

**RECUPERACION FUNCIONAL DEL EQUIPO THERMOFORMING CENTER 911
DEL LABORATORIO DE PROCESOS DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL
CARIBE**

RAFAEL AUGUSTO PIEDRAHITA OCHOA

JOSE MANUEL CORRALES CESPEDES

UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL CARIBE

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA

BARRANQUILLA

2014

**RECUPERACION FUNCIONAL DEL EQUIPO THERMOFORMING CENTER 911
DEL LABORATORIO DE PROCESOS DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL
CARIBE**

RAFAEL AUGUSTO PIEDRAHITA OCHOA

JOSE MANUEL CORRALES CESPEDES

**Proyecto presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero
Mecánico.**

Director: ING. ANTONIO SALTARIN JIMENEZ

UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL CARIBE

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA

BARRANQUILLA

2014

PAGINA DE ACEPTACIÓN

nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE ANEXOS	8
INTRODUCCIÓN	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1. ANTECEDENTES	10
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	12
2. JUSTIFICACION	13
3. OBJETIVOS	14
3.1. OBJETIVO GENERAL	14
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
4. DELIMITACION	15
4.1. DELIMITACION TECNICA	15
4.1.1. La formación del vacío	15
4.1.2. Dome Blowing	15
4.1.3. El recubrimiento por inmersión de plástico	15
4.1.4. Extrusión	16
4.1.5. Soldadura de plásticos	16
4.1.6. T2K aire caliente Soplete	16
4.2. DELIMITACION TEMPORAL Y ESPACIAL	16
5. MARCO DE REFERENCIA	17
5.1. ESTADO DEL ARTE	17
5.2. MARCO TEÓRICO	18
5.2.1. DESCRIPION DEL EQUIPO	18
5.2.2. PANEL DE CONTROL PRINCIPAL	19
5.2.3. PANELES DE CONTROL HORNO/FORMADO VACÍO & INYECCIÓN MOLDEADO/EXTRUSIÓN	20
5.2.4. REAJUSTE DEL TEMPORIZADOR	22
5.2.5. MÁQUINAS TÉRMICAS	23
5.2.6. PROCESOS DE TERMOFORMADO	24

5.2.6.1.	PROCESO DE TERMOFORMADO AL VACIO	24
5.2.6.2.	PROCESO DE TERMOFORMADO DE PRESION.....	26
5.2.7.	PROCESO DE TERMOFORMADO MECANICO.....	29
5.3.	PROCESO DE FABRICACION DE DOMOS AL VACIO	30
5.3.1.	Bomba de membrana o de diafragma	31
5.3.2.	De cadena lateral.....	32
5.4.	PROCESO DE RECUBRIMIENTO POR LECHO FLUIDIZADO	44
5.4.1.	Materiales de recubrimiento.....	45
5.4.2.	Configurar el centro de termoformado para el proceso de recubrimiento plástico 46	
5.5.	PROCESO DE EXTRUSIÓN PLÁSTICA	48
5.5.1.	Configurar el centro de termoformado para el proceso de extrusión	49
5.6.	PROCESO DE SOLDADURA DE PLÁSTICOS	53
5.6.1.	Configurar del centro de termoformado para el proceso de soldadura .	53
6.	DISEÑO METODOLOGÍCO	57
6.1.	Tipo de investigación.....	57
6.2.	Método utilizado	57
6.2.1.	Fases.....	57
7.	DESCRIPCION DEL PROCESO DE RECUPERACION DEL EQUIPO.....	58
7.1.	RECUPERACION DEL CILINDRO Y EL MOLDE DE INYECCION.	59
7.2.	RECUPERACIÓN DEL CILINDRO NEUMÁTICO Y LAS VÁLVULAS DE AIRE Y LOS HUSILLOS DEL VÁSTAGO	62
7.3.	RECUPERACION DEL CABLEADO, LUCES Y TORNILLERÍA DE LA MAQUINA.....	65
8.	CONCLUSIONES	69
	BIBLIOGRAFÍA	71
	ANEXOS	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	partes de la thermoforming centre 911.....	18
Figura 2	panel de control principal de la thermoforming centre 911.....	19
Figura 3	panel de control para inyección, horno y extrusión.....	21
Figura 4	temporizador, the thermoformign centre 911.....	22
Figura 5	secuencia paso a paso del termoformado al vacío.....	25
Figura 6	pasos 1-2 termoformado de presión	26
Figura 7	pasos 3-4 de termoformado de presión	27
Figura 8	pasos 5-6 de termoformado de presión.....	29
Figura 9	pasos 1-2 de termoformado mecánico.	30
Figura 10	calentamiento de la lámina en el horno para el domo formado	33
Figura 11	domo formado etapa inicial	35
Figura 12	asegurar de forma correcta la plantilla del domo.....	36
Figura 13	como graduar la altura del domo.....	37
Figura 14	modificación de la formación del domo usando una almohadilla presurizada.....	39
Figura 15	ensayo de domo formado.....	40
Figura 16	modificación de la formación del domo usando una máscara de madera.....	41
Figura 17	modificación de la formación del domo con una máscara de acero. ...	42
Figura 18	modificación del domo usando una máscara cilíndrica.	43
Figura 19	lecho fluido plástico	44
Figura 20	recipiente de fluidificación plástica	47
Figura 21	ensayo de recubrimiento plástico	48
Figura 22	estado del husillo y el cilindro de extrusión después de repetidas operaciones.....	50
Figura 23	preparación del plástico para la extrusión	51
Figura 24	partes del proceso de extrusión plástica	52
Figura 25	partes de la tabla de trabajo para soldadura.	53
Figura 26	ensayo de soldadura en la thermoforming centre 911.....	55
Figura 27	partes de la boquilla de soldadura.....	56
Figura 28	Forma original del cilindro de extrusión	59
Figura 29	Cambios realizados a la base del cilindro	60
Figura 30	Nuevo acople del cilindro de extrusión a su base	61
Figura 31	Acople e imagen recortada del nuevo cilindro de extrusión	61
Figura 32	reemplazo de empaques del cilindro neumático de la thermoforming centre	62

Figura 33 engrase y reajuste del cilindro neumático de la thermoforming centre 911	63
Figura 34 válvulas de la thermoforming centre 911	64
Figura 35 husillos nuevos fabricados	65
Figura 36 reparación del cableado de la thermoforming centre.....	66
Figura 37 botón de encendido averiado y tornillería faltante.....	61
Figura 38 producto final del proceso de extrusión realizado en el centro de termoformado de la Universidad Autónoma del Caribe.....	66

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. imágenes del estado inicial de la Thermoforming Centre 991 de la Universidad autónoma del caribe.....	75
Anexo B. proceso de domo formado en la Thermoforming Centre 911 de la Universidad Autónoma del Caribe.....	79
Anexo C. proceso de formado al vacío en la Thermoforming Centre 911 de la Universidad Autónoma del Caribe.....	80

INTRODUCCIÓN

Los procesos de termoformado son de gran importancia en la industria, ya que a partir de ellos se generan una variedad casi infinita de instrumentos y artículos de uso cotidiano, así como también objetos de uso industrial.

El proceso de termoformado se encuentra en las siguientes áreas de la industria como son: empaques, alimenticia, automotriz, publicidad medica etc. Con este proyecto se pretende recuperar la funcionalidad total de la Thermoforming centre 911, cuyos dispositivos estructurales y funcionales, muestran distintos procesos de termoformado, en los cuales, si se tiene el conocimiento completo de su ejecución sería de gran importancia para la formación estudiantil. A partir de ensayos realizados a cada uno de las actividades que se puede realizar, se pretende determinar que modificaciones y/o arreglos recuperarían en su totalidad el dispositivo y mejoraría la funcionalidad orinal del equipo. Luego de realizados los pasos anteriores se procedería a elaborar un manual de operación que incluya una guía de prácticas para asegurar el correcto uso del equipo, en los anexos de documento se muestran las condiciones iniciales en las que el equipo fue encontrado.

El ingeniero estará en contacto usualmente con cualquier tipo de proceso de termoformado, en donde necesitara poseer un conocimiento básico sobre el tema para que pueda desempeñar con eficiencia su labor.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. ANTECEDENTES

El proceso de termoformado se encuentra las siguientes áreas de la industria:

Empaques: Ésta área es la que tiene mayores volúmenes de producción, y se utiliza para el empaqueo de alimentos, autopartes, cosméticos, juguetes, esferas, etc.

Alimenticia: El termoformado se utiliza para la fabricación de platos y vasos desechables (no de unigel) así como para los empaques de materiales médicos, ampollas, cápsulas, pastillas, verduras, huevo, frutas, carnes frías, etc.

Puede verse que esta industria maneja importantes divisas en el sector económico de un país. En Colombia múltiples empresas se desenvuelven en este medio algunos ejemplos de estas son:

Automotriz: En esta área de la industria encontramos piezas internas fabricadas por termoformado para automóviles o externas que no sean estructurales.

Publicidad: Su uso puede ser para señalización y material punto de venta, para piezas con impresión y que generalmente van ensambladas con otros materiales como por ejemplo estructuras de alambón.

Línea blanca y electrónica: Actualmente se utiliza el termoformado para recubrimiento de refrigeradores, lavaplatos, para gabinetes de televisión, radio, ventiladores, etc.

Medica: Generalmente para charolas o empaque, contando con regulaciones estrictas de producción, como por ejemplo, el no uso de materiales reciclados. (1)

Así a su vez al ver la importancia del termoformado en la industria distintas entidades privadas, universidades y demás han incursionado en la construcción, compra o desarrollo de dispositivos y accesorios relacionados con el termoformado como muestra de ello los siguientes ejemplos

Estudiantes de la universidad Ricardo de Palma en Lima, Perú realizaron un proyecto institucional que lleva como título “*Termoformado de Poliestireno Automático*” comandado por el docente José Antonio Velásquez Costa en donde se describe la implementación del prototipo de un proceso de Termoformado de Poliestireno, para ello se emplearon técnicas de automatización para el control automático del proceso. El diseño del prototipo se realizó en un software CAD (Diseño asistido por computadora) y para implementación se requirió actuadores y válvulas neumáticas, un controlador lógico programable (PLC). Todos estos componentes se integraron a una faja transportadora. (2)

Los estudiantes Jairo España y Juan delgado en dirección del ing. Omar A. Gálvez presentan en el 2012 un proyecto en donde ejecutan la construcción de una maquina de termoformado al vacío alimentada por rodillo, haciendo relativamente económica su construcción y con un nivel aceptable de producción, dicho proyecto fue realizado para la Universidad Industrial de Santander la cual avaluó su proyecto y lo ejecuto brindándole a la universidad un dispositivo totalmente autóctono y patentado por los dos estudiantes de la facultad de ingeniería mecánica (3)

La compañía CR Clarke fue fundada en 1974 por Chris Clarke. Con la experiencia industrial de Rolls Royce junto con siete años como profesor de ingeniería. Chris se acercó a la construcción de una máquina de calefacción fácil de usar con plásticos en talleres escolares. Clarke fue el creador de la Thermoforming centre 911 e infinidad de dispositivos diseñados específicamente para procesos industriales relacionados con los plásticos, hoy en día es uno de los mayores proveedores mundiales de máquinas termoformadoras y en donde su productos abarcan la gran mayoría de los países europeos, la india, Australia, Estados Unidos, Canadá y Colombia este último como puerta de entrada a sur américa. (4)

En Colombia diversas empresas basan sus ingresos en la fabricación de productos derivados del plástico para ello utilizan múltiples dispositivos para trabajarlo, algunos ejemplos de estas empresas son:

- Acepack S.A cl 40 S 68 A-76 Bogotá
- Antioqueña de Máquinas y CIA. S.A.S Cr54 49-30 Medellín
- Artedesc Ltda. Av8 N 49 Norte-70 Cali
- Termoformados y troquelados Cl 22H 110-57 P-2 Bogotá
- Grupo Phoenix cr58 75-158 of 501 Barranquilla.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el laboratorio de procesos industriales de la Universidad Autónoma del Caribe, se tiene un equipo de laboratorio denominado THERMOFORMING CENTRE-CLARKE MODEL 911 HME4151 que actualmente se encuentra inutilizable por falta de mantenimiento y daño en algunos componentes funcionales claves, como es el cilindro de potencia para el proceso de extrusión y algunos controles de los procesos de calentamiento y termoformado al vacío. En referencia a los procesos de extrusión, el equipo presenta en el molde correspondiente un problema de desensamble después de inyectar el producto, porque los tornillos de unión dificultan el retiro de la base del crucible (cilindro de extrusión). Esto aumenta en gran medida el tiempo en que se pasa de una extrusión a otra, porque el plástico al enfriarse invade las cavidades de los tornillos impidiendo la fácil remoción de este. Para agilizar los numerosos procesos de extrusión que se quiera realizar se debe realizar un cambio en la forma en que se asegura la base del cilindro de extrusión para que a cualquier persona, empresa o entidad que quiera realizar este proceso en la Thermoforming centre 911, lo realice de manera más rápida acortando los plazos entre cada extrusión. Además el excesivo tiempo para retirar el producto del molde, atenta contra la calidad final del resultado obtenido, tanto que algunas veces la pieza plástica se pega al molde y el único modo de retirarla es destruyéndola.

En relación a la problemática planteada los autores se plantean el siguiente interrogante:

¿Con que modificaciones y/o arreglos se solucionará el problema del cilindro de extrusión y se recuperara la total funcionalidad del equipo Thermoforming centre 911 encontrado en el laboratorio de procesos de la Universidad Autónoma del Caribe?

Para darle solución al problema del cilindro extrusión se realizó una modificación a la estructura de agarre de la base del cilindro que esta explicada debidamente en la sección de resultados recuperación del cilindro (7) en donde además de darle solución a este problema mostramos todo el mantenimiento realizado para la recuperación de la funcionalidad total del equipo.

2. JUSTIFICACION

Con la elaboración de este proyecto se avanzará en tres sectores importantes del proceso de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería que tengan acceso a este dispositivo mejorando el laboratorio de procesos de la Universidad Autónoma del Caribe, brindando a los docente una nueva herramienta didáctica y recuperando un equipo que desde ya hace mucho se encuentra inutilizable. Se mejorará las competencias, los estudiantes adquirirán nuevos conocimientos acerca de los procesos de termoformado que son de gran importancia en la industria y Mejoras en la investigación sobre todo lo relacionado con los procesos aplicados a los plásticos, mejorara los procesos de extrusión plástica realizados en la Thermoforming centre 911 acortando los plazos entre cada extrusión agilizando así este proceso que es realizado en no solo laboratorios universitarios si no que se realiza en distintas empresas de Colombia y el mundo para la elaboración de piezas plásticas

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

- Recuperar la funcionalidad total de la Thermoforming centre 911 para mejorar la formación estudiantil en el área de procesos con materiales plásticos

3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Analizar el manual del fabricante para conocer las prestaciones del equipo
2. Evaluar los actuales funciones que el equipo tiene para desarrollar las modificaciones y/o reparaciones que recuperen su funcionalidad
3. Realizar pruebas de cada uno de los seis procesos que pueden realizarse con la máquina para validar su correcto funcionamiento
4. Elaborar un manual de operación que incluya una guía de prácticas para asegurar el correcto uso del equipo

4. DELIMITACION

4.1. DELIMITACION TECNICA

Este proyecto se utilizara un equipamiento didáctico técnico de Thermoforming Centre 911 que ofrece cinco procesos de termoformado en una sola máquina. Un sistema de calentador de cerámica de dos zonas asegura un calentamiento uniforme de la formación del vacío y también calienta el horno del ventilador circular. Un interruptor giratorio permite que el operador seleccione el proceso requerido, mientras que un temporizador digital con alarma audible proporciona una guía de sincronización útil. Procesos que se incluyen son:

4.1.1. La formación del vacío

Para este proceso de formación al vacío se incluyen dos tamaños para la hoja plástica que se utilizara en el procedimiento las cuales son:

Tamaño de la hoja 305 x 305 mm, tamaño de apertura de 279 x 279mm.

Tamaño de la hoja 305 x 152 mm, tamaño de apertura de 279 x 127 mm.

