



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE
MÁQUINA SELLADORA POR CALOR-CONTACTO**

Gustavo Antonio Villagrán Garzaro
Asesorado por Ing. Fidel Antonio Oliveros Castañeda

Guatemala, mayo de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE
MÁQUINA SELLADORA POR CALOR-CONTACTO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

POR

GUSTAVO ANTONIO VILLAGRÁN GARZARO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

Asesorado por: Ing. Fidel Antonio Oliveros Castañeda

GUATEMALA, MAYO DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II:	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III:	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV:	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V:	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO:	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR:	Ing. Hugo Leonel Ramírez Ortiz
EXAMINADOR:	Ing. Luis Alfredo Asturias Zúñiga
EXAMINADOR:	Ing. Sergio Enrique Benítez De León
SECRETARIO:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE MÁQUINA SELLADORA POR CALOR-CONTACTO

Tema que me fuera asignado por la coordinación de la carrera de Ingeniería Mecánica, con fecha 15 de marzo de 2005.

Gustavo Antonio Villagrán Garzaro

AGRADECIMIENTO

A DIOS

A MI FAMILIA

Mis padres, Gustavo Antonio Villagrán Cifuentes, Felisa Garzaro López de Villagrán y a mi hermana Claudia Villagrán de Quinto

A MI ASESOR

Ing. Fidel Antonio Oliveros

A MIS AMIGOS

A LA FACULTAD DE INGENIERÍA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ÍNDICE

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	v
LISTA DE SÍMBOLOS	vii
GLOSARIO	ix
RESUMEN	xiii
OBJETIVOS	xv
INTRODUCCIÓN	xvii
1. GENERALIDADES SOBRE LA TECNOLOGÍA DE SELLADO	
 POR CALOR-CONTACTO	1
1.1. Definición de sellado por calor-contacto	1
1.2. Características de la tecnología de sellado por calor-contacto	1
1.3. Criterio sobre la calidad del sellado	2
1.3.1. Resistencia del sellado	2
1.3.2. Hermeticidad del sellado	3
1.4. Requerimientos del sellado	3
1.4.1. Requerimientos del proceso	3
1.4.2. Herramientas de sellado	3
1.4.3. Materiales de los recipientes y el sello	4
1.4.4. Composición del producto	6
1.4.5. Otros requerimientos	7
1.5. Parámetros de sellado	8
1.5.1. Tiempo de sellado	8
1.5.2. Temperatura de sellado	8
1.5.3. Presión de sellado	8
1.5.4. Pruebas para determinación de los parámetros de sellado	9

2.	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	15
2.1.	Datos técnicos	15
2.2.	Componentes más importantes	17
2.3.	Accesorios del equipo	24
2.3.1.	Dispositivo de sujeción del recipiente	24
2.3.2.	Interruptor de pedal	25
2.3.3.	Alimentador deslizante	26
2.3.4.	Alimentador rotativo	27
2.3.5.	Sensor detector	28
3.	OPERACIÓN DEL EQUIPO	29
3.1.	Rutina de trabajo	29
3.2.	Método de trabajo	30
3.3.	Operación y elementos de control del regulador digital	31
3.3.1.	Conexiones del regulador digital	32
3.3.2.	Encendido del equipo	33
3.3.3.	Ingreso del tiempo de sellado	34
3.3.4.	Ingreso de la temperatura de sellado	34
3.3.5.	Programación del regulador digital	35
3.3.6.	Otras funciones	36
3.4.	Ajustes para la correcta operación	38
3.4.1.	Ajuste del equipo a la altura del recipiente	38
3.4.2.	Ajuste del equipo al diámetro del recipiente	40
3.4.3.	Ajuste de la inclinación de flote del pistón sellador	41
3.5.	Requerimientos de la estación de trabajo	42
3.5.1.	Iluminación	43
3.5.2.	Ruido	44
3.5.3.	Vibraciones	45
3.5.4.	Otros requerimientos	46
3.6.	Conexión neumática	46
3.6.1.	Construcción de la red de aire comprimido	46

3.6.2.	Conexión de la válvula de mantenimiento y control	48
3.7.	Operación de sellado por medio de accesorios	49
3.7.1.	Operación con dispositivo de sujeción del recipiente	49
3.7.2.	Operación con interruptor de pedal	50
3.7.3.	Operación con alimentador deslizante	50
3.7.4.	Operación con alimentador rotativo	52
3.7.5.	Operación con sensor detector	52
4.	MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN	53
4.1.	Función del mantenimiento e inspección	53
4.2.	Rutina de mantenimiento	54
4.3.	Posibles fallas y sus soluciones	55
4.4.	Consideraciones de seguridad	56
4.4.1.	Instrucciones generales de seguridad	56
4.4.2.	Potenciales fuentes de riesgo	57
4.4.3.	Dispositivos de seguridad del equipo	58
4.5.	Lista de repuestos	60
	CONCLUSIONES	63
	RECOMENDACIONES	65
	BIBLIOGRAFÍA	67

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Sellos de aluminio con recubrimiento termoplástico	5
2. Recipientes sellados	6
3. Dimensiones del equipo	16
4. Equipo de sellado por calor-contacto	17
5. Diagrama de funcionamiento de una termocupla tipo K	20
6. Relación temperatura-voltaje a altas temperaturas	21
7. Relación temperatura-voltaje a bajas temperaturas	21
8. Componentes más importantes del equipo	23
9. Dispositivo de sujeción del recipiente	24
10. Interruptor de pedal	25
11. Alimentador deslizante	26
12. Alimentador rotativo	27
13. Sensor detector en el alto del recipiente (<i>stop</i>)	28
14. Colocación del recipiente bajo el pistón sellador	30
15. Regulador digital	31
16. Conexiones del regulador digital	32
17. Ilustración del adaptador tipo bayoneta	33
18. Fotografía del adaptador tipo bayoneta	33
19. Interruptor de encendido	33
20. Teclas de flecha para ajuste del tiempo de sellado	34
21. Teclas de flecha para ajuste de la temperatura de sellado	35
22. Teclas de programación	36
23. Tecla de despliegue de la temperatura actual de sellado	37
24. Tecla n <i>pcs</i>	37
25. Tecla E	38

