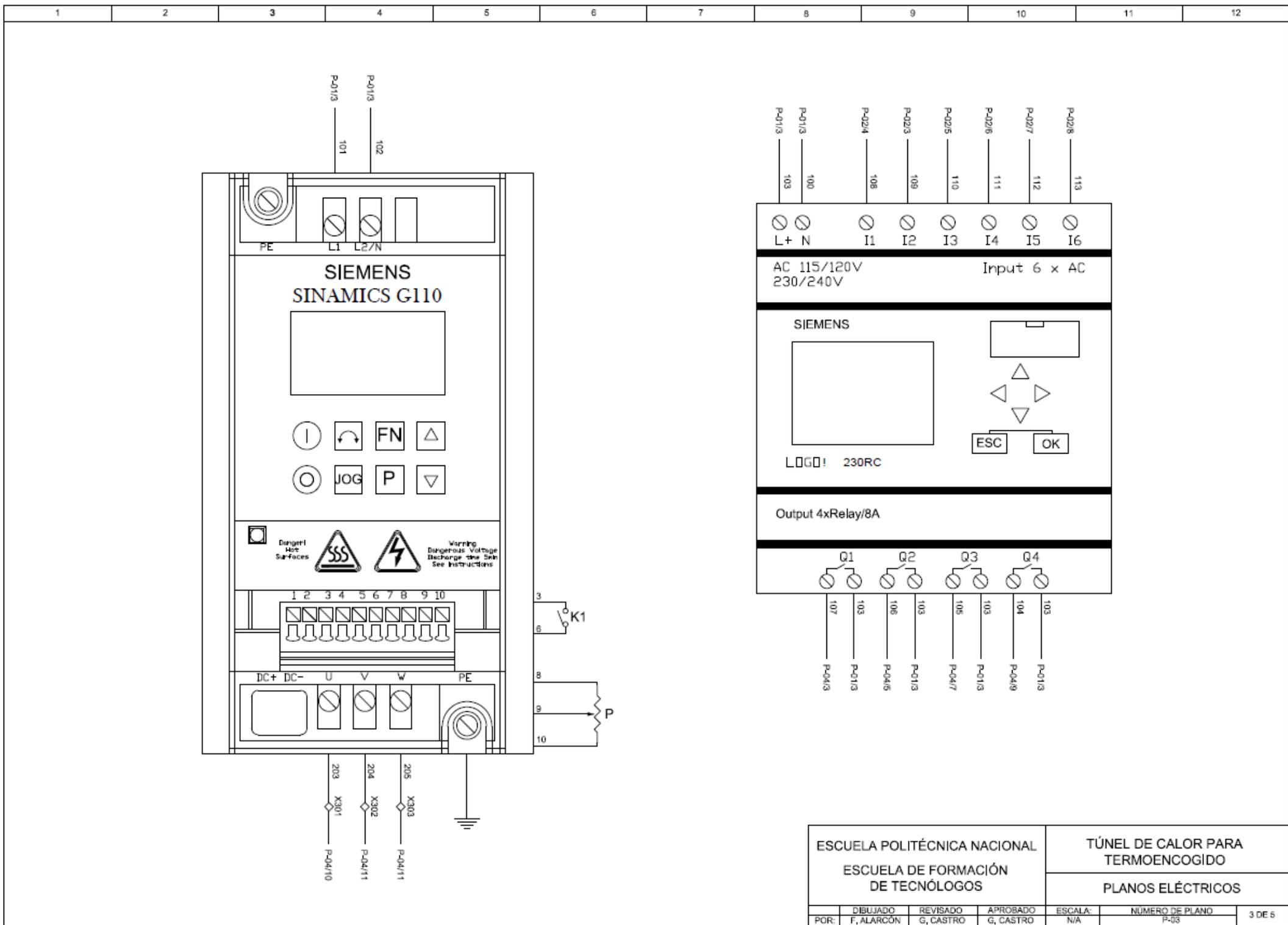
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL			TÚNEL DE CALOR PARA TERMOENCOGIDO		
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS			PLANOS ELÉCTRICOS		
DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA:	NÚMERO DE PLANO	1 DE 5
POR: F, ALARCÓN	G, CASTRO	G, CASTRO	N/A	P-01	



ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
S1	OPERACIÓN TERMOENCOGIDO
S2	TRANSPORTACIÓN
S3	RETENCIÓN DE INGRESO DE BOTELLAS
S4	EMERGENCIA

