



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN  
INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**FABRICACION DE HORNO ELECTRICO PARA CURADO  
Y FORMACION DE MANGUERA PARA LA EMPRESA  
NITTA MOORE.**

**TESIS**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRO EN INGENIERÍA  
MECATRÓNICA**

PRESENTA:

**BALTAZAR URIBE AGUAYO.**

TUTOR:

**DR. JOSE JAVIER CERVANTES CABELLO**

Año 2011.





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

Presidente: Dr. Jesus Manuel Dorador Gonzalez

Secretario: Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez Gonzalez

1er Vocal: M.C. María del Pilar Corona Lira

1er Suplente: Ing. Serafín Castañeda Cedeño

2o Suplente: Dr. Jose Javier Cervantes Cabello

Lugares donde se realizó la tesis:

Empresa NITTA MOORE S.A. de C.V.  
San Luis Potosí, S.L.P, México

Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital  
San Luis Potosí, S.L.P, México

TUTOR DE TESIS:

Dr. JOSE JAVIER CERVANTES CABELLO

---

FIRMA

Este trabajo se desarrolló en las instalaciones de la Planta "NITTA MOORE, S.A. de C.V.", ubicada en la Zona Industrial, ciudad de San Luis Potosí, bajo la tutoría de los doctores Jose Javier Cervantes y Jesús Manuel Dorador González de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Se contó con el apoyo del Ing. Emiliano Ortega, gerente general de la Empresa "NITTA MOORE, S.A. de C.V."

El autor, sin perjuicio de la legislación de la Universidad Nacional Autónoma de México, otorga el permiso para el libre uso, reproducción y distribución de esta obra siempre que sea sin fines de lucro, se den los créditos correspondientes y no sea modificada, en especial esta nota.

Ing. Baltazar Uribe Aguayo. México, D.F. 2011.

A mi esposa Alicia, a mis hijos Alicia Giselle,  
Emanuel, Alexis Uriel.

A mi familia.

“Lo que sabemos es una gota de agua, lo que ignoramos es el océano”

(Isaac Newton).

“Procure no ser un hombre con éxito, sino un hombre con valores.”

(Albert Einstein).

“No he fracasado. He encontrado 10,000 soluciones que no funcionan.”

(Benjamín Franklin).

## Agradecimientos

Estoy muy agradecido principalmente con mis tutores, los doctores Jose Javier Cervantes Cabello y Dorador González, ya que de ellos he reconocido y aprovechado su profesionalismo, gran calidad humana y el apoyo al compartir sus conocimientos desinteresadamente y cuando tenía alguna duda siempre estuvieron con sus consejos y apoyos técnicos.

Agradezco a mis compañeros de la maestría por su aporte así como a mis maestros de las asignaturas del programa por su paciencia y conocimientos.

A todas las personas ¡Muchísimas gracias! Gracias a todos ustedes he logrado alcanzar este proyecto de vida, que para mí es todo un proyecto de superación.



# Índice

Resumen .....	12
Abstract .....	13
Introducción .....	15
Objetivo del trabajo .....	15
Alcance .....	16
Justificación.....	16
Organización del trabajo .....	17
Capítulo 1 .....	18
Conceptos básicos del horno y el proceso de curado de la manguera.....	18
1.1 Proceso de curado de la manguera .....	18
1.1.2 El proceso de curado. Definición .....	24
1.2 Horno .....	24
Capítulo 2 .....	27
Establecimiento del problema: Necesidades del cliente, aspectos teóricos y técnicos.	27
2.1 Disponibilidad:.....	29
2.2 Inversión:.....	29
Capítulo 3 .....	30
Diseño conceptual .....	30
Capítulo 4 .....	33
Metodologías usadas para definir los requerimientos del cliente y satisfacer sus necesidades. ....	33
4.1 Criterio general del análisis de Kano. ....	33
4.2 Método de falla y análisis de efecto (AMEF).....	34
4.3 Lluvia de ideas. ....	36
4.4 Observación del proceso.....	37
Capítulo 5 .....	39
Investigación de componentes comerciales .....	39
5.4 Resultados obtenidos .....	42
Capítulo 6 .....	43
Integración de componentes eléctricos y electrónicos .....	43
Capítulo 7 .....	50
Guía de instrucciones de las operaciones del horno eléctrico.....	50
7.1 Descripción del equipo utilizado en el horno.....	51

7.2 Descripción de equipo utilizado en la cámara de enfriamiento. ....	54
7.3 Arranque y paro del horno. ....	55
7.4 Arranque de la cámara de enfriamiento. ....	55
7.5 Fallas más comunes. ....	56
7.5 Mantenimiento del horno. ....	56
Capítulo 8 .....	58
Integración de componentes del cuerpo del horno. ....	58
1.- Perfil cuadrado tubular PTR de 4" .....	58
2.- Aislante (Lana mineral). ....	58
3.- Electrodo utilizados. ....	60
4.- Pintura epòxica color perla marca comex. ....	61
6.- Lamina de acero al carbón estructural (lámina negra) calibre 16 ASTM. ....	63
8.1 Se realizaron los dibujos en NX ver. 7 y algunos planos en autocad. ....	64
8.2 Proceso de fabricación. ....	66
9. Conclusiones: .....	79
Bibliografía. ....	80

## Resumen

La presente tesis trata del diseño y fabricación, desarrollo e implementación de un horno para el curado de mangueras de producción para la empresa automotriz manufacturera.

El objetivo principal del proyecto es la integración de los componentes mecánicos, electrónicos de control y sensores analógicos para lograr el control de temperaturas en el horno, en el proceso industrial.

El principal origen del trabajo de tesis, es la necesidad del cliente de “Fabricar un horno funcional con un sistema de control con relevadores eléctricos encapsulados con la finalidad de controlar la calidad de su producto y aumentar la confiabilidad”.

Para iniciar con este trabajo se pregunto al cliente la información sobre las condiciones iniciales de operación del horno, se realizaron varias visitas para conocer su proceso y se solicitaron las especificaciones generales del horno y de los requerimientos del curado de las mangueras en el horno.

Se realizaron investigaciones de las tecnologías de los componentes eléctricos, mecánicos y electrónicos en el mercado nacional para no invertir más en el costo del proyecto y además se cumpliera con los requerimientos del cliente.

Se tomo la decisión de utilizar relevadores de estado sólido y encapsulado para su control. Una de las especificaciones es que contara con la curva de temperatura, es el punto más crítico del producto.

El alcance del proyecto es la implementación del horno, con especificaciones de entrada para continuar utilizando sus rack de transporte para las mangueras; así mismo un control (PID) de la temperatura, para controlar la curva para el curado del producto, como anexar componentes electromecánicos para el enfriamiento de la cabina del horno.

Actualmente el operador cuenta con hojas de proceso y especificaciones de productos que se diseñaron con base en la implementación de los controles del horno, mismas que contienen la información de las temperaturas que se deben programar en los controles electrónicos instalados, con la finalidad de establecer las condiciones de preparación de máquina, limpieza, arranque y cambios de producto.

Se realizó un manual de operación para el operador y el personal de mantenimiento, para facilitar el control del proceso y eliminar algunas variables.

## Abstract

This thesis present, the design and manufacturing, development and implementation of an oven for curing hose production for automotive manufacturing company.

The project's main objective is the integration of mechanical components, electronic control and analog sensors to gain control of temperatures in the furnace in the manufacturing process.

The main origin of the thesis is the customer's need to "Making a functional oven with a control system with electrical relays encapsulated in order to control their product and increase reliability."

To start with this work ask the client information about the initial conditions of furnace operation, several visits were made to know their process and sought the general specifications of the oven and curing requirements of the hoses used in the oven .

Research was conducted on the technologies of electrical, mechanical and electronic in the market for not investing more in the cost of the project and also met the customer requirements.

The decision was made to use solid state relays for control encapsulation. One of the specifications is to tell the temperature curve, is the most critical point of the project.

The scope of the project is the implementation of oven, with input specifications to continue using their transport rack for hoses, likewise a control (PID) temperature, to control the curve for the curing of the product, such as electromechanical components attach for cooling the cabin of the oven.

At present the operator with process sheets and specifications that were designed following the implementation of controls of the oven, containing the same information from the temperatures to be programmed into the electronic controls installed in order to establish conditions for preparing the machine, cleaning, starting and product changes.

We performed a manual of operation for both the operator and maintenance personnel, to control the process to eliminate some variables.



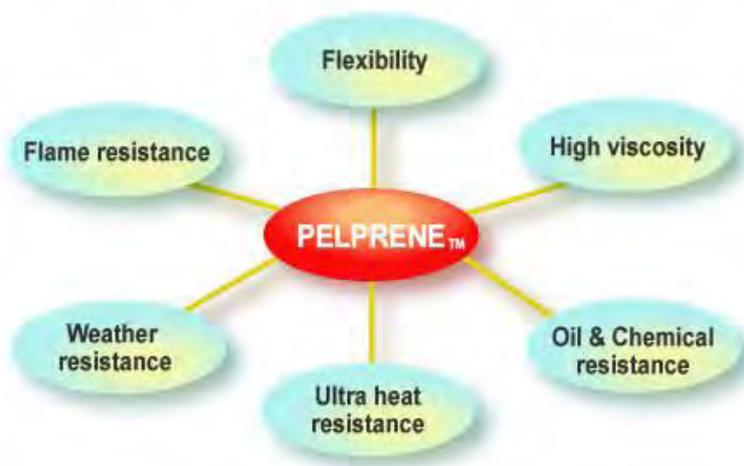
## Introducción

La manguera que se utiliza en esta empresa NITTA MOORE S.A. de C.V. Es PELPRENE™ de la familia TPEE es el nombre comercial de un elastómero poliéster termoplástico el mayor orgullo de Toyobo. PELPRENE™ es un elastómero que tiene una combinación de las características de los cauchos y plásticos.

Por lo tanto, PELPRENE™ elimina la demarcación entre los cauchos y plásticos. PELPRENE™ pueden ser procesados mediante moldeo por inyección, extrusión, moldeo por soplado y así sucesivamente, en los diversos tipos de artículos que abarcan desde piezas de precisión micro a fina.

Entre los elastómeros termoplásticos (TEP), PELPRENE™ es el más cercano puesto a los plásticos de ingeniería, y se marca como material más fiable. El material lo importan desde Japón y tiene las siguientes propiedades que se muestran a continuación.

PELPRENE™ crea una nueva historia de los elastómeros de poliéster.



Su uso es para gasolina, y lleva una forma especial dependiendo del cliente,

Objetivo del trabajo

Diseñar el sistema automático para controlar la temperatura en el horno de curado en el proceso industrial de la manguera, mediante la integración de los componentes mecánicos, electrónicos de control y sensores analógicos de tipo industrial, existentes en el mercado.

Con fundamento en un criterio general del análisis de Kano, se han delimitado los objetivos de este proyecto para cumplir únicamente con los requerimientos del cliente, seleccionando componentes mecatrónica funcionales y económicos.

Para solucionar los requerimientos del cliente se integraron los componentes electrónicos de control y sensores analógicos para lograr el control de temperaturas en el horno de curado, en el proceso industrial de la manguera.

Para alcanzar el objetivo es necesario realizar las siguientes actividades:

- Identificar las necesidades del cliente, utilizando el criterio general del análisis de Kano.
- Uso del método de falla y análisis de efecto (AMEF) para tener en consideración las causas más probables que pudieran ocasionar una falla en el sistema propuesto, y tomarlas en consideración en el diseño del mismo (prevención).
- Realizar una investigación de los componentes comerciales existentes en el mercado para dar cumplimiento al objetivo del proyecto.
- Realizar un análisis de los parámetros del proceso, las variables relacionadas con los recursos disponibles en la planta, tales como: energía eléctrica, geometría del horno, tipos de contenedores y espacios físicos.
- Tomar la decisión sobre los componentes del sistema de control idóneos para realizar la función de control automático.
- Adquirir los componentes del sistema de control.
- Configurar el sistema propuesto mediante dibujos, diagramas y propuesta de componentes comerciales.
- Integrar y conectar los componentes de control para realizar una simulación en el taller, y así verificar el buen desempeño del sistema de control.
- Integrar los componentes del sistema en el horno.
- Realizar los ajustes preliminares y finales al sistema dentro del proceso.

Alcance.

Implementación de sistemas de control automático de temperaturas mediante resistencias en la zona de calentamiento, mediante la integración de elementos mecatrónicos como: sensores y elementos de control.

Justificación.

En la empresa “*NITTA MOORE de México*” surgió la necesidad de incrementar los volúmenes de producción debido al incremento de ventas, optaron por realizar la inversión de fabricar el horno.

Metodología.

En primer lugar se realizó un análisis del horno que ellos tenían en su planta, ya que este horno solo se fabrica en Japón. Se aplicaron los conocimientos para la definición del diseño conceptual y estructura funcional con la finalidad de clarificar las entradas, el proceso y las salidas del sistema. También se utilizó el criterio general del análisis de Kano para visualizar los atributos o características del producto. También se realizó la Investigación de los componentes comerciales existentes en el mercado en lo

concerniente a sensores, controles electrónicos de temperatura y para dar cumplimiento al objetivo del proyecto. Se realizó la configuración del sistema propuesto mediante: dibujos, diagramas y propuesta de componentes comerciales y manual de uso del horno.

### Organización del trabajo

La presente tesis se presenta de la siguiente forma. Se inicia con una introducción sobre el presente trabajo, definiendo los conceptos básicos del curado de la manguera, el proceso de “curado”, las características físicas de la manguera y el objetivo del trabajo. El capítulo 1 trata los conceptos básicos del horno y el proceso de curado. El capítulo 2 trata de las necesidades del cliente. Estas necesidades son los parámetros del proceso, las especificaciones de los rangos de temperatura de trabajo, los errores máximos permisibles y los rangos de producción, considerando los parámetros de la planta, que son la curva de temperatura del curado de la manguera. En el capítulo 3 se presenta la propuesta del diseño conceptual, en el cual se logró identificar la función central y la estructura funcional del sistema. En el capítulo 4 se presentan las metodologías utilizadas para definir los requerimientos del cliente, que en resumen son el criterio general del análisis de Kano, el AMEF (método de análisis de falla y efecto), la lluvia de ideas, la técnica de observación del proceso en su operación. El propósito del capítulo 5 es mostrar un resumen plasmado en una tabla, de los componentes mecatrónicos disponibles en el mercado, para una vez integrados, lograr el objetivo de este trabajo. En el capítulo 6 se define a la integración de los componentes eléctricos y electrónicos y en el capítulo 7 se ocupa de la guía de instrucciones de operación del horno eléctrico. El capítulo 8 se refiere a la fabricación del cuerpo del horno.

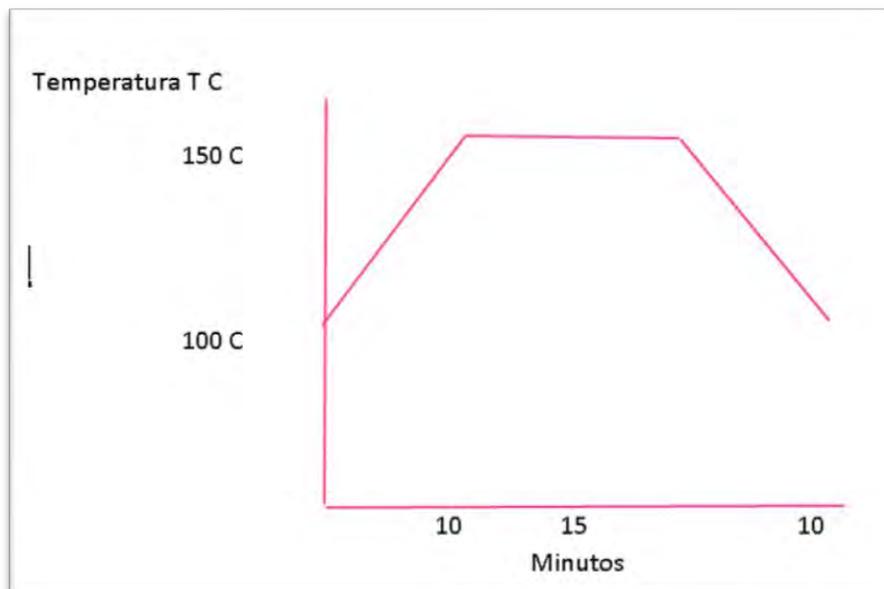
## Capítulo 1

# Conceptos básicos del horno y el proceso de curado de la manguera.

### 1.1 Proceso de curado de la manguera.

Se conoce como tratamiento térmico el proceso al que se someten los metales u otros sólidos con el fin de mejorar sus propiedades mecánicas, especialmente la dureza, la resistencia y la tenacidad. El tratamiento térmico en el material es uno de los pasos fundamentales para que pueda alcanzar las propiedades mecánicas para las cuales está creado. Este tipo de procesos consisten en el calentamiento y enfriamiento de un metal en su estado sólido para cambiar sus propiedades físicas.

Una parte crítica es el curado de la manguera, ya que dentro de este proceso es la temperatura como se muestra en la siguiente figura.