26. Posicionamiento del recipiente	40
27. Ajuste fijo del pistón sellador	41
28. Ajuste flotante del pistón sellador	42
29. Mesa de trabajo	46
30. Red de aire comprimido	47
31. Válvula de mantenimiento y control	49
32. Operación con alimentador deslizante	51
33. Señal de precaución ¡Alto voltaje!	59
34. Señal de precaución ¡Superficie caliente!	59
35. Señal de precaución ¡Peligro de aplastamiento!	59
36. Equipo de sellado, versión estándar	61
37. Equipo de sellado con sensor detector	61
38. Equipo de sellado con alimentador deslizante	62

TABLAS

I Ejemplo del rango de prueba	10
II Ejemplo, combinación de valores de parámetros	10
III Ejemplo, sinopsis de resultados de pruebas de calidad	12
IV Rangos de temperatura y resolución para distintas termocuplas	22
V Detalle de la figura 8. Componentes más importantes del equipo	23
VI Lista de repuestos	60

LISTA DE SÍMBOLOS

V	Voltios.
Hz	Hertz.
A	Amperios.
W	Watts.
Bar	Bares.
mm	milímetros.
N	Newton.
mV	milivoltio.
S	segundo.
KWh	Kilowatt hora.
ts	Tiempo de sellado.

GLOSARIO

Amorfo	Que está constituido por átomos apilados con un patrón irregular no repetitivo.
Conductividad térmica	Constante de proporcionalidad entre la rapidez de transmisión de calor y el gradiente de temperatura.
Coefficiente de expansión térmica	Parámetro de un material que indica su cambio dimensional en función del aumento de temperatura.
Cristalino	Que está constituido por átomos apilados con un patrón regular y repetitivo.
Decibel	Décima parte de un bel, que es la relación básica usada en la medición del ruido.
Ergonomía	Ciencia que estudia la biomecánica del ser humano y la relación hombre-máquina.

Extrapolar	Deducir el valor futuro de una variable en función de sus valores anteriores.
Hermeticidad	Grado de hermético.
Latón	Aleación de cobre y cinc.
Neumática	Es la utilización del aire comprimido como medio de trabajo en la industria y preferentemente el accionamiento y mando de máquinas y equipos de explotación.
Poliacrinitrilo	Polímero termoplástico de fácil fabricación y resistente a la humedad. Este material puede ser extruido, colado, moldeado y formado por tensión. Usado en la fabricación de ventanillas de aviones, puertas de baño, recipientes transparentes, etc.

Poliétileno	Polímero termoplástico usado en la fabricación de botellas, tubos y artículos domésticos.
Poliestireno	Polímero termoplástico de notable fragilidad. Este es transparente, fácilmente coloreable y maleable, pero se degrada a temperaturas elevadas.
Polipropileno	Polímero termoplástico similar al polietileno pero con un punto de fusión más alto. Se utiliza en la fabricación de recipientes esterilizados.
Polivinilo	Polímero termoplástico usado en la fabricación de recipientes y juguetes. Posee propiedades similares pero inferiores al PVC.
PVC	Cloruro de polivinilo. Es un polímero termoplástico muy versátil, porque sus aplicaciones incluyen tubos rígidos, accesorios de cables y alambres, empaque de alimentos, juguetes, etc.
Resistencia a la tensión	Esfuerzo máximo que experimenta un material durante una prueba de tensión.

Resolución	Variación mínima del valor medido a la que responderá el instrumento.
Sensor	Dispositivo que convierte una señal mecánica en una señal eléctrica proporcional.
Teflón	Resina de fluorocarbono con un punto de ablandamiento de aproximadamente 750 grados Fahrenheit.
Termoformado	Proceso en el cual se usa una lámina plana de material termoplástico para darle la forma deseada, aplicando presión y calor.
Termoplástico	Polímero que se vuelve suave y deformable al calentarlo.
Tricloroetileno	Compuesto químico usado en algunos productos de limpieza industrial. Este compuesto tiene un efecto narcótico y anestésico en el ser humano.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación establece la operación y mantenimiento de una máquina selladora por calor-contacto.

Se proporciona una descripción sobre la tecnología de sellado por calor-contacto, los tipos de recipientes que pueden ser sellados por esta clase de equipo y sobre el material de los sellos que pueden utilizarse en el proceso de sellado.

Se enuncian los distintos parámetros, tanto para el proceso como para el equipo y la estación de trabajo. También son incluidas las especificaciones técnicas del equipo de sellado así como sus componentes más importantes.

La operación del equipo es descrita en detalle, así como la operación, utilizando los distintos accesorios con los que cuenta el equipo. Es también descrita tanto la rutina de trabajo como el método de trabajo que deben de seguirse para un correcto proceso de sellado.

El mantenimiento y la inspección son actividades vitales para prolongar la vida útil de toda maquinaria, así como para asegurar la correcta operación y calidad deseada del producto.

Existen ciertos aspectos de seguridad generales y específicos para todo equipo o actividad industrial. Estos aspectos deben tomarse muy en cuenta por todo el personal relacionado con el proceso de fabricación.

Toda máquina falla, por lo que se listan las posibles causas de falla del equipo de sellado por calor-contacto, así como las posibles soluciones que pueden aplicarse.

OBJETIVOS

- **GENERAL**

Realizar una guía para la operación y mantenimiento de una máquina selladora por calor-contacto.

- **ESPECÍFICOS**

1. Describir los aspectos generales sobre la tecnología de sellado por calor-contacto.
2. Describir el equipo de sellado por calor-contacto.
3. Describir la operación del equipo de sellado por calor-contacto.
4. Describir los procedimientos de mantenimiento e inspección del equipo de sellado por calor-contacto.

INTRODUCCIÓN

Se pretende con el presente trabajo de graduación proporcionar una guía para la adecuada operación y mantenimiento de una línea de máquinas selladoras por calor-contacto. Puesto que todas las máquinas son iguales, esta guía se realizará para una máquina específica.

También se orienta al lector en los conocimientos generales sobre la tecnología de sellado de recipientes de plástico, aluminio y vidrio, utilizados para contener productos de industrias farmacéuticas, agroquímicas, alimentarias, etc. Los recipientes son sellados herméticamente utilizando sellos de aluminio con una película de material termoplástico.

El sellado por calor-contacto consiste en unir herméticamente el sello de aluminio al recipiente (vidrio, plástico o aluminio) al aplicar presión y calor, con lo cual se ablanda la película de termoplástico, lo que provoca la unión de las partes.