Máximo 115 mm altura del molde

4.1.2. Domo formado

Un acrílico fundido o lámina de PVC se calienta en el horno. Se transfiere a la placa de soplado de la bóveda, sujeta, y el aire comprimido aplicado debajo de ella. Esto forma el material en un hemisferio uniforme. La máquina se suministra con anillos de 305mm, 225mm y 150mm de diámetro cúpulas

4.1.3. El recubrimiento por inmersión de plástico

Un tanque de 5 litros que contiene polvo termoplástico se carga en la máquina. El aire comprimido es forzado a través del polvo para airear, haciendo que se comporte como un fluido. El elemento de metal a recubrir se calienta en el horno y luego se sumerge en el polvo fluidizado. El polvo se adhiere al metal caliente. Una vez que el artículo se retira del depósito de polvo fluye para formar un revestimiento liso.

4.1.4. Extrusión

La extrusión también se lleva a cabo en la unidad de moldeo por inyección, con el material calentado se extruye a través de una boquilla de la sección I en un tubo de agua de refrigeración.

4.1.5. Soldadura de plásticos

Un soplete de aire caliente industrial está integrado en la máquina para la soldadura de materiales resistentes a los solventes (por ejemplo, polipropileno). A veces el trabajo de la tabla da soporte para materiales que se están soldadas a lo largo de un tope de inclinación calibrado para ajustar los ángulos.

4.1.6. T2K Soplete de aire caliente

La antorcha de soldadura de aire caliente que se suministra con el Centro de termoformado 911 también está disponible como una sola unidad (5)

4.2. DELIMITACION TEMPORAL Y ESPACIAL

Este proyecto se realizara con estudios teóricos y experimentales en la unidad de termoformado de la universidad autónoma del caribe, donde se realizaran una recolección de datos con diferentes variables de entrada y también de salida, este proyecto de grado se realizara durante el transcurso del año 2014.

5. MARCO DE REFERENCIA.

5.1. ESTADO DEL ARTE

El Termoformado se ha beneficiado de las aplicaciones de la tecnología de la ingeniería, aunque el proceso de formación básica es muy similar a lo que fue inventado hace muchos años. Controles del microprocesador y de la computadora en la maquinaria más moderna permiten que se tome mayor control del proceso y la repetitividad de las configuraciones del mismo trabajo de un ciclo de producción con la capacidad de guardar horno y calentador de ajustes de sincronización de procesos entre puestos de trabajo. La capacidad de colocar lámina formada en una estación de recorte en línea para el registro de corte más preciso ha sido enormemente mejorada debido al uso común de los servomotores eléctricos para la indización en cadena frente a los cilindros de aire, bastidores de engranajes y embragues en máquinas antiguas. Servomotores eléctricos también se utilizan en algunas máquinas que forman modernos y más sofisticados para el accionamiento de los platos de la máquina donde se montan forma y recorte de herramientas, en lugar de los cilindros de aire que tradicionalmente han sido el estándar de la industria, que proporciona un control más preciso sobre el cierre y la velocidad de apertura y temporización del utillaje. Cuarzo y radiante de pantalla calentadores del horno generalmente proveen más precisa y completa de calefacción sábana sobre mayores calefactores de cal en forma de varilla, y permiten mejor para la zonificación de los hornos en áreas de calor ajustable. (6)

Así, ante la necesidad del consumo racional de la energía, resulta conveniente el mejorar el funcionamiento de los sistemas de compresión de vapor. Estas mejoras deben de ir encaminadas tanto hacia el diseño de componentes como una óptima operación eficiente del sistema libre de anomalías y degradaciones. De tal manera, para mejorar el funcionamiento y gestión de este tipo de instalaciones resulta conveniente disponer de un modelo del sistema capaz de predecir su funcionamiento ante los principales cambios en las variables de operación.

Así, bajo estas premisas se recurre al modelado, siendo uno de los objetivos del modelado lograr un mejor entendimiento de las características de un sistema. Para esto, es necesario describir aspectos importantes del sistema en términos de relaciones matemáticas. Para un sistema de refrigeración esto significa definir relaciones para cada componente. Resolviendo estas relaciones simultáneamente se debe obtener una predicción acerca de la operación del sistema. Tipo tornillo,

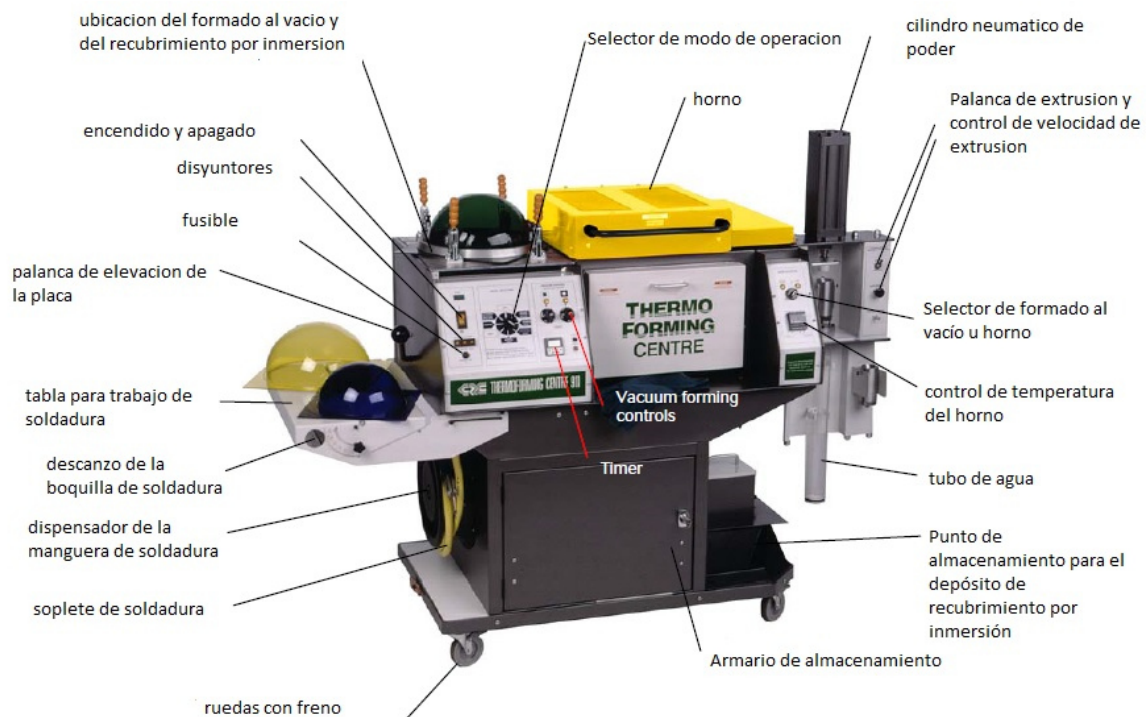
refrigeración doméstica, sistemas complejos de compresión de vapor entre otros.
(7)

5.2. MARCO TEÓRICO

5.2.1. DESCRIPION DEL EQUIPO.

La figura 1 muestra la identificación de las partes principales y de los controles del equipo en análisis.

Figura 1 Partes de la Thermoforming Centre 911

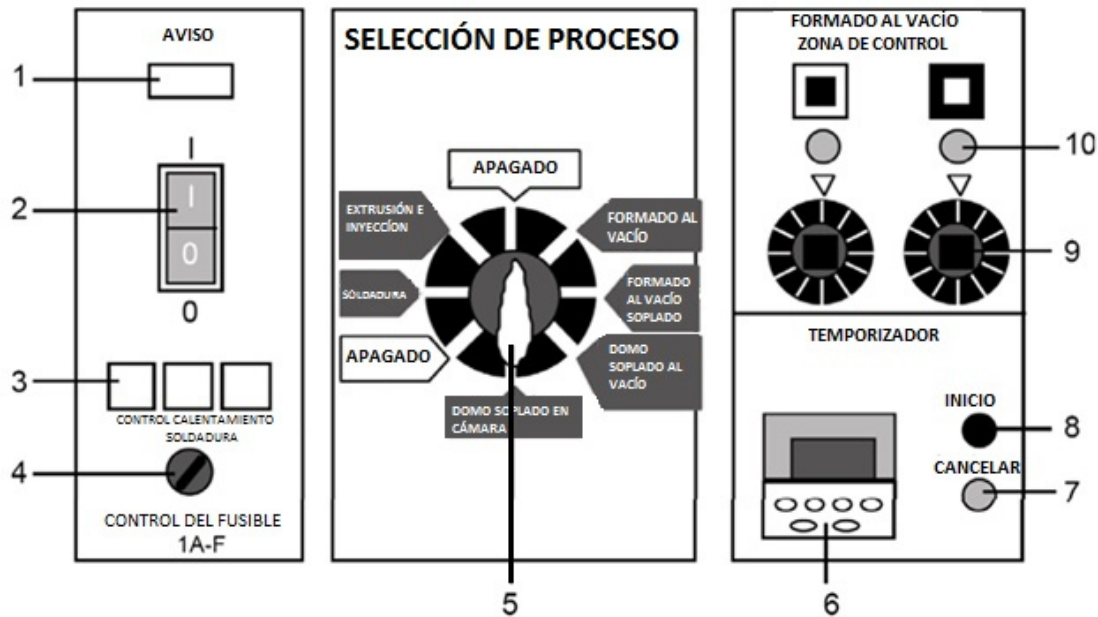


*Pennsylvania College of Technology, "Thermoforming Center of Excellence",
<http://www.pct.edu/pirc/docs/1374PIRCThermobookletWEB.pdf>*

5.2.2. PANEL DE CONTROL PRINCIPAL

La figura 2 muestra el panel de control principal del equipo, aquí se encuentra la luz que indica que se está recibiendo energía eléctrica, al conectar el equipo a la red, el bombillo verde se enciende. Antes de conectar a la red eléctrica, debe asegurarse que el switch de encendido se encuentre en posición o desactivado. El switch de encendido 7 apagado, es el botón amarillo, con las letras parte superior I (posición de encendido) y parte inferior O (posición de apagado)

Figura 2 panel de control principal de la Thermoforming centre 911



The Thermoforming centre 911 inst. Operating & Maintenance Instructions The Thermoforming Centre 911. Cincinnatti Milacron USA: inssue.inc, 2007.

1. indicador luminoso de alimentación de red. Iluminado verde cuando la energía está disponible para la máquina.

2. Interruptor de red eléctrica. 1 cuando está en posición, 0 es fuera de posición. Naranja iluminada cuando la máquina está encendida. Si se interrumpe la fuente eléctrica, este vuelve a la posición (0) y tendrá que reposicionarse en forma manual.

3. interruptores de bomba de vacío, calentador y soldadura antorcha. Si cualquier de estos sistemas encuentran una sobrecarga de energía, saltará el interruptor para proteger la circuito. Si estos están apareciendo con frecuencia, póngase en contacto con su proveedor.

4. control fusible. Si está disponible para la máquina pero no se enciende, Mira este fusible y desenroscarlo del panel de control. Reemplazar con 1A-F (recambios suministrados con la máquina).

5. selector de proceso (PSS). Entrega el suministro de aire para cada proceso y proporciona dos posiciones.

6. contador de tiempo.

7. botón de cancelación del temporizador. Cancela él temporizador en cualquier punto durante su ciclo.

8. temporizador iniciar botón

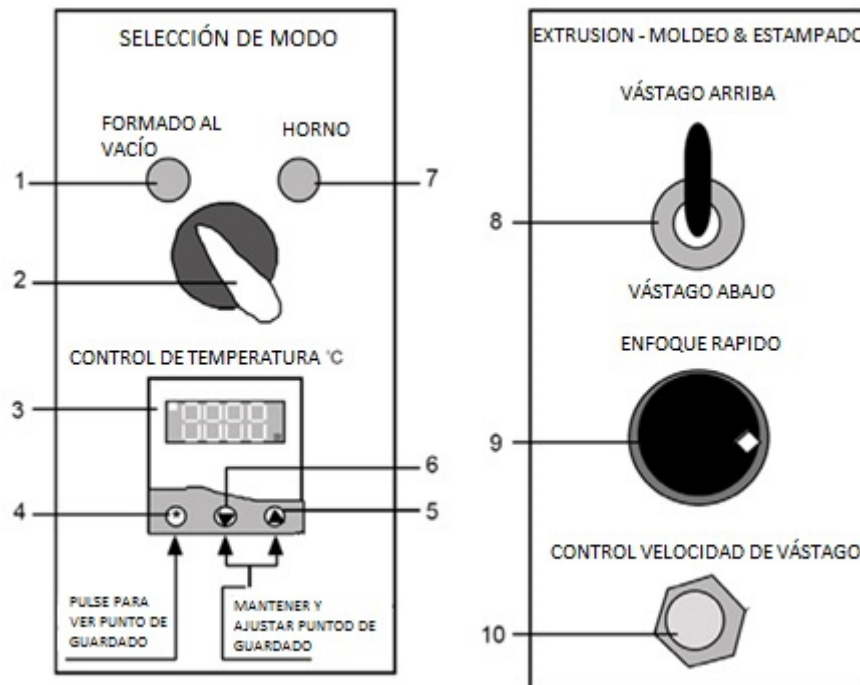
9. controla la potencia del calentador que forma el vacío. La potencia del calentador para la formación de vacío es separada en zonas de calentamiento externo e interno. Cada zona tiene un rotatorio regulador de la energía que aumenta o reduce la cantidad de calor emitidos. Para los procesos de formación de vacío los calentadores se ejecutarán en plena energía. NB estos controles sólo funcionan cuando Vacuum Forming está seleccionado en el horno vacío formando Panel de Control (horno/Vacuum Forming & inyección moldeo/extrusión paneles de Control más adelante).

10. luces indicadoras de calefacción eléctrica. Se ilumina naranja cuando hay potencia de los calentadores (en modo Vacuum Forming).

5.2.3. PANELES DE CONTROL HORNO/FORMADO VACÍO & INYECCIÓN MOLDEADO/EXTRUSIÓN

La figura 3 nos muestra los paneles encargados del control de las funciones de inyección, extrusión y horno en donde con el botón numero 2 podemos seleccionar si queremos realizar un vacuum forming o colocar la maquina en modo horno para calentar alguna pieza, debajo de esta encontramos el temporizador y sus botones de configuración y en el segundo panel vemos el control del vástago del cilindro neumático donde podemos controlar su velocidad de bajada y retorno así como la aplicación de las mismas

Figura 3 Panel de control para inyección, horno y extrusión



The Thermoforming centre 911 inst. Operating & Maintenance Instructions The Thermoforming Centre 911. Cincinnatti Milacron USA: inssue.inc, 2007.

1. luz indicadora de formado al vacío. Iluminada naranja durante el modo de formación del vacío (asegurarse de que el horno este vacío).
2. interruptor selector de modo. Selecciona formación al vacío o modo horno
3. termorregulador. Controles y muestra la temperatura en el horno cuando el horno es seleccionado con el interruptor (2). Cuando formado al vacío es seleccionado, el controlador mostrará el temperatura pero no controlarlo. Cada tiempo la máquina está activada el control de la temperatura se ejecuta una rutina de auto-comprobación.
4. 'botón inicio'. Presione y sostenga esto para ver o modificar la temperatura
5. 'estrella arriba'. Con el botón estrella arriba, la temperatura puede ser aumentada pulsando este botón.

6. 'estrella abajo. Con el botón estrella abajo la temperatura puede ser disminuida pulsando este botón

7. luz indicadora del modo horno. Naranja iluminada durante el modo de horno.

8. interruptor de palanca vástago arriba/abajo. Extrusión/inyección moldeo es seleccionada por el PSS, el martillo neumático se puede mover para arriba o abajo seleccionando el movimiento relevante.

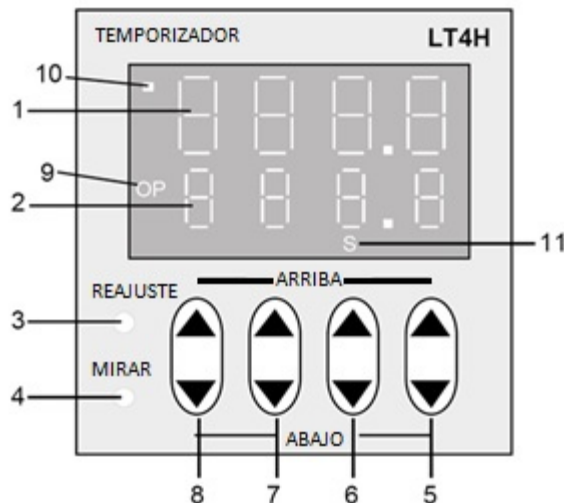
9. botón de enfoque rápido. Cuando el martillo neumático se dedica y viaja hacia arriba o hacia abajo, su puede aumentarse la velocidad presionando este botón.