Dentro del proceso se tienen varios pasos que a continuación se indican:

Inicia en la entrada del producto en el departamento de inspección recibo donde se realizan las operaciones de desensamble de la manguera y del empaque de la manguera ya procesada. Se explica en las siguientes hojas de proceso.

HOJA DE PROCESO PARA DESENSAMBLE, PROCESO DE INSPECCION Y EMPAQUE

**OBJETIVO:** Indicar el proceso a seguir para realizar la operación 2-5, 2-6, 2-7, 2-9  
**ALCANCE:** Desensamble de los tubos para los número de parte: 77261-0T020, 77262-0T010, 77263-0T010.  
**RESPONSABILIDAD:** El Ing. de manufactura es el encargado de emitir y mantener la información relacionada a esta operación y el personal de producciones responsable de seguir y participar en la actualización del documento.  
**PROCEDIMIENTO:** A continuación:

SEC.	DESCRIPCION	AYUDA VISUAL
	<b>2-5 Desensamble de tubos.</b>	
1	Usar guantes de trabajo en sus manos mientras este operando.	
2	Checar los puntos siguientes: <input type="checkbox"/> Todos los clips son fijados en los puntos designados sobre el molde. <input type="checkbox"/> Los tubos deben estar colocados apropiadamente en el molde. No parte de los tubos inadptados en el molde.	
3	Desensamblar de acuerdo el orden de los carros (de arriba Hacia abajo) Primero el tubo 77261-0T020 hasta desensamblar los 30 tubos del molde, Segundo el tubo 77262-0T010 hasta desensamblar los 30 tubos del molde y Tercero el tubo 77263-0T010 hasta desensamblar los 30 tubos del molde.	
4	Tomar un molde del transporte de material y desensamblarlo.	
5	Ponga los tubos en el gage de alineación. Checarlo siguiente: No debe haber forma anomal. Checar al 100 % en grupos de 10 tubos	

Manufactura (PMT)		NIVEL DE MADURACION NIVEL V1 Febrero, 11	
Departamento Emisor: Keta Moore México	Desarrollado por: Juan Moreno	Fecha: FEB 11	Aprobado por: Eduardo Ortega
		Fecha: FEB 11	Locación: SLP
		Pagina 1 de 3	
NIVEL DE MADURACION NIVEL V03 NIVEL V03 Febrero, 11			

HOJA DE PROCESO PARA DESENSAMBLE, PROCESO DE INSPECCION Y EMPAQUE

6	Para los números de parte <b>77261-0T020 Y 77263-0T010</b> después del gage de alineación colocar los tubos formados en el gage de forma.  De las 30 piezas de cada número de parte <b>77261-0T020 Y 77263-0T010</b> se colocaran 10 en el gage de forma.  De la siguiente manera: Los primeros 10 colocar 3 en el gage. Los segundos 10 colocar 3 en el gage. Y de los terceros 10 colocar 4 en el gage.	
7	Para el número de parte <b>77262-0T010</b> colocar <b>unicamente</b> en gage de alineación.  Ensamble el tubo en el molde, coloque en el carro y repita los pasos para el desensamble, hasta tener los 10 tubos en el gage de alineación.  <input type="checkbox"/> No debe haber doblez en la pieza. <input type="checkbox"/> No debe haber marcas de cualquier tipo sobre la superficie de la pieza.	
8	<b>2-7 Empaque.</b> Para los números de parte <b>77261-0T020 Y 77263-0T010</b> . Colocar en caja de cartón con bolsa plástica en el fondo. Checar si que tenga hoja de conteo y que el número de esa hoja coincida con el número de parte final.  a.-El número de parte 77261-0T020 debe de tener 500 piezas. b.-Y el número de parte 77263-0T010 debe de tener 250 piezas.	

Manufactura (PMT)		NIVEL DE MADURACION NIVEL V03 Febrero, 11	
Departamento Emisor: Keta Moore México	Desarrollado por: Juan Moreno	Fecha: FEB 11	Aprobado por: Eduardo Ortega
		Fecha: FEB 11	Locación: SLP
		Pagina 2 de 3	
NIVEL DE MADURACION NIVEL V03 NIVEL V03 Febrero, 11			

Las operaciones del proceso de la manguera se dividen en seis operaciones que son los siguientes.

Operación 1.

Abastecimiento del tubo recto.

HOJA DE PROCESO DE ABASTECIMIENTO DE TUBO RECTO

**OBJETIVO:** Indicar el proceso a seguir para realizar la operación 1-4  
**ALCANCE:** Abastecimiento de tubo recto al área de formado para el número de parte: 77209-08040-T1SA.  
**RESPONSABILIDAD:** El Ing. de manufacturas es el encargado de emitir y mantener la información relacionada a esta operación y el personal de producción es responsable de seguir y participar en la actualización del documento.  
**PROCEDIMIENTO:** A continuación:

SEC.	DESCRIPCION	AYUDA VISUAL
1	<b>Abastecimiento de tubo recto.</b> Estar pendiente del status del stock de tubo recto en el área de formado.	
2	Antes de que el stock en el área de formado este totalmente vacío, hay que volver a completarlo.	
3	Ir a la tarima donde se encuentran los tubos rectos con los siguientes números de parte: <b>11-00-21012-T1SA</b> a.- Identificar los números de parte apoyándose de la etiqueta de liberación por parte de recibo y tomar la cantidad de tubos necesarios para completar el stock en el área de formado. b.- Revisar que los tubos no tengan daños en general (libres de marcas, rasguños, doblez, etc.)	
4	Realizar estas operaciones las veces que sea necesario durante el turno.	3a.- Etiquetas de recibo.

Departamento Emisor: Nina Moore Méxicos		Desarrollado por: Juan Moreno		Fecha: MARZO 11	Aprobado por: Emiliano Ortega	Fecha: MAR 11	Localización: SLP	Página: 1 de 3
--	--	----------------------------------	--	--------------------	----------------------------------	------------------	----------------------	-------------------

NMM-QSP-0033  
REV 0  
Febrero, 11

Operación 2

HOJA DE PROCESO PRECALENTAMIENTO

**OBJETIVO:** Indicar el proceso a seguir para realizar la operación 2-1  
**ALCANCE:** Precaentamiento para los tubos del número de parte 77209-08040-T1SA  
**RESPONSABILIDAD:** El Ing. de manufactura es el encargado de emitir y mantener la información relacionada a esta operación y el personal de producción es responsable de seguir y participar en la actualización del documento.  
**PROCEDIMIENTO:** A continuación:

SEC.	DESCRIPCION	AYUDA VISUAL
1	Usar guantes de trabajo en sus manos mientras este operando.	
2	Encender el horno de precaentamiento 30 minutos antes de iniciar la operación. Y revisar La temperatura del set value deberá de ser de 80°C (color verde) además de que la temperatura deberá de ser de 50°C a 110°C (color rojo)	
3	Traer los siguientes tubos para el proceso y colocar cada uno en su lugar asignado para esto. <b>77209-08040-T1SA</b>	
4	Tomar los tubos necesarios para llenar el precaentado, teniendo cuidado de no llenar demasiado los ductos porque esto podría ocasionar que se dañara el tubo, y colocarlos en donde se indica. Además de revisar que los tubos estén libres de marcas profundas, rasguños y rebabas.	
5	Cada vez que se acabe el stock Repetir el paso 4.	

Departamento Emisor: Nina Moore Méxicos		Desarrollado por: Juan Moreno		Fecha: MARZO 11	Aprobado por: Emiliano Ortega	Fecha: MAR 11	Localización: SLP	Página: 1 de 3
--	--	----------------------------------	--	--------------------	----------------------------------	------------------	----------------------	-------------------

NMM-QSP-0136  
REV 0  
MARZO 11  
NMM-QSP-0033  
REV 0  
Febrero, 11

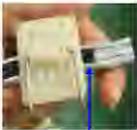
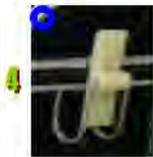
Pre calentamiento.

Operación 2.2

Colocación del tubo en los moldes.

HOJA DE PROCESO FIJACION DE COLOCACION DEL TUBO EN LOS MOLDES

**OBJETIVO:** Indicar el proceso a seguir para realizar la operación 2-2  
**ALCANCE:** Fijación de tubos en el molde para el número de parte: 77209-08040-TISA.  
**RESPONSABILIDAD:** El Ing. de manufacturas es el encargado de emitir y mantener la información relacionada a esta operación y el personal de producción es responsable de seguir y participar en la actualización del documento.  
**PROCEDIMIENTO:** A continuación

SEC.	DESCRIPCION	AYUDA VISUAL
1	<b>Fijación de los tubos en los moldes (77209-08040-TISA)</b> Quitar la tapa y colocarla en la parte de arriba del precalentado durante el tiempo que se este ensamblando este numero de parte. Después tomar un tubo del horno de precalentamiento.	
2	Hacer que la terminación del tubo haga contacto con el tope del molde.	
3	Colocar el tubo en el molde del lado del tope primero, cuando el clip esta abierto completamente. Usando una mano debajo del molde para poder después cerrar los clips con la otra.	
4	Después de completar el trabajo hasta esta operación, checar lo siguiente: <input type="checkbox"/> La parte final del tubo debe hacer contacto con el tope del molde. <input type="checkbox"/> Todos los clips deben estar cerrados en el molde. <input type="checkbox"/> Los tubos deben estar colocados apropiadamente dentro del molde y sin doblez. No parte de los tubos mal colocados dentro del molde.	
5	Después de checar, colocar el molde en el carro.  Colocar los moldes en el carro de la siguiente manera: <b>77209-08040-TISA (30 moldes)</b>	
6	Repetir las operaciones hasta llenar el carro.	

Departamento Emisor: <b>Unidad Móvil México</b>		Desarrollado por: <b>Juan Moreno</b>		Fecha: <b>MARZO 11</b>	Aprobado por: <b>Emiliano Ortega</b>	Fecha: <b>MAR 11</b>	NMM-QSW-0137 NTV-REV 0 MARZO, 11
							Loc: <b>SLP</b> Página: <b>1 de 3</b> NMM-QSP-0033 NTV-REV 0 Febrero, 11

Operación 2-3

Calentamiento.

HOJA DE PROCESO DE CALENTAMIENTO

5	Colocarse los guantes para resistir el calor y no quemarse cuando retire el carrito del interior del horno.	Abrir la puerta hasta después de la marca en el piso.
6	Abrir las puertas hasta que estén después de la marca en el piso.	
7	Preparar la rampa para bajar y subir el carrito que transporta el material.	Marca de la rampa.
8	Colocar la rampa a partir de la línea amarilla hacia el frente de la puerta del horno sin dejar claros entre el horno y la rampa.	
9	Colocar hacia abajo la rampa sobre el frente del horno lentamente y apropiadamente.	Colocar apropiadamente la rampa
10	Mover el carrito de material (Moldes con tubos) hacia afuera del horno con cuidado de no tirar los moldes.	
11	Tomar el carrito de material en espera y colocarlo dentro del horno con cuidado de no tirar los moldes.	
12	Quitar la rampa y cerrar las puertas	

Departamento Emisor: <b>Unidad Móvil México</b>		Desarrollado por: <b>Juan Moreno</b>		Fecha: <b>MARZO 11</b>	Aprobado por: <b>Emiliano Ortega</b>	Fecha: <b>MAR 11</b>	NMM-QSW-0138 NTV-REV 0 MARZO, 11
							Loc: <b>SLP</b> Página: <b>2 de 4</b> NMM-QSP-0033 NTV-REV 0 Febrero, 11

HOJA DE PROCESO DE CALENTAMIENTO

**OBJETIVO:** Indicar el proceso a seguir para realizar la operación 2-3  
**ALCANCE:** Calentamiento de los tubos para el número de parte: 77209-08040-T1SA.  
**RESPONSABILIDAD:** El Ing. de manufactura es el encargado de emitir y mantener la información relacionada a esta operación y el personal de producción es responsable de seguir y participar en la actualización del documento.  
**PROCEDIMIENTO:** A continuación:

SEC.	DESCRIPCION	AYUDA VISUAL
1	<b>Calentamiento.</b> Al iniciar la operación de calentamiento revisar que la temperatura del sensor sea de 160°C., además de que la temperatura del horno deberá estar en el rango de 140°C a 160°C.	
2	Presionar el botón de inicio en el programa del horno. Después de 25 min., el horno se para automáticamente usando el sonido de la alarma para notificar. Revisar que el tiempo de ciclo sea de 25 min.	
3	Girar la perilla hasta automático para que se encienda el extractor del aire. Dejar encendida durante se este trabajando en la línea de formado.	
4	Después de los 25 minutos la alarma sonara para notificar la terminación del proceso se deberá de presionar el botón de finalizar programa del horno.	

Manufactura		NIVEL		NMM-QSW-0139		NIV. REV. 0		MARZO, 11	
Departamento Emisor:	Desarrollado por:	Fecha:	Aprobado por:	Fecha:	Locación:	Página			
Unidad México	Alan Moreno	MARZO 11	Emiliano Ortega	MAR 11	SLP	1 de 4			

NMM-QSF-0033  
 NIV. REV. 0  
 Febrero, 11

Operación 2-4

Enfriado

HOJA DE PROCESO DE ENFRIADO

**OBJETIVO:** Indicar el proceso a seguir para realizar la operación 2-4  
**ALCANCE:** Enfriado de los tubos para el número de parte: 77209-08040-T1SA.  
**RESPONSABILIDAD:** El Ing. de manufactura es el encargado de emitir y mantener la información relacionada a esta operación y el personal de producción es responsable de seguir y participar en la actualización del documento.  
**PROCEDIMIENTO:** A continuación:

SEC.	DESCRIPCION	AYUDA VISUAL
1	Abrir la cortina de la cámara de enfriamiento.	
2	Colocar el carrito de material (Moldes con tubos) hacia afuera y colocarlo en el área de producto terminado.	
3	Colocar el carrito de material sacado del horno dentro de la cámara de enfriamiento.	
4	No tocar los ventiladores.	
5	Quitarse los guantes protectores y colocarlos en su lugar.	
6	Presionar el botón de arrancar de la cámara de enfriamiento y después de 25 min., esta se detendrá automáticamente.	
7	Encender el extractor al momento de prender los enfriadores.	

Manufactura		NIVEL		NMM-QSW-0139		NIV. REV. 0		MARZO, 11	
Departamento Emisor:	Desarrollado por:	Fecha:	Aprobado por:	Fecha:	Locación:	Página			
Unidad México	Alan Moreno	MARZO 11	Emiliano Ortega	MAR 11	SLP	1 de 3			

NMM-QSF-0033  
 NIV. REV. 0  
 Febrero, 11

### Operación 2-5

## Desensamblable inspección en proceso y abastecimiento de tubo formado.

### HOJA DE PROCESO PARA DESENSAMBLABLE, INSPECCION EN PROCESO Y ABASTECIMIENTO DE TUBO FORMADO

**OBJETIVO:** Indicar el proceso a seguir para realizar la operación 2-5 a 2-8.  
**ALCANCE:** Desensamblable de los tubos para el numero de parte: 77209-08040-T15A.  
**RESPONSABILIDAD:** El Ing. de manufactura es el encargado de emitir y mantener la información relacionada a esta operación y el personal de producción es responsable de seguir y participar en la actualización del documento.  
**PROCEDIMIENTO:** A continuación:

SEC.	DESCRIPCION	AYUDA VISUAL
1	<p><b>Desensamblable de tubo</b></p> <p>Antes de desensamblar verificar los puntos siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Todos los clips son fijados en los puntos designados sobre el molde.</li> <li><input type="checkbox"/> Los tubos deben estar colocados apropiadamente en el molde.</li> </ul>	
2	Quitar todos los clips y posteriormente desensamblar el tubo del molde con cuidado para evitar alguna marca.	
3	Desensamblar de acuerdo el orden de los carros de arriba hacia abajo, primero de un lado y después del otro hasta desensamblar los 30 tubos del molde.	
4	<p><b>Proceso de inspección.</b></p> <p>Pongalos tubos después de haberlos desensamblado en el gage de alineación y verificar la forma del tubo en el gage de alineación de acuerdo a las ayudas visuales que se encuentran en cada gage.</p> <p><b>Checkar lo siguiente:</b></p> <p>No debe haber forma anormal.                  Checkar al 100 % en grupos de 10 tubos.</p>	

Manufactura NETA		HMDA-QSW-0140 REV. 0 MARZO 11	
Departamento Emisor: HMA, Mexico México	Desarrollado por: Juan Moreno	Fecha: MARZO 11	Aprobado por: Emiliano Ortega
		Fecha: MAR 11	Localización: SLP
		HMDA-QSW-0140 REV. 0 Febrero, 11	

### HOJA DE PROCESO PARA DESENSAMBLABLE, INSPECCION EN PROCESO Y ABASTECIMIENTO DE TUBO FORMADO

5	<p>Ensamble el tubo en el molde, coloque en el carro y repita los pasos para el desensamblable, hasta haber pasado los 30 tubos en el gage de alineación.</p> <p><b>Checkar lo siguiente:</b></p> <p>No debe haber doblez en la pieza.                  No debe haber marcas de cualquier tipo sobre la superficie de la pieza.</p>	
6	Colocar los tubos en los contenedores, debe permanecer con orden, limpieza y los tubos no deben estar mezclados.	
7	<p>Regresar a la operación de precalentamiento.</p> <p><b>Abastecimiento de tubo formado.</b></p>	
8	Estar pendiente del status del stock de tubo formado en las operaciones de la línea de ensamble.	
9	<p>Antes de que el stock de tubo formado en las operaciones de ensamble este totalmente vacío, hay que volver a completarlo</p> <p>Ir al stock de tubo formado por los siguientes números de parte:  <b>77209-08040-T15A</b></p>	
10	Tomar la cantidad necesaria para completar el stock en la línea de ensamble y verificar que los tubos estén libres de daños en general, marcas, rasguños, doblez, etc.	
11	Realizar estas operaciones las veces que sea necesario durante el turno.	