Como toda máquina, la unidad de sellado puede sufrir una avería en cualquier momento. Este trabajo de graduación contiene la información necesaria para poder efectuar las reparaciones y procedimientos de mantenimiento que contribuyan al buen funcionamiento de la unidad.

La seguridad es un factor tratado en este documento, debido a que es de suma importancia. La empresa debe contar con las medidas de seguridad necesarias para el equipo y para el personal. El operario debe conocer y acatar las medidas de seguridad establecidas para el equipo o tarea asignada

1. GENERALIDADES SOBRE LA TECNOLOGÍA DE SELLADO POR CALOR-CONTACTO

1.1. Definición de sellado por calor-contacto

El sellado por calor-contacto es la conjunción de una película de material termoplástico que está adherida al material del sello o empaque con el material del recipiente a sellar. Esta conjunción se logra con la combinación de calor y presión por un periodo específico de tiempo.

1.2. Características de la tecnología de sellado por calor-contacto

La tecnología de sellado por calor-contacto se caracteriza por el hecho de que la conjunción entre las superficies a sellar son calentadas a la temperatura requerida por un pistón o cabeza selladora. La conjunción se logra al suavizar el material termoplástico aplicando presión y calor por un periodo de tiempo. Después que los materiales se han enfriado, la unión entre ellos puede ser fácilmente separada, esto depende de los materiales seleccionados, los parámetros de sellado seleccionados y los requerimientos del fabricante del producto a envasar.

1.3. Criterio sobre la calidad del sellado

El término calidad resulta difícil de definir, dado a que puede ser un tanto subjetivo. Una de las descripciones más apropiadas para propósitos de este trabajo divide a la calidad en tres dimensiones: diseño, conformación y desempeño.

Calidad en el diseño se refiere al nivel en que las especificaciones técnicas se fijan al diseño del producto o servicio.

Calidad en la conformación denota el grado en que estas especificaciones se observan y cumplen durante la fabricación del producto o la prestación del servicio.

Calidad en el desempeño, conocida como confiabilidad, se refiere al grado en que un producto o servicio funciona en un momento determinado en base a parámetros establecidos.

Al utilizar la tecnología de sellado por calor-contacto existen dos criterios de calidad muy importantes que se deben considerar, son éstos la resistencia del sellado y la hermeticidad del mismo.

1.3.1. Resistencia del sellado

La resistencia de la película de termoplástico, que es la que proporciona la unión entre los materiales, es determinada por los parámetros de sellado, sean estos temperatura, tiempo y presión de sellado. Otros factores a considerar para obtener la resistencia deseada son el diseño y montaje del pistón o cabeza selladora, y el ancho y composición química de la película de material termoplástico.

1.3.2. Hermeticidad del sellado

La hermeticidad absoluta del sellado se da cuando la conjunción de los termoplásticos involucrados en el proceso se da en un 100%, es decir que la película de termoplástico en el material sellador ha formado un anillo de sellado por todo el borde de la boquilla del recipiente a sellar. Es importante hacer notar que una baja resistencia en el anillo de sellado no significa que el sellado no sea hermético, y tampoco una alta resistencia en el anillo de sellado no significa que el sellado sea hermético.

1.4. Requerimientos del sellado

1.4.1. Requerimientos del proceso

Todo el procedimiento de sellado debe llevarse a cabo de tal forma que se asegure un sello absolutamente hermético y de fácil separación, de ser esto requerido.

El proceso de sellado no debe afectar el material del sello en ninguna forma, sea esta visual (quemadura parcial o decoloración) o mecánica. Además, es de gran importancia que se asegure que la estructura y la apariencia del producto a empacar no sea afectada.

1.4.2. Herramientas de sellado

Las herramientas de sellado deben tener una cubierta antiadhesiva (teflón, por ejemplo). La forma de la herramienta selladora debe corresponder a la geometría de las partes a ser unidas y el ancho de la película de termoplástico. Superficies planas poseen mejor conductividad térmica que las irregulares. Las unidades de sellado deben tener la suficiente capacidad de desempeño para la aplicación requerida.

1.4.3. Materiales de los recipientes y el sello

Lo más importante es que los materiales que van a utilizarse en el proceso de sellado sean capaces de formar la unión al ser sometidos a presión y calor.

Es importante que al seleccionar los materiales se tome en cuenta la conductividad térmica entre las partes a unir, coeficiente de expansión térmica y resistencia a la tensión de la película de termoplástico.

Los materiales de los recipientes a sellar son frecuentemente divididos en cuatro categorías:

- Recipientes de plástico. Los más utilizados en la fabricación de recipientes son polietileno de baja densidad, polietileno de alta densidad, polipropileno inyectado o termoformado, poliéster amorfo o cristalino, polivinilo clorato (PVC), poliacrinitrilo, entre otros.
- Recipientes de vidrio. Estos son fabricados por diversos métodos y fórmulas. Sea vidrio blanco, teñido u opal, éstos pueden ser perfectamente sellados. Se debe prestar atención a los tratamientos térmicos, ya sea terminado en frío o en caliente (este último tiene un efecto negativo en la calidad del sellado) y a los acabados superficiales en la abertura del recipiente, pues éstos también pueden afectar la calidad del sellado.
- Recipientes metálicos. Estos pueden ser de aluminio o latón y sus superficies a sellar pueden ser barnizadas o no.

- Recipientes de cartón o papel endurecido. Éstos frecuentemente son recubiertos con polietileno de baja densidad, que es el material que junto con el sello produce la unión.

Los materiales de los sellos más comúnmente utilizados en los procedimientos de sellado por calor-contacto son láminas finas de aluminio barnizado con una película de termoplástico de diversos grosores.

En la figura 1 se muestra la fotografía de algunos sellos de aluminio utilizados en dicho proceso.

Figura 1. Sellos de aluminio con recubrimiento termoplástico



Fuente: www.ballerstaedt&co_-polimatvariosealpn.htm.

En la figura 2 se muestra una fotografía de una variedad de recipientes sellados por el proceso de sellado por calor-contacto con sellos de aluminio.

Figura 2. Recipientes sellados



Fuente: www.ballerstaedt&co_-polimatvariosealpn.htm.

1.4.4. Composición del producto

Los productos a ser empacados pueden ser líquidos, pastosos o polvos. En lo que a composición se refiere, éstos pueden ser soluciones diluidas ácidas, neutras o alcalinas.