10. Control de velocidad del vástago. La velocidad de desplazamiento normal puede ajustarse. Cuando estés satisfecho con la velocidad, vuelva a apretar la contratuerca.

5.2.4. REAJUSTE DEL TEMPORIZADOR

La figura 4 nos muestra el temporizador de una forma más detallada dando a conocer todas sus partes y posteriormente la explicación de cómo se realiza la modificación del control del tiempo.

Figura 4 Temporizador



1. Muestra el tiempo transcurrido cuando el ciclo comienza (en segundos). Pantalla iluminada de rojo.
2. pantalla de tiempo. Muestra el tiempo (en segundos) y se puede ajustar el temporizador cuando está en pausa o durante un ciclo. Pantalla iluminada de naranja.
3. botón de reinicio. Cancela ciclo de temporización.
4. botón de cierre. Cierra el tiempo, se puede ajustar presionando los botones al alternar 5.6.7 o 8. Al presionar el botón de cierre se desbloquea
5. botón para alternar las decimas de segundos. Presionar la flecha hacia abajo para disminuir décimas de segundos y la flecha hacia arriba para aumentar décimas de segundos (entre 0 & 9).
6. botón para activar los segundos. Presiona la flecha abajo para disminuir segundos y la flecha hacia arriba para aumentar segundos (entre 0 y 9).
7. botón para alternar decenas de segundos. Presiona la flecha hacia abajo para disminuir decenas de segundos y la flecha hacia arriba para aumentar las decenas de segundos (entre 0 & 9).
8. botón para alternar centenas de segundos. Pulse la flecha hacia abajo para disminuir cientos de segundos y la flecha hacia arriba para aumentar cientos de segundos (entre 0 y 9).
9. indicador de funcionamiento. Ilumina naranja, parpadea durante el ciclo.
10. indicador operacional secundario. Parpadea en rojo iluminado, durante el ciclo.
11. formato indicador. Iluminada naranja, (normalmente los segundos).

5.2.5. MÁQUINAS TÉRMICAS

Una maquina térmica se puede definir como un dispositivo que funciona en un ciclo termodinámico y que realiza cierta cantidad de trabajo neto positivo a través de la transferencia de calor desde un cuerpo a temperatura elevada y hacia un cuerpo a baja temperatura. Con frecuencia el termino maquina térmica se utiliza en un sentido más amplio que incluye a todos los dispositivos que producen trabajo. Entre las que tenemos las maquinas refrigerantes y las bombas de calor.

El mejor ejemplo de estas máquinas térmicas son los refrigeradores y bombas de calor que tienen como fin enfriar o calentar un entorno.

5.2.6. PROCESOS DE TERMOFORMADO

El termoformado es un proceso en el que una lámina termoplástica plana es calentada y deformada en la forma deseada. El proceso es ampliamente utilizado en los envases de productos de consumo y para la fabricación de piezas grandes como bañeras, tragaluces contorneados, y los revestimientos de las puertas internas de los frigoríficos.

Termoformado consta de dos pasos principales: calentamiento y formando. El calentamiento se realiza normalmente mediante calentadores eléctricos radiantes, situados en uno o ambos lados de la lámina de plástico a partir de una distancia de aproximadamente 125 mm (5 pulgadas). Duración del ciclo de calentamiento necesaria para ablandar suficientemente la hoja depende de la de polímero, su espesor y color. Los métodos por los cuales se lleva a cabo la etapa de formación se pueden clasificar en tres categorías básicas: (1) de termoconformado al vacío, (2) la presión de termoformado, y (3) de termoconformado mecánica. En nuestra discusión de estos métodos, se describe la formación de la hoja de valores; en la industria del embalaje, la mayoría de las operaciones de termoformado se realizan en películas delgadas. (8)

5.2.6.1. PROCESO DE TERMOFORMADO AL VACÍO

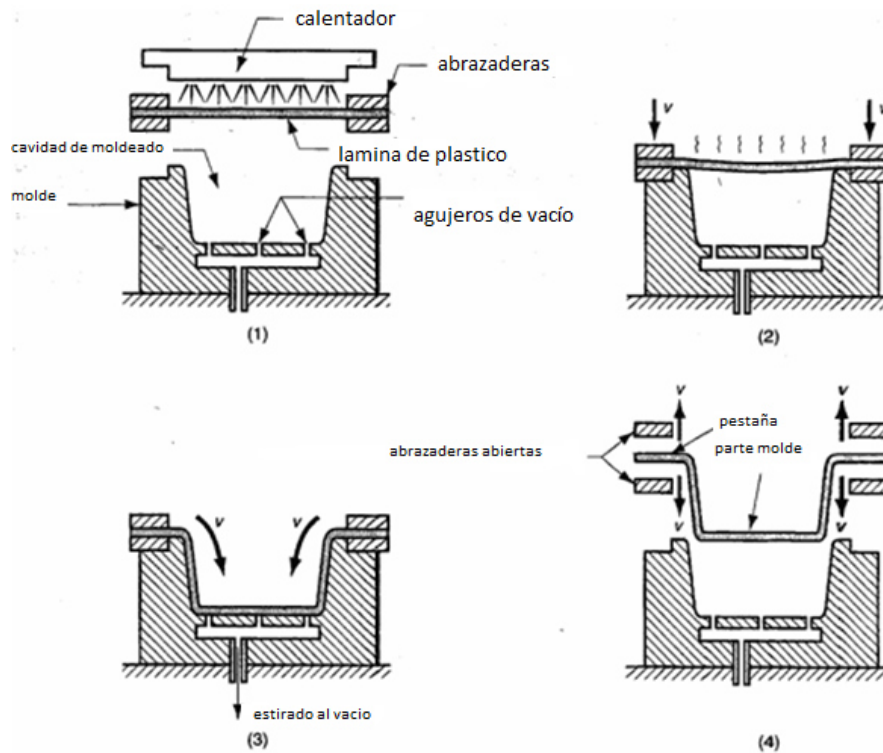
El primer método fue termoformado al vacío (llamado simplemente la formación del vacío cuando fue desarrollado en la década de 1950), en la que se utiliza presión negativa para extraer una hoja precalentada en una cavidad de molde. El proceso se explica a continuación en su forma más básica. Los agujeros para el dibujo de vacío en el molde son del orden de 0,8 mm (0,031 pulgadas) de diámetro, por lo que su efecto sobre la superficie de plástico es de menor importancia.

Termoformado al vacío: (1) una lámina de plástico plana se ablanda por calentamiento; (2) la hoja ablandada se coloca sobre una cavidad de molde

cóncava; (3) un vacío aspira la hoja en la cavidad; y (4) el plástico se endurece en contacto con la superficie del molde frío, y la pieza se retira y posteriormente recortado

La figura 5 nos deja ver paso a paso el formado al vacío en donde una lámina es precalentada ya sea en el horno de la maquina o con el calentador movable en que se encuentra en la parte superior de la máquina y luego ajustada con las abrazaderas para luego ser moldeada por una pieza fría que posteriormente es retirada dejando su forma impregnada en la lamina

Figura 5 secuencia paso a paso del termoformado al vacío



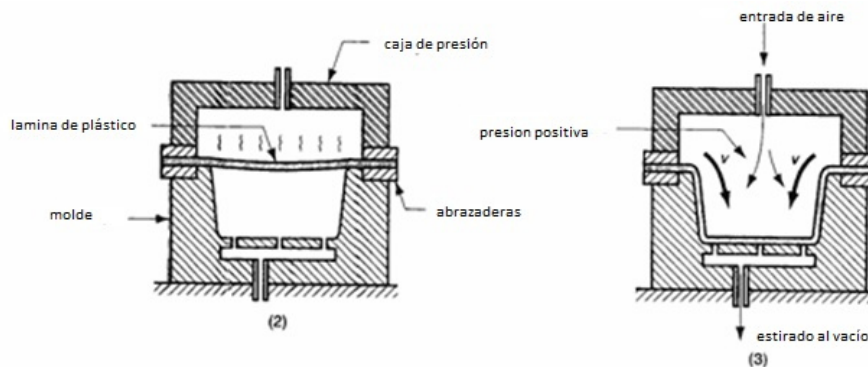
J.L. Throne, *Understanding Thermoforming*, Hanser Gardner Publications, Inc., Cincinnati OH, 1999.

5.2.6.2. PROCESO DE TERMOFORMADO DE PRESION

Una alternativa a la formación del vacío implica presión positiva para forzar el plástico caliente en la cavidad del molde. Esto se llama termoformado presión o golpe que forma su ventaja sobre la formación del vacío es que las presiones más altas pueden ser desarrolladas porque este último se limita a un máximo teórico de 1 atm. Blow-formación de presiones de 3 a 4 atm son comunes. La secuencia de proceso es similar a la anterior, con la diferencia de que la lámina se presuriza desde arriba en la cavidad del molde. Los orificios de ventilación se proporcionan en el molde para extraer el aire atrapado. La parte de formación de la secuencia (pasos 2 y 3) se ilustra a continuación

En la figura 6 podemos observar como es el proceso de moldeado al vacío sin la utilización de una pieza fría y en donde la lámina precalentada en (2) es ubicada en las abrazaderas y en (3) vemos como la lámina se presuriza hasta el fondo del molde del cual tomara la forma todo esto posible gracias a la presión ejercida por la cámara de vacío, este tipo de formado al vacío es conocido como moldeado positivo cóncavo.

Figura 6 pasos 1-2 termoformado de presión



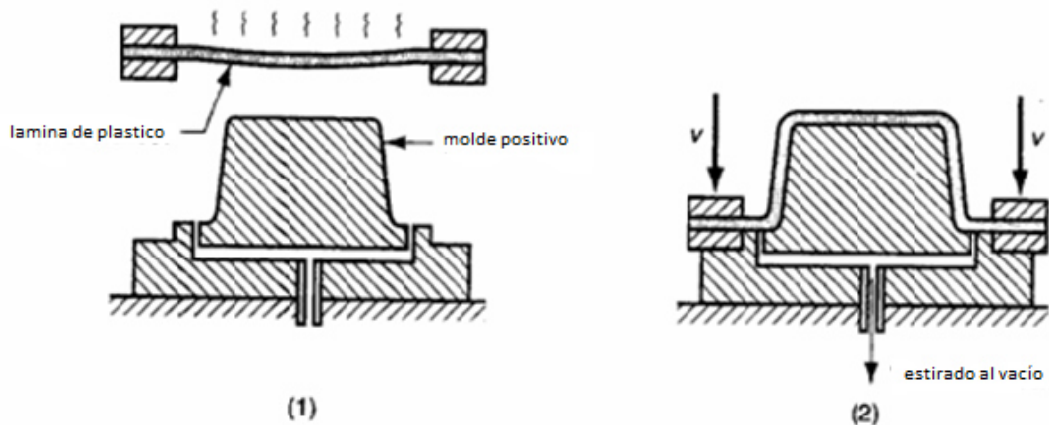
J.L. Throne, Understanding Thermoforming, Hanser Gardner Publications, Inc., Cincinnati OH, 1999.

En el termoformado de presión La secuencia es similar a la figura anterior, la diferencia siendo: (2) de hoja se coloca sobre una cavidad de molde; y (3) de presión positiva obliga a la hoja en la cavidad.

En este punto, es útil distinguir entre moldes negativos y positivos. Los moldes que se muestran arriba son moldes negativos porque tienen cavidades cóncavas. Un molde positivo tiene una forma convexa. Ambos tipos se utilizan en termoformado. En el caso del molde positivo, la hoja calentada se monta sobre la forma convexa y negativa o presión positiva se utiliza para forzar el plástico contra la superficie del molde. El molde positivo se muestra en la continuación para el caso de formación de vacío.

La figura 7 nos muestra un moldeado de forma negativa en donde la lámina adquiere una forma convexa y es conocido como moldeado negativo ya que a la lámina se le ejerce una presión de abajo hacia arriba con un molde de forma convexa y el cual determinara la forma final de la lámina

Figura 7 pasos 3-4 de termoformado de presión



J.L. Throne, *Understanding Thermoforming*, Hanser Gardner Publications, Inc., Cincinnati OH, 1999.

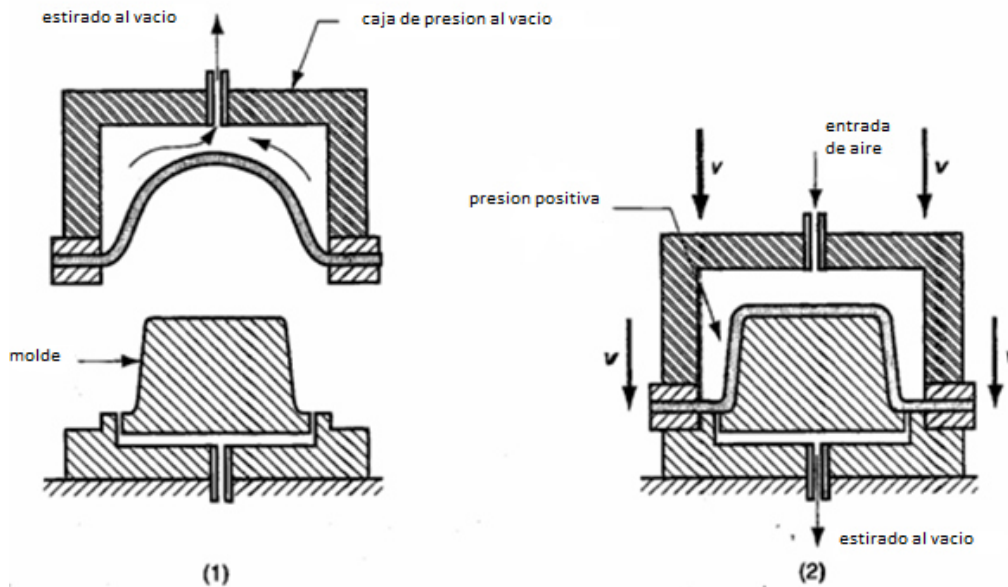
El uso de un molde positivo en termoformado al vacío: (1) la hoja de plástico calentada se coloca encima del molde convexo y (2) la pinza se baja en posición cubriendo la hoja sobre el molde como un vacío obliga a la hoja contra la superficie del molde.

La diferencia entre los moldes positivos y negativos puede parecer poco importante, ya que las formas de la pieza son virtualmente idénticas, como se muestra en los diagramas. Sin embargo, si la parte se introduce en el molde negativo, entonces su superficie exterior tendrá el contorno de la superficie exacta de la cavidad del molde. La superficie interior será una aproximación del contorno y poseerá un acabado correspondiente a la de la hoja de partida. Por el contrario, si la hoja se monta sobre un molde positivo, entonces su superficie interior será idéntica a la del molde convexo; y su superficie exterior seguirá aproximadamente. Dependiendo de los requisitos del producto, esta distinción podría ser importante.

Otra diferencia está en el adelgazamiento de la lámina de plástico, uno de los problemas en termoformado. A menos que el contorno del molde es muy poco profundo, habrá adelgazamiento significativo de la hoja a medida que se estira para adaptarse al contorno del molde. Moldes positivos y negativos producen un patrón diferente de adelgazamiento en una parte dada. Considere nuestra parte en forma de cuba como un ejemplo. En el molde positivo, como la hoja se monta sobre la forma convexa, la porción de toma de contacto con la superficie superior (correspondiente a la base de la bañera) se solidifica rápidamente y prácticamente no sufre estiramiento. Esto resulta en una base de espesor pero con adelgazamiento significativo en las paredes de la bañera. Por el contrario, se produce un molde negativo en una distribución más uniforme de estiramiento y adelgazamiento en la hoja antes se hace contacto con la superficie fría.

Una manera de mejorar la distribución de adelgazamiento con un molde positivo es para pre-estiramiento de la hoja antes de drapeado que más de la forma convexa. Como se muestra en la figura a continuación, la lámina de plástico calentada se estira de manera uniforme por la presión de vacío en una forma esférica antes de su elaboración sobre el molde.

Figura 8 pasos 5-6 de termoformado de presión



J.L. Throne, *Understanding Thermoforming*, Hanser Gardner Publications, Inc., Cincinnati OH, 1999.