Manufactura NETA		HMDA-QSW-0140 REV. 0 MARZO 11	
Departamento Emisor: HMA, Mexico México	Desarrollado por: Juan Moreno	Fecha: MARZO 11	Aprobado por: Emiliano Ortega
		Fecha: MAR 11	Localización: SLP
		HMDA-QSW-0140 REV. 0 Febrero, 11	

#### 1.1.1. Propiedades físicas y químicas de la manguera.

Esta información se muestra en la siguiente tabla, proporcionada por el proveedor.

#### Alta durabilidad y alta viscosidad tipo

Del artículo	Método	Unidad	Alta durabilidad y alta viscosidad tipo	
			P90BD	P46D-01
Dureza	JIS K6301	Un	96	97
	ASTM D2240	D	57	46
Peso específico	ASTM D792	-	1.19	1.15
50% módulo de elasticidad	ASTM D638	MPa	15.2	10.9
10% Módulo de Compresión	ASTM D695	MPa	13.3	9.6
Flexual Módulo	ASTM D790	MPa	162	110
Resistencia a la tracción	ASTM D638	MPa	31.4	31.9
Alargamiento	ASTM D638	%	700	700
Resistencia al desgarro	ASTM D624	kN / m	172	165
Izod prueba de impacto	ASTM D256	J / m	NB	NB
Abrasión Taber	ASTM D1044	mg/1000c.	13	10
Resiliencia	JIS K6301	%	65	70
Compresión	JIS K6301	%	57	55
Punto de fusión	DSC	°C	203	203
Punto de ablandamiento Vicat	ASTM D1525	°C	180	153
Deformación bajo carga	ASTM D648	°C	101	74
Frágil punto	JIS K6301	°C	<-65	<-65
Inflamabilidad	UL94	-	HB clase	HB clase

#### 1.1.2 El proceso de curado. Definición

En el curado tiene lugar el encadenamiento transversal de polímero, que pasa de una condición sólida maleable o altamente plástica a un producto endurecido. Hay tres parámetros principales en el proceso de curado: tiempo, temperatura y precisión.

#### 1.2 Horno

Los hornos industriales son bienes de capital en los que se aprovecha la energía térmica y liberada por el proceso de combustión o por otras fuentes como la electricidad, rayos laser, etc. Esta energía térmica es necesaria para la obtención y procesamiento de los metales y sus variaciones, de productos cerámicos, de cemento Portland y muchos más que satisfacen una enorme variedad de necesidades de esta época.

En la actualidad, se dispone en el mercado nacional de un alto porcentaje de los equipos y materiales necesarios para la fabricación de hornos. Conviene mencionar algunos que son comunes a muchos hornos: acero estructural y en Chapas, aislamientos térmicos, refractarios, equipos para la combustión, motores y equipos de control eléctrico, equipos de accionamiento neumático o hidráulico, equipos transportadores y para la transmisión de fuerza motriz, fundidoras de partes de acero refractario de inoxidable.

Es de vital importancia el desarrollo de un horno donde se tienen que revisar puntos críticos para su diseño:

- 1.- Estructura
- 2.- Aislamiento.
- 3.- Dimensiones.
- 4.- Control de temperatura.
- 5.- Control eléctrico.
- 6.- Costos de partes del diseño.
- 7.- Apariencia.



Este es el modelo de horno que se diseñara y fabricara.

## Capítulo 2

### Establecimiento del problema: Necesidades del cliente, aspectos teóricos y técnicos.

Es necesario e importante definir el problema; quien es el cliente, cuál es el estado actual, en cuanto tiempo se tiene para realizar el diseño comparación de componentes y fabricación del horno. Se debe tener mucho cuidado al desarrollar esta fase, ya que si no se define bien el objetivo, se tendrá que regresar a este paso.

Las metodologías utilizadas en esta fase son: Criterio general del análisis de Kano, el AMEF, lluvia de ideas y observación del proceso.

En estas etapas del proceso del diseño y fabricación del horno, se necesita identificar las necesidades del cliente para lograr con éxito el proyecto a realizar.

Por lo tanto, si no se utiliza con objetividad los pasos del proyecto será muy difícil realizarlo, para este caso se requiere de la metodología para identificar las necesidades del cliente.

El equipo de personas que se cuente tendrán la capacidad y experiencia, para terminar correctamente en tiempo y forma este proyecto.

En principio se solicitó al cliente la oportunidad de observar la operación del horno sus características, controles, materiales, temperaturas, partes eléctricas y electrónicas. Algunos manuales que tiene el cliente para revisar cuestiones de manejo y control del producto a curar, con la experiencia de la empresa tanto el cliente como el proveedor se beneficia en el sentido de la aplicación de las metodologías de identificación de las necesidades y el diseño conceptual

Dentro de esta búsqueda del saber del horno para este caso, se encontró lo siguiente:

Dimensiones del horno

Dimensiones interiores.

Tipo de aislante.

Tipo de control de temperatura.

Medidas en general.

Ventiladores.

Tipos de sensores para la retroalimentación del control.

Resistencias tanto cantidad como capacidades.

Tubería para la extracción del aire caliente.

Motores.

Se solicito al cliente las hojas del proceso para su estudio, de los puntos a realizar son los siguientes:

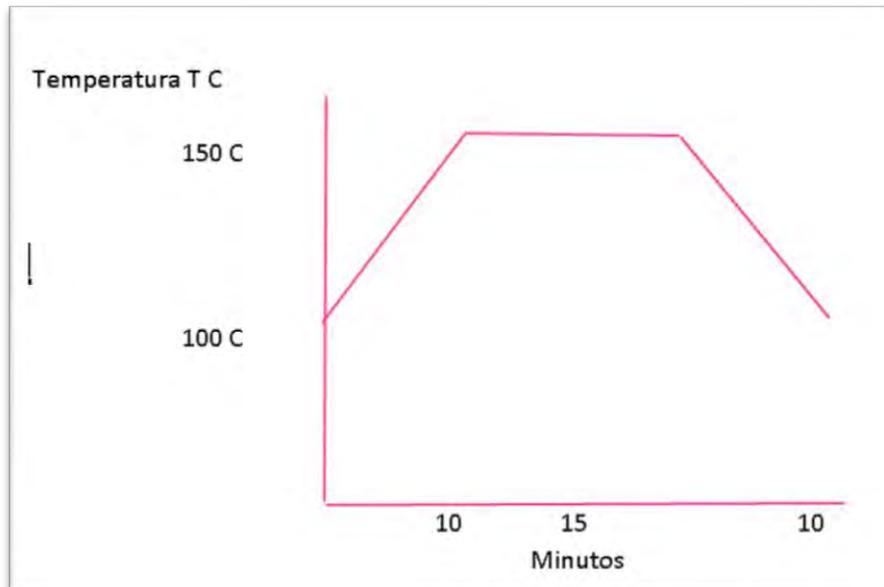
Si estaban actualizadas.

Contaban con la veracidad del contenido (Si lo que estaba en el contenido estaba de acuerdo con las operaciones reales y actuales del proceso).

Se comprendió claramente el funcionamiento del horno.

Un punto muy importante la temperatura del horno para el curado de la manguera que se requiere es una curva de temperatura donde nos indica el tiempo y valores de temperatura para el buen funcionamiento del producto.

A continuación se muestra el grafico que se requiere para el curado de la manguera.



En la siguiente tabla se dan las especificaciones del proceso.

TABLA 2.1 ESPECIFICACIONES DE PROCESO.

ITEM	PARAMETROS DE PROCESO	ESPECIFICACIÓN
1	RANGO DE TEMPERATURAS EN ZONA 1 DE CURADO DE MANGUERA (ELEVACION DE TEMPERATURA).	DE 100 A 150 °C +/- 2°C EN UN TIEMPO DE 10 MIN.
2	RANGO DE TEMPERATURAS EN ZONA 2 DE CURADO DE MANGUERA (CONSERVAR ESTA TEMPERATURA)	EN 150 °C +/-2°C MANTENERLO DURANTE 15 MIN.
3	RANGO DE TEMPERATURAS EN ZONA 3 DE CURADO DE MANGUERA (ENFRIAMIENTO)	DE 150 a 100°C +/-2°C.
4	VELOCIDAD DE LINEA DE PRODUCCIÓN	60 Piezas / Hora.

TABLA 2.2 ESPECIFICACIONES DE PRODUCTO.

ITEM	PARAMETROS DE PRODUCTO	ESPECIFICACIÓN
1	TEMPERATURA DE FUSION	30 a 32 °C
2	TEMPERATURA DE CRISTALIZACIÓN OPTIMA	28 a 29 °C

Cabe mencionar que la marca de esta máquina es japonesa, ya que la empresa es de origen japonés.

Un punto importante del cliente fue que los sistemas mecánicos y eléctricos del horno fueran de origen americano para contar con refacciones, limpieza y mantenimiento con proveedores mexicanos, el cliente buscó fabricarlo en Japón pero el presupuesto no ayudó.

La solución al problema de control de temperaturas son los siguientes atributos:

#### 2.1 Disponibilidad:

En el mercado nacional de componentes electro-mecánicos, electrónicos (de control) y sensores; un horno que tiene integrado un sistema de control con refacciones de importación, resulta conveniente para el cliente, debido a la necesidad de importación de las refacciones que se encuentran disponibles en el país, y que además tienen un costo razonable y proveedores mexicanos técnicamente preparados para solucionar los problemas.

#### 2.2 Inversión:

En este rubro se obtuvo un porcentaje más bajo correspondiente al 40 %, comparado con la fabricación en Japón, contando con refacciones que actualmente están en el mercado mexicano. El bajo impacto económico fue favorable para el cliente ya que se contó con mano de obra mexicana de nivel técnico.

Las demás cotizaciones quedaron fuera del presupuesto, y algunas con poca seriedad en su trabajo. Estas propuestas técnicas – financieras hacen que el cliente se decida por mandar a fabricar el horno con la empresa I.S.I. Ingeniería y Servicio Industrial con domicilio en San Luis Potosí Capital.



# INGENIERIA Y SERVICIO INDUSTRIAL

## Capítulo 3

### Diseño conceptual

En este capítulo se presenta el tema de la ingeniería del diseño, mostrando los diferentes matices del concepto y haciendo una revisión detallada del estado del arte.

El diseño como tarea consiste en pensar (idear) y describir una estructura que aparece como una portadora de características deseadas (particularmente funciones); el diseño como proceso consiste en transformar información de las condiciones necesidades y requisitos a la descripción de una estructura que las satisfaga. De esta manera, se podría entender al individuo que diseña, como medio de transformación de información, que proviene inicialmente del cliente, pero que se alimenta también de conocimiento propio del diseñador y conocimiento adquirido durante el proceso, para dar a lugar a una estructura imaginada que una vez hecha realidad, confirma las características con las que se pensó.

El hecho de la intervención cognitiva del individuo además de elementos subjetivos que se unen en un sistema a los elementos técnicos, confieren a la ingeniería del diseño una complejidad elevada. Su estudio ha cobrado relevancia en las últimas décadas generando un movimiento de investigación importante. Hoy en día se habla del diseño como una ciencia (Hubka y Eder, 1992) y se reconoce la interacción de un gran conjunto de características dentro de su definición como por ejemplo: solución de problemas, toma de decisiones, creatividad, búsqueda heurística, evolución, aprendizaje, negociación, conocimiento, optimización, organización, satisfacción de necesidades, etc.; todos ellos necesarios.

Conviene iniciar aclarando la diferencia conceptual del término <<diseño>> bajo la perspectiva hispanoparlante y la anglosajona. Tal como lo señala Alcaide, Diego y Artacho (2001) diseño en castellano tiene un significado limitado a lo formal o adjetivado, hasta que el punto que se habla de objeto de diseño, haciendo referencia a las características externas (formas, texturas, colores, etc.) del artefacto, pero no al artefacto en su conjunto. Entre tanto, el termino anglosajón desing hace referencia a toda la actividad de desarrollo de una idea de producto, de tal manera que se acerca más al concepto castellano de proyecto, entendido como el conjunto de planteamientos y acciones necesarias para llevar a cabo y hacer realidad una idea.

En resumen, el diseño se entiende como el desarrollo de una estructura o un sistema que sea portador de características deseadas (particularmente, funciones) y que se logra básicamente por la transformación de información sobre condiciones, necesidades, demandas, requisitos y exigencias, en la descripción de una estructura capaz de satisfacer esas demandas que puede incluir no solo los deseos del cliente, sino también requisitos de todo el ciclo de vida, esto es los estados entremedios por los que pasa el producto.

Otro enfoque para establecer la estructura funcional de un sistema es el propuesto por Pahl y Beitz (1996). Ellos establecen que para describir y resolver problemas de diseño, es muy útil aplicar el término "función" a la relación general entrada / salida de un sistema cuyo propósito es llevar a cabo una tarea. Una función principal puede dividirse en directamente sub funciones identificables correspondientes a diferentes

subtareas. Las funciones se definen usualmente mediante frases con un verbo y un objeto directo, por ejemplo “*incrementar presión*”, “*transferir torque*”, etc.

La metodología propone en primera instancia la definición de la función central, en la cual se observa una “caja negra” conteniendo la función general del sistema.

El resultado de esta definición se ilustra en la figura 3.0.

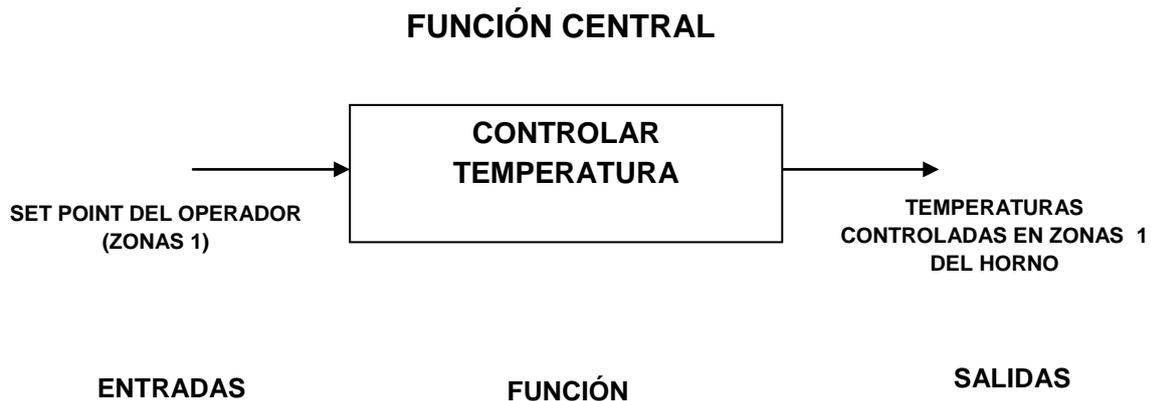


FIGURA NO. 3.0 DEFINICIÓN DE LA FUNCIÓN CENTRAL

A partir del diagrama a bloques de la función central, se desglosa la función para obtener un diagrama que incluye los diferentes bloques de los componentes mecatrónicos necesarios para lograr la función de control deseada.

Al realizar este ejercicio se define el diagrama de “Estructura Funcional”, que se muestra en la figura no. 3.1.

Al hacer este ejercicio se detallan las entradas al sistema, teniendo como resultado una mejor comprensión en la interrelación de la máquina con el sistema de control propuesto.

Se comprende también el flujo de materia prima, señales de actuación, ubicación de los actuadores y sensores, señal de retroalimentación de control, como se muestra en la figura no. 3.1.