ELEMENTO	VALOR	DESCRIPCIÓN
SF	10-30V	SENSOR FOTOREFLECTIVO
RELÉ	12VDC	SEÑAL DIGITAL PARA IS (LOGO)
TK	4μV/°C	SENSOR DE TEMPERATURA (TERMOCUPLA)

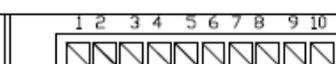
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS				TÚNEL DE CALOR PARA TERMOENCOGIDO		
				PLANOS ELÉCTRICOS		
POR:	DIBUJADO F, ALARCÓN	REVISADO G, CASTRO	APROBADO G, CASTRO	ESCALA: N/A	NÚMERO DE PLANO P-02	2 DE 5



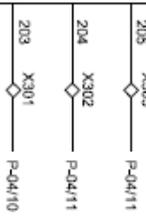
SIEMENS
SINAMICS G110



Danger! Hot Surfaces Warning Dangerous Voltage Discharge see Data See Instructions



DC+ DC- U V W PE



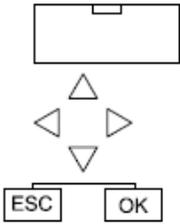
AC 115/120V
230/240V

Input 6 x AC

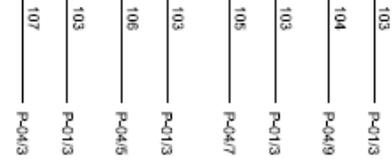
SIEMENS



LOGO! 230RC



Output 4xRelay/8A

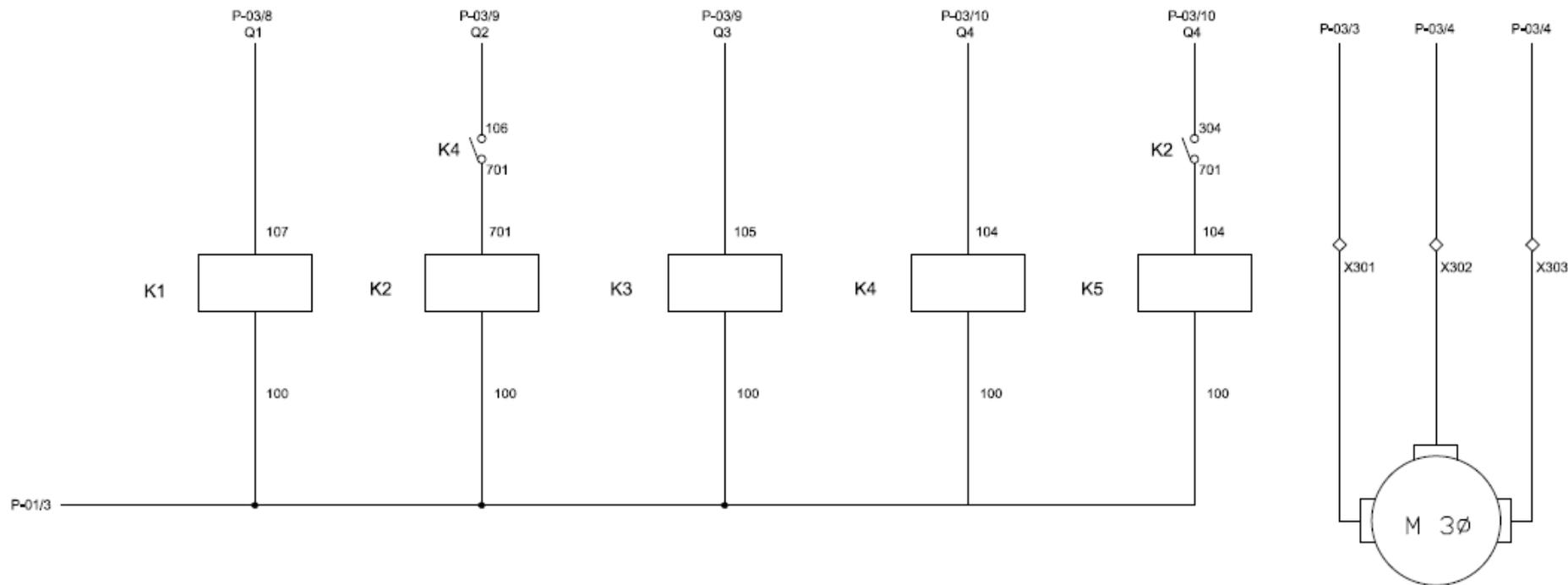


ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
ESCUELA DE FORMACIÓN
DE TECNÓLOGOS