Pre estiré la hoja en (1) antes de drapeado y pasar la aspiradora sobre un molde positivo.

El primer paso se representa en la trama (1) de la figura anterior puede ser utilizado solo como un método para producir piezas en forma de globo, tales como ventanas de claraboya y cúpulas transparentes. En el proceso, se aplica presión de aire estrechamente controlado para inflar la hoja suave. Se mantiene la presión hasta que la forma requerida se ha solidificado.

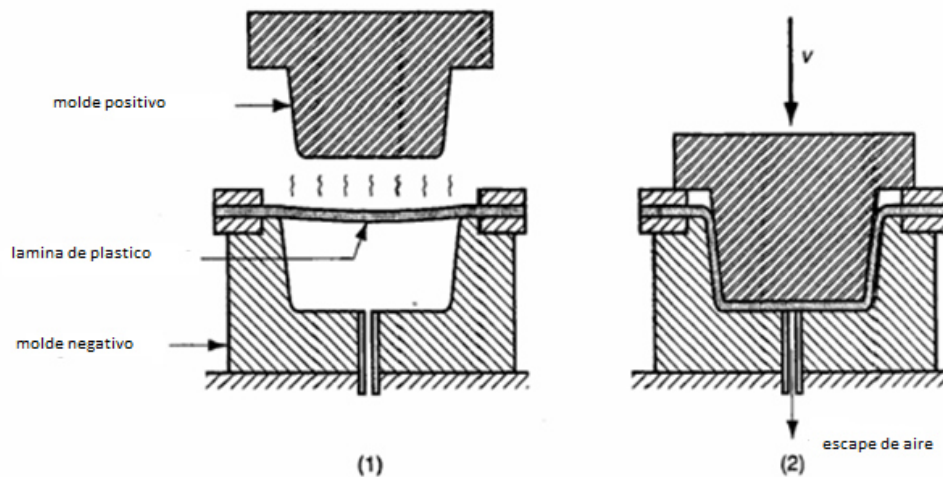
5.2.7. PROCESO DE TERMOFORMADO MECANICO

El tercer método, llamado termoformado mecánica, utiliza a juego moldes positivos y negativos que se juntan contra la lámina de plástico se calienta, lo que obligó a asumir su forma. En la pura mecánica método de formación, la presión del aire (positiva o negativa) no se utiliza en absoluto. El proceso se ilustra a continuación.

Sus ventajas son un mejor control dimensional y la oportunidad para la superficie detalla en ambos lados de la parte. La desventaja es que se requieren dos mitades del molde; los moldes para los otros dos métodos son por lo tanto menos costosa. (9)

La Figura 9 nos enseña cómo se realiza un termoformado mecánico en donde una pieza fría y sólida ejerce una fuerza mecánica sobre la lámina precalentada determinado su forma final

Figura 9 pasos 1-2 de termoformado mecánico



J.L. Throne, Understanding Thermoforming, Hanser Gardner Publications, Inc., Cincinnati OH, 1999.

5.3. PROCESO DE FABRICACION DE DOMOS AL VACIO

Una bomba de vacío extrae moléculas de gas de un volumen sellado, para crear un vacío parcial

Características de algunas bombas de vacío:

- Alta velocidad de bombeo en el campo de presión absoluta, comprendido entre 850 y 0,5 mbar.

- Bajo nivel sonoro.
- Ausencia de contaminación.
- Refrigeración por aire.
- Construcción particularmente robusta.
- Mantenimiento reducido.

5.3.1. Bomba de membrana o de diafragma

Una bomba de membrana o de diafragma es una bomba de desplazamiento positivo que, para bombear líquido, combina la acción recíproca de un diafragma de teflón o caucho y de válvulas que abren y cierran de acuerdo al movimiento del diafragma. A veces a este tipo de bomba también se llama bomba de membrana. Hay tres tipos principales de bomba de diafragma:

- El de primer tipo, el diafragma se sella con un lado en el líquido que se bombeará, y el otro en aire o líquido hidráulico. El diafragma se dobla, haciendo que el volumen del compartimiento de la bomba aumente y disminuya. Un par de válvulas previene que la corriente tenga un movimiento contrario.
- Como se describe anteriormente, el segundo tipo de bomba de diafragma trabaja con la dislocación positiva volumétrica, pero diferencia en que lo que mueve al diafragma no es ni aceite ni aire, sino que tiene un funcionamiento electromecánico a través de una impulsión engranada del motor. Este método dobla el diafragma con una acción mecánica simple, y un lado del diafragma está abierto al aire.
- El tercer tipo de bomba de diafragma tiene uno o más diafragmas sin sellar con el líquido que se bombeará en ambos lados. Los diafragmas se doblan otra vez, haciendo cambiar el volumen.

Cuando el volumen de un compartimiento de cualquier tipo se aumenta el diafragma baja, la presión disminuye y el líquido entra dentro del compartimiento. Cuando la presión del compartimiento aumenta (ya que el volumen disminuye), el diafragma sube y el líquido guardado previamente adentro es forzado a salir. Finalmente, el diafragma baja impulsando de nuevo más líquido dentro del compartimiento, terminando el ciclo. Esta acción es similar a la del cilindro de un motor de combustión interna.

Las bombas de diafragma se pueden utilizar para hacer corazones artificiales. (10)

5.3.2. De cadena lateral

Las máquinas extractoras de canal lateral están conceptuadas según el principio de los canales laterales. Funcionan tanto en aspiración como en compresión y han sido proyectadas para trabajar en servicio permanente.

Mediante un rodete especial, el aire aspirado está obligado a seguir un recorrido en espiral y asimismo sometido a reiteradas aceleraciones incrementando así la presión diferencial del fluido transportado a través del soplante.

El rodete está montado directamente sobre el eje del motor y todas las partes giratorias están dinámicamente equilibradas, obteniéndose así una ausencia prácticamente total de vibraciones. Los soplantes de canal lateral están normalmente contruidos totalmente en aluminio moldeado a presión.

Es importante apreciar que el aire o gas aspirado o comprimido se mantiene limpio, y libre de rastros de aceite, ya que ningún tipo de lubricación es necesaria en los soplantes de canal lateral.

El nivel sonoro normalmente estará alrededor de los 70 dB y los niveles de vibración son prácticamente inexistentes, lo cual implica que normalmente no se requiere ningún tipo de anti vibradores y/o cabina acústica.

Cabe reiterar que estos equipos pueden ser montados tanto en forma vertical como horizontal, dando así aún más flexibilidad de diseño al sistema en el cual se lo incorpora.

Los soplantes de canal lateral son generalmente usados en sistemas de:

- Transporte neumático
- Plantas purificadores de agua
- Industria textil
- Equipamientos de limpieza industrial

Y otras aplicaciones donde existe la necesidad de aire o gas limpio.

Estos soplantes alcanzan caudales de hasta 1.500 m³/h y una depresión máxima de 450 mbar. (11)

5.3.2.1. Configurar el centro de termoformado para el proceso de creación de domos al vacío

Se debe direccionar el interruptor en el modo horno y en el panel de control seleccione la operación formado de domos al vacío, para el horno gradúe la temperatura a 160°C (Cast acrílico) o 140°C (PVC) (el horno tomará 10 a 15 minutos a llegar a temperatura de funcionamiento).

Cuando el horno llegue hasta temperatura, se debe colocar la hoja termoplástica en el horno cerrar la puerta. Luego ajustar el temporizador teniendo en cuenta que son 4 min por cada milímetro de espesor

En la figura 10 se observa la lámina que se usara para la formación del domo es introducida al horno para ser precalentada hasta, una temperatura determinada por el material de él que está hecha con el fin de aumentar su flexibilidad y que esta logre así expandir su tamaño en la formación del domo

Figura 10 Calentamiento de la lámina en el horno para el domo formado



Imagen tomada por los autores a la Thermoforming Centre 911 de la Universidad Autónoma del Caribe

Asegurarse de que no hay nada en el cámara de vacío, cúpula de soplado y que la ubicación de la platina del rodillo de elevación se encuentra abajo

Se debe deslizar la voladura de la cúpula de la placa en a la ubicación para que el abrazadera abra en el frente (en la parte posterior a los tensionadores que adhieren la placa) y levantar la platina para conectar el aire por pullenado la

platina elevando la manija hacia abajo y hacia adelante hasta que quede en posición horizontal. Decidir qué tamaño de cúpula vas a realizar y montar el anillo de abrazadera adecuada.

- Dispone de la abrazadera de 12 " a se comió el pl y no requiere otros adjuntos.
- El anillo de abrazadera 9 "está asegurado al anillo de 12" usando los 4 pernos de volante.

- El 6 "abrazadera está atornillado al anillo 12" usando los 4 pernos de volante.

Ajuste los sujetadores para el grueso de la hoja (ver diagrama).

- El objetivo es ajustar las palancas para que, cada abrazadera puede bloquearse suavemente en su lugar a la hoja de más fino material. Colocando una hoja unos 2 milímetros más fina para ayudar con la sujeción sujeción de la hoja actual, esta acción bloqueante será entonces muy firme y proporcionar una adecuada presión de sujeción. (12)

En la figura 11 vemos como la lámina luego de ser precalentada pasa a ser asegurada con las abrazaderas de la cúpula que y posteriormente se configura la máquina para comenzar el proceso de domo formado

Figura 11 domo formado etapa inicial

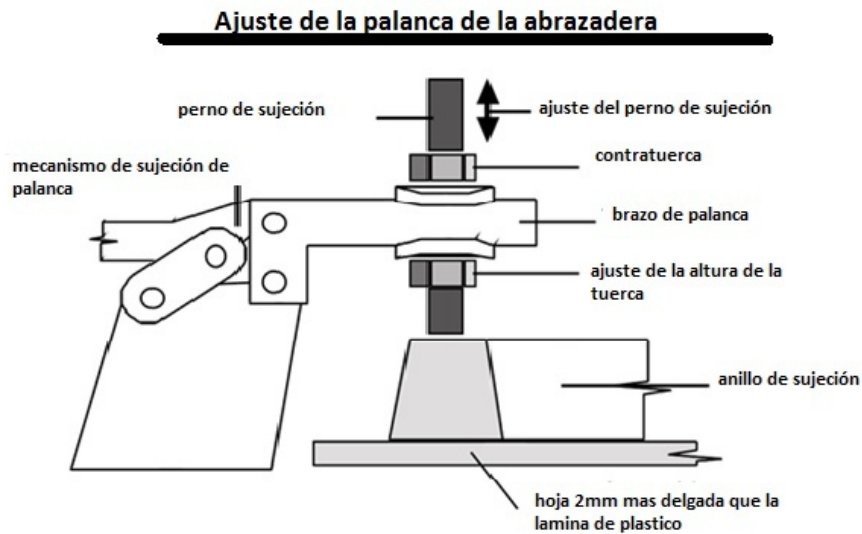


Imagen tomada por los autores a la Thermoforming Centre 911 de la Universidad Autónoma del Caribe

- La presión se ajusta mediante el cambio de la longitud del perno de sujeción por debajo del brazo de palanca. Por debajo del brazo se ejerce la mayor presión sobre la hoja

La figura 12 nos da a conocer la las partes de las abrazaderas y de cómo pueden ser graduados los pernos con el fin de lograr el mayor ajuste para los procesos de domo formado y formado al vacío y en donde esta graduación es determinada por el grosor de la lámina que se utilizara para el ensayo.

Figura 12 asegurar de forma correcta la plantilla del domo



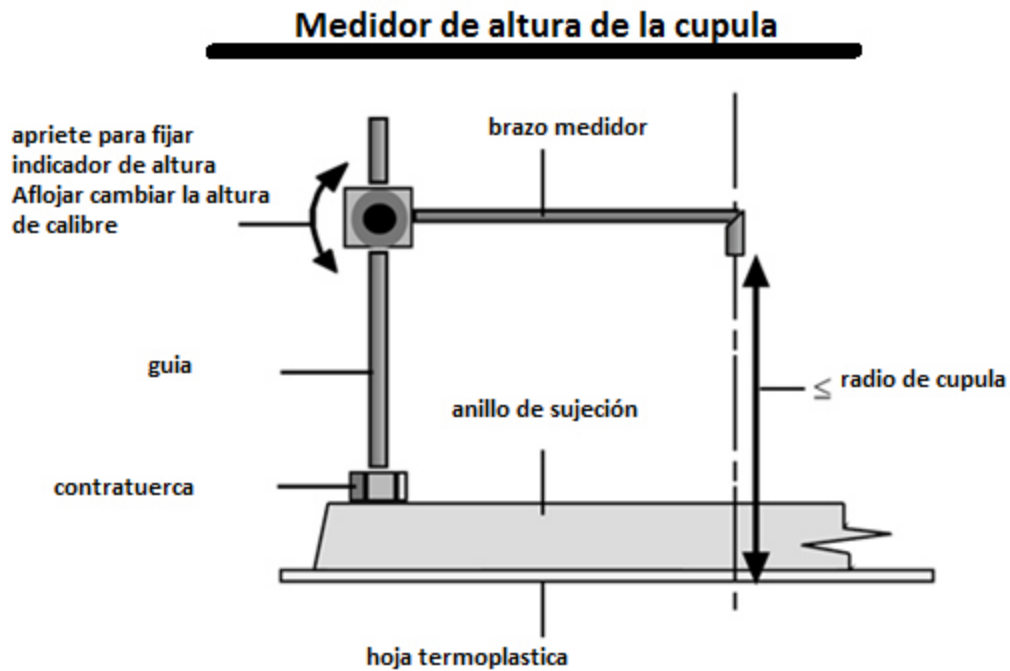
The Thermoforming centre 911 inst. Operating & Maintenance Instructions The Thermoforming Centre 911. Cincinnatti Milacron USA: inssue.inc, 2007.

Calibrador de la altura (ver diagrama). El calibre anterior de los tornillos en el agujero roscado puesto en la abrazadera. Bloquear con la contratuerca.

Nota la altura máxima es de el radio del dome - cualquiera por encima de la cúpula y que sea más ancho que diámetro de la abrazadera será imposible de quitar sin destruir o recalentar.

La figura 13 nos enseña el graduador de altura del domo o la altura máxima a la que queremos que este llegue en donde la posición final del brazo de graduación determinara el tope máximo hasta donde el domo puede expandirse

Figura 13 como graduar la altura del Domo



*The Thermoforming centre 911 inst. Operating & Maintenance Instructions The Thermoforming Centre 911.
Cincinnati Milacron USA: inssue.inc, 2007.*

Domo soplado

Una vez alcanzada la hoja su temperatura de termoformado:

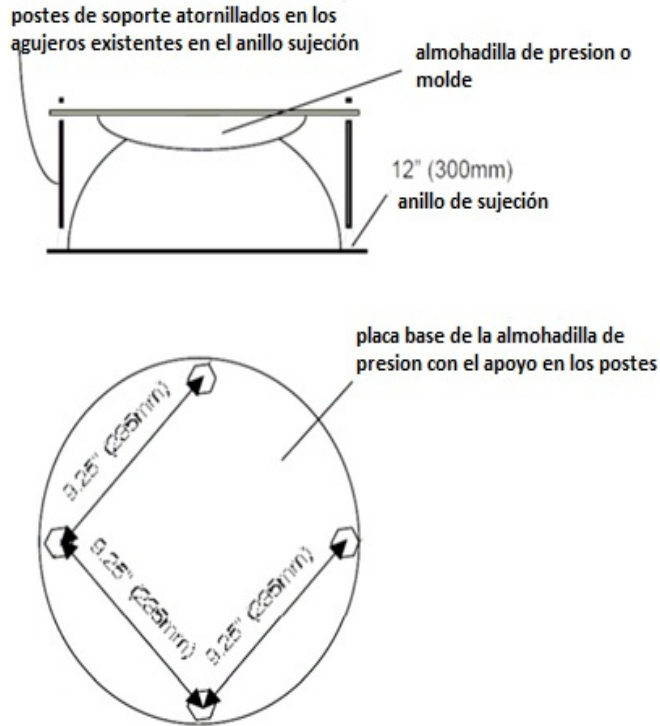
- Se debe revisar que la cúpula soplando abrazadera está abierto (inclinado hacia arriba y a la parte trasera de la máquina para que allí sea colocada la hoja previamente calentada) y ubicar la abrazadera firmemente en su posición.
- Usando los guantes a prueba de calor, se debe abrir el horno y retirar la hoja. En este punto serás capaz de decir si ha llegado a la hoja de su temperatura de termoformado. Si no fue suficiente, y queda muy frágil o como una goma el problema radica en la cantidad de tiempo que demoro en el horno y tu deberás analizar cuanto tiempo podrás dejarla calentándose
- Cuando la hoja está listo, tomarla del horno y colocarla rápidamente en el centro de la placa para asegurar la cúpula.