## ESTRUCTURA FUNCIONAL

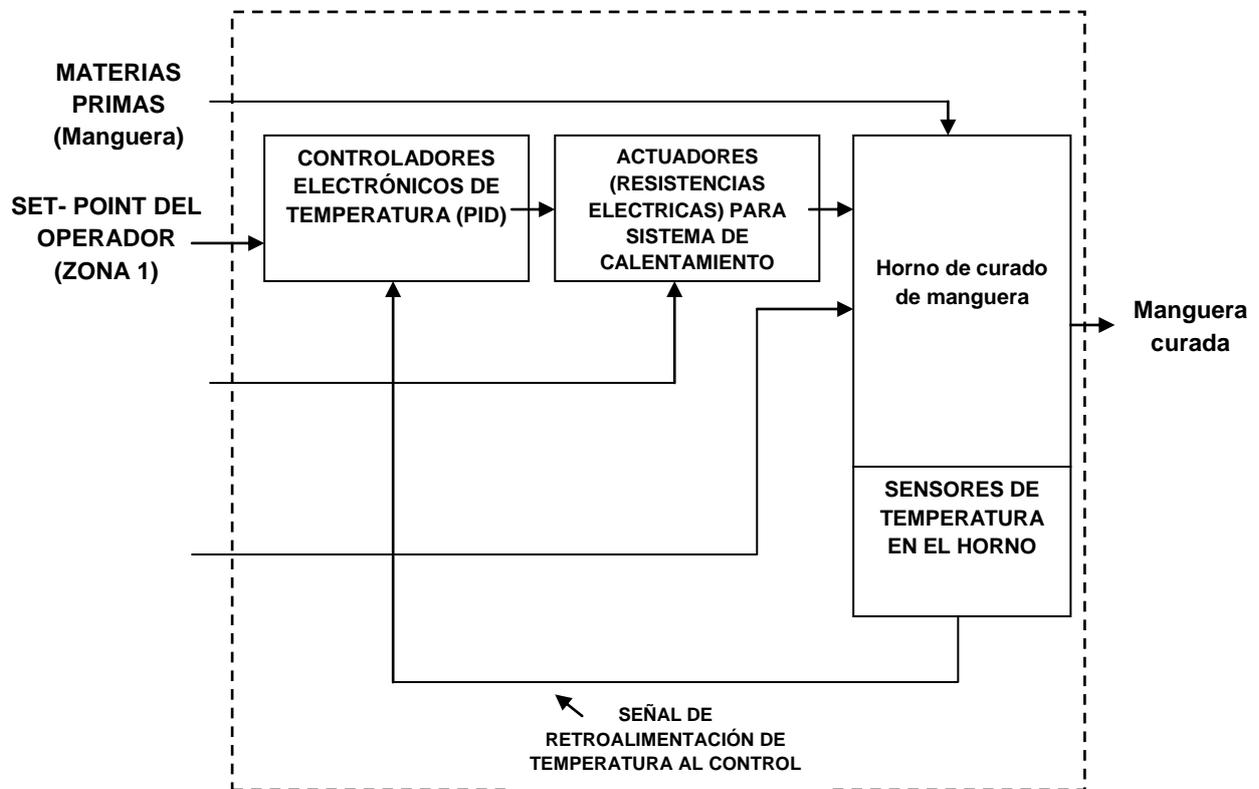


FIGURA 3.1 DIAGRAMA PARA DEFINIR LA ESTRUCTURA FUNCIONAL

Las conclusiones principales con el uso de esta metodología son:

Será necesario utilizar 1 controlador de temperatura de lazo cerrado con retroalimentación eléctrica.

Será necesario utilizar 1 sensor de temperatura que nos proporcione la señal eléctrica adecuada al control propuesto y a los requerimientos del horno y parámetros de proceso.

Será necesario utilizar 6 resistencias eléctricas para regular la temperatura del horno

## Capítulo 4

# Metodologías usadas para definir los requerimientos del cliente y satisfacer sus necesidades.

### 4.1 Criterio general del análisis de Kano.

El modelo de Kano visualiza los atributos o características del producto. Ofrece una metodología para localizar las necesidades del cliente. Es un instrumento para identificar y clasificar las características y las propiedades del producto que aportan satisfacción al cliente.

a) Atributos básicos esperados: son los requisitos mínimos que causarán el descontento del cliente si no se satisfacen, pero que no causan la satisfacción del cliente si se satisfacen (o se exceden). Son las que debe poseer un producto para tener éxito.

b) Atributos de impacto: Son los factores que aumentan la satisfacción del cliente si son entregados pero no causan el descontento si no se entregan. Usando estos factores, una empresa de cualquier tipo puede realmente distinguirse de sus competidores de una manera más positiva.

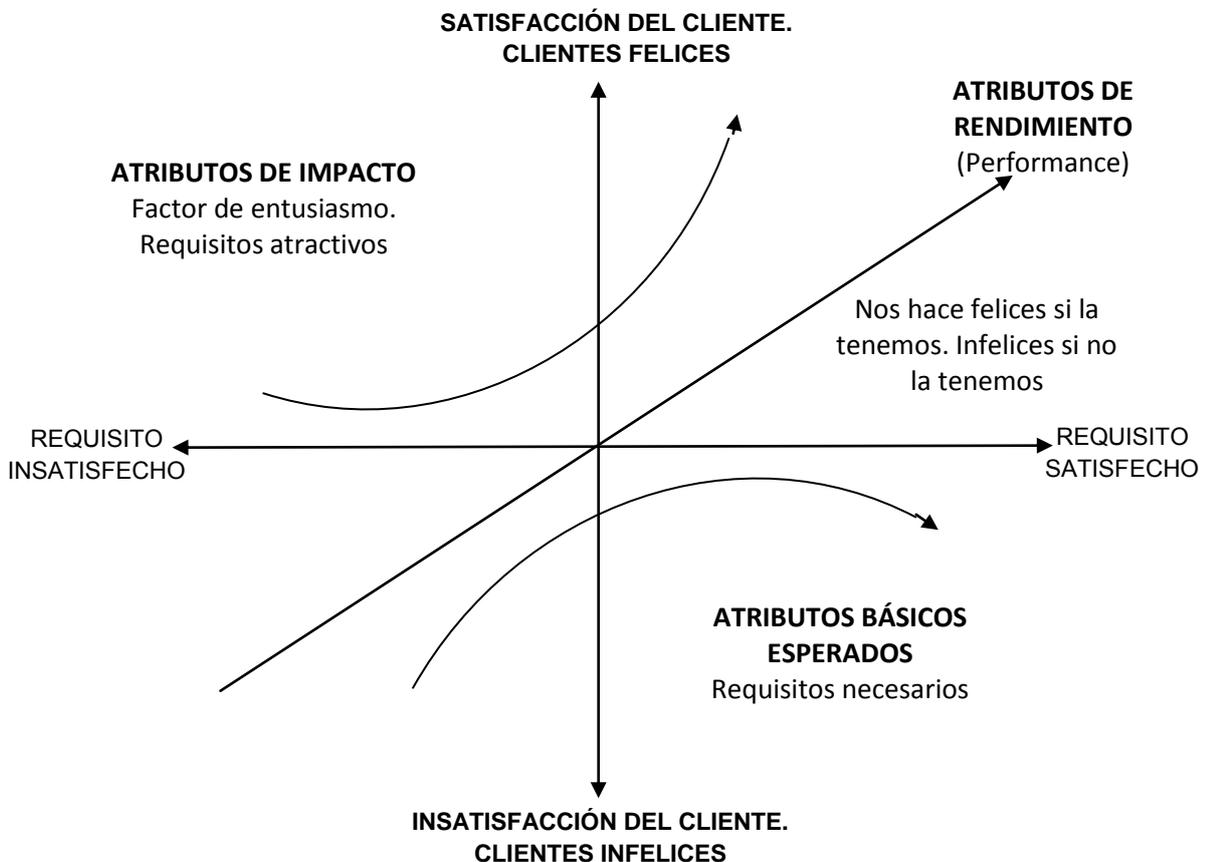


FIG 4.1 CRITERIO GENERAL DEL ANÁLISIS DE KANO

c) Atributos de rendimiento: Causan satisfacción si el rendimiento es alto. Causan descontento si el rendimiento es bajo. Estos factores están conectados típicamente con las necesidades explícitas de los clientes y los deseos de toda empresa que intenta ser competitiva. Tanto mayor rendimiento, mayor satisfacción.

Mediante el uso de esta metodología se lograron identificar las necesidades del cliente de acuerdo a la tabla 4.1.

TABLA 4.1 RESUMEN DE ATRIBUTOS ESPERADOS POR EL CLIENTE

ATRIBUTOS BASICOS ESPERADOS	
1	Control de temperaturas automático.
2	Programación de controles accesibles al operador.
3	Programación de temperaturas fácil de configurar.
4	Fácil visualización de la variable a controlar (indicadores luminosos tipo "led" para proceso controlado o fuera de control).
5	Componentes de control existentes en el mercado nacional y de precio accesible.
6	Facilidad de configuración de parámetros de proceso para cambios de producto.
7	Requerimientos mínimos de mantenimiento.
8	Soporte técnico accesible en el mercado nacional.
ATRIBUTOS DE IMPACTO	
1	Diseño parecido al horno existente.
2	Facilidad de sustitución de componentes de control (ensamble y desensamble)
3	Capacitación sencilla al operador.
ATRIBUTOS DE RENDIMIENTO	
1	Rango de temperaturas en zona de calentamiento de acuerdo a especificación del cliente.
2	Costo del proyecto muy por debajo de los competidores.
3	Bajo consumo de energía del sistema de control automático.

#### 4.2 Método de falla y análisis de efecto (AMEF)

Algunos aspectos que se discutieron con el cliente y que fueron resueltos con la documentación del diseño se analizaron mediante el uso del método de falla y análisis de efecto (AMEF).

Es una metodología de un equipo de trabajo sistemáticamente dirigido que identifica que los modos de fallas potenciales en un sistema, producto u operación de manufactura/ensamble causadas por deficiencias en los procesos críticas o significativas que requieren controles especiales para prevenir o detectar los modos de falla. AMEF es una herramienta utilizada para prevenir los problemas antes de que ocurran.

El AMEF en los formatos de diseño y proceso provee la principal herramienta para mitigar el riesgo dentro de la estrategia de planeación. Cada causa potencial debe ser considerada por su efecto sobre el producto o proceso y de acuerdo al riesgo las

acciones deben de ser determinadas y el riesgo recalculado después de que las acciones se han terminado.

Los AMEF's son desarrollados en tres distintas fases donde las acciones pueden ser determinadas. Es imperativo hacer un trabajo previo al AMEF para asegurar que lo Robusto y la historia pasada están incluidos en el análisis.

- Paso 1 es determinar todos los modos de falla con base en los requerimientos funcionales y sus efectos. Si la severidad de los efectos es de 9 o 10 (impactando aspectos de seguridad o regulatorios) las acciones deben ser consideradas para cambiar el diseño o el proceso eliminando el Modo de Falla si es posible o protegiendo al cliente de su efecto.
- Paso 2 describir las causas y Ocurrencias para cada Modo de Falla. Esto es el desarrollo detallado en la sección del AMEF de proceso. Revisando el nivel de la probabilidad de ocurrencia para las severidades más altas y trabajando hacia abajo, las acciones son determinadas si la ocurrencia es alta (> 4 para lo que no es seguridad y nivel de ocurrencia <1 cuando la severidad es 9 o 10)
- Paso 3 considerar pruebas, verificación del diseño y métodos de inspección. Cada combinación de los pasos 1 y 2 los cuales sean considerados como riesgo requieren un número de detección. El número de detección representa la habilidad de las pruebas e inspecciones planeadas para quitar defectos o evitar los modos de falla.

### ANALISIS DEL MODO Y EFECTO DE LA FALLA POTENCIAL (AMEF DE PROCESO)

NO. DE AMEF ISI\_01

PAGINA 1 DE 1

PREPARADO POR Gabriel Hernandez

FECHA DE AMEF (ORIG.) 04 - ENE - 11

FECHA DE REVISION 21/02/2011

COMPONENTE Horno de CuradoRESPONSABLE DEL PROCESO Baltazar Uribe Aguayo

FECHA DE EFECTIVIDAD \_\_\_\_\_

EQUIPO DE TRABAJO

Ing. Emiliano Ortega, Juan Carlos Amaya, Israel Cruz, Isaac Jimenez

NUMERO Y NOMBRE DE LA OPERACION	MODO POTENCIAL DE FALLA	EFECTO(S) POTENCIAL(ES) DE LA FALLA	SEVERIDAD	CLASIFICACION	CAUSA(S) POTENCIAL(ES) DE LA FALLA	OCURRENCIA	CONTROLES ACTUALES DE PREVENCION	CONTROLES ACTUALES DE DETECCION	DETECTOR	N P R	ACCIONES RECOMENDADAS	RESPONSABLE Y FECHA DE CIERRE	RESULTADO DE LAS ACCIONES					
													ACCIONES TOMADAS	SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECTOR	N P R	
01 Estructura del horno y Aislante	Material acero	Falta de espesor en el acero estructura	4		Material con falta de calidad	5		Certificado de calidad	3	60	Ninguna							
	Aislante	Falta de material aislante en partes del horno	6		Material con falta de consistencia propiedades físicas	5		Certificado de calidad	3	90	Ninguna							
02 Control de electrico. Hanyoung NP200	Ubicación lejos del calor termico	Falta de aislante en el control	6		Falta de respiradores	4		Diseño	5	120	Ninguna							
	Mal manejo del control	Falta de capacitacion	3		Falta de instructivo de manejo	4		Manual para operadores	5	60	Ninguna							

### 4.3 Lluvia de ideas.

La lluvia de Ideas (brainstorming) es una técnica de grupo para generar ideas originales en un ambiente relajado. Esta herramienta creada en el año 1941 por Alex Osborne, cuando su búsqueda de ideas creativas resultó en un proceso interactivo de grupo que generaba más y mejores ideas que *“las generadas por los individuos trabajando de forma independiente.”*

Es recomendable utilizar la lluvia de Ideas cuando existe la necesidad de liberar la creatividad de los equipos, generar un número extenso de ideas, involucrar a todos en el proceso o identificar oportunidades para mejorar.

La técnica de lluvia de Ideas que se utilizó en la realización de este trabajo es denominada lluvia de ideas “escrita” o “silenciosa”. Se llevó a cabo de la siguiente manera:

Los participantes piensan las ideas y las registran en una hoja de papel por participante y en silencio. Cada participante pone su hoja en la mesa y la cambia por otra hoja de papel de otro participante. Cada participante puede entonces agregar otras ideas relacionadas o pensar en nuevas ideas. Este proceso continúa por cerca de 30 minutos y permite a los participantes construir sobre las ideas de otros y evitar conflictos o intimidaciones por parte de los miembros dominantes.

A continuación se muestra la tabla no. 4.3.1 que contiene las dos hojas donde los participantes en esta metodología plasmaron sus ideas.

TABLA 4.3.1 HOJAS PARA REGISTRO DE IDEAS

HOJA NO. 1	
Idea No.	Descripción
1	Implementar un sistema de control de lazo cerrado (MA)
2	Usar un sensor de temperatura para retroalimentación del control (Tipo “J”)(GR)
3	Colocación de controles de temperatura de fácil acceso al operador (MA)
4	Colocación de sensores de temperatura en un lugar libre de tránsito o maniobras del operador durante la preparación, limpieza y mantenimiento de la máquina (HJ)
5	Elegir un sensor de temperatura con buena linealidad así como rapidez adecuada a los cambios de temperatura requeridos en el proceso (MA)
6	Seleccionar controles de temperatura que requieran bajo voltaje de alimentación para brindar seguridad al operador y al personal de mantenimiento (HJ)
7	Elegir electroválvulas para control de agua caliente con las especificaciones de roscado acordes a las tuberías existentes en la máquina (MA)
8	Seleccionar controles de temperatura que sean fáciles de reprogramar en el caso de cambio de producto (HJ)
9	Seleccionar las electroválvulas adecuadas, tomando en cuenta el tipo de fluido, temperatura y presión de trabajo, así como voltaje de operación (MA)

10	Seleccionar componentes del sistema de control de bajo costo, de fabricación y soporte técnico nacional (HJ)
----	--

HOJA NO. 2	
Idea No.	Descripción
1	Se requiere un sistema de control sencillo de operar (HJ)
2	Selección de control de temperaturas con rango bajo de control (0 a 250 °C) (MA)
3	Elegir un sensor de temperaturas que resista vibraciones mecánicas considerables (HJ)
4	Elegir un sensor de temperatura robusto (MA)
5	Seleccionar electroválvulas (actuadores) con voltaje de alimentación bajo, para seguridad del operador (MA)
6	Elegir controles de temperatura con visualización luminosa (leds) de proceso controlado y proceso fuera de control (HJ)
7	Revisar el consumo de corriente tanto de controles de temperatura y actuadores, con la finalidad de seleccionar los dispositivos eléctricos de protección (fusibles) adecuados (HJ)
8	Los sistemas eléctricos de protección, actuación, sensor y control deben ser estandarizados bajo normas oficiales mexicanas. Hasta donde sea posible, procurar no considerar sistemas de procedencia extranjera (MA)

Posteriormente se propició una discusión entre los participantes para concluir sobre las ideas más relevantes, para utilizarlas en la implementación del proyecto.

#### 4.4 Observación del proceso

Antes a las etapas del diseño se solicitó al gerente general de la compañía, una explicación del funcionamiento de la máquina, el flujo del producto, los parámetros del proceso, las partes que integran el horno, las principales actividades que el operador realiza durante el arranque, la preparación, la carga de la manguera, para el control de las temperaturas, así como su verificación (visual) del panel de control, puntos de calidad y la limpieza al terminar el lote de producción por turno.