Los productos a ser empacados por el procedimiento de sellado por calor-contacto no deben ser inflamables a las temperaturas producidas por el equipo (hasta 300°C).

1.4.5. Otros requerimientos

En los requerimientos de empaque se define la función y el uso correcto de los sellos. Los criterios en los que puede basarse al seleccionar un sello son los siguientes:

- Protección contra la pérdida del aroma.
- Protección contra la filtración o fuga de líquidos.
- Protección contra luz, agua y otros factores ambientales.
- Protección contra manipulación y remoción del producto no autorizada.
- Protección contra las picaduras o perforaciones.
- Sellado resistente y de fácil remoción.

1.5. Parámetros de sellado

1.5.1. Tiempo de sellado

El tiempo de sellado es el tiempo durante el cual la herramienta de sellado (pistón o cabeza selladora) ejercita su efecto sobre las partes a ser selladas. La unidad de medida de este parámetro (t_s) es el segundo (s).

1.5.2. Temperatura de sellado

La temperatura de sellado es proporcionada al transformar la energía eléctrica en energía calorífica por medio de una termocupla. El calor es requerido para calentar las herramientas de sellado (pistón o cabeza selladora). La energía eléctrica consumida por la unidad es medida en kiloWatt-hora (Kwh) y la temperatura (T_s) en grados centígrados.

1.5.3. Presión de sellado

Para que la unión entre los termoplásticos derretidos por el calor de sellado se lleve a cabo, una fuerza debe ser aplicada sobre la superficie. La presión requerida es normalmente generada por un sistema neumático conectado a un medidor de presión. La presión es medida en bares.

El tiempo, temperatura y presión de sellado deben adaptarse unos con otros de tal forma que el producto a ser empacado sea sellado con la calidad requerida, utilizando el mínimo de tiempo y energía posibles.

1.5.4. Pruebas para determinación de los parámetros de sellado

El propósito de efectuar pruebas es determinar en consideración con los requerimientos de calidad del producto a envasar, la combinación óptima para los valores de los parámetros de sellado (temperatura, tiempo y presión). Las herramientas de sellado y los materiales usados son considerados constantes.

Los estándares para la determinación de la calidad del sellado han sido establecidos por la DIN *Deutsches Institut für normung e.v* (Instituto alemán de normas).

Se procede de la siguiente forma:

- **Paso 1**

Usar como variables parámetros de sellado cuyos valores permitan un sellado cuya calidad haya sido comprobada, por ejemplo, los valores mostrados a continuación:

tiempo de sellado (ts)	= 0.5 segundos
temperatura de sellado	= 250 °C
presión de sellado	= 4 bars

- **Paso 2**

Determinar valores superiores e inferiores a los escogidos en el paso 1. Asegurarse de cubrir un rango máximo, cubriendo desde el límite inferior hasta el superior que el equipo de sellado permite. De esta forma se puede cubrir todo el rango de ajuste.

La siguiente tabla brinda un ejemplo de lo anterior:

Tabla I. Ejemplo del rango de prueba

Parámetros de sellado	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5
Tiempo de sellado t_s	2s	1.5s	1s	0.7s	0.5s
Temperatura de sellado T_s	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C	
Presión de sellado psi	4bars	5bars			

Se debe transferir los valores a una tabla como la mostrada más adelante, proporcionando las posibles combinaciones de valores con un número de identificación de tres dígitos. Se interpreta cada dígito como un parámetro de sellado (1er dígito = tiempo de sellado, 2do dígito = temperatura de sellado, 3er dígito = presión de sellado).

Tabla II. Ejemplo, combinación de valores de parámetros

Temperatura de sellado T_s en °C	Presión de sellado psi en bars	Tiempo de sellado t_s en s 2s	Tiempo de sellado t_s en s 1.5s	Tiempo de sellado t_s en s 1s	Tiempo de sellado t_s en s 0.7s	Tiempo de sellado t_s en s 0.5s
150	4	1.1.1	2.1.1	3.1.1	4.1.1	5.1.1
150	5	1.1.2	2.1.2	3.1.2	4.1.2	5.1.2
200	4	1.2.1	2.2.1	3.2.1	4.2.1	5.2.1
200	5	1.2.2	2.2.2	<u>3.2.2</u>	4.2.2	5.2.2
250	4	1.3.1	2.3.1	3.3.1	4.3.1	5.3.1
250	5	1.3.2	2.3.2	3.3.2	4.3.2	5.3.2
300	4	1.4.1	2.4.1	3.4.1	4.4.1	5.4.1
300	5	1.4.2	2.4.2	3.4.2	4.4.2	5.4.2

El número de identificación 3.2.2, por ejemplo, representa la siguiente combinación:

- 1) El primer dígito representa el tiempo de sellado, etapa 3 = 1s,
- 2) El segundo dígito representa la temperatura de sellado, etapa 2 = 200°C,
- 3) El tercer dígito representa la presión de sellado, etapa 2 = 5bar.

- **Paso 3**

Sellar una cantidad específica de recipientes con cada una de las combinaciones de valores de los parámetros. Se recomienda sellar aproximadamente 20 recipientes por combinación, pues con esta cantidad se podrá determinar la calidad del sellado para cada combinación. Marcar los recipientes individuales con el número de identificación de la combinación usada. Almacenar los recipientes bajo condiciones normales por varios días.

- **Paso 4**

Realizar las siguientes pruebas a los recipientes sellados y documentar los resultados:

- 1) Inspección visual. Verificar la presencia de quemadura y bordes irregulares en la abertura del recipiente.
- 2) Prueba de detección de fugas de acuerdo con norma DIN 55 458. Esta prueba consiste en someter el recipiente sellado a presión de vacío por medio de una bomba. La presión debe ser suficiente para producir succión mas no arrancar el sello. Si el sellado del recipiente es hermético, no debe fugarse ninguna cantidad de producto o contraerse el recipiente.

- 3) Verificar la resistencia de la unión del sello por medio de una prueba de vacío o una prueba de arranque. La prueba de vacío consiste en someter el recipiente sellado a presión de vacío por medio de una bomba y determinar dicha presión necesaria para arrancar el sello. La prueba de arranque es una prueba de tensión con la cual se determina la fuerza de tensión en Newtons necesaria para arranca el sello del recipiente.

- 4) Inspeccionar el estado del producto empacado.