- Bajar la abrazadera inferior y cerrar los tensionadores. La forma más fácil de hacer esto es sacar la pinza trasera mientras empuja la abrazadera delantera correspondiente (es decir. Tire y empuje tanto las abrazaderas de la izquierda como las de la derecha al mismo tiempo y deben ser cerradas a la par).
- Tan pronto como todos los tensores están bloqueados, seleccionar domo formado en el panel principal. La hoja empezará a formar una cúpula.
- Girar el PCP a domo formado y sostener, cuando la cúpula es de cuarto de una pulgada desde el medidor de altura - durante la calibración, el aire dentro de la cúpula será calentada por la hoja, así expandirse y aumentar el tamaño del domo para completar la altura requerida.
- Cuando la cúpula se ha enfriado suficientemente y esta rígido nuevamente, seleccionar desactivar en PCP, deshacer los tensores, oscilación de anillo de sujeción arriba y atrás y retire la cúpula. Recordar que el grueso material, requiere más tiempo de enfriamiento

Cuando la lámina precalentada está en proceso de domo formado esta puede ser moldeada con facilidad colocando obstáculos o fuerzas mecánicas que impidan su libre expansión en la Figura 14 vemos como se desfigura el terminado cóncavo del domo colocando un domo ajustado a una lámina de agarre de forma contraria al domo en formación dándole a su superficie una forma convexa al final del termoformado.

Figura 14 Modificación de la formación del domo usando una almohadilla presurizada

Modificación del domo usando una almohadilla de presión



The Thermoforming centre 911 inst. Operating & Maintenance Instructions The Thermoforming Centre 911. Cincinnatti Milacron USA: inssue.inc, 2007.

- Fabricar cuatro entradas rosca M6.
- Tornillo la entradas en el 12 " (300mm) clamp anillo y tornillo soportan tuercas en la parte superior termina.
- Conforman una de madera o metal base del tablero que cabrá sobre los postes (ver centros de agujero arriba) y un molde de la forma deseada para la Cumbre de la cúpula (en caso de no encajar se requiere un aplanado de la cúpula).

La Figura 15 nos enseña los pasos finales del domo formado en donde después de asegurada la lámina se procede a aplicar la compresión de aire para empujar la lámina hacia arriba con el fin de darle la forma cóncava deseada y su posterior producto final.

Figura 15 ensayo de domo formado

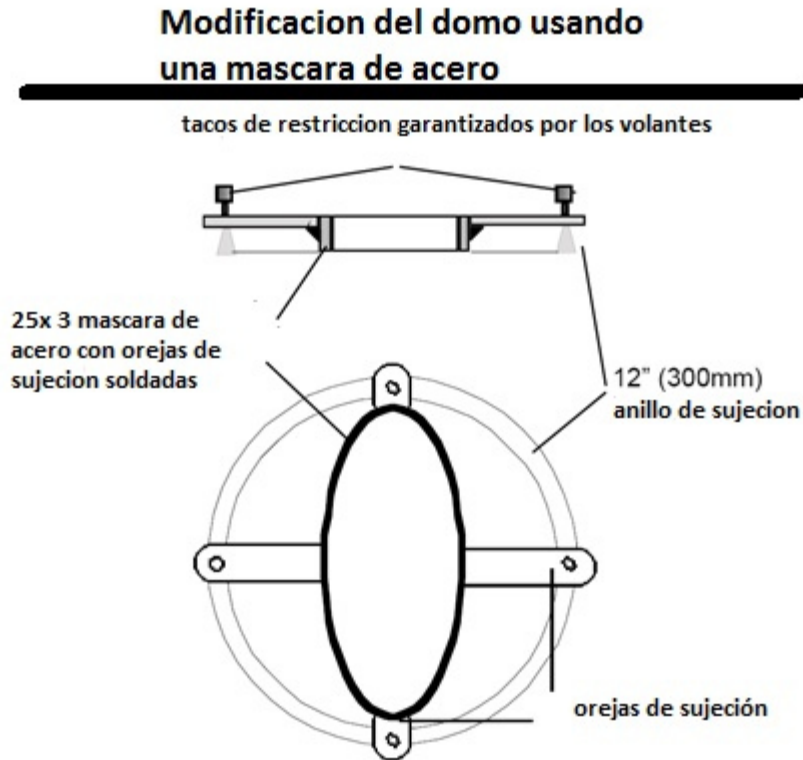


Imagen tomada por los autores a la Thermofforming Centre 911 de la Universidad Autónoma del Caribe

- Firmemente de forma a los puestos y el golpe de la cúpula en forma normal.

En la Figura 16 vemos otra manera en la que el domo se puede deformar para lograr una figura distinta, acá impiden su crecimiento uniforme colocando cuñas hechas de madera y unidas a una placa metálica de ajuste y a su vez ubicadas en los puntos norte, sur, este y oeste del cuerpo de la lámina para dar como resultado una especie de estrella al final del termoformado

Figura 16 Modificación de la formación del domo usando una máscara de madera

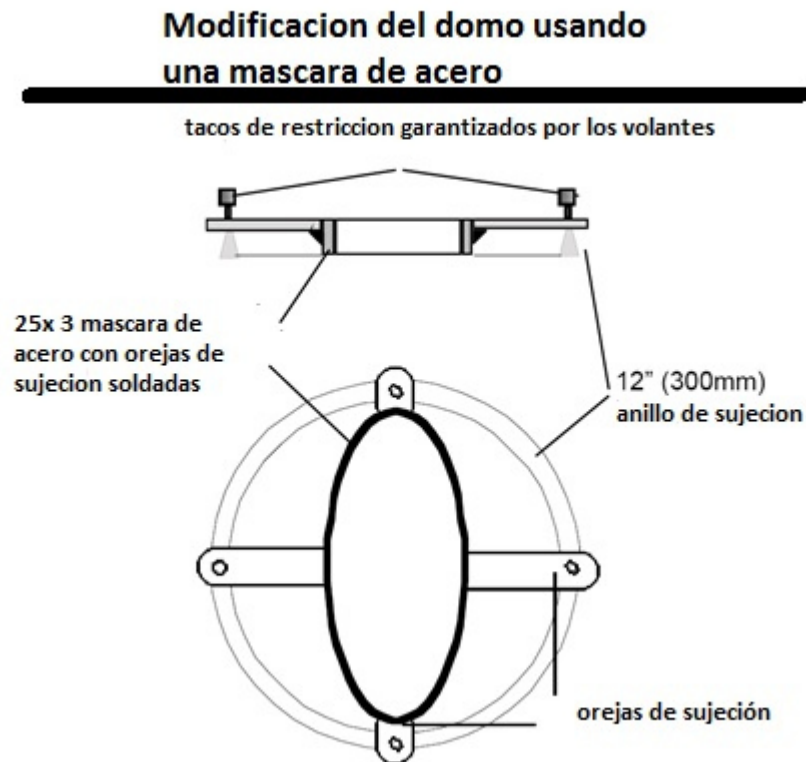


The Thermoforming centre 911 inst. Operating & Maintenance Instructions The Thermoforming Centre 911. Cincinnatti Milacron USA: inssue.inc, 2007.

- Fabricar una máscara de madera:
- Con estirones de restricción tan que puede ser asegurado a la 12 " (300mm) abrazadera de anillo por los volantes que normalmente se utiliza para garantizar los anillos más pequeños de la abrazadera.
- 0,75 " (19mm) profundo tan que los estirones de restricción pueden atornillarse directamente encima.
- En una o más secciones (no más que cuatro).
- asegure la máscara a la abrazadera de 12 pulgadas (300mm) y la cúpula soplan en el normalidad.

La Figura 17 nos enseña la aplicación de una máscara para la deformación del domo, en donde la máscara es sobrepuesta a la lámina del domo y que hará una pequeña extrusión por el centro de la máscara.

Figura 17 Modificación de la formación del domo con una máscara de acero



The Thermoforming centre 911 inst. Operating & Maintenance Instructions The Thermoforming Centre 911. Cincinnatti Milacron USA: inssue.inc, 2007.

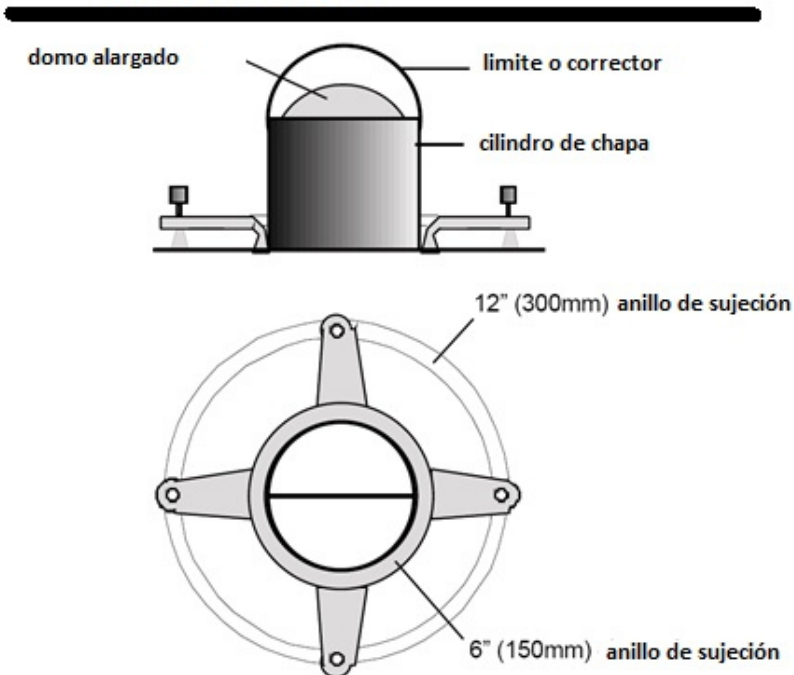
- Fabricar una máscara de acero con zapatas de restricción para que puede ser asegurado a la abrazadera de 12 pulgadas (300mm) por el volante normalmente se utiliza para garantizar el agarre de los anillos más pequeños de la abrazadera.
- Asegurar la máscara a la abrazadera de 12 pulgadas (300mm) y la cúpula soplan en el normalidad.

En la Figura 18 vemos a aplicación de una máscara cilíndrica que tiene como objetivo el alargamiento desmesurado del domo, esta máscara cilíndrica es

sobrepuesta a la lámina ya ajustada y fijada a las abrazaderas por los pernos ubicados en sus extremos.

Figura 18 Modificación del domo usando una máscara cilíndrica

Modificación del domo usando una máscara cilíndrica



The Thermoforming centre 911 inst. Operating & Maintenance Instructions The Thermoforming Centre 911. Cincinnatti Milacron USA: inssue.inc, 2007.

- Fabricar un cilindro abierto terminado de calibre chapa fina u otro material adecuado, con un diámetro externo igual al diámetro interno de uno de las pinzas de anillos (cualquiera de los tres pueden ser utilizado para este ejercicio).
- colocar la hoja y cerrar la abrazadera en forma normal, pero antes de seleccionar domo soplado en el panel de control, coloque el cilindro dentro del anillo de abrazadera y manténgalo ahí usando el mango.

- Cuando domo formado es seleccionado, se comenzara automáticamente a formar la hoja

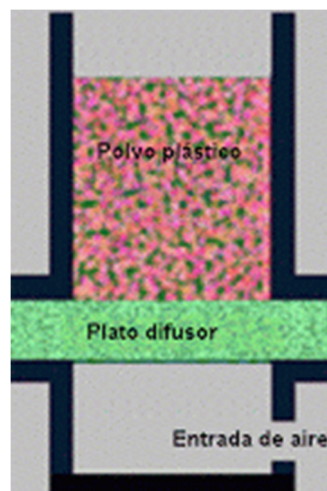
5.4. PROCESO DE RECUBRIMIENTO POR LECHO FLUIDIZADO

El método de recubrimiento por lecho fluidizado guarda muchas similitudes con el proceso de recubrimiento por inmersión mediante el empleo de un plastisol, con la diferencia de que se emplea un polímero pulverizado en lugar de líquido. La pieza a recubrir se sumerge en un lecho fluidizado de polvo plástico.

Un lecho fluidizado es una cosa increíble para ver. El polvo de plástico es fluidizado por aire soplado suavemente desde el fondo del tanque a través de un plato difusor. Antes de que el polvo sea fluidizado es tan impenetrable como la arena fina de la playa. Una vez que el aire entra en la cama se eleva un 30% de su volumen inicial, y la superficie de la cama plástica se parece a un estado de ebullición. Si usted mete su mano en la cama, entra sin ningún tipo de resistencia.

La Figura 19 nos muestra cómo queda ubicado el polvo plástico que se utilizara para el proceso de recubrimiento en donde es vertido en un tanque contenedor que posee una entrada de aire y que tiene un con ductor térmico que le permite transmitir el calor adquirido por la entrada de aire directamente hacia la cámara donde se encuentra el polvo.

Figura 19 lecho fluido plástico Piper Plastics



Precisión Dip Molding & Plastic Coating. [En línea] 14 de 11 de 2007. [Citado el: 23 de mayo de 2014.] <http://www.piper-plastics.com/>

La pieza a recubrir es precalentada en un horno (por encima del punto de fusión del polímero), luego se sumerge en el lecho fluidizado. Como las partículas de polvo entran en contacto con las partes calientes de la pieza, se funden y adhieren. El recubrimiento se acumula rápidamente y de manera uniforme sobre la pieza. Después la pieza se retira del lecho fluidizado y se deja enfriar solidificándose el recubrimiento plástico. En muchas ocasiones se aplica calor al recubrimiento, en un horno, para que se funda completamente el plástico y generar una superficie más lisa y/o concluir el fraguado en el caso de recubrimiento con resinas termoestables.

Recubrimientos de lecho fluido por lo general se encuentran en el rango de 0,007 pulgadas a 0,020 pulgadas de espesor (0,2-0,5mm), a pesar de que se consiguen 0,070 pulgadas (1,8mm) bajo ciertas condiciones, los recubrimientos de mayor espesor requieren que se realicen inmersiones múltiples o combinaciones con revestimientos de plastisol. (13)

Puesto que no hay superficie bien definida en el nivel de un lecho fluido, las piezas no se pueden sumergir hasta un cierto límite bien definido. Si es necesario un recubrimiento parcial se debe recurrir a recortar el recubrimiento ya sólido o a enmascarar las partes de la pieza en que no se desee recubrimiento.

5.4.1. Materiales de recubrimiento

Los plásticos utilizados deben estar en forma de polvo finamente molido en molinos especiales denominados pulverizadores de plástico. Los polímeros utilizados pueden ser termoplásticos o termoestables.