Se realizaron las observaciones correspondientes para llegar a conclusiones importantes que llevaron a un servidor a fortalecer la propuesta técnica para la solución del problema, motivo de este trabajo.

Como conclusión de la observación del proceso se muestra en la figura 4.4.1 el sistema de control de temperaturas con el que en un inicio contaba el horno de curado que contaba la compañía.

## Resultado de la observación del proceso

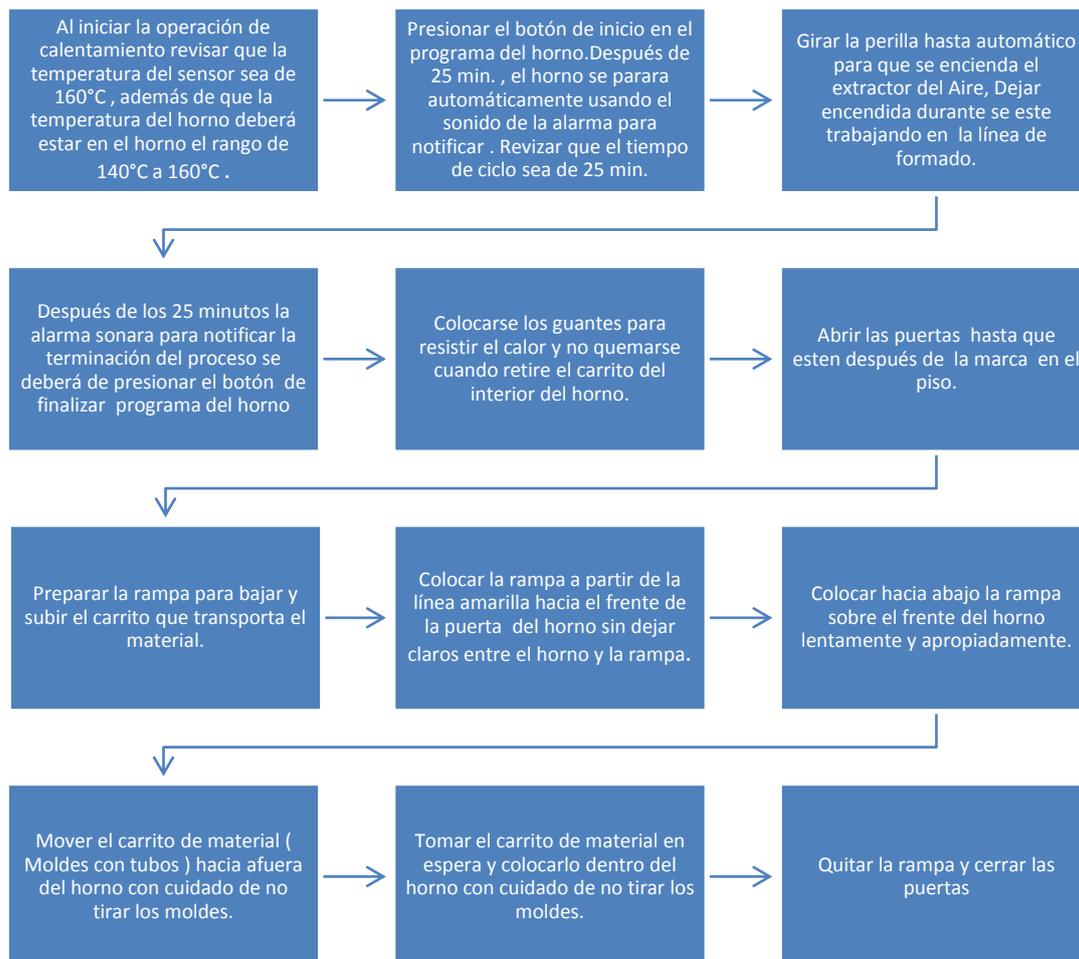


Figura 4.4.1

## Capítulo 5

### Investigación de componentes comerciales

Se realizó la investigación de los componentes comerciales. En la actualidad existe información disponible en los catálogos electrónicos por internet u otros medios.

Definición de un controlador es un componente del sistema de control que detecta los desvíos existentes entre el valor medido por un sensor y el valor deseado o "set Point", programado por un operador; emitiendo una señal de corrección hacia el actuador como se observa en la figura 5.1.

Un controlador es un bloque electrónico encargado de controlar uno o más procesos. Al principio los controladores estaban formados exclusivamente por componentes discretos, conforme la tecnología fue desarrollándose se emplearon procesadores rodeados de memorias, circuitos de entrada y salida. Actualmente los controladores integran todos los dispositivos mencionados en circuitos integrados que conocemos con el nombre de micro controladores.

Los controladores pueden ser del tipo: manual, electrónicos, neumáticos o digitales; así como las computadoras con tarjeta de adquisición de datos y los PLC (Controladores Lógicos Programables).

Existen de diferentes marcas, precios, condiciones físicas, etc.

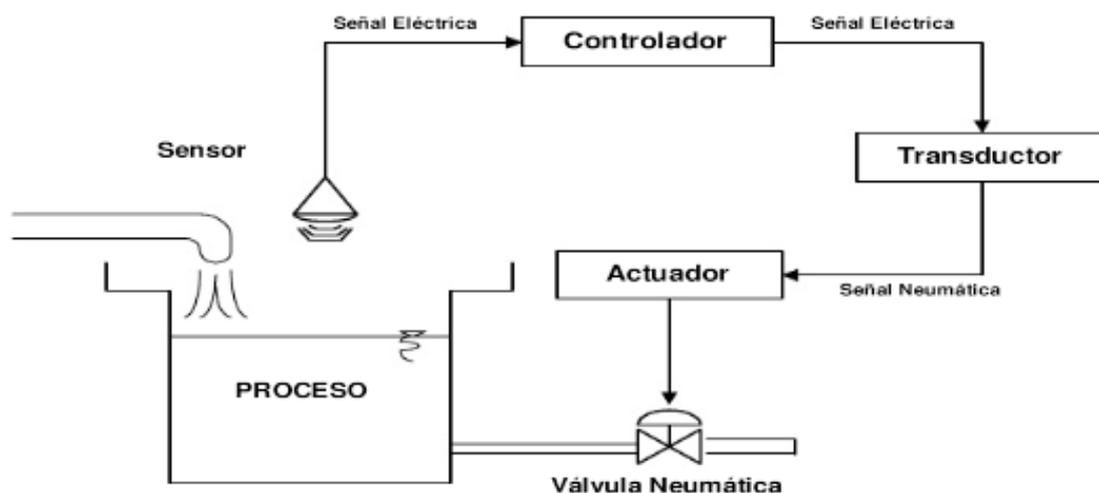


Figura 5.1

El resultado de esta investigación se ve reflejado en las tablas 5.1 y 5.2 comparativas, donde se muestran los controladores automáticos de temperatura y sensores, que se consideraron para dar cumplimiento al objetivo de este trabajo.

Las opciones que se consideraron en la configuración e implementación del sistema de control, objeto de este trabajo se pueden observar en la última columna de cada tabla (columna 5).

TABLA 5.1 TABLA COMPARATIVA PARA CONTROLES DE TEMPERATURA

OPCIÓN CARACT	1	2	3	4	5
MARCA	WATLOW	OMEGA	OMEGA	HANYOUNG	ATTO
MODELO	CV-70	CN 3101	CN 1622	NP-200	CPM 15
TIPO	DIGITAL PID	DIGITAL PID	DIGITAL PID	Análogo PID	ANALOGO PID
RANGO	0 A 70 °C	-10 A 350 °C	-10 A 400 °C	-200 A 1200 °C	0 A 150 °C
SENSOR	RTD, TC	RTD, TC	RTD, TC, 0-10V 4-20 mA.	RTD, TC, (J,K,R,S) 0-10V 4-20 mA.	TC (J,K,R,S)
DISPLAY	DIGITAL SIMPLE	DIGITAL DUAL	DIGITAL DUAL	DIGITAL DUAL	ANALOGICO DUAL
RESOLUCIÓN	1 °C	1 °C	1 °C	1 °C	1 °C
EXACTITUD	+/- 0.2 %	+/- 0.2 %	+/- 0.5 %	+/- 0.2 %	+/- 0.5 %
PRECIO (MN)	\$ 7,200.00	\$ 8,230.00	\$ 8,330.00	\$ 6,230.00	\$ 4,350.00
NORMAS	EN 61010 UL 916	EN 61010 UL 916	FM APPROVED UL LISTED	ISO STANDARD	NOM-016
PROVEEDOR	USA	USA	USA	JAPON, USA	MEX, USA



EN: European Standards

UL: Underwriter Laboratories

FM approvals: The FM APPROVED mark, which is backed by scientific research and testing, tells customers your product conforms to the highest standards.

ISO: International Organization for Standardization.

NOM: Norma oficial Mexicana

TABLA 5.2 TABLA COMPARATIVA PARA SENSORES DE TEMPERATURA

OPCIÓN CARACT	1	2	3	4	5
MARCA	WATLOW	WATLOW	EIM	ATTO	TEIGSA
MODELO	OS-36	TJ-36	APK	AT-34	TG-03
TIPO	INFRAROJO, SIN CONTACTO	TERMOPAR TIPO J, K Y N	BULBO CON CABEZA Aluminio con conector doble ROSCA NPT TIPO J	DE OJO, TIPO "J" Y "K"	ABRAZADERA A BRIDA TC TIPO "J"
RANGO	-18 A 85 °C	-20 A 899 °C	0 A 1300 °C	-20 A 450 °C	0 A 150 °C
TIEMPO RESPUESTA	85 ms	5s	0.5 s	2.0 s	0.5 s
EXACTITUD	+/- 2 % DEL RANGO NOMINAL	NO ESPECIFICADA	+/- 5 % DEL RANGO NOMINAL	+/- 10 % DEL VALOR NOMINAL	+/-5% DEL RANGO NOMINAL
PRECIO (MN)	\$ 7,200.00	\$ 500.00	\$ 1,300.00	\$ 720.00	\$ 650.00
NORMAS	ESPEC'S ASTM	ESPEC'S ASTM	ESPEC'S ANSI	DIN 43710	DIN 43710 y 43712
PROVEEDOR	USA	USA	MEXICO	USA	MEX, USA



ASTM: American Society for Testing and Materials

#### 5.4 Resultados obtenidos

##### Controles de temperatura:

Se determina el uso del control de temperatura marca “HANYOUNG.”, modelo NP200, debido a las siguientes razones:

Es de fácil programación por parte del operario, por ser de tipo analógico. En la visualización de la temperatura actual utiliza LEDs de colores, que brindan al operador una fácil visualización del estado actual de la variable a controlar. No utiliza galvanómetro, por lo que está libre de fallas en partes mecánicas. El rango de temperatura de trabajo es estrecho, por lo que tiene buena resolución. Acepta termopares de diversos tipos. Está certificado bajo una norma oficial mexicana, lo cual garantiza el buen desempeño del instrumento. Es de distribución Nacional. Es de precio accesible.

##### Sensores de temperatura:

Se determina el uso del sensor de temperatura marca “EIM.”, Mod. APK, debido a las siguientes razones:

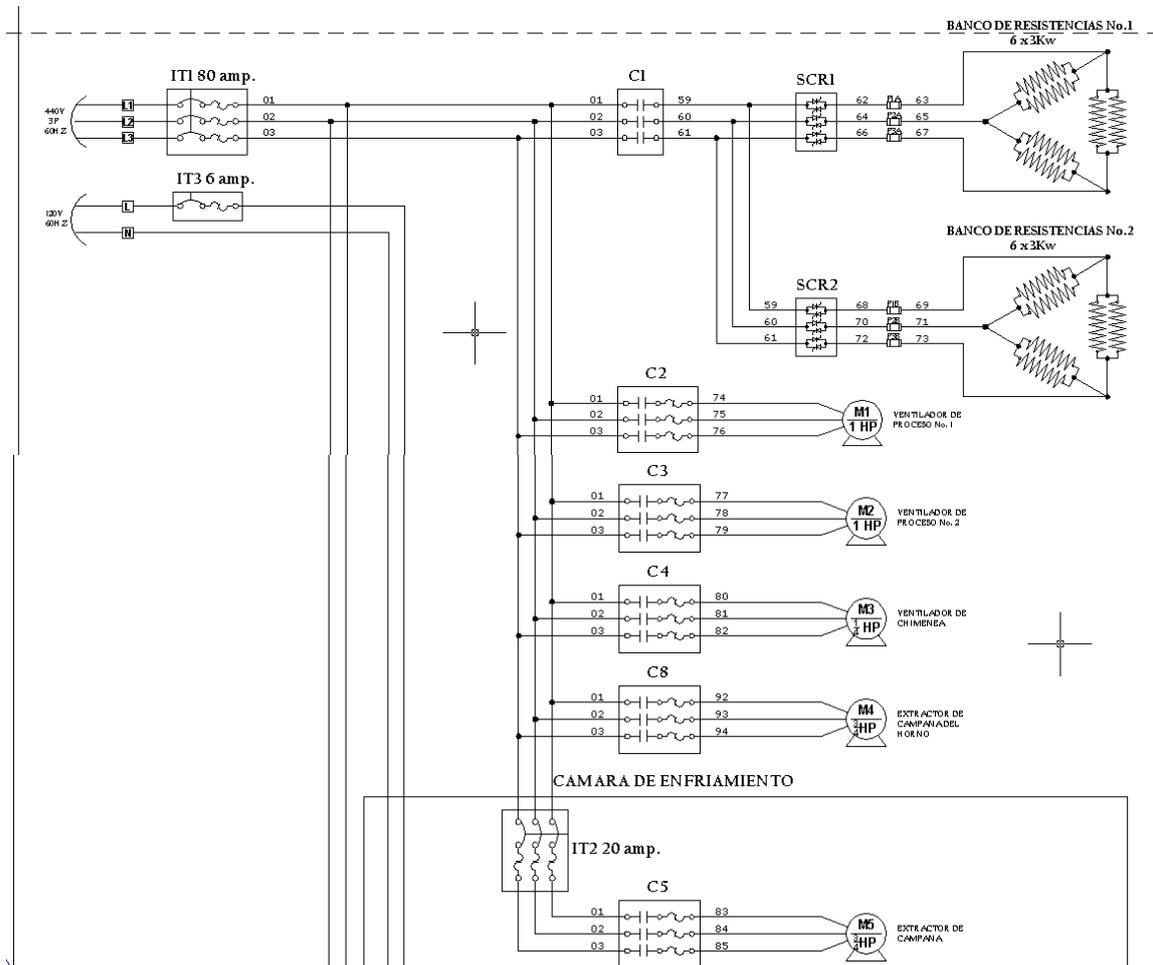
Es de construcción robusta, de acero inoxidable, por estar montado a las bridas de la máquina permite libertad de desensamble de brida sin necesidad de quitar el sensor. Esto representa una ventaja cuando se da mantenimiento preventivo a la máquina. El rango de temperatura de trabajo es estrecho, por lo que tiene buena resolución. Están fabricados bajo las normas ANSI-MC96.1-1995 y ISA (Instrument Society of America). El precio es accesible y el fabricante es Nacional.

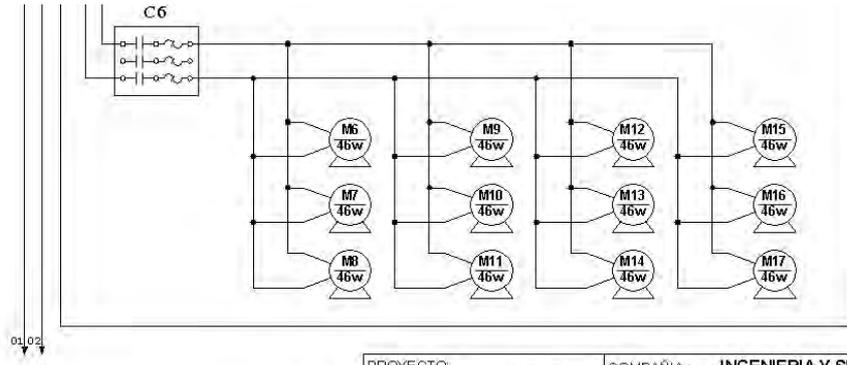
## Capítulo 6

# Integración de componentes eléctricos y electrónicos

El presente capítulo trata de la integración de componentes eléctricos en el panel del horno de curado.