Ingresar los resultados de las pruebas individuales en una tabla de sinopsis, la cual puede verse como la tabla III mostrada a continuación.

Tabla III. Ejemplo, sinopsis de resultados de pruebas de calidad

Procedimiento: sellado por calor-contacto		Recipiente: xyz		
Fecha:		Sello: xyz		
Inspector:		N. recipientes: 20		
ID N.	Apariencia del sello y recipiente	Hermeticidad Del sello	Resistencia de la unión	Estado del producto empacado
1.1.1				
1.1.2				
1.2.1				
1.2.2				
1.3.1				
1.3.2				
1.4.1				

- **Paso 5**

Determinar por medio de la información obtenida y los requerimientos de calidad del producto a empacar, los parámetros de sellado más adecuados para el producto.

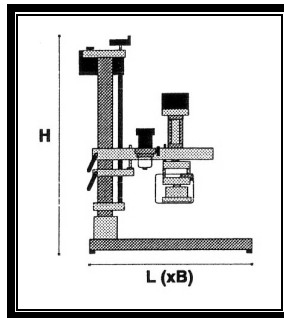
2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Este equipo fue diseñado exclusivamente para el sellado por calor-contacto de recipientes de plástico, aluminio y vidrio con sellos de aluminio en finas láminas con recubrimiento termoplástico en uno de sus lados. Tanto los sellos como los recipientes deben ser diseñados para permitir el sellado por calor-contacto.

2.1. Datos técnicos

- Conexión eléctrica
Voltaje -- 220 V/50
Frecuencia -- 60 hz.
Corriente -- 2.5 A.
Carga -- 500 W.
- Conexión de aire comprimido
Mínimo 4 bar. de presión.
- Peso
Aproximadamente 28 kilogramos.
- Nivel de ruido
El nivel de ruido se encuentra debajo de los 70 decibeles.
- Dimensiones del equipo
Altura (H) 730 mm, largo (L) 550 mm, ancho 350 mm. Vea figura 3.

Figura 3. Dimensiones del equipo



Fuente: *Ballerstadt & Co. Polymat Varioseal PN operating instructions.*

- Capacidad de producción
Dependiendo de la habilidad del operario, se puede sellar hasta 700 recipientes por hora.
- Pistón sellador
Diámetro de 100 mm.
Ancho de la superficie de impacto 25 mm.
La carga transversal promedio es de 500 N.
- Tiempo de sellado
El tiempo de sellado está en el rango de 0.5 – 10 segundos.
- Temperatura de sellado
La temperatura de sellado está en el rango de 100°C – 300°C.
- Contenedores
El material de los recipientes debe ser plástico o vidrio.
El diámetro de la abertura de los recipientes debe ser al menos 10 mm más pequeño que el diámetro del pistón sellador.
La altura máxima permisible del recipiente es 375 mm.

Figura 4. Equipo de sellado por calor-contacto



Fuente: www.ballerstaedt&co_-polimatvariosealpn.htm.

En la figura anterior puede apreciarse que el equipo de sellado por calor-contacto es relativamente liviano y compacto, por tanto es recomendable cuando el espacio disponible es un factor.

2.2. Componentes más importantes

- Base de acero inoxidable (**A**): ésta soporta todo el equipo y sobre ella se realiza el proceso de sellado.
- Pilar (**B**): sobre éste se desplaza la consola operacional para ajustar el equipo a la altura del recipiente.
- Consola guía (**C**): el propósito de ésta es guiar a la consola operacional a lo largo del pilar y así poder hacer los ajustes necesarios. Ésta se fija al pilar por medio de una palanca de clavija y está conectada a la consola operacional por medio de un pin piloto.

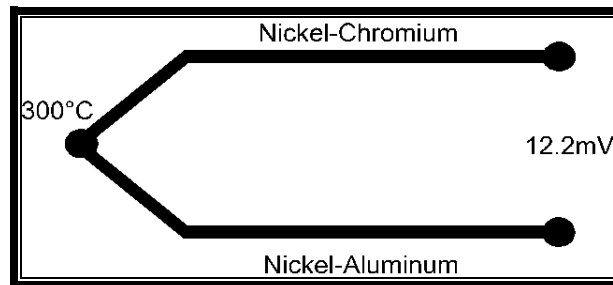
- Consola operacional (**D**): sobre esta consola se encuentran todos los aditamentos necesarios para llevar a cabo el proceso de sellado. Ésta se fija al pilar por medio de una palanca de clavija y su ajuste correcto se logra por medio de la consola guía.
- Regulador digital (**E**): es un dispositivo de control automático, cuyo propósito en un sistema es producir una salida deseada cuando las entradas del sistema son modificadas. Las entradas se dan en forma de señales de mando, que se espera que la salida siga, y en forma de perturbaciones, que se espera que el control de mando minimice. La forma más usual de control automático es un control retroalimentado en lazo cerrado. El propósito de este regulador digital es ajustar dos de los parámetros de sellado, tiempo y temperatura.
- Agarrador de estrella (**F**): se utiliza para la alineación del regulador digital, debe alinearse de forma que se encuentre en el campo visual del operario así como a su alcance.
- Manija giratoria (**G**): se usa para el ajuste de la altura de la consola operacional. Al girar la manija, también gira el eje trapezoidal.
- Eje trapezoidal (**H**): junto con la manija giratoria, éste se utiliza para el ajuste de la altura de la consola operacional. Se manipula manualmente por medio de la manija giratoria, que es un eje roscado, y al hacerlo girar desplaza la consola operacional hacia arriba o abajo.
- Caja de distribución eléctrica (**I**): ésta distribuye la energía eléctrica al regulador digital.

- Cilindro de presión (**J**): es un cilindro de presión neumática, el cual transforma la energía del aire comprimido en un movimiento lineal de vaivén. Es el que por medio de la presión neumática acciona el pistón sellador.
- Combinación válvula de mantenimiento y control (**K**): la función de la unidad de mantenimiento es preparar el aire antes de su utilización en un dispositivo neumático. El aire debe ser depurado y debe extraerse la humedad de éste. La humedad del aire es extraída por el filtro con separador de agua. La presión del aire puede ajustarse a un valor determinado y constante por medio de la válvula reguladora de presión. El aire también debe enriquecerse con una fina niebla de aceite, para lubricar las guías de los elementos de mando de trabajo, esto lo realiza el elemento lubricador. La válvula de control en este caso es una electroválvula, es decir que esta válvula neumática es accionada por una señal eléctrica. Cuando esto sucede permite el paso de aire comprimido hacia el cilindro de presión, accionando el pistón sellador.
- Sujetador del pistón (**L**): este sostiene el pistón sellador, pero su principal función es permitir el ajuste del dispositivo de flote del pistón sellador.
- Cubierta de aislante térmico (**M**): el propósito de éste es evitar la pérdida excesiva de calor en el ambiente y es una medida de protección contra daños al operario.
- Calentador tipo anillo (**N**): eleva la temperatura del pistón sellador al parámetro establecido. La temperatura de éste se controla por medio del regulador digital.