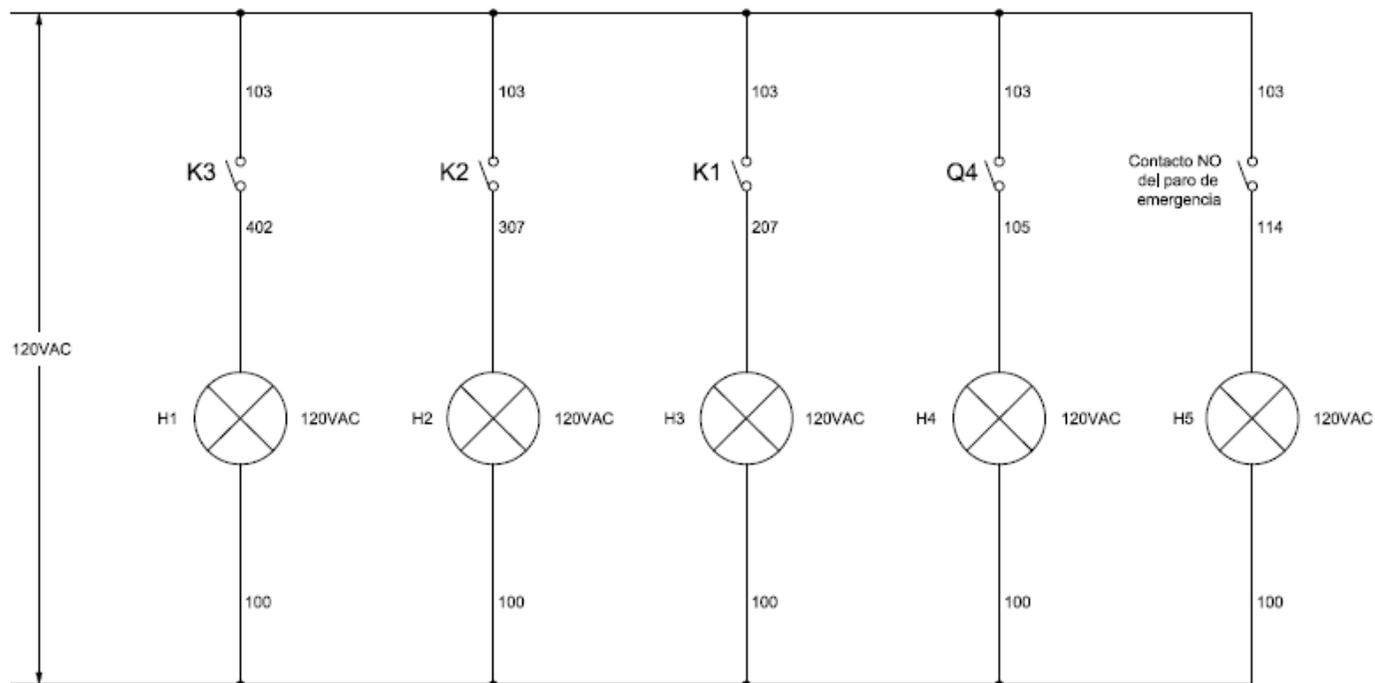
TÚNEL DE CALOR PARA
TERMOENCOGIDO

PLANOS ELÉCTRICOS

DIBUJADO POR: F. ALARCÓN	REVISADO G. CASTRO	APROBADO G. CASTRO	ESCALA: N/A	NUMERO DE PLANO P-03	3 DE 5
-----------------------------	-----------------------	-----------------------	----------------	-------------------------	--------