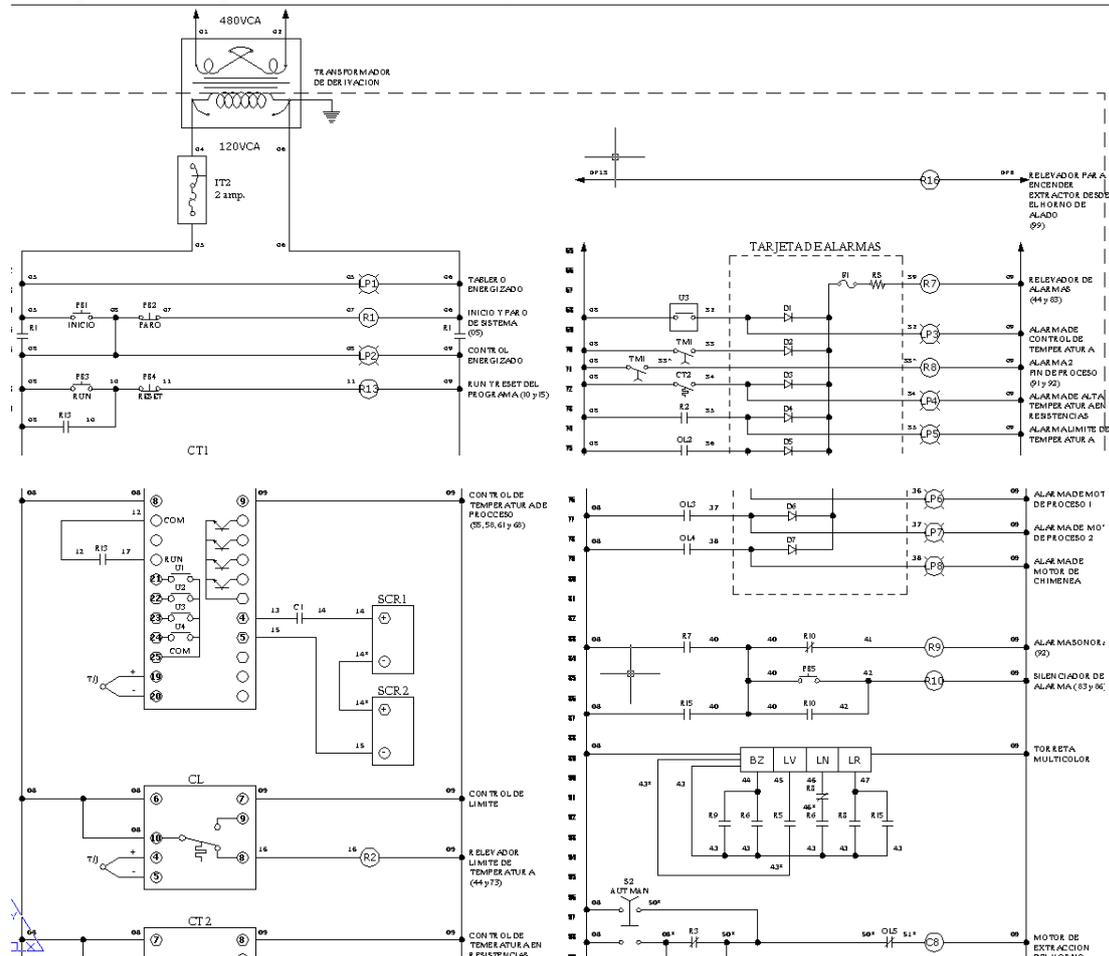
Se realizaron dos diagramas uno de ellos es el de fuerza que se presenta a continuación:

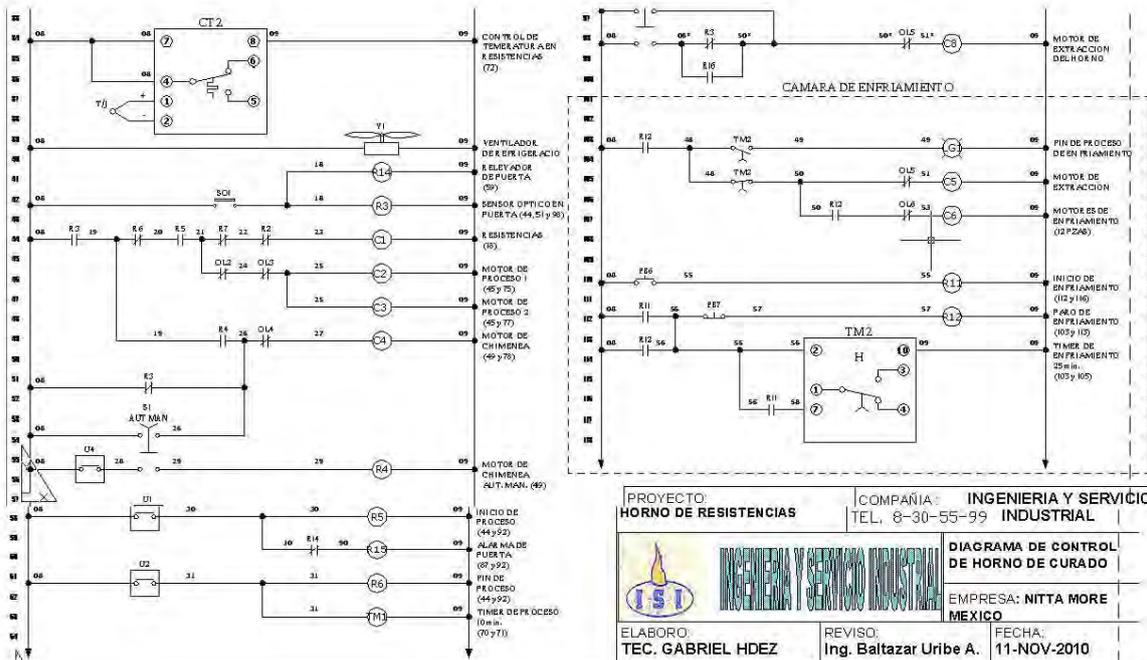




PROYECTO: <b>HORNO DE RESISTENCIAS</b>	COMPañÍA : <b>INGENIERIA Y SERVICIO INDUSTRIAL</b>
<b>DIAGRAMA DE FUERZA DE HORNO DE CURADO</b>	
<b>EMPRESA: NITTA MORE MEXICO</b>	
ELABORO: <b>TEC. GABRIEL HDEZ</b>	REVISO: <b>Ing. Baltazar Uribe A.</b>
FECHA: <b>11-NOV-2010</b>	

El siguiente diagrama es de control, que se muestra a continuación:





La lista de los materiales se muestra en la siguiente tabla:



# INGENIERIA Y SERVICIO INDUSTRIAL

INSTRUMENTACIÓN MANTENIMIENTO A SISTEMAS DE COMBUSTIÓN PROYECTOS  
ELIA ESPARZA ROMERO  
EUCALIPTO No 332 COLINAS DEL BOSQUE II SOLEDAD DE GRACIANO SÁNCHEZ, S.L.P.  
TEL. Y FAX. (444) 8-30-55-99 E-MAIL: ingserin@prodigy.net.mx



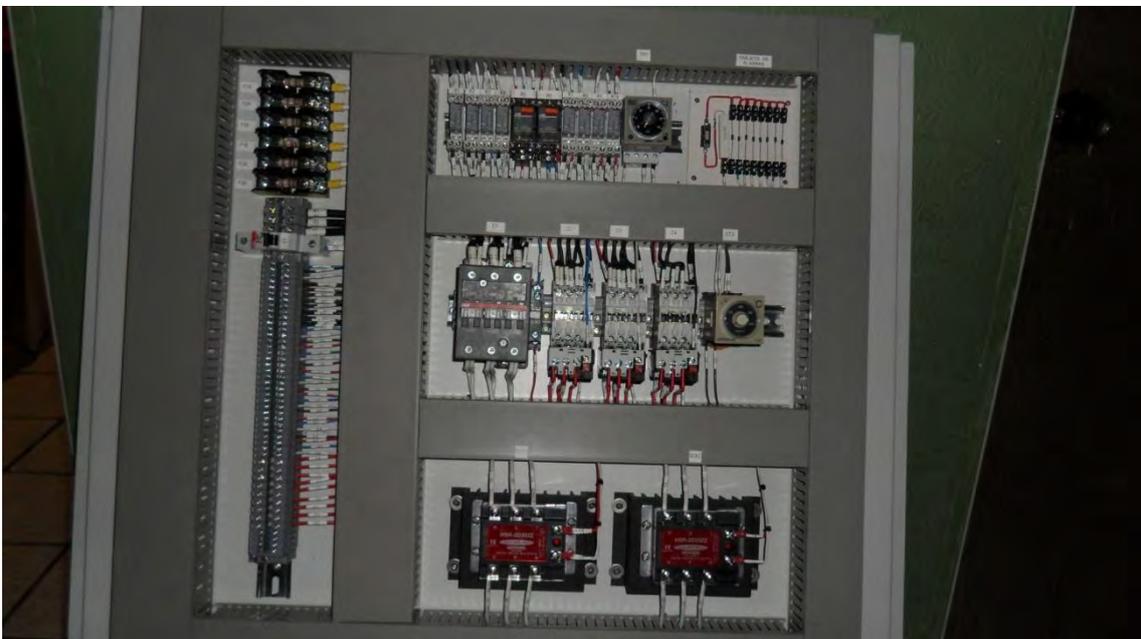
## LISTADO DE COMPONENTES

CANT.	SÍMBOLO	MODELO	DESCRIPCIÓN
1			TRANSFORMADOR DE DERIVACIÓN, PRIM. 480V SEC. 120V DE 0.5KVA
1	IT1		INTERRUPTOR PRINCIPAL TRES POLOS A 80 Amp.
1	IT1		INTERRUPTOR DE CÁMARA DE ENFRIAMIENTO TRES POLOS A 20 Amp.
1	IT2		INTERRUPTOR DE CONTROL UN POLO A 2 Amp.
1	C1		CONTACTOR DE 80 Amp CON BOBINA A 110VCA MCA. ABB
2	C2 y C3	037H0021	CONTACTOR TIPO CI 9 CON BOBINA A 120 VCA. MCA. DANFOSS
4	C4, C5, C6, y C8	037H0015	CONTACTOR TIPO CI 6 CON BOBINA A 120 VCA. MCA. DANFOSS
1	C4	047H0205	OVERLOAD TI16C MCA. DANFOSS.
4	C2, C3, C5 y C8	047H0207	OVERLOAD TI16C MCA. DANFOSS.
1	C6	047H0209	OVERLOAD TI16C MCA. DANFOSS.
1	SCR1		RELEVADOR DE ESTADO SOLIDÓ TRIFÁSICO A 480 vca Y 50 Amp.
3	PB1, PB2 y PB6		PUSH BOTON N.O. COLOR VERDE MCA. ABB.
1	PB5		PUSH BOTON N.O. COLOR NEGRO MCA. ABB.
3	PB2; PB3 y PB4		PUSH BOTON N.C. COLOR ROJO MCA. ABB.
2	LP1 Y LP2		LUZ PILOTO COLOR VERDE, MCA. ANDELI
6	LP3, LP4, LP5, LP6, LP7 y LP8		LUZ PILOTO COLOR ROJO, MCA. ANDELI
8	R1, R2, R3, R4, R8, R9, R10, R11, R13, R14 Y R15		RELEVADOR ENCAPSULADO DE 8 PINS A 120 vca. MCA. ABB
1	R7		RELEVADOR ENCAPSULADO DE 8 PINS A 120 vca. MCA. RELPOL
1	R16		RELEVADOR ENCAPSULADO DE 8 PINS A 24 vcd. MCA. RELPOL
1	CT1	NP200	CONTROL DE TEMPERATURA CON EVENTOS DE 1/4 DE DIN MCA. HANYOUNG
1	CL	L91-411B	CONTROL DE LIMITE DE 1/16 DE DIN MCA. BTC
1	CT2	ND4_PJMR07	CONTROL DE TEMPERATURA ANÁLOGO DE 1/16 DE DIN MCA. HANYOUNG
1	T/J		DOBLE ELEMENTO TIPO J CALIBRE 18 Y CABEZA DE ALUMINIO CON CONEXIÓN A PROCESO DE 1/2", MCA. EIM
1	T/J		TERMOPAR TIPO J DE UN ELEMENTO LONG. 6", DIAM. 1/4" CONEXIÓN A CABEZA Y PROCESO DE 1/2", MCA. TERMO-E
1	V1		VENTILADOR DE ENFRIAMIENTO A 120 vca.
1	SO1	HYP-18RL 5AA	SENSOR INDUCTIVO A 120 vca. MCA. HANYOYNG.
1	S1 y S2		SELECTOR DE TRES POSICIONES N.O. MCA. ABB
1	TM1	MA4N-C	TIMER MULTIFUNCIÓN A 120 vca. MCA. HANYOUNG
1	BZ LV LN LR	HYTWB1103	TORRETA DE TRES COLORES Y BUZER A 120 vca. MCA. HANYOUNG
1	TM2	LF4-A	TIMER MULTIFUNCIÓN DIGITAL A 120 vca. MCA. HANYOUNG.
12			RESISTENCIAS TUBULARES DE 3 Kw A 480 vca. MCA. TERMO-E

Los pasos de las conexiones del tablero eléctrico se muestran en las siguientes fotos:



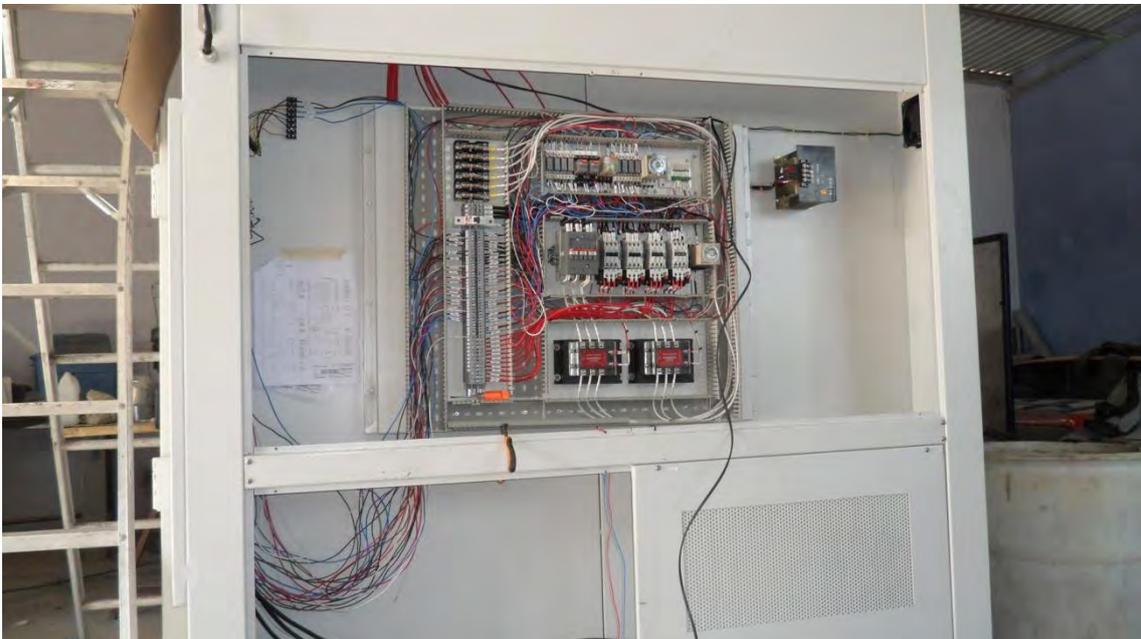
1. Conectando los accesorios de la fuerza y los contactores.



2. Tablero de control terminado.



3. Se instala el tablero de control y de fuerza, en la parte lateral izquierda del horno.



4. Se muestran los relevadores de estado sólido, el transformador y la distribución de conexiones (Clemas) y los timers.



5. Se muestra el control de temperatura, control de límite de temperatura y los botones de control.



6. Terminando de conectar los componentes y realizando pruebas de funcionamiento.

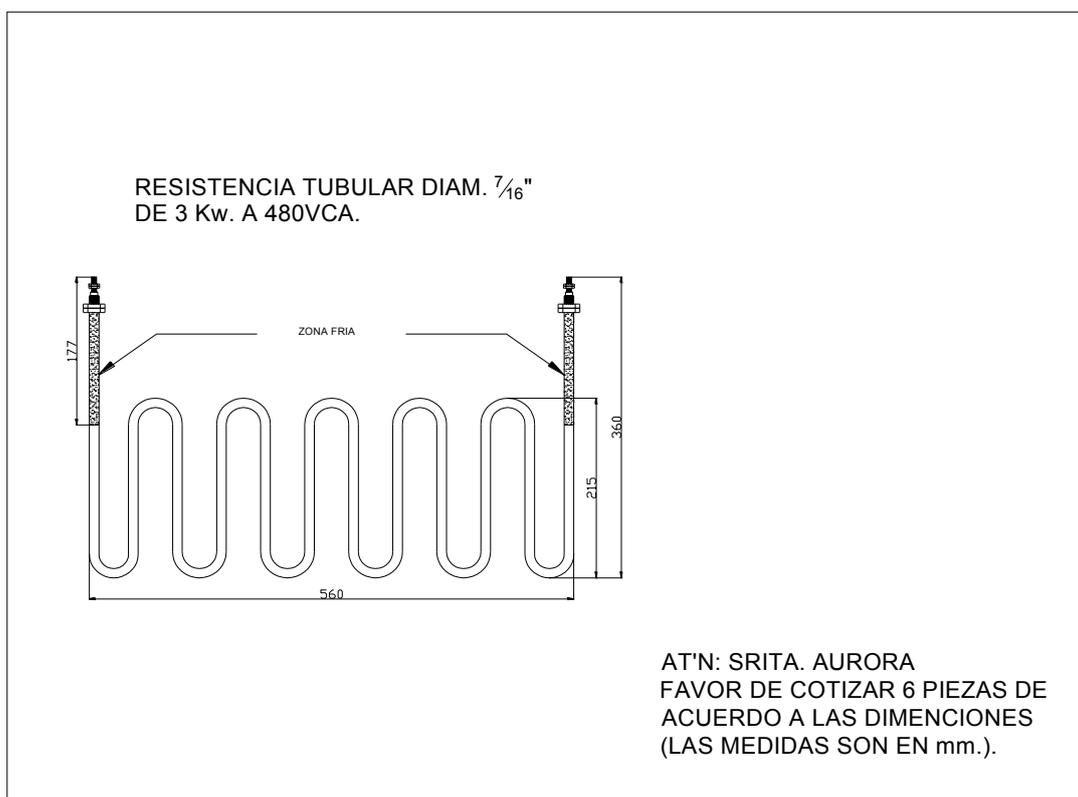
## Capítulo 7

### Guía de instrucciones de las operaciones del horno eléctrico.

En este capítulo se contempla el instructivo que se le entrego al cliente donde se explica la operación del horno y la definición de los componentes que lo integran.