- Pistón sellador (**O**): por medio de éste se ejerce la presión necesaria sobre el recipiente para llevar a cabo el sellado. La superficie del pistón sellador está recubierta por un material antiadhesivo, el material comúnmente usado es el teflón.
- Termocupla (**P**): las termocuplas son sensores usados con el propósito de medir temperaturas. Estas consisten de dos metales diferentes, unidos en un extremo. Cuando la unión entre los dos metales es calentada o enfriada se produce un voltaje que puede ser correlacionado con la temperatura.

En la figura 5 se muestra el comportamiento de una termocupla tipo K, que a 300°C produce un voltaje de 12mV.

Figura 5. Diagrama de funcionamiento de una termocupla tipo K

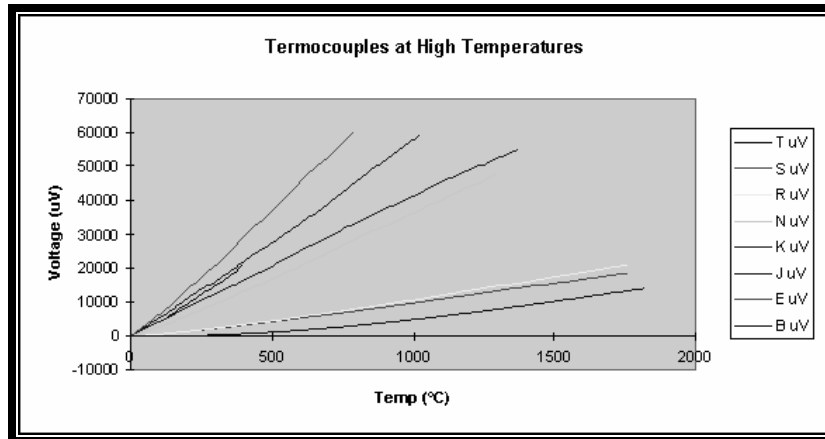


Fuente: www.picotech.com/applications/thermocouples.html.

- La termocupla tipo K (cromo-níquel / aluminio-níquel) es de propósitos generales. Es de bajo costo y se puede encontrar en gran variedad de cubiertas. Estas son usadas para rangos de -200°C hasta 1200°C .

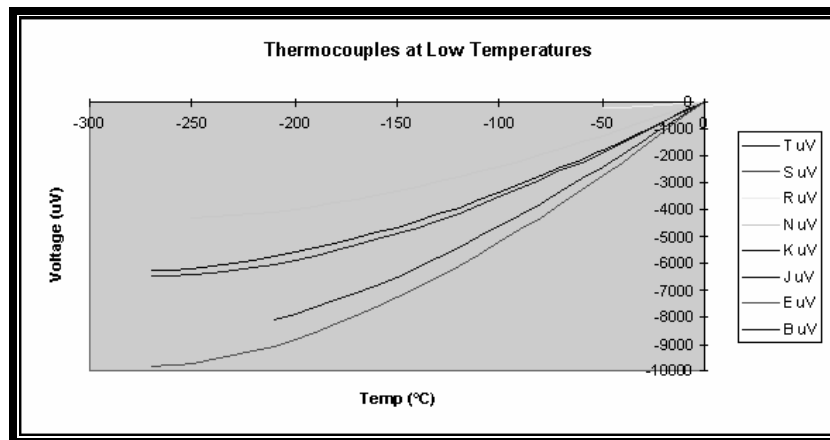
En las figuras 6 y 7 se muestra la relación temperatura-voltaje para algunos tipos de termocuplas bajo condiciones de alta y baja temperatura.

Figura 6. Relación temperatura-voltaje a altas temperaturas



Fuente: www.picotech.com/applications/thermocouples.html.

Figura 7. Relación temperatura-voltaje a bajas temperaturas



Fuente: www.picotech.com/applications/thermocouples.html.

- Las termocuplas están disponibles en diferentes combinaciones de metales y de calibraciones. En la tabla IV se muestran algunos de los distintos tipos de termocuplas, rangos de temperatura de operación y resolución.

Tabla IV. Rangos de temperatura y resolución para distintas termocuplas

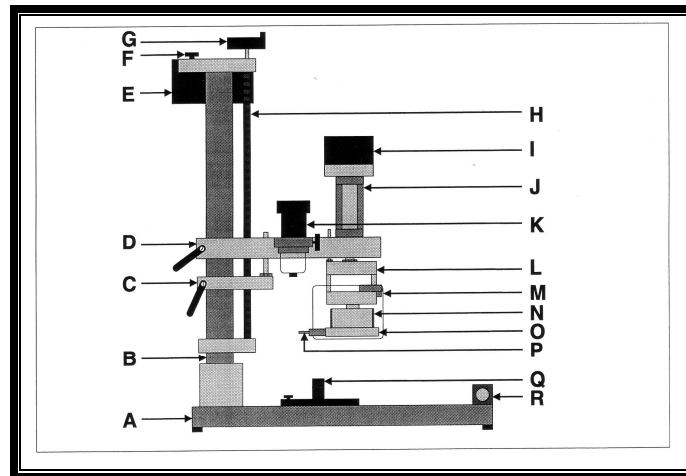
Tipos	Rango (°C)	0.1 °C	0.025 °C
		Resolución	Resolución
B	100..1800	1030..1800	-
E	-270..790	-240..790	-140..790
J	-210..1050	-210..1050	-120..1050
K	-270..1370	-220..1370	-20..1150
N	-260..1300	-210..1300	340..1260
R	-50..1760	330..1760	-
S	-50..1760	250..1760	-
T	-270..400	-230..400	-20..400

Fuente: www.picotech.com/applications/thermocouples.html.