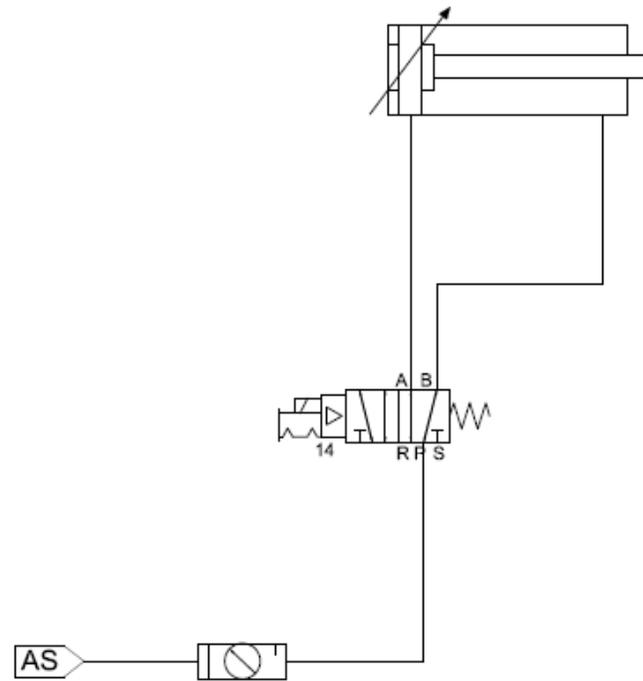


ELEMENTO	VALOR	DESCRIPCIÓN
K1	1A	RELÉ PARA EL MOTOREDUCTOR
K2	18A	CONTACTOR PARA LAS RESISTENCIAS
K3	1A	RELÉ PARA LA ELECTROVÁLVULA
K4	9A	CONTACTOR PARA EL MOTOR DEL VENTILADOR
K5	9A	CONTACTOR PARA LAS RESISTENCIAS AUXILIARES
M 3Ø	220VAC	MOTOREDUCTOR 3Ø



ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
H1	SUCCIÓN DE AJRE
H2	INCREMENTO DE TEMPERATURA
H3	MOVIMIENTO DE CADENA
H4	RETENCIÓN DE INGRESO DE BOTELLAS
H5	EMERGENCIA

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS			TÚNEL DE CALOR PARA TERMOENCOGIDO		
			PLANOS ELÉCTRICOS		
	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA:	NÚMERO DE PLANO
POR:	F, ALARCÓN	G, CASTRO	G, CASTRO	N/A	P-56
					5 DE 5