Importante: no opere el horno si no ha leído las instrucciones completamente y si tiene dudas pida asesoría con un técnico calificado.

El equipo cuenta con 12 resistencias tubulares de 3000 watts a 480 vca. los cuales se conectaron en la conexión delta que se mostro en los diagramas en el capítulo 6.



## 7.1 Descripción del equipo utilizado en el horno.

Transformador de derivación.- Este componente reduce el voltaje de 480 vca a 110 vca con una capacidad de potencia de 0.5 Kva. requerida por el control.



Control de temperatura 1.- Se encarga de mantener la temperatura de proceso del set point, recibiendo una señal de termopar, controlando de tal forma que permite mantener siempre la temperatura de acuerdo a la curva de tratamiento que requiera el proceso.



Control de límite.- Se encarga de apagar las resistencias en su totalidad en caso de que la temperatura se elevara más de lo que se requiere para el proceso.



Control de temperatura 2.- Este componente es similar al anterior, se encarga de apagar las resistencias cuando la temperatura se dispare.



Alarma sonora.- Este componente se encarga de emitir un sonido cuando termina el proceso, encendiendo a su vez una luz naranja. O en caso de que ocurra alguna falla en uno de los motores del horno o se eleve la temperatura en los controles, (estas también encienden una luz piloto roja de acuerdo a la falla que haya ocurrido) se detiene el sonido presionando el push botón de silenciador (negro) o hasta que la falla haya sido corregida.



Torre tricolor.- Indica según el color que esta encendido.

Luz verde = Inicio del proceso.

Luz naranja = Fin de proceso.

Luz roja = El producto ya no sirve o está abierta la puerta durante el proceso.

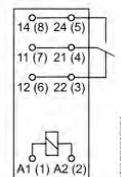
Timer 1.- Cuando termina el proceso, este componente empezara a contar 10 min. Es el tiempo de tolerancia para retirar las piezas del horno. Después de este tiempo encenderá una luz roja de la torreta tricolor indicando que las piezas ya no sirven.



Relevadores de estado sólido.- Estos reciben una señal del control de temperatura manteniendo la potencia de las resistencias según sea la temperatura requerida.



Connection diagrams



CR-P with 1 c/o (SPDT) contact

A1-A2 Control supply voltage  
11(21)-12(22)/14(24) Relay output

Sensor inductivo.- Cuando la puerta se abra, el sensor deja de detectar el metal de la puerta, posteriormente apaga los ventiladores de proceso y resistencias y enciende el ventilador de extracción de la campana, también enciende la luz roja de la torre tricolor y la alarma sonora, siempre y cuando el programa esté en proceso.



## 7.2 Descripción de equipo utilizado en la cámara de enfriamiento.

El equipo cuenta con 12 ventiladores de 45 watts a 120 vca.



Timer 2.- Se encarga de dar el tiempo necesario para enfriar el producto apagando los ventiladores y encendiendo la torreta color naranja.



Torreta.- Enciende cuando el proceso de enfriamiento termina y se apaga iniciando de nuevo o presionando "PARO".

### 7.3 Arranque y paro del horno.

1.-Posicionar el interruptor principal y el secundario en "on" y encenderá una luz piloto indicando "TABLERO ENERGIZADO".

2.-Presionar el push botón color verde "ENERGIZAR" para encender todo el control.

3.-Cargar la curva del tratamiento requerida al control de temperatura y presionar el push botón verde "RUN" para iniciar el proceso.

4.-El ventilador de la chimenea es opcional con el selector de tres posiciones "CHIMENEA" puede encender, automático, manual o mantenerlo apagado. En automático encenderá 1 minuto antes de que termine el proceso esto es para sacar los vapores acumulados dentro del horno.

5.-El ventilador de extracción también es opcional con el selector de tres posiciones "EXTRACTOR" puede encender, automático, manual o mantenerlo apagado. En automático solo enciende cuando las puertas del horno o las del de alado sean abiertas.

#### *PARO.*

1.- Cuando termina el proceso automáticamente se desenergizan los motores y las resistencias emitiendo una alarma sonora encendiendo la luz naranja. El siguiente paso es presionar el push botón "RESET" para apagar la alarma y la luz. En caso de querer iniciar de nuevo otro proceso presionar "RUN" (después de haber terminado el proceso tiene un lapso de 10 min. para poder retirar el producto de lo contrario el producto se perderá)

2.- Presionar el push botón "DESENERGIZAR" para apagar el control.

3.- Posicionar el interruptor principal en "off."

Nota: desenergizando el horno también se desenergiza la cámara de enfriamiento.

### 7.4 Arranque de la cámara de enfriamiento.

1.-Para energizar la cámara de enfriamiento solo posicionando el interruptor termo magnético en “on” y presionando el push botón “INICIO”, esta se mantendrá encendida por un lapso de 25 min. Y se apagará automáticamente encendiendo la torreta naranja.

#### 7.5 Fallas más comunes.

1.- Alarma control de temperatura 1: La causa por la que puede ocurrir esta falla, es la siguiente:

\*La temperatura del proceso se elevó más de la que se requiere, esta se corrige hasta que la temperatura baje.

2.- Alarma control de temperatura 2: Las causas por las que puede ocurrir esta falla.

Son las siguientes:

\*La circulación del aire en las resistencias no es la adecuada.

\*Un ventilador de circulación está dañado o suelto.

3.- Alarma control de limite: Las causas por las que puede ocurrir esta falla son similares a la del “control de temperatura 1”:

\*La temperatura del proceso se elevó más de la requerida.

4.- Motores fuera (proceso y chimenea). Las causas por las que puede ocurrir esta falla.

Son las siguientes:

\*Sobrecarga de corriente en los motores.

\*Amarre de los motores.

\*Corto eléctrico.

\*El rango de la protección térmica es menor a la requerida.

#### 7.5 Mantenimiento del horno.

Checar semestralmente los siguientes pasos:

1. - Inspeccionar las resistencias que estén trabajando correctamente.
2. - De la misma manera hacerlo con las líneas de alimentación de las resistencias.
3. - Verificar la programación del control de eventos.
4. - Revisar que los empaques de las puertas que cierren herméticamente.
5. - Revisión general de cableado, para evitar un posible falso contacto.
6. - Revisar los motores y ventiladores que no rosen o presenten ruidos extraños.

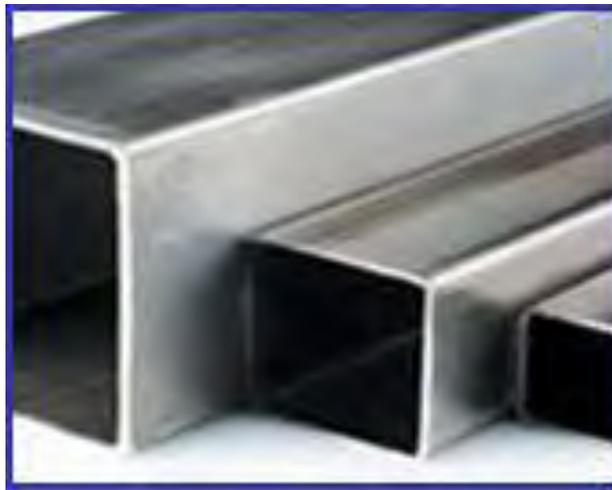
## Capítulo 8

# Integración de componentes del cuerpo del horno.

El presente capítulo trata de la integración de componentes estructurales y los pasos para la fabricación del horno así mismo los planos que se requirieron.

De los materiales que se utilizaron son los siguientes:

1.- Perfil cuadrado tubular PTR de 4”.



2.- Aislante (Lana mineral).

Placas termo aislantes semirrígidas, resistentes a temperaturas extremas. Compuestas por fibras de roca mineral de alta calidad, aglutinadas con resina termo fija.

Aplicaciones:

Las placas resinadas están diseñadas para usarse en superficies planas en un amplio rango de temperaturas. Se aplican en estufas, hornos, calderas, ductos, colectores, precipitadores y otros equipos industriales. Las placas resinadas tienen resistencia al fuego superior en comparación a otros aislantes térmicos y son empleados para tratamiento acústico ya que proporcionan una absorción acústica excelente.



## Rolan\* FF-32, FF-48, FF-64, FF-96, FF-128 Placas termoaislantes

### Descripción

Placas termoaislantes Rolan\* semirígidas, resistentes a temperaturas extremas. Compuestas por **Fibras Minerales de roca de alta calidad**, aglutinadas con resina termofija.

### Presentación

Se produce en piezas de 0,61 m. (2 ft.) de ancho por largo estándar de 1,22 m. (4 ft.), en espesores de 25 mm. (1 in.) hasta 102 mm. (4 in.) en incrementos de 13 mm. (1/2 in.).

Se produce en densidades de 32, 48, 64, 96 y 128 Kg/m<sup>3</sup> (2, 3, 4, 6 y 8 lb/ft<sup>3</sup>).

Sobre pedido especial se pueden surtir recubiertas de papel kraft o foil de aluminio reforzado, adherido con una película de polietileno.

### Aplicaciones

Los filtros resinados Rolan\* están diseñados para usarse en superficies planas en un amplio rango de temperaturas.

Se aplican en estufas, hornos calderas, ductos, colectores, precipitadores y otros equipos industriales; FF-32 y 48 hasta 250°C; FF-64 hasta 450°C; FF-96 hasta 600°C y FF-128 hasta 750°C. Los filtros resinados tienen resistencia al fuego superior a otros aislantes térmicos y son empleados para tratamientos acústicos ya que proporcionan una absorción acústica excelente.

CMA-10 0130

### Aislantes Minerales, S.A. de C.V.

Dicazari No. 104, Col. Nueva Aztlán, 11590 D.F., Tel. (52) (55) 1094-0640, Fax. 5203-4736  
 aislantes@rolan.com.mx ventas@rolan.com.mx www.rolan.com

### Datos Técnicos

**Temperatura de uso:**  
Desde -49°C hasta 750°C.

#### Asbesto:

No contiene.

#### Alcalinidad:

pH entre 7,5 y 9,5

#### Comportamiento al fuego:

Según ASTM E-84

Prop. de Flama 0

Gen. de humo 0

Funde a mas de 1100°C.

#### Corrosividad:

Nula.

Contiene <60ppm

de Iones Cl

Resistente a bacterias y hongos.

### Cumple las Normas

#### NOM-009 ENER

Eficiencia energética en

aislamientos térmicos

industriales.

#### NOM-018 ENER

Aislantes térmicos para

edificaciones.

#### NRF-034-PEMEX-03

Aislamientos térmicos para

altas temperaturas.

#### ASTM C-553

Placas aislantes de

Fibra Mineral.

#### ASTM C-612

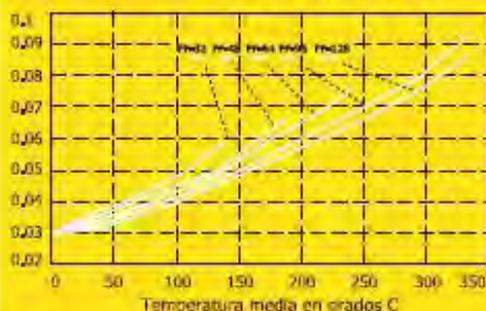
Placas de Fibra Mineral.



### Ventajas

- Ahorra costos de energía.
- Alta eficiencia térmica.
- Alta eficiencia acústica.
- Protección contra incendio.
- Fácil de manejar y cortar.
- Amplio rango de densidades.
- Estabilidad dimensional.

### Conductividad térmica en W/m K (SI)



Conversiones de SI a Sist. inglés:  
 $W/m.K \times 6.935 = BTUin/ft^2h^{\circ}F$   
 $W/m.K/1.1631 = Kcal/m.Jh.^{\circ}C$   
 $(^{\circ}C \times 1.8) + 32 = ^{\circ}F$



### PROPIEDADES FISICAS:

Temperatura de servicio: -49°C hasta 750°C).

Densidad: 4, 6, 8 lbs /ft<sup>3</sup>.

Retardante al fuego: sí

### 3.- Electrodo utilizados.



Electrodo A.W.S. E 6013

**Aplicaciones:** Para mantenimiento y reparaciones en general, fabricación de equipos y maquinarias en aceros bajo carbono, tiene muy fácil aplicación sobre laminas delgadas, por ejemplo: muebles metálicos y carrocerías de vehículos, por su ligera penetración debido a la rápida solidificación del metal depositado y la escoria, se tiene un buen control sobre estos, pudiéndose así soldar en posiciones mas difíciles

**Características y procedimiento:** E 6013 trabaja con corriente continua, polaridad directa o corriente alterna, en cualquier posición, inclusive sobre cabeza, con un arco silencioso perfectamente estabilizado y de ligera penetración.

Debido a la rápida solidificación del material depositado y la escoria, el operario tiene un control fuera de lo común sobre estos, pudiendo así soldar en las posiciones mas difíciles y a través de uniones muy abiertas.

El metal depositado se puede forjar en caliente. E 6013 es usado continuamente para soldar todo tipo de uniones tanto en producción como en mantenimiento, se recomienda especialmente para aquellos trabajos donde se requieren soldaduras lisas y de muy buena apariencia.



Electrodo E 308L-16

**Aplicaciones:** Es un electrodo de revestimiento especial que permite el depósito de soldadura de acero inoxidable 308 extra bajo carbono. Estos electrodos pueden ser usados en toda posición, presentando excepcionales características de operación en cordones planos y filetes horizontales. Los cordones que deja son lisos y de muy

buena presentación, siendo la escoria fácilmente removible. Por su extra bajo contenido de carbón (0.02 máximo), es resistente a la corrosión inter cristalina. En combustión de gases oxidantes soporta hasta 800°C. En ambiente corrosivo resiste el ataque inter cristalino hasta 300°C. Conserva excelentes propiedades al impacto a temperaturas hasta de 200°C bajo cero.

Tiene múltiples aplicaciones en: industria química, industria alimenticia, equipos de cocinas, lecherías, industria textil, destilerías, refinerías de petróleo, cervecerías, hospitales, recipientes criogénicos, etc.

Características y procedimiento: Los depósitos de este electrodo presentan buena resistencia a la corrosión y por su bajo contenido de carbono se reduce considerablemente la precipitación de carburos, fácil encendido, avance rápido y sin chisporroteo. La escoria se levanta por sí sola.

4.- Pintura epóxica color perla marca comex.

## COMEX 100 METAL RUSTI

Esmalte Alquidálico Anticorrosivo

### CARTA T

#### 1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

##### PRODUCTO

Esmalte metálico Alquidálico mate de fácil aplicación.  
Producto Libre de plomo. (No detectado por equipo de absorción atómica A Analyst 100).

##### TIPO

Alquidálico.

##### USOS RECOMENDADOS

Puede usarse en interiores y exteriores donde se necesite un excelente acabado decorativo como son: armarios, muebles metálicos, estructuras de hierro, herrería en general, cemento, concreto, aplanados, panel de yeso, plafones madera o metal previamente preparados.

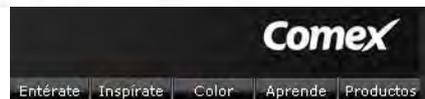
##### COLORACIÓN

38 Colores obtenidos a través del sistema de igualado por computadora "COLOR CENTER". El máximo de colorante que se puede agregar por cada litro es:

Comex 100 Base Plata 30 mL

##### ACABADO

Metálico mate.



Entérate | Inspirarte | Color | Aprende | Productos



Esmalte 100  
Metal Rustic

Esmalte metálico alquidálico de fácil aplicación que proporciona buena duración, rendimiento y protección contra la corrosión, dejando un terso acabado mate.