- Alto del recipiente o *stop* (**Q**): sirve de referencia para la correcta colocación del recipiente bajo el pistón sellador.
- Interruptor de dos manos (**R**): acciona el pistón sellador para que se lleve a cabo la operación de sellado. Su peculiaridad es que para que la operación se realice el operario debe accionar dos botones que se encuentran uno opuesto al otro, de modo que debe usar ambas manos. Este tipo de control se usa para prevenir accidentes, ya que el operario al usar ambas manos no tiene posibilidad de dejar una de éstas en una zona de riesgo.

En la figura 8 se muestra un diagrama de los componentes más importantes del equipo de sellado por calor-contacto. Ver detalle en tabla V.

Figura 8. Componentes más importantes del equipo



Fuente: *Ballerstadt & Co. Polymat Varioseal PN operating instructions.*

Tabla V. Detalle de la figura 8. Componentes más importantes del equipo

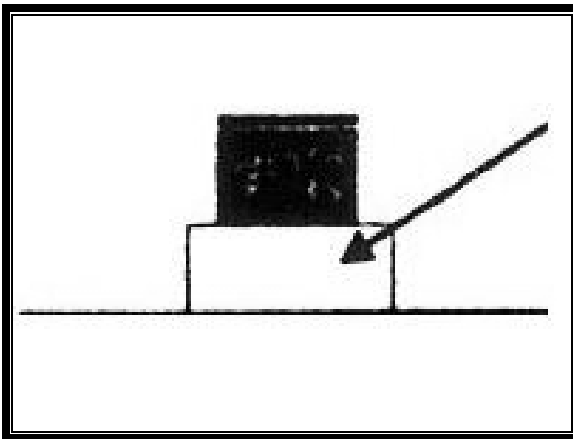
A	Base de acero inoxidable	J	Cilindro de presión
B	Pilar	K	Combinación válvula de mantenimiento y control
C	Consola guía	L	Sujetador del pistón
D	Consola operacional	M	Cubierta de aislante térmico
E	Regulador digital	N	Calentador tipo anillo
F	Agarrador de estrella	O	Pistón sellador
G	Manija giratoria	P	Termocupla
H	Eje trapezoidal	Q	Alto del recipiente (<i>stop</i>)
I	Caja de distribución eléctrica	R	Interruptor de dos manos

2.3. Accesorios del equipo

2.3.1. Dispositivo de sujeción del recipiente

Este accesorio se utiliza para asegurar que el recipiente a sellar no se balancee o caiga durante el proceso de sellado. Estos dispositivos de sujeción existen en varias presentaciones para distintos tipos de recipientes. En la figura 9 se muestra la ilustración de este accesorio.

Figura 9. Dispositivo de sujeción del recipiente

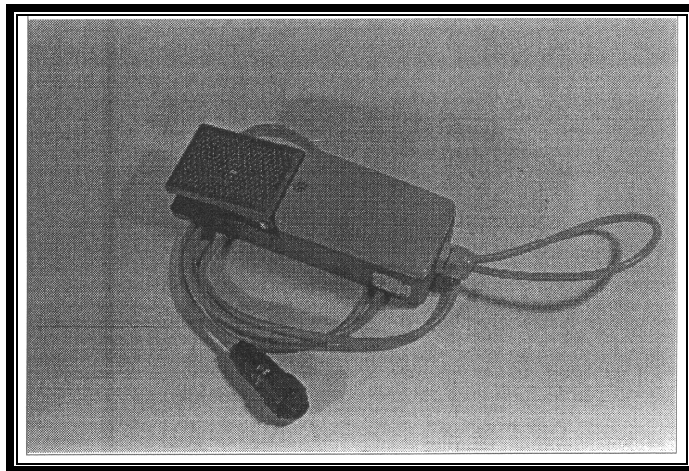


Fuente: *Ballerstadt & Co. Polymat Varioseal PN operating instructions.*

2.3.2. Interruptor de pedal

Este interruptor se utiliza en lugar del interruptor de dos manos. Se recomienda que sea usado por operarios experimentados, puesto que el procedimiento de sellado es activado por medio del pedal, y el operario podría dejar una mano en una zona de riesgo. En la figura 10 se muestra una fotografía de este accesorio.

Figura 10. Interruptor de pedal

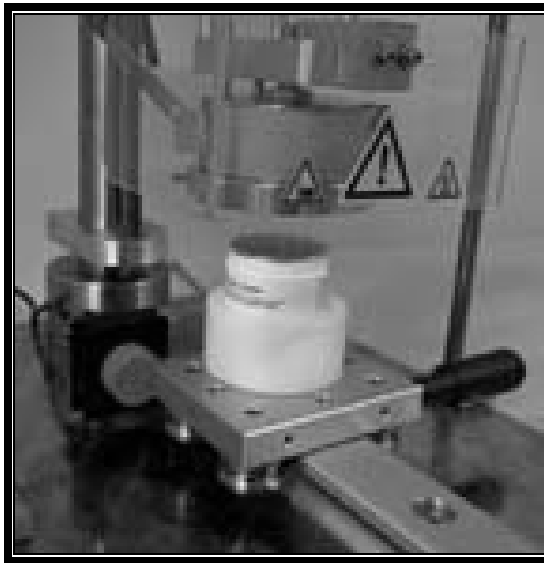


Fuente: *Ballerstadt & Co. Polymat Varioseal PN operating instructions.*

2.3.3. Alimentador deslizante

Este alimentador consiste en un riel con un carro deslizante, el cual tiene un dispositivo de sujeción para recipientes y una palanca lateral. Al final de la carrera, tiene un microinterruptor, que activa el proceso de sellado. En la figura 11 se muestra una fotografía de este accesorio.

Figura 11. Alimentador deslizante



Fuente: www.ballerstaedt&co_-polimatvariosealpn.htm.

2.3.4. Alimentador rotativo

Este consiste en un plato rotatorio que puede sostener varios recipientes. El operario hace girar el plato para llevar a cabo el proceso de sellado de los recipientes. Este accesorio agiliza el proceso de colocación de los recipientes bajo el pistón sellador. Para usarlo debe removerse la base del equipo. En la figura 12 se muestra una fotografía de este accesorio.