 UNIDAD DE MANTENIMIENTO DE AIRE COMPRIMIDO CON LUBRICADOR

 VÁLVULA DE SOLENOIDE DIRECCIONAL 5/2 DE UN LADO CON REPOSICIÓN POR MUELLE

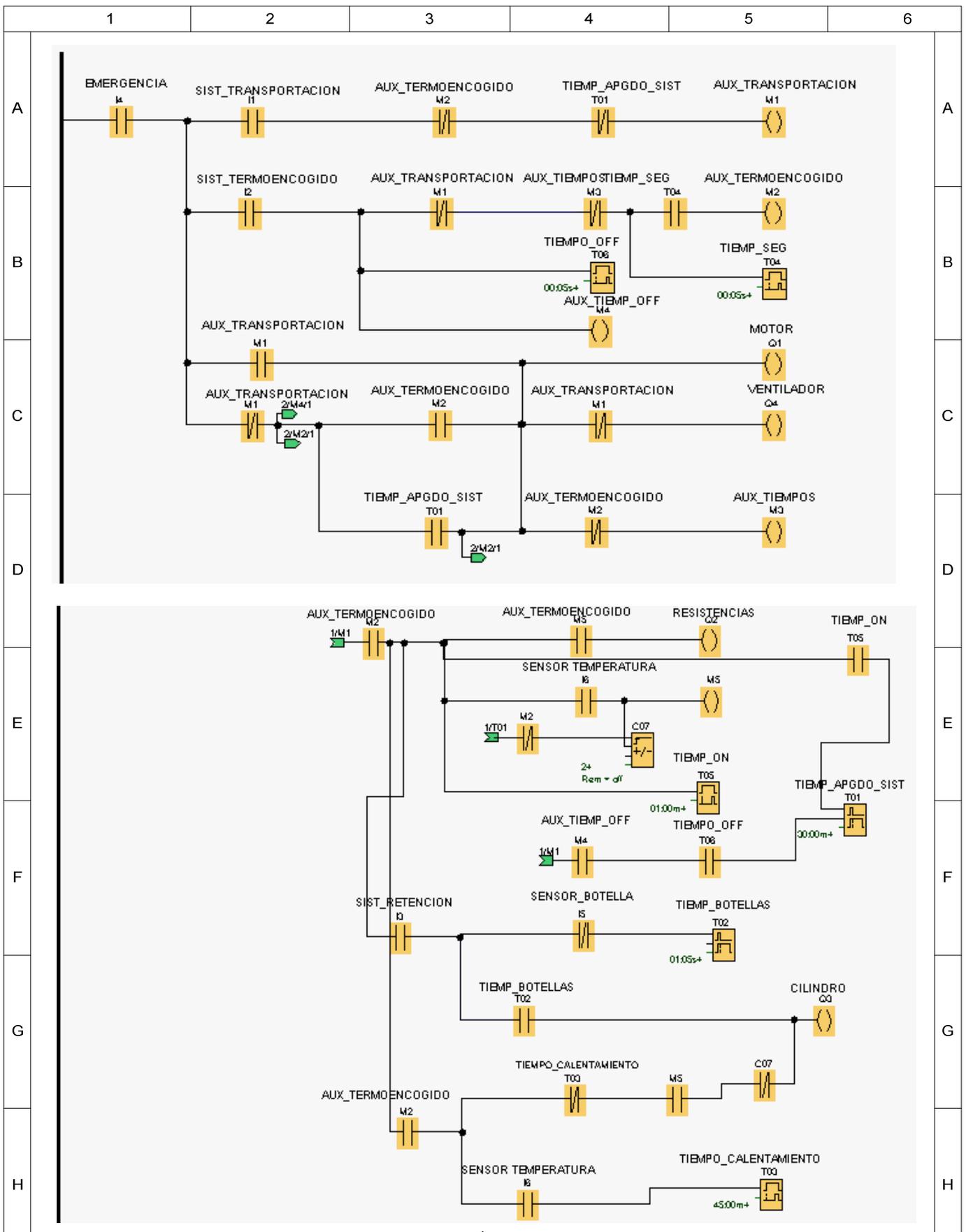
 CILINDRO DE DOBLE EFECTO CON ESTRANGULADORES REGULABLES

 SUMINISTRO DE ARIE

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL			TÚNEL DE CALOR PARA TERMOENCOGIDO		
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS			CIRCUITO NEUMÁTICO DEL SISTEMA DE RETENCIÓN		
DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA:	NÚMERO DE PLANO	1 DE 1
POR: F, ALARCÓN	G, CASTRO	G, CASTRO	N/A	P-01	

ANEXO E

LADDER DEL SISTEMA IMPLEMENTADO



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

PROYECTO:

TUNEL DE CALOR PARA TERMOENCOGIDO

LOGICA DE CONTROL

REALIZADO:
Edwin Mena

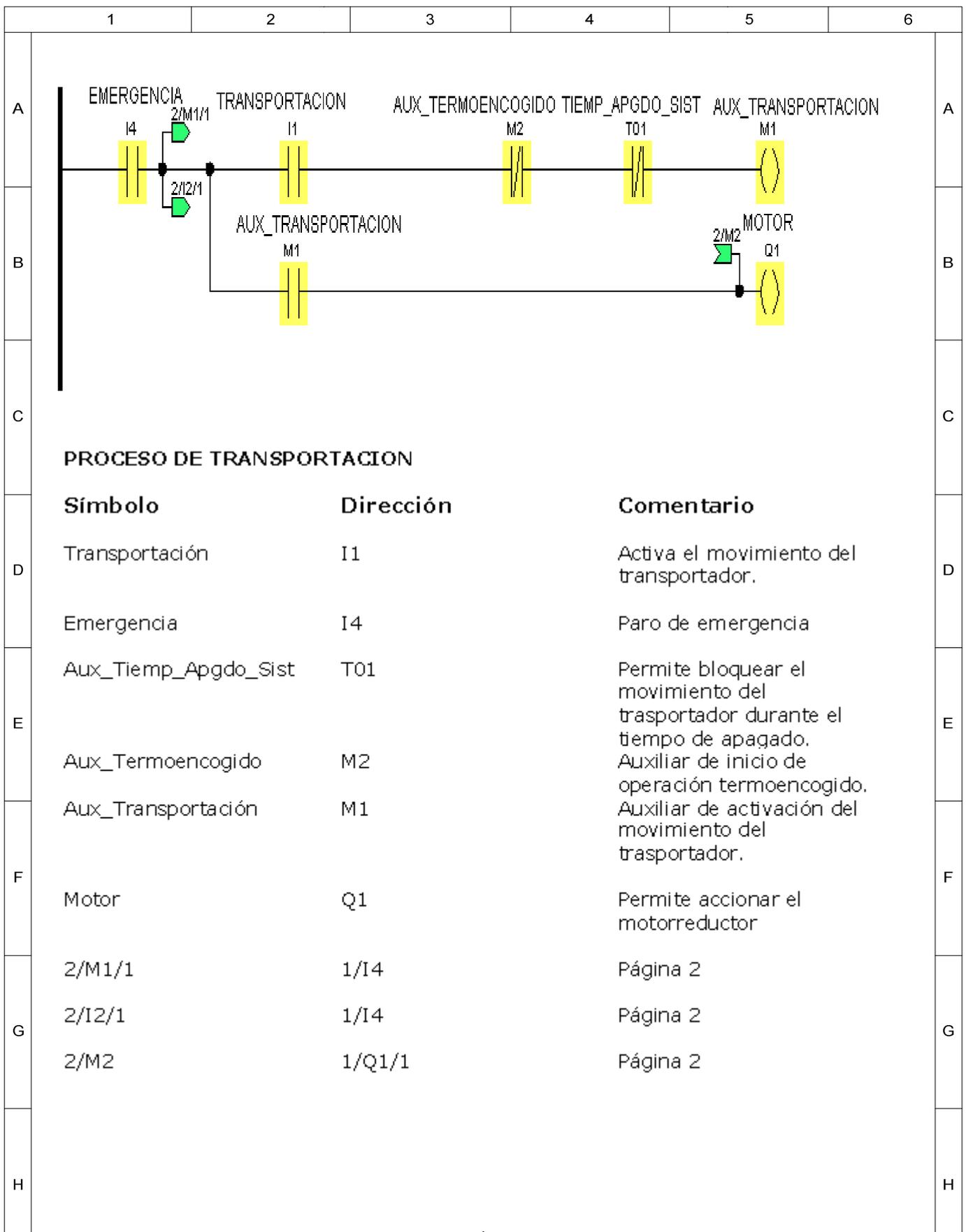
REVISADO:
Germán Castro

FECHA:

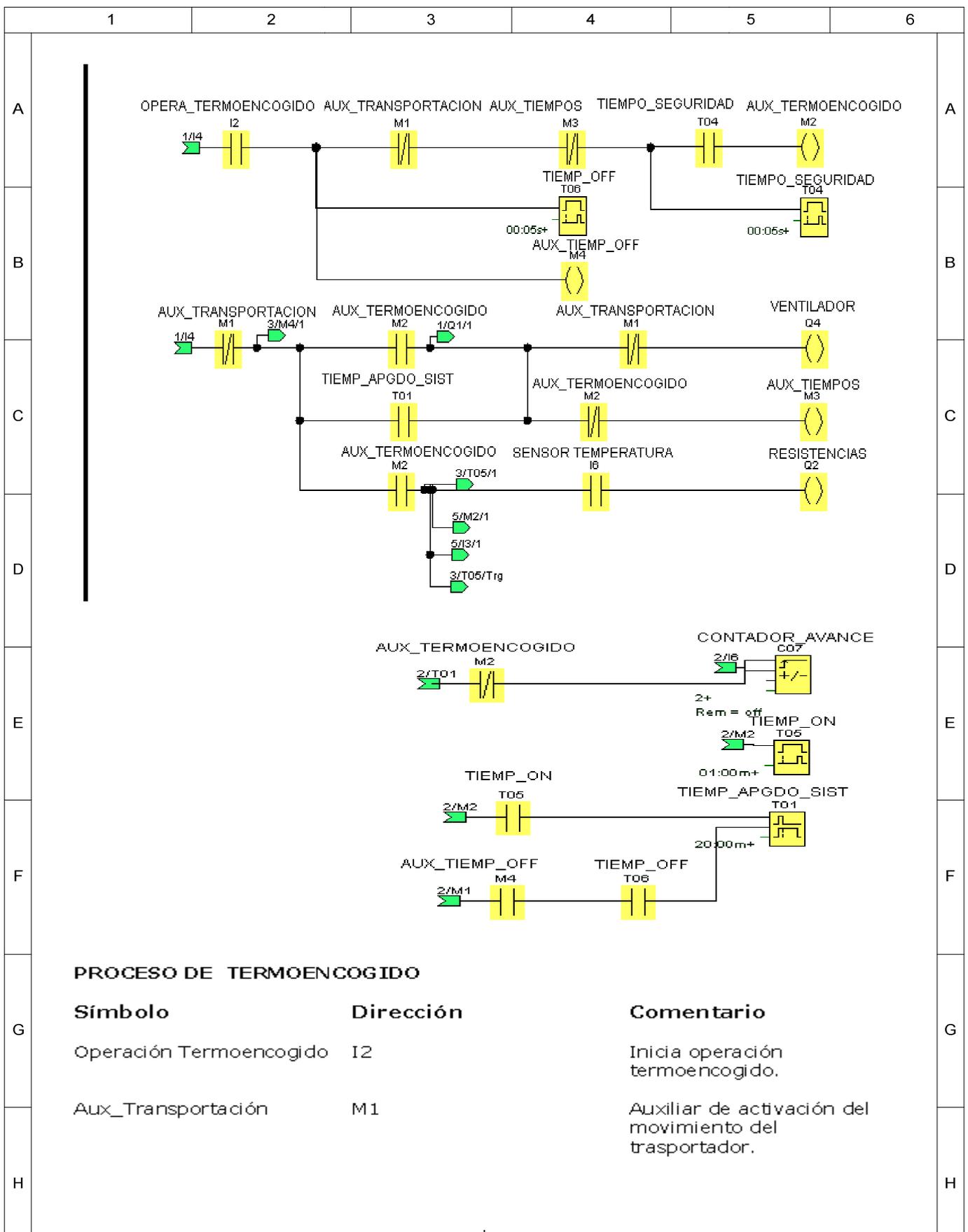
APROBADO:
Ing German Castro

ESCALA:
S/E

D:
1/1



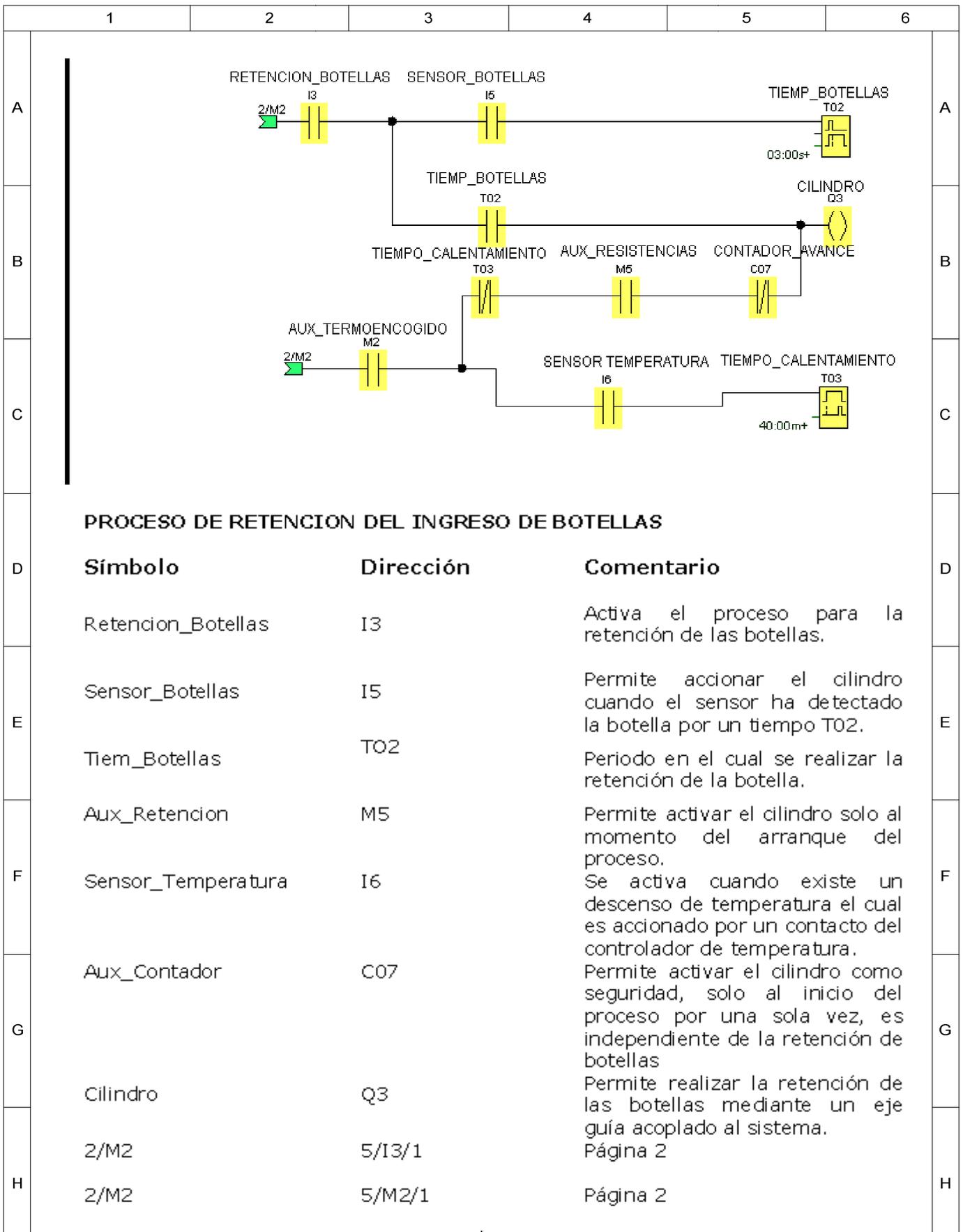
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS	PROYECTO: TUNEL DE CALOR PARA TERMOENCOGIDO		
	LOGICA DE CONTROL		FECHA:
	REALIZADO: Edwin Mena	REVISADO: Ing. Germán Castro	APROBADO: Ing German Castro