Los plásticos comúnmente utilizados para recubrimientos mediante este método pueden ser:

- Vinilo
- Nylon
- Polietileno
- Epoxi

Los recubrimientos de lecho fluidizado se aplican generalmente a piezas de metal, vidrio o cerámica

Muchos tipos de objetos metálicos reciben capas de plástico uniformes y completas sumergiéndolas a temperaturas superiores al punto de fusión del

plástico. Artículos como canastos de alambre para lavaplatos, carritos para hacer compras, complejas chapas metálicas estampadas, quedan totalmente cubiertos y embellecidos por el proceso de lecho fluidificado. La capa obtenida queda libre de gotas o imperfecciones similares y rincones no cubiertos, como sucede comúnmente cuando se pintan. El recubrimiento por lecho fluidizado también se aplica componentes eléctricos, como por ejemplo, recubrimiento en resina epoxi de bobinados de núcleos de motores. (13)

5.4.2. Configurar el centro de termoformado para el proceso de recubrimiento plástico

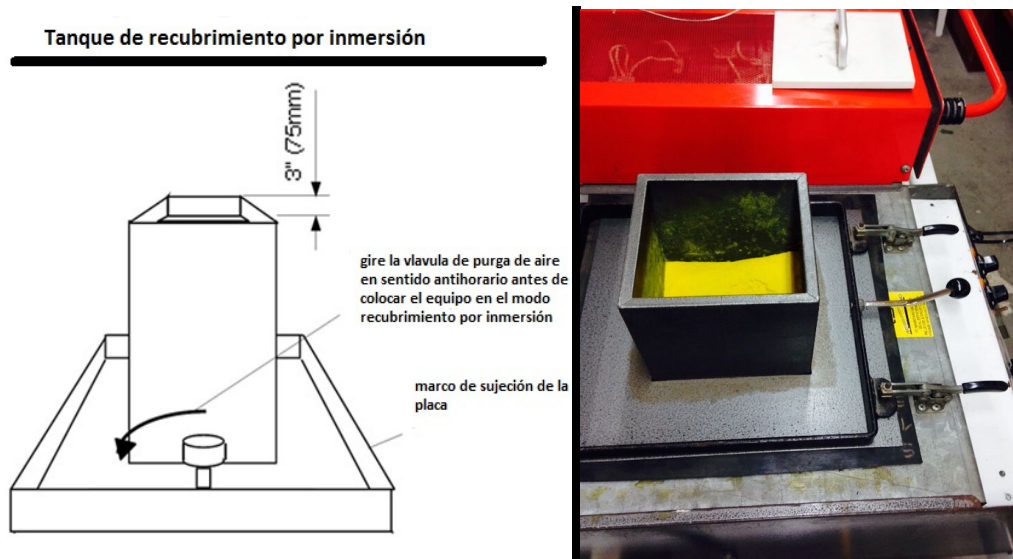
Direccionar el interruptor en el modo horno seleccionando formado al vacío en el panel de control y graduar la temperatura dependiendo del material que valla a utilizar (consulte la tabla arriba para orientación y recordar que el horno llevará algún tiempo para alcance temperatura de funcionamiento).

Cuando el horno este a la temperatura deseada, colocar el objeto a recubrir en el horno y graduar el temporizador, se debe recordar que entre más grande sea mayor calor necesitara. Solo necesitara 10 minutos en el horno, pero podrían sacar piezas más pesadas hasta por 1 hora. Los Tiempos de la calefacción para su pieza deben ser establecidos por el experimento.

Asegurar que no hay nada en el cámara de vacío, cúpula o en la cámara de soplado. Revisar que el rodillo de elevación se encuentre con la platina abajo. Gradúe la placa del contenedor del polvo igual que con la de formado al vacío y asegurarla de igual forma

Acá en la Figura 20 podemos observar el tanque contenedor del polvo plástico y donde nos muestra su válvula de purga de aire y el espesor de dicho contenedor, en la parte derecha de la imagen vemos como es su ubicación en el centro de termoformado donde es ajustado por las abrazaderas como las láminas usadas para el domo formado y formado al vacío

Figura 20 Recipiente de fluidificación plástica



- *Imagen tomada por los autores a la Thermoforming Centre 911 de la Universidad Autónoma del Caribe (2)*
- *the Thermoforming centre 911 inst. Operating & Maintenance Instructions The Thermoforming Centre 911. Cincinnati Milacron USA: inssue.inc, 2007. (1)*

Lentamente gire la válvula de purga de aire, hasta que el polvo es fluidizado suficiente para sumergir capa (prueba la fluidificación con un objeto mucho más frío, como una llave; si puedes tocar la parte inferior del tanque sin encontrar resistencia, el polvo es fluidizado suficiente para sumergir capa). El nivel de polvo aumentará en un 10-20% cuando se es fluidizado.

Aplicando la capa

Usar los guantes resistentes al calor y usando una herramienta apropiada, (tenazas, apretones o una doble cara gancho si pretende colgar el producto precalentado con anterioridad)

Sumergir totalmente o parcialmente en el baño fluorizado de 5 - 6 segundos (mientras más grueso el material más tiempo se deberá dejar).

En la Figura 21 vemos la forma de como con la ayuda de unas tenazas podemos introducir el objeto al que le queremos hacer el recubrimiento plástico después de que el polvo este completamente fluidificado.

Figura 21 ensayo de recubrimiento plástico



Imagen tomada por los autores a la Thermoforming Centre 911 de la Universidad Autónoma del Caribe

Permitir que el material obtenga un acabado liso de 20 - 40 segundos. Suspender desde un punto conveniente donde la pieza puede enfriar sin perturbarse, sumergir en agua fría a rápidamente (útil si tiene en sus manos la parte con un par de pinzas o apretones y no suspenderlo de en cualquier lugar) (12)

5.5. PROCESO DE EXTRUSIÓN PLÁSTICA

La extrusión es un proceso utilizado para crear objetos con sección transversal definida y fija. El material se empuja o se extrae a través de un troquel de una sección transversal deseada. Las dos ventajas principales de este proceso por encima de procesos manufacturados son la habilidad para crear secciones transversales muy complejas con materiales que son quebradizos, porque el

Material solamente encuentra fuerzas de compresión y de cizallamiento. También las piezas finales se forman con una terminación superficial excelente.¹

La extrusión puede ser continua (produciendo teóricamente de forma indefinida materiales largos) o semicontinua (produciendo muchas partes). El proceso de extrusión puede hacerse con el material caliente o frío.

Los materiales extruidos comúnmente incluyen metales, polímeros, cerámicas, hormigón y productos alimenticios.

La extrusión plástica normalmente usa astillas plásticas o pellets que están usualmente secas en un depósito de alimentación o tolva antes de ir al tornillo de alimentación (husillo). La resina del polímero es calentada hasta el estado de fusión por resistencias que se encuentran en el cañón de la extrusora y el calor por fricción proveniente del tornillo de extrusión (husillo). El husillo fuerza a la resina a pasar por el cabezal dándole la forma deseada (lámina, cilíndrica, tiras, etc.). El material extruido se enfría y se solidifica ya que es tirado del troquel a un tanque de agua. En algunos casos (tales como los tubos de fibras-reforzadas), el material extruido es pasado a través de un largo troquel, en un proceso llamado pultrusión, o en otros casos pasa a través de rodillos de enfriamiento (calandria) para sacar una lámina de las dimensiones deseadas para luego formar la lámina. Se usa una multitud de polímeros en la producción de tubería plástica, cañerías, varas, barras, sellos, y láminas o membranas (14)

5.5.1. Configurar el centro de termoformado para el proceso de extrusión

Direccionar la palanca del panel de control en modo horno luego gradúe la temperatura a 195 °C (recuerde que tarda un tiempo para llegar a la temperatura deseada). Recuerde que el cilindro de extrusión debe ser previamente limpiado y lijado para eliminar los residuos de extrusiones anteriores al igual que su base y el husillo del vástago de forma que no presente resistencia al bajar el vástago.

En la Figura 22 vemos el husillo y el cilindro de extrusión o crucible los cuales después de cada extrusión deben ser lijados por que al tener contacto con el plástico derretido estos quedan cubiertos parcialmente con plástico solidificado que traería como consecuencias el bloqueo del vástago de no ser eliminada esta contaminación plástica de estos dos elementos luego de cada extrusión

Figura 22 Estado del husillo y el cilindro de extrusión después de repetidas operaciones



Imagen tomada por los autores al pistón construido y al crucible

Cuando el horno es hasta temperatura, rellenar el crisol con los gránulos de Poliestireno y colocarlo en el horno. Un crisol de Poliestireno permite extruir 2 longitudes de 'l' viga.

Configure el temporizador para 20 minutos.

Llene el tubo de agua casi hasta el tope con agua (dejando espacio para desplazamiento por la extrusión) y encájelo en sus abrazaderas, sobre 0.5 - 3.0 " (12 - 75mm) de la parte inferior de la vía de prensado.

Cierre el regulador de velocidad del vástago y luego abrirlo con un medio giro (antihorario) para una velocidad de extrusión lenta. Al realizarlo de forma muy acelerada pueden dañar la muestra de la barra en 'i' y no lograr el acabado deseado

Extrusión

En al final del ciclo de temporización, Ponte los guantes y utilizando la prueba el manija del crisol, quitar el crisol del horno y colocarlo en el soporte abajo del vástago neumático. Cerciorarse que el martillo neumático está alineado con la ranura del crisol y está a su vez con el agujero que da al tubo con agua.

La Figura 23 nos enseña como el plástico es introducido en el cilindro de extrusión para su posterior calentamiento dentro del orden con el objetivo de obtener la forma líquida de este material para que pueda ser usado en el proceso de extrusión

Figura 23 Preparación del plástico para la extrusión



Imagen tomada por los autores cargando de plástico el crucible de la Termoformadora

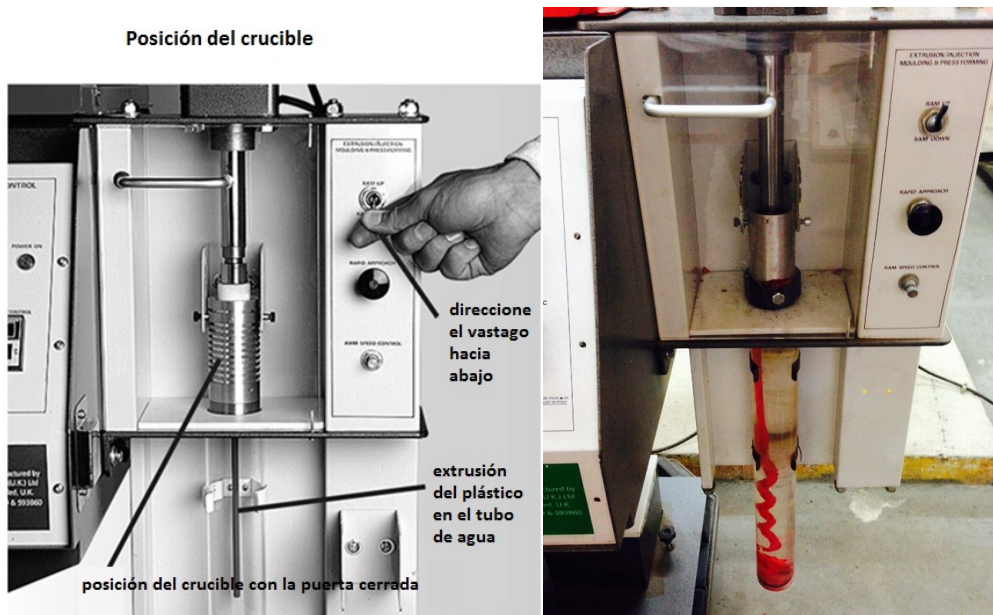
Se debe cerrar la puerta del mueble. *Nota: el botón Up/Down vástago no funcionará a menos que la puerta del mueble está cerrado.*

Seleccionar el proceso de extrusión en el tablero de operaciones de la máquina y direccionar el interruptor del vástago hacia abajo y de forma muy lenta empuje el material atreves del crucible

Poliestireno comenzará a extrusión del dado al tubo con agua. Permitir la extrusión hasta el tamaño necesario o hasta que el vástago llegue a la parte inferior del crucible entonces direcciona el interruptor hacia arriba para subir el vástago

La Figura 24 nos enseña la ubicación correcta del cilindro de extrusión durante la ejecución del proceso la cual debe ser exacta y converger tanto el vástago con la boca del crucible como su parte posterior a la boca del tubo de agua donde caerá el plástico extruido

Figura 24 partes del proceso de extrusión plástica



- *Imagen tomada por los autores a la Thermoforming Centre 911 de la Universidad Autónoma del Caribe (2)*
- *the Thermoforming centre 911 inst. Operating & Maintenance Instructions The Thermoforming Centre 911. Cincinnatti Milacron USA: inssue.inc, 2007.(1)*

Una vez el vástago es en la a posición, seleccione de con la PSS.

Cortar la extrusión de la matriz usando el cuchillo y deje caer en el tubo de agua (puede necesitar bajar el tubo con agua un poco al hacer esto).

Retire el extrusión del agua tubo por moviendo el tubo hacia abajo o tomarlo de su primavera Abrazaderas completamente.

Abre la puerta y, utilizando el mango de crisol, tomar el crisol hacia fuera del soporte abajo el vástago neumático y colocarlo en el apoyo soporte a la bien de

Bahía para el prensado frío, o rellenar y vuelva a colocar en el horno si pretende hacer más extrusiones. (12)

5.6. PROCESO DE SOLDADURA DE PLÁSTICOS

La soldadura por placa caliente, también denominada soldadura por herramienta calefactada o transferencia térmica, es probablemente la técnica de unión de plásticos más simple y a la vez más versátil. Su aplicación varía desde pequeños componentes a grandes tuberías. Se puede adaptar a una amplia gama de tamaños y configuraciones de piezas y es un tipo de soldadura que ofrece un sellado hermético de alta fiabilidad y una fuerte adherencia en piezas de geometría complicada.

Los principales parámetros de la soldadura por placa caliente son la temperatura de la placa, el tiempo de calentamiento, la presión de soldado y el tiempo de soldado. La soldadura por placa caliente es un proceso relativamente lento con tiempos de soldado que varían desde 10 segundos para pequeños componentes hasta 60 minutos para piezas con una gran área de unión. La mayor parte de materiales termoplásticos puede pegarse con soldadura de placa caliente y si se siguen los procedimientos adecuados se pueden obtener soldaduras con una resistencia a la tensión igual a la del material original. (13)

5.6.1. Configurar del centro de termoformado para el proceso de soldadura

PRECAUCIÓN: Los componentes metálicos de la antorcha de soldadura se calientan durante el uso.

La Figura 25 nos enseña las partes de la mesa de trabajo para la realización de las soldaduras y en donde tenemos una aleta gradual con un tablero de ángulos que pueden ser usados como guía para lograr la unión de dos piezas en las ubicaciones pertinentes, también podemos observar la forma correcta de ubicar la boquilla del soplete en su lugar de reposo para evitar accidentes.

Figura 25 partes de la tabla de trabajo para soldadura



The Thermoforming centre 911 inst. Operating & Maintenance Instructions The Thermoforming Centre 911. Cincinnatti Milacron USA: inssue.inc, 2007.

Fijar el tope de ángulo de mesa en el ángulo requerido Nota: Si es soldadura ángulos mayores o menor que 90°, es aconsejable el ángulo hacia uno de los bordes de la máquina.

Establecer el soplete con temperatura de 7 o 8, Asegúrese de que la boquilla de soldadura está mirando hacia abajo y colóquelo en la funda de la mesa de trabajo.

Nota: a mayor temperatura el proceso se puede realizar de manera más rápida pero también hay mayor posibilidad de estropear el material, la mejor temperatura de trabajo es entre 7 y 8.

Gire la perilla del centro de mando y colóquela en soldadura

Soldadura

Colocar un pedazo de hoja termoplástica plana sobre la mesa y con el otro descanso contra el tope de ángulo.

Usando los guantes resistente al calor y sosteniendo la pieza vertical en su lugar con una mano, tome la antorcha de soldadura de la funda y mover el zapato virado a lo largo de la articulación aplicar presión suave al hacerlo. Deberías ver los dos trozos de material suavizar e incorporarse en la conjunta. Repita el proceso hacia el lado contrario hasta formar una especie de canal.