5.- Lamina de acero inoxidable 304 -2B calibre de 16.

## Distribuidora de Aceros y Materiales, S.A. de C.V.



### 2.-ACEROS INOXIDABLES AUSTENITICOS

Los aceros inoxidables Austeníticos son aleaciones de hierro, cromo y níquel.

La composición básica es de 18% de cromo y 8% níquel. En algunos aceros se añade molibdeno, titanio y otros elementos. Estos aceros se clasifican según AISI con la serie 300.

#### Propiedades Básicas:

Excelente resistencia a la corrosión, excelente limpiabilidad e higiene.

Excelente soldabilidad, facilidad de formado y embutido.

Habilidad para manejar temperaturas criogénicas y altas temperaturas (hasta 925 grados Celsius).

#### Usos Comunes:

Baterías de cocina, cubiertos, equipos de proceso en la industria de alimentos, incluyendo rastros, cerveza y refrescos, etc., aplicaciones arquitectónicas y decorativas. La excelente resistencia a la corrosión acuosa y su soldabilidad los hace ideales para fabricar tuberías, tanques, equipos de procesos y recipientes a presión para las Industrias Alimenticias, Química, Petroquímica, Petrolera, Farmacéutica, Extractiva Minera y Papelera.

Los aceros mas comunes de acuerdo con la norma AISI son: 301, 304, 304L, 316, 316L

CALIBRE	ESPESOR	PESO	PESO POR HOJA			
			914 x 2438 mm	914 x 3048 mm	1219 x 3048 mm	1219 x 3048 mm
	mm	kg/m <sup>2</sup>		kg		
10	3.430	27.783	81.910	77.400	82.589	103.226
11	3.050	24.705	69.051	66.825	75.421	91.792
12	2.670	21.827	48.192	60.290	64.274	80.355
14	1.900	15.390	34.294	42.875	45.736	57.182
16	1.520	12.312	27.435	34.300	36.690	46.745
18	1.220	9.862	22.020	27.590	29.369	36.717
20	0.952	7.225	16.100	20.126	21.473	26.945



## ACABADOS SUPERFICIALES

### ACABADOS DE LAMINACION EN FRIO

- **ACABADO 2D**

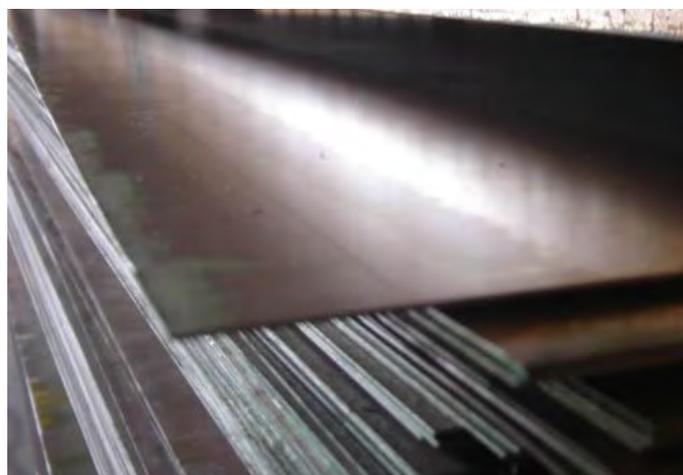
Acabado opaco obtenido por medio de los procesos de laminación en frío, recocido y decapado.

- **ACABADO 2B**

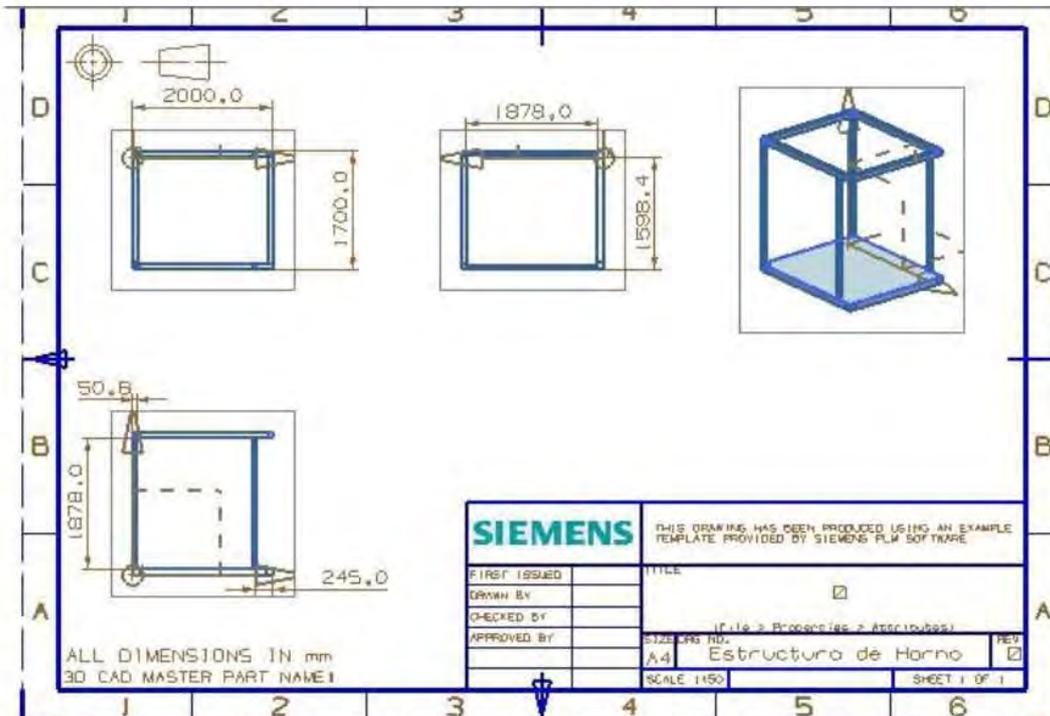
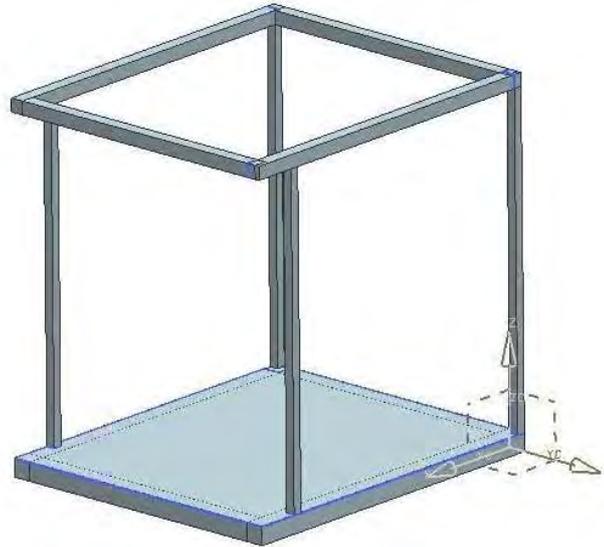
Acabado brillante obtenido por medio de los procesos de laminación en frío, recocido y decapado y con una laminación ligera con rodillos finamente pulidos con el fin de mejorar el aspecto superficial y las propiedades mecánicas.

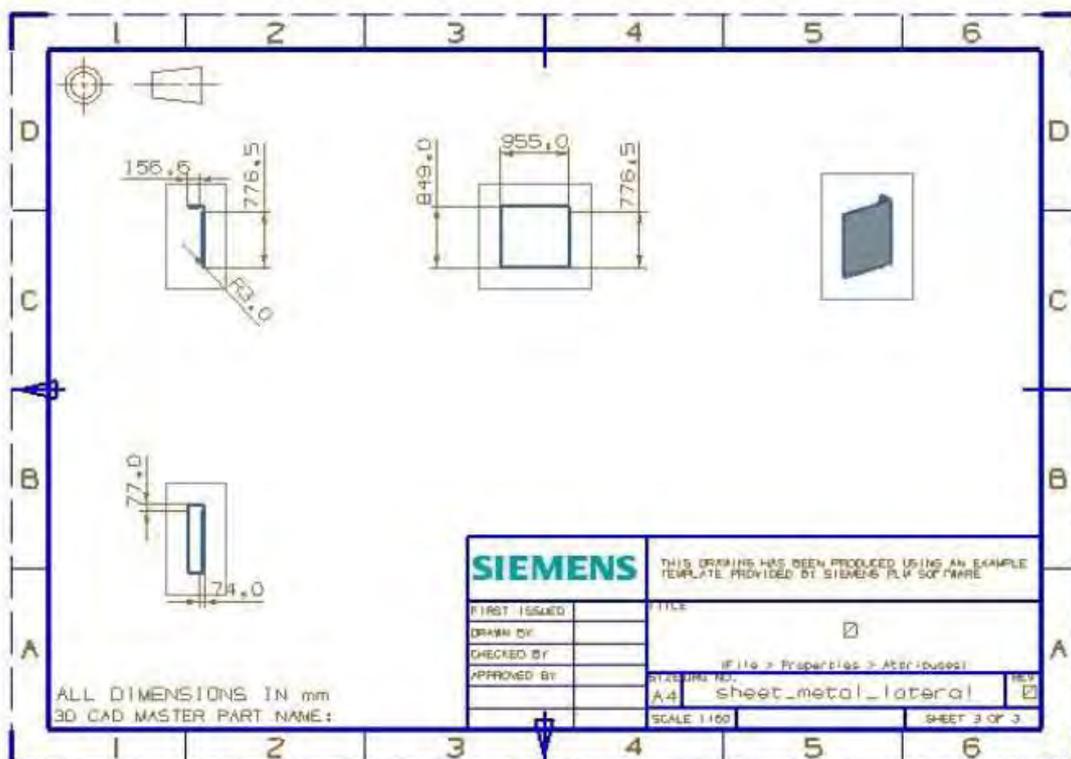
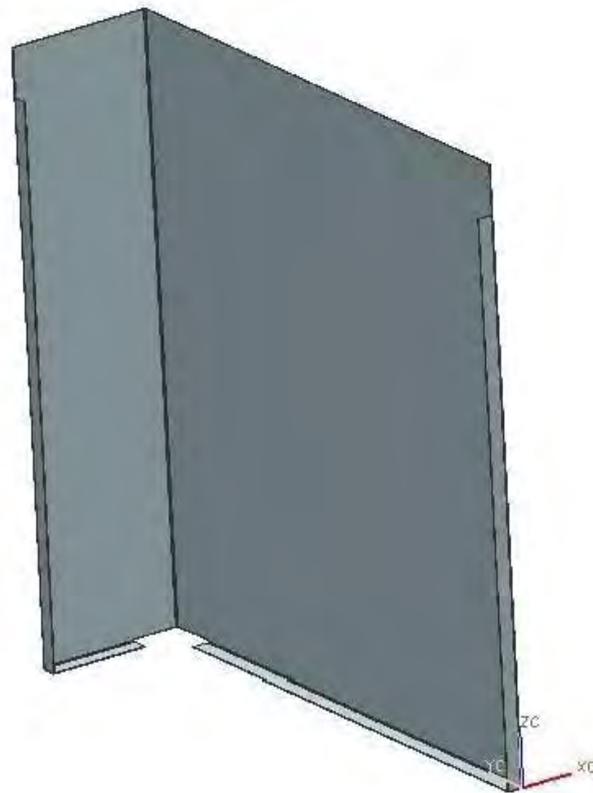
6.- Lamina de acero al carbón estructural (lámina negra) calibre 16 ASTM. El acero A36 es una aleación de acero al carbono de propósito general muy comúnmente usado en los Estados Unidos, aunque existen muchos otros aceros, superiores en resistencia, cuya demanda está creciendo rápidamente.<sup>1</sup> La denominación A36 fue establecida por la ASTM (American Society for Testing and Materials).

TABLA DE PESOS Y ESPESORES									
CALIBRE	ESPESORES			PESO POR HOJA					
	m.m.	ms. de pulg.	Límite	Kg/m <sup>2</sup>	3 x 6	3 x 8	3 x 10	4 x 8	4 x 10
10	3.42	0.1345	0.1419 0.1271	27.471	45.92	61.23	76.54	81.65	102.06
11	3.04	0.1196	0.1270 0.1121	24.420	40.82	54.43	68.04	72.57	90.72
12	2.66	0.1046	0.1120 0.0972	21.365	35.30	47.6	58.78	62.70	78.31
13	2.28	0.0897	0.0971 0.0822	18.315	30.62	40.82	51.03	54.43	68.04
14	1.90	0.0747	0.0821 0.0710	15.262	25.515	34.020	42.525	45.36	56.70
16	1.52	0.0598	0.0635 0.0569	12.210	20.412	27.216	34.020	36.29	45.36



8.1 Se realizaron los dibujos en NX ver. 7 y algunos planos en autocad.





## 8.2 Proceso de fabricación.



Estructura base del horno con estructura tipo cuadro PTR 2" y 4".



Colocando placa piso lamina negra cal. 16. Se utilizó para unir los materiales varilla recubierta A.W.S. E 6013 de  $\varnothing$  1/8" para acero de bajo carbón marca Infra.



Se colocan las laminas negras exteriores, ASTM A-36 cal. 16



Se muestran las uniones de los materiales.



Se realiza la fabricación del cuerpo interno del horno en lámina acero inoxidable 304 - 2B se utiliza soldadura con varilla recubierta A.W.S. E 308 L-16 de Ø 1/8" marca Infra.



Se coloca la cavidad del horno de acero inoxidable con la estructura metálica de acero al carbón.



Para la unión se utiliza varilla recubierta A.W.S. E16 H-16



Se coloca el aislante lana mineral con un espesor 3" en la partes posteriores y laterales.



Se muestra las tapas que cubren el aislante.



Recubierta con el aislante para evitar transferencia de calor.



Se terminan de soldar las ultimas tapas de làmina negra para cubrir el horno.



Parte superior donde posteriormente se colocaran las resistencias.



Se colocan las puertas.



Se colocan las guardas y perforaciones donde posteriormente se utilizaran para colocacion del tablero de control y fuerza.



Colocando los empaques de la puerta.



Se procede a pintar con pistola y un compresor dándole dos pasadas.



Se revisa que no queden detalles por falta de pintura.



Se fabrican los dos cuerpos para los ventiladores



El horno está terminado para colocar el tablero de control y fuerza.



Se instala el tablero de control y de fuerza.



Se instalan los empaques en puerta y marco.



El horno está listo para empacarlo y llevarlo a la planta.



Se protege el horno con hule látex.



Se utiliza el servicio de grúa para el transporte del horno a la planta.



Se coloca el horno en su posición.

## 9. Conclusiones:

Se los resultados obtenidos en el presente estudio, se obtienen las siguientes conclusiones:

- 1.- Se diseña y fabrica un horno con todas las especificaciones que el cliente solicita.
- 2.- Se compara con la fabricación y costo con una empresa en Japón y se concluye que es más barato, también se usaron productos hechos en México como las resistencias, aislante, lamina de acero inoxidable, soldadura, y lo principal mano de obra mexicana. Con un ahorro del 40% comparado con una empresa de Japón.
- 3.- Los métodos para el análisis de los requerimientos y calidad, se usaron 4 como son: Criterio general del análisis de Kano, análisis de modo efecto y falla (AMEF) lluvia de ideas y observación del proceso; queda para otros estudiantes conozcan la importancia de los métodos.
- 4.-Se conoce el proceso de la manguera pelprene se investiga sus características químicas y físicas, y el cambio al tener contacto con la temperatura y estar en un molde para que tuviera la forma que el cliente requería.
- 5.- El uso de la mecatrónica en el diseño y fabricación del horno.
- 6.- El conocimiento de la instrumentación y especificaciones; que quedan para los estudiantes que requieran consultar.
- 7.- Los pasos de fabricación de un horno tanto eléctrico, electrónico y cuerpo del horno.

Recomendaciones:

- 1.- Siempre consultar expertos en la materia, bibliotecas virtuales, libros.

## Bibliografía

1. Ogata K., 2002. Modern Control Engineering. Prentice Hall, 4a. Edición
2. Watlow Electric Manufacturing Company, RTD and Type J Thermocouple meat piercing sensor for food service applications, Internet: <http://www.watlow.com>, consultado en el mes de enero de 2007, clave del catálogo: GOR-R/T5000-126
3. Watlow Electric Manufacturing Company, Temperature Measurement Products, , internet: <http://www.watlow.com>, Consultado en el mes de enero de 2007, clave de catálogo PC-9192
4. Vélez Ignacio, 2008, Estadística para Ingenieros y Administración, Marcombo, 2ª edición
5. Pagina de proveedor de electrodos recubiertos.  
[http://www.infra.com.mx/sectores/productos/mercancias/electrodos/acerosinox/menu\\_electrorevestidos.html](http://www.infra.com.mx/sectores/productos/mercancias/electrodos/acerosinox/menu_electrorevestidos.html)
6. MANUAL DE OPERACIÓN HORNO DE RESISTENCIA ELÉCTRICA del instituto de queretaro. Octubre 2008.
7. Diseño de un horno para ensayos de la resistencia al fuego de los materiales de construcción.sep 2008.