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS	PROYECTO: TUNEL DE CALOR PARA TERMOENCOGIDO		
	LOGICA DE CONTROL		FECHA:
	REALIZADO: Edwin Mena	REVISADO: Ing. Germán Castro	APROBADO: Ing German Castro

1	2	3	4	5	6
A	Aux_Termoencogido	M2		Auxiliar de inicio de operación termoencogido.	A
	Resistencias	Q2		Permite activar el calentador.	
	Ventilador	Q4		Permite accionar la succión de aire en el túnel.	
B	Tiemp_Off_Oper_Term	T01		Tiempo de desactivado de la operación termoencogido.	B
	Aux_Tiempo	M3		Auxiliar de tiempo el cual deja sin efecto la operación termoencogido.	
C	Aux_Tiempo_Off	M4		Permite arrancar la operación termoencogido una vez , una vez reiniciado el proceso.	C
	Tiemp_Off	T06		Permite el arranque de la operación termoencogido, cuando el mismo se ha reiniciado nuevamente.	
D	Tiemp_Seguridad	T04		Permite garantizar el funcionamiento de ambos sistemas tanto Transportación como termoencogido de forma independiente.	D
E	Sensor Temperatura	I6		Se activa cuando existe un descenso de temperatura el cual es accionado por un contacto del controlador de temperatura.	E
	Tiemp_On_sist_Term	T05		Tiempo on permite el inicio de la operación termoencogido durante el cual apaga de forma inmediata todo el sistema.	
F	Tiemp_Calentamiento	T03		Tiempo en el cual las resistencias del horno se calientan hasta llegar a la temperatura de operación, durante este tiempo se efectúa la retención del ingreso de botella.	F
G	3/T05/1	2/M2		Página 3	G
	5/I3/1	2/M2		Página 5	
	3/M4/1	2/M1		Página 3	
	5/M2/1	2/M2		Página 5	
H	3/T05/Trg	2/M2		Página 3	H

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS	PROYECTO: TUNEL DE CALOR PARA TERMOENCOGIDO			
	LOGICA DE CONTROL		FECHA:	ESCALA: S/E
	REALIZADO: Edwin Mena	REVISADO: Ing. German Castro	APROBADO: Ing German Castro	D: 3/4



PROCESO DE RETENCION DEL INGRESO DE BOTELLAS

Símbolo	Dirección	Comentario
Retencion_Botellas	I3	Activa el proceso para la retención de las botellas.
Sensor_Botellas	I5	Permite accionar el cilindro cuando el sensor ha detectado la botella por un tiempo T02.
Tiem_Botellas	T02	Periodo en el cual se realiza la retención de la botella.
Aux_Retencion	M5	Permite activar el cilindro solo al momento del arranque del proceso.
Sensor_Temperatura	I6	Se activa cuando existe un descenso de temperatura el cual es accionado por un contacto del controlador de temperatura.
Aux_Contador	C07	Permite activar el cilindro como seguridad, solo al inicio del proceso por una sola vez, es independiente de la retención de botellas.
Cilindro	Q3	Permite realizar la retención de las botellas mediante un eje guía acoplado al sistema.
2/M2	5/I3/1	Página 2
2/M2	5/M2/1	Página 2

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

PROYECTO:

TUNEL DE CALOR PARA TERMOENCOGIDO

LOGICA DE CONTROL

FECHA:

ESCALA: S/E

REALIZADO: Edwin Mena

REVISADO: Ing. Germán Castro

APROBADO: Ing German Castro

D: 4/4