En la Figura 26 podemos ver la forma en la cual se está realizando una unión entre dos laminas plásticas usando una inclinación de la mesa de 90 grados, siempre usando los guantes de seguridad para proteger las manos de quien realiza la soldadura de las altas temperaturas alcanzadas por la boquilla

Figura 26 ensayo de soldadura en la Thermoforming centre 911

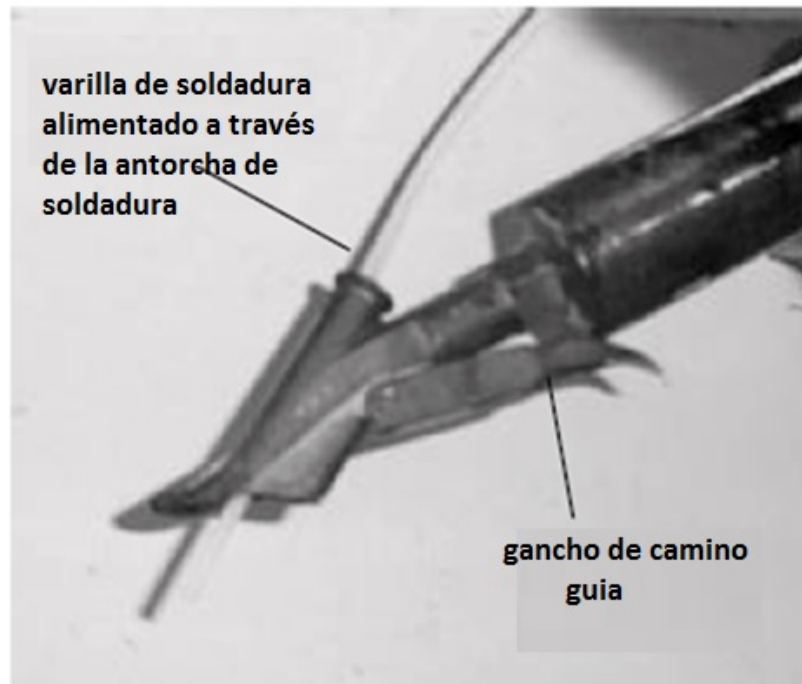


Imagen tomada por los autores a la Thermoforming Centre 911 de la Universidad Autónoma del Caribe

Reducir la temperatura a 5 o 6 y proceder a introducir la varilla de soldadura del mismo material que se está soldando y ahora empujando la varilla de soldadura através de la pistola, pase la punta de la boquilla por la canal antes creada con el fin de rellenar el espacio y unir así las dos piezas, recuerde que esto debe realizarse a la velocidad adecuada (12)

En la Figura 27 podemos contemplar algunas partes de la boquilla de soldadura y la forma en la que es introducido el material de apoyo para la soldadura que debe ser del mismo material de las láminas a soldar

Figura 27 partes de la boquilla de soldadura



The Thermoforming centre 911 inst. Operating & Maintenance Instructions The Thermoforming Centre 911. Cincinnatti Milacron USA: insue.inc, 2007.

6. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es teórica y práctica a la vez, ya que se aplicaran las teorías de las leyes de termodinámica, transferencia de calor, hidráulica, entre otras.

El método utilizado en el presente anteproyecto es el deductivo, ya que en este proyecto se busca realizar diferentes reparaciones al equipo, basándonos de diferentes esquemas lógico donde se usa de base la teoría existente sobre el tema a estudiar.

Otro factor a tener en cuenta es que no se tiene observación real del fenómeno, en cambio se hace modelado de los fenómenos que podrían ocurrir con la aplicación de nuestro sistema bajo ciertas características, por lo cual deducimos que es meramente deductivo.

Es necesario tener en cuenta en la investigación está basada en diferentes hipótesis y referencias de otros sistemas de refrigeración existentes, sin embargo no con las características a usar en la investigación actual.

6.2. Método utilizado

Se realizara en cuatro fases, la primera fase consiste en definir y estudiar cada dispositivo de la maquina Thermoforming centre 911, su funcionamiento, su costo, rango operativo; la segunda fase se realizara con la toma de los diferentes datos operativos al ciclo y a los diferentes dispositivos que la conforman trabajando a diferentes condiciones y por ultimo elaboraran normas de funcionamientos y se seleccionara un área optima de trabajo del equipo.

6.2.1. Fases

- **Fase 1**

Esta fase consiste en la revisión total del equipo, recopilación de información sobre el estado del dispositivo y comparación con el manual del fabricante para conocer las prestaciones.

- **Fase 2**

Realizar ensayos de cada una de las seis funciones que el equipo ofrece con el fin de evaluar las funciones actuales y la forma en cómo trabaja la máquina para luego realizar las reparaciones correspondientes que se crean necesarias

- **Fase 3**

Con la información obtenida realizar las reparaciones y/o modificaciones pertinentes para devolverle la funcionalidad al equipo y solucionar los problemas de operación.

- **Fase 4.**

Después de realizadas las modificaciones realizar ensayos para comprobar que el equipo funciona correctamente con las modificaciones y arreglos realizados

Documentando cada uno de los procesos realizados para luego exponerlos a través de una guía de prácticas

- **Fase 5**

Con la ayuda del manual del fabricante y los ensayos realizados se documentará toda la información para la elaboración del manual de operación.

7. DESCRIPCION DEL PROCESO DE RECUPERACION DEL EQUIPO.

Después de realizada la evaluación de los distintos ensayos de cada uno de los procesos que la THERMOFORMING CENTRE-CLARKE MODEL 911 HME4151 ofrece, se realizaron las siguientes modificaciones y/o reparaciones a distintos sectores de la máquina.

A continuación, se describen los detalles del proceso de recuperación por mantenimiento correctivo, de los componentes con problemas funcionales.

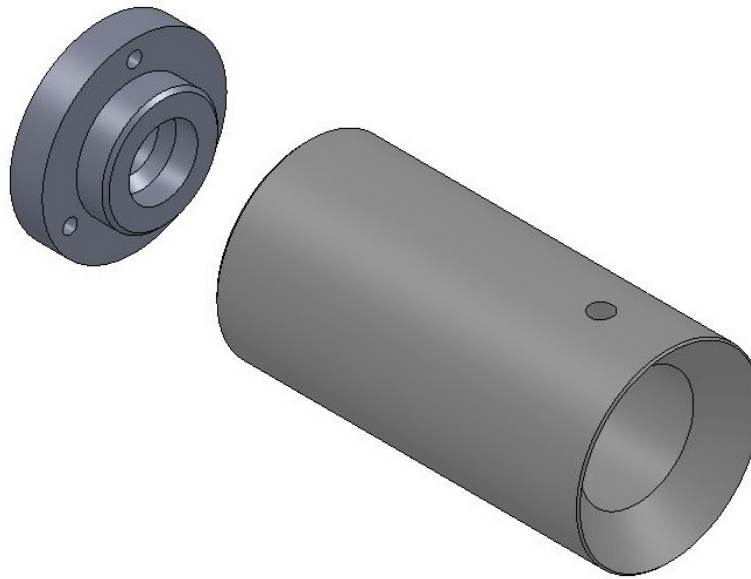
7.1. RECUPERACION DEL CILINDRO Y EL MOLDE DE INYECCION.

La Figura 8, muestra el componente cilindro y molde de inyección. Actualmente, la unión de estas dos piezas, se logra con tres tornillos, con cabeza de tipo llave Allen. Este montaje, dificulta la posterior extracción del producto extruido, porque el molde está caliente y la llave al aplicar torsión a la cabeza del tornillo para aflojarlos, se daña la llave o el tornillo.

Por ello se realiza la siguiente modificación.

- Modificación realizada al cilindro de extrusión plástica con el fin de lograr un desensamble más rápido y efectivo de la base del cilindro:

Figura 28 Forma original del cilindro de extrusión, 3D CAD Design Software SolidWorks

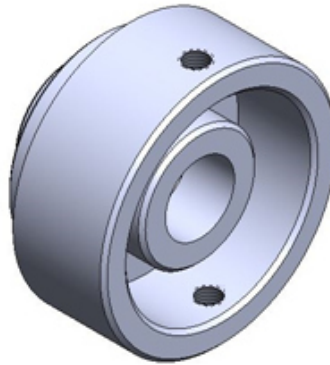


Diseño realizado en solidworks por los autores 3D CAD

- En la Figura 28 vemos como la unión de la base del cilindro con su cuerpo se realiza a través de 3 tornillos ubicados de manera triangular y que en el momento en que se quería retirar la bases después de ejecutada la extrusión plástica presentaba dificultades ya que la pieza al ser calentada hacía que el acero se expandiera y luego se comprimiera al enfriarse impidiendo su fácil retiro.

- Dicho lo anterior analizamos una serie de posibilidades que podrían darle solución al problema y encontramos que realizando un cambio en el agarre de la base sería la solución ideal para eliminar las dificultades al remover las bases del cilindro después de cada extrusión
- A continuación mostramos los cambios realizados a la base del cilindro:

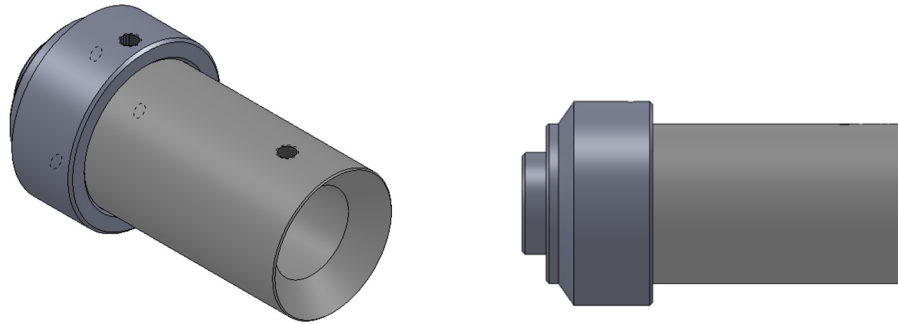
Figura 29 Cambios realizados a la base del cilindro, 3D CAD Design Software SolidWorks



Diseño realizado en solidworks por los autores 3D CAD

- En la Figura 29 podemos ver el cambio que se le realizó la base del cilindro en donde se cambio la forma de ensambel antigua de tres tornillos en la base inferior, por dos tornillo que entran de forma perpendicular a la parte superio de la base del cilindro.
- Según lo anterior mostrado el nuevo acomple seria de la siguiente manera y es mostrado en la Figura 30

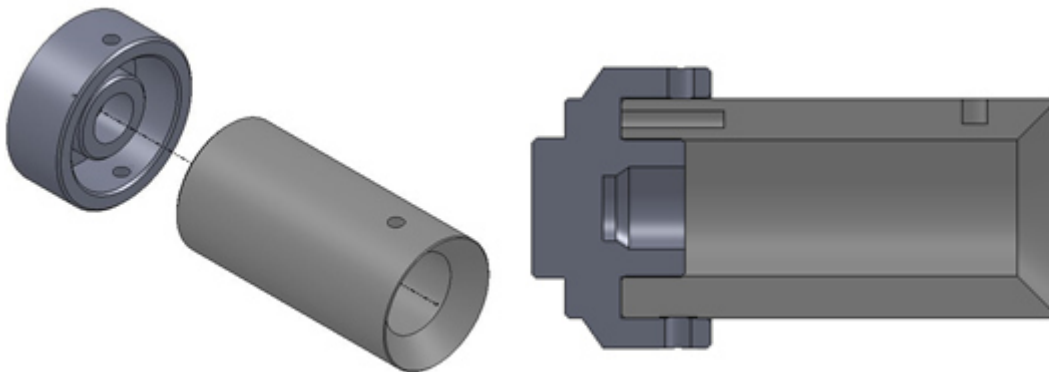
Figura 30 Nuevo acople del cilindro de extrusión a su base, 3D CAD Design Software SolidWorks



Diseño realizado en solidworks por los autores 3D CAD

Ahora en la Figura 31 vemos como la nueva forma de agarre de la base no interfiere con las funciones realizadas por el cilindro y no afecta en nada la extrusion plastica

Figura 31 Acople e imagen recortada del nuevo cilindro de extrusión, 3D CAD Design Software SolidWorks



Diseño realizado en solidworks por los autores 3D CAD

7.2. RECUPERACIÓN DEL CILINDRO NEUMÁTICO Y LAS VÁLVULAS DE AIRE Y LOS HUSILLOS DEL VÁSTAGO

- Cambio de los empaques del cilindro neumático ya que por la falta de uso se encontraban cristalizados y severamente dañados por lo cual se dispuso el remplazo de todos los empaques ya que el escape de aire era permisible impidiendo que el cilindro neumático ejecutara su función a cabalidad.

En la Figura 32 vemos el estado en el que se encontraban los empaques del cilindro neumático totalmente desgastados y su inevitable reemplazo para lograr un correcto funcionamiento del cilindro.

Figura 32 reemplazo de empaques del cilindro neumático de la Thermoforming centre

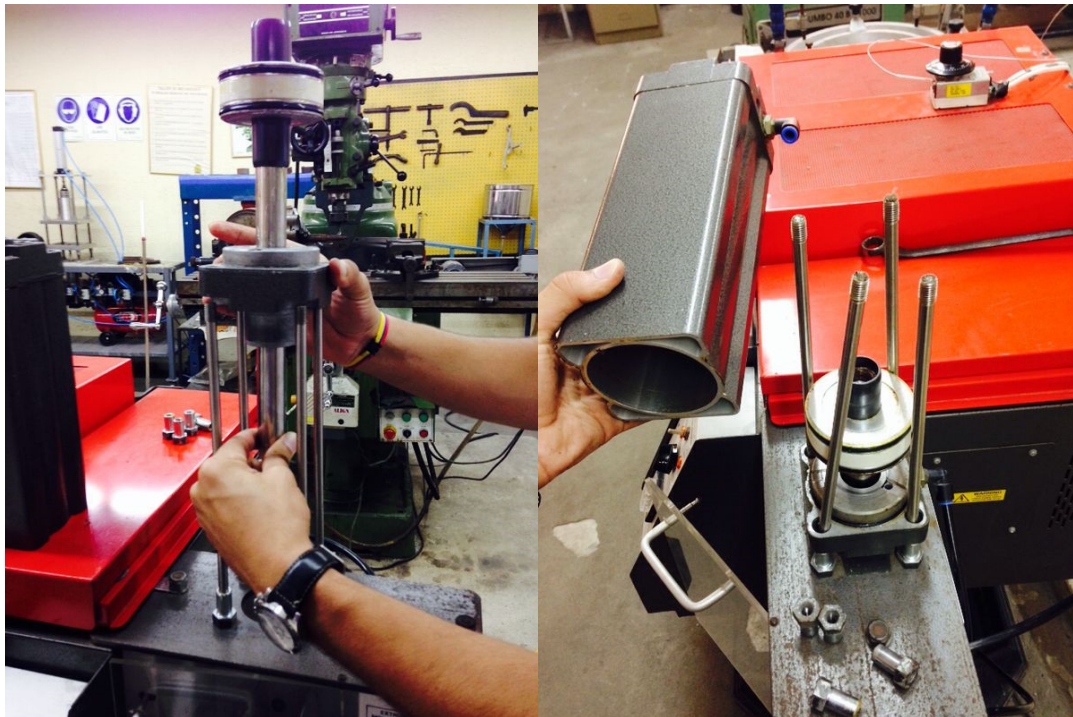
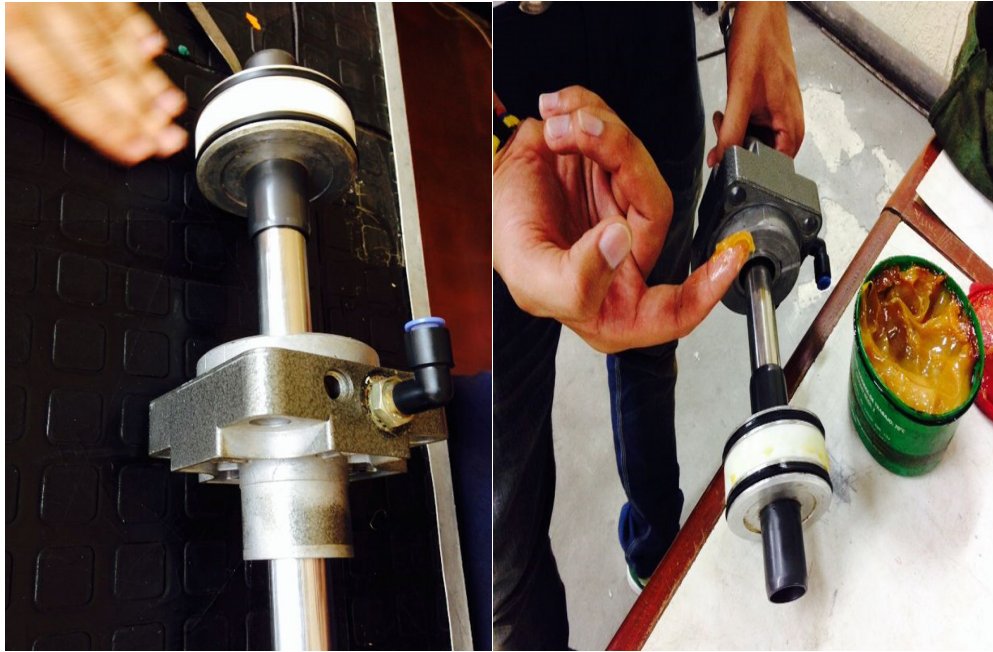


Imágenes tomadas por los autores en el cambio de empaques del cilindro

- Engrase, nuevo empaquetado y reajuste del cilindro neumático:

En el siguiente grupo de Figuras (33) vemos los procedimientos de engrase y montaje del cilindro de manera correcta al centro de termoformado luego de haber reemplazado todos los empaques del mismo.

Figura 33 engrase y reajuste del cilindro neumático de la Thermoforming centre



Imágenes tomadas por los autores durante el engrase y montaje del cilindro neumático

- Reparación de las válvulas que potencian el cilindro neumático, las válvulas presentaban problemas en el cableado, mala conexión de los tubos de conducción de aire, mala graduación y bloqueo en las vías de conducción de aire

En la Figura 34 se puede visualizar el estado en el que se encontraba el cableado de las válvulas de aire antes de realizado el proceso de recuperación en donde dichas válvulas se encontraban totalmente mal ubicadas y esto les impedía cumplir su función a cabalidad

Figura 34 válvulas de la Thermoforming centre 911

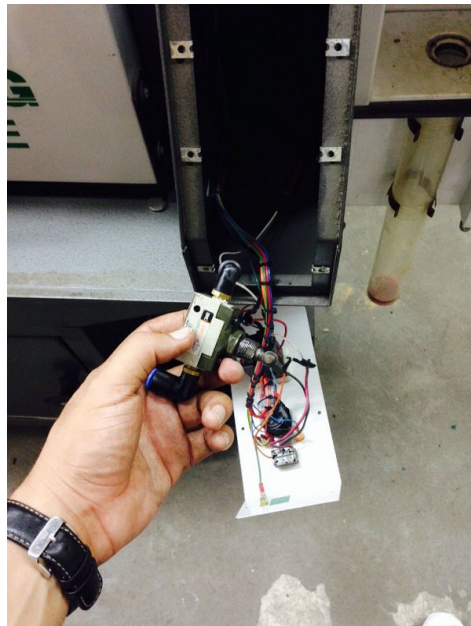


Imagen tomada por los autores de la thermoforminc centre 911 de la Universidad Uutonoma del caribe

- Elaboración de los husillos del vástago para el cilindro neumático, se hicieron dos argollas para el vástago ya que la que se encontró en la maquina estaba totalmente dañada y quemada por el mal manejo de la temperatura que se le dio en tiempos pasados, las argollas nuevas fueron construidas en el mismo material que la anterior (teflón), ya que se consideró que este era el material idóneo para jugar entre la resistencia térmica y la fricción que realiza la argolla con el cilindro durante la extrusión plástica.

En la Figura 34 vemos el cilindro de extrusión y los husillos o puntas del vástago después del proceso de lijado, el cual debe ser realizado luego de cada extrusión para eliminar el plástico que se adhiere a las paredes del husillo y la parte interior del cilindro

Figura 35 husillos nuevos fabricados



7.3. RECUPERACION DEL CABLEADO, LUCES Y TORNILLERÍA DE LA MAQUINA

- Reparaciones del cableado de la maquina presente en los tableros de mando de esta, principalmente en el switch de encendido que se encontraba parcialmente averiado así como la sustitución de toda la tornillería de los tableros de operación.

En la Figura 36 vemos el estado en el que se encontró el cableado del tablero principal de la maquina en donde el swich encendido de la maquina se encontraba averiado.

Figura 36 reparación del cableado de la Thermoforming centre

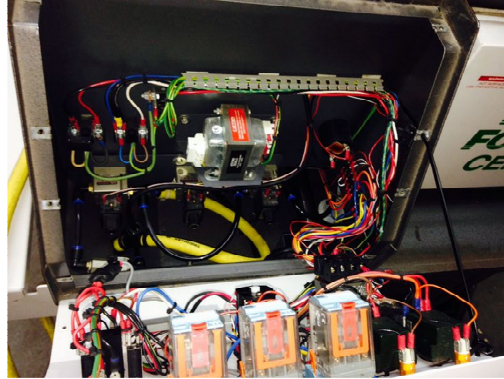


Imagen tomada por los autores de la thermoforminc centre 911 de la Universidad Uutonoma del caribe

En esta Figura (37) vemos como los daños realizados al tablero de control del centro de termoformado en donde se observa la carencia los tornillos de sujeción y el estado deteriorado de los botones del tablero

Figura 37 Botón de encendido averiado y tornillería faltante



Imagen tomada por los autores de la thermoforminc centre 911 de la Universidad Uutonoma del caribe

- Ensayos de extrusión realizados con la maquina totalmente funcional y el cilindro neumático funcionando correctamente

En la Figura 38 vemos la ejecución de la extrusión plástica en el centro de termoformado encontrado en el laboratorio de procesos industriales 2 de la Universidad Autónoma del Caribe y en donde deja ver el pleno funcionamiento del cilindro de extrusión y su producto final

Figura 38 producto final del proceso de extrusión realizado en el centro de termoformado de la Universidad Autónoma del Caribe

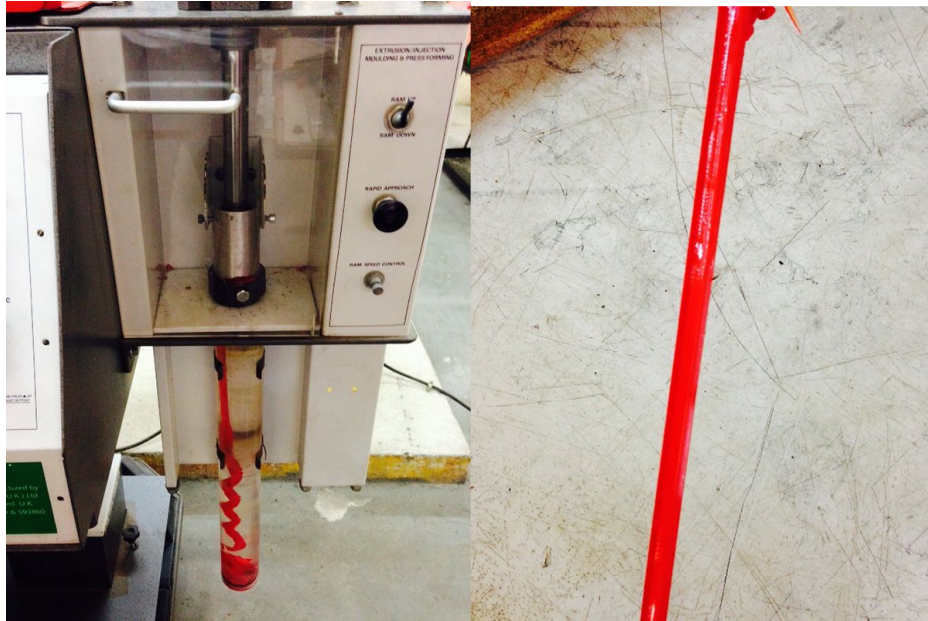


Imagen tomada por los autores de la termoforminc centre 911 de la Universidad Utonoma del caribe durante el ensayo de extrusión

8. CONCLUSIONES

Durante el proceso que condujo a la elaboración y culminación de este proyecto, se realizaron distintos ensayo preliminares a los procesos de fabricación de productos plásticos, como son: dome formado, extrusión, inyección, recubrimiento por inmersión en plástico, formado al vacío y soldadura de plásticos, las cuales se realizaron a través de la Thermoforming Centre 911 encontrada en el laboratorio de procesos 2 de la Universidad Autónoma del Caribe. Al inicio, el equipo no funcionaba y se le cambiaron varios componentes, descritos en el cuerpo del trabajo, en relación a mantenimiento correctivo, con lo que quedó totalmente habilitada, para realizar los procesos, antes mencionados.

Después de la recuperación total de la máquina y de la modificación realizada al cilindro de extrusión se llegó a las siguientes conclusiones

- La Thermoforming Centre 911 se convierte en una herramienta fundamental en el que hacer educativo porque permite dinamizar el conocimiento lo que hace significativo y enriquece la práctica del docente. Se pueden fabricar diversas geometrías de productos, según el tipo de molde, que debe ser correspondiente con el producto que se desea elaborar. Esto abre un amplio campo de investigaciones futuras, dado que cualquier persona, que desea elaborar una determinada geometría con materiales plásticos, de acuerdo a los tamaños que la maquina puede manejar, puede caracterizar su producto y su proceso, definiendo valores o rangos e variables como, la temperatura de procesado, tiempo de procesado, medio d enfriamiento, tipo de plástico y otros, que crea conveniente.
- El área involucrada en los procesos industriales recupero una herramienta didáctica que mejorara las competencias adquiridas por los estudiantes. El docente de procesos industriales, puede usar los moldes disponibles y fabricar los correspondientes productos aquí descritos (domos, perfiles extruidos, soldadura de piezas plásticas, entre otros). Los estudiantes podrían estar interesados en geometrías y 7 o materiales nuevos y el equipo, previo desarrollado, de los respectivos moldes y demás características que el proceso específico requiera, puede fabricar su producto, después del proceso de investigación que se aplique.
- El proceso de extrusión de la Thermoforming Centre 911 después de realizado el cambio en la base disminuye los tiempos en gran medida entre una extrusión plástica y otra. Al inicio, con el montaje original, que unía las

dos partes del molde, con tornillos, con cabeza tipo Allen, se tomaba un tiempo promedio para fabricar el perfil I de 30 minutos. Con el cambio de diseño y la nueva forma de unión de las dos partes del molde, el tiempo promedio es de 7 minutos. Mejorando además, el aspecto de la seguridad, porque la llave de aflojamiento de los tornillos no se calienta con el nuevo diseño, lo que si ocurría con el anterior, además de que se tiene una palanca mayor para aplicar la torsión de afloje de los tornillos.

- Las instituciones educativas deben estar a la vanguardia en cuanto a avances tecnológicos se refiere, actualizarse y ofrecer capacitaciones a los docentes y estudiantes, en caso contrario estarían limitando, a pesar de poseer los medios, el acceso a un conocimiento más práctico y competitivo, resultado de la interacción directa con los recursos. Por lo tanto, se elaboró un manual de operación y mantenimiento preventivo, que incluye detalladamente los procedimientos de seguridad y manipulación correcta del equipo, para realizar los distintos procesos mencionados, sin causar, daños involuntarios al equipo.
- En relación, con productos específicos, es claro, que cada investigador debe definir los valores de las variables del proceso para tener un producto de calidad. La máquina posee limitaciones en el tamaño del productos según el proceso, por ejemplo, para soplado de presión, se pueden manejar láminas de 11" (280mm) en la extrusión el volumen máximo es de y la carrera del pistón de extruir es de 0.08" (2.00 mm).
- El costo total de la recuperación se redondea a seiscientos mil pesos, que cubre, los costos de empaquetaduras, pistones nuevos, reparación de cilindro, reconfiguración del cilindro de inyección, revisión de partes electrónicas y otros. El tiempo total de desarrollo del proyecto, fue de cinco meses, lo cual estuvo muy ajustado, al tiempo planeado que fue de cuatro meses y medio, donde la diferencia se explica, por la ocurrencia de eventos imprevistos.

BIBLIOGRAFÍA

1. **CEATECI.** *Termoformado a nivel PYME.* Lima,Peru : Ceateci producciones, 2010.
2. **Palma, Universidad Ricardo.** slideshare.net. *slideshare.net.* [En línea] 22 de 6 de 2013. [Citado el: 3 de julio de 2014.]
http://www.urp.edu.pe/pdf/ingenieria/industrial/Termoformado_de_Poliestireno-MAC-II.pdf.
3. **Delgado,Jairo & España Juan.** repositorio uis. [En línea] 11 de enero de 2012. [Citado el: 4 de julio de 2014.]
<http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/6140/2/117980.pdf>.
4. **Clarke, CR.** CR Clarke, Today's technology for plastics. [En línea] 2012 CR Clarke & Co. (UK) Ltd., 2012. [Citado el: 4 de julio de 2014.]
<http://www.crclarke.co.uk/aboutus.html>.
5. **Robert H. Todd, Dell K. Allen, Leo Alting.** *Procesos de Manufactura Guía de referencia.* Nueva York : Industrial Press Inc, 2004.
6. **C.V, plastiglas de mexico S.A DE.** *Manual tecnico de termoformado.* mexico : s.n., 1996.
7. **Technology, Pennsylvania College of.** Centro de termoformado de Excelencia. [En línea]
<http://www.pct.edu/pirc/docs/1374PIRCThermobookletWEB.pdf>.
8. **(mm), Modelados Mendez.** modeladosmendez.net. [En línea] Copyright © 2010-2014, Fran Méndez, 2010. [Citado el: 15 de mayo de 2014.]
<http://www.modeladosmendez.net/producto/bandeja-interior-libros-r22001n/>.
9. **Gruenwald, G.** *Termoformado: Una Guía de procesamiento de plásticos.* Cincinnati OH : Hanser Gardner Publications, Inc., 1998.
10. **Suarez, Carlos Andres Trujillo.** *Kinematic Geometric Modeling for Free-form Motion Generation.* alemania : Lambert Academic Publishing-LAP, 2010. 978-3-8433-7402-6 .
11. **Florian, J.** *"El termoformado práctica.* s.l. : ISBN 0-8247-9762-0, 1996.
12. **the thermoformign centre 911 inst.** *Operating & Maintenance Instructions The Thermoforming Centre 911 .* Cincinnati Milacron USA : inssue.inc, 2007.

13. **Piper Plastics**. Precision Dip Molding & Plastic Coating. [En línea] 14 de 11 de 2007. [Citado el: 23 de mayo de 2014.] <http://www.piper-plastics.com/>.
15. **JL Trono**. *Comprensión de termoformado*. Cincinnati OH : Hanser Gardner Publications, Inc, 1999.
17. —. www.utp.edu.co/. *www.utp.edu.co/*. [En línea] 14 de junio de 2008. [Citado el: 06 de junio de 2012.] http://www.eafit.edu.co/practicas/estudiantes-practica/Documents/norma_tecnica_colombiana_ntc1486.pdf.
18. **Technology, Pennsylvania College of**. *Centro de termoformado de Excelencia*. <http://www.pct.edu/pirc/docs/1374PIRCTThermobookletWEB.pdf> : s.n.
19. **Delgado, MSc. Fidel Juan Vega**. *Mantenimiento correctivo*. Mexico, D.F : The Association of American Editorial Cartoonists, 2007.
20. **Kopeliovich, Dr. Dmitri**. SubsTech, substances & technologies. [En línea] 22 de marzo de 2010. [Citado el: 12 de abril de 2014.] <http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=thermoforming>.
21. **Jose, Hernandez**. 2391515 España, 2011.
22. *Thermoforming's gains help shape market*. **Nissel, Frank**. 2010, Modern Plastics, págs. 22-25.
23. *Nuevo método para determinar la termoformabilidad de un producto*. **Amit Dharia, Transmit Technology Group, LLC**. Argentina : s.n., 2006. conferencia ANTEC 2005. págs. 20-26.
24. **Alexander Donabauer, director de ventas de Kiefel para España**. *Tendencias en termoformado*. [entrev.] Maqtec Ltda Tecnología del Plástico. 4 de enero de 2007.
25. *Optimización de termoformado usando diseño de experimentos*. **Candal, R. Morales y M**. 2007, ANTEC, págs. 1-2.
26. *Elementos de calentamiento halógenos para termoformado*. **Serrano, Carlos**. 2007, SABIC, págs. 6-8.
27. **Engineering, PM-Tec**. *Nuevos materiales para empaques rígidos termoformados y moldeados por inyección y soplado*. Estados Unidos : LyondellBasell Advanced Polyolefins USA, Inc., 2011.

28. *Conferencias de termoformado durante la Equiplast de Barcelona. Equiplast.* Barcelona, España : SPE, 2011. avances en el termoformado de placas y láminas de alto calibre. págs. 23-42.

29. **Escuela Profesional de Ingeniería Industrial - Universidad Ricardo Palma.** *Termoformado de Poliestireno Automatico.* Lima, Peru : s.n., 2013.

ANEXOS

Anexo A. imágenes del estado inicial de la Thermoforming Centre 991 de la Universidad Autónoma del Caribe









Anexo B. proceso de domo formado en la Thermoforming Centre 911 de la Universidad Autónoma del Caribe





Anexo C. proceso de formado al vacío en la Thermoforming Centre 911 de la Universidad Autónoma del Caribe