Figura 12. Alimentador rotativo

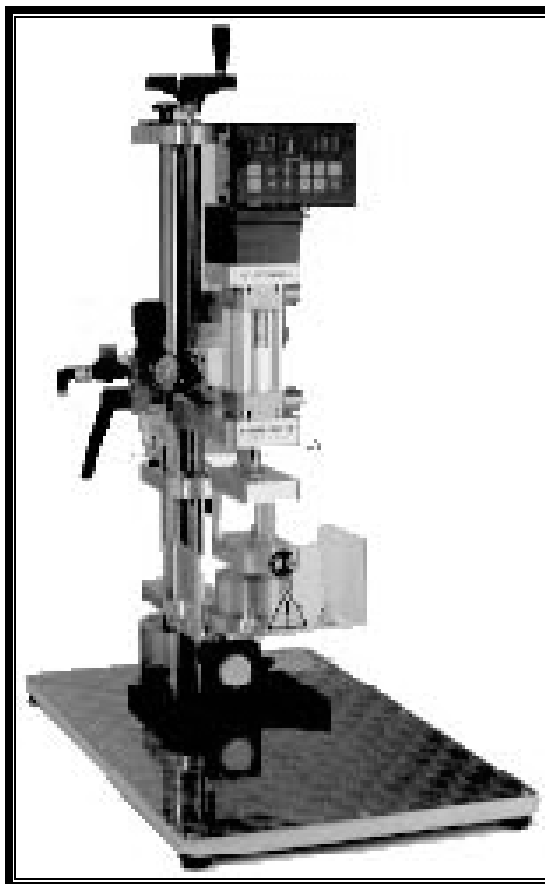


Fuente: www.ballerstaedt&co_-polimatvariosealpn.htm.

2.3.5. Sensor detector

Este accesorio, al igual que el interruptor de pedal, se utiliza en lugar del interruptor de dos manos. El sensor se coloca en el alto del recipiente (*stop*) y su función es activar la operación de sellado al detectar el recipiente que va a ser sellado. En la figura 13 se muestra una fotografía de este accesorio.

Figura 13. Sensor detector en el alto del recipiente (*stop*)



Fuente: www.ballerstaedt&co_-polimatvariosealpn.htm.

3. OPERACIÓN DEL EQUIPO

3.1. Rutina de trabajo

Antes de iniciar la operación del equipo, el operario debe estar familiarizado con su funcionamiento, componentes y con las consideraciones de seguridad necesarias.

Para que el proceso de sellado por calor-contacto sea llevado a cabo de manera correcta, existe una rutina de trabajo determinada que el operario deberá seguir. Esta es la siguiente:

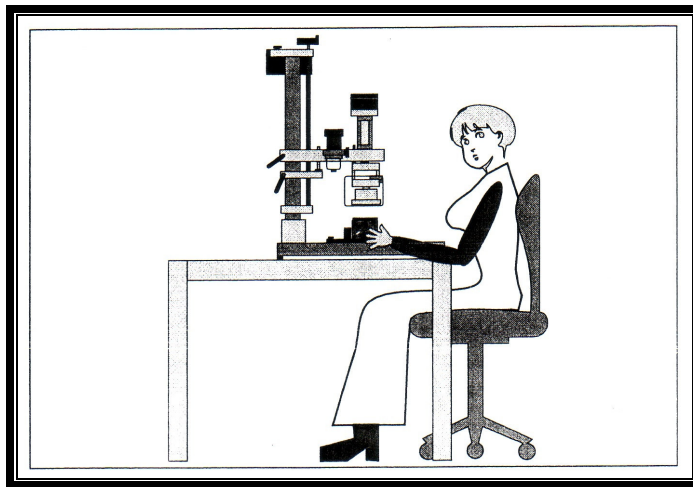
- 1) Verificar si el equipo ha sido ajustado a las dimensiones y otras características del recipiente a sellar.
- 2) Encender el equipo. El interruptor de encendido se encuentra en el costado del regulador digital.
- 3) Ingresar los valores de los parámetros de sellado en el regulador digital.
- 4) Proceder con la operación u operaciones de sellado.
- 5) Apagar el equipo. Colocar el interruptor de encendido en la posición de apagado.

3.2. Método de trabajo

Para el sellado de un recipiente de forma óptima, el operario debe seguir el siguiente método de trabajo:

- 1) Colocar el sello de aluminio sobre la abertura del recipiente. La abertura debe estar completamente cubierta con el material del sello. La cara del sello que tiene el recubrimiento termoplástico debe ser la que hace contacto con la abertura del recipiente.
- 2) El recipiente con el sello de aluminio sobre su abertura debe ser guiado justo abajo del pistón sellador, esto es, donde está el alto del recipiente (*stop*). En la figura 14 se muestra una ilustración de la operación anteriormente descrita.

Figura 14. Colocación del recipiente bajo el pistón sellador



Fuente: Ballerstadt & Co. *Polymat Varioseal PN operating instructions*.

- 3) El sellado es iniciado por el operario por medio del interruptor de dos manos.

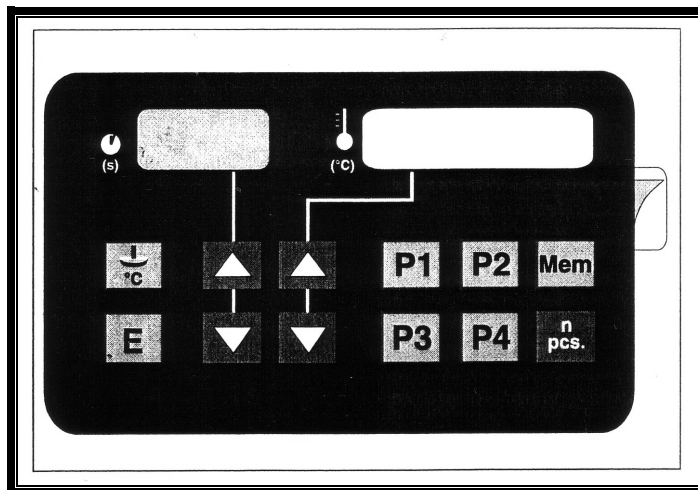
- 4) El pistón sella el recipiente con los parámetros establecidos en el regulador digital y la en la válvula de mantenimiento y control. Luego regresa a su posición original.
- 5) Remover el recipiente sellado.

3.3. Operación y elementos de control del regulador digital

Es importante que el operario conozca y domine todas las funciones del regulador digital. Los parámetros de sellado deben ser ingresados al regulador digital antes de iniciar el proceso de sellado.

En la figura 15 se muestra la ilustración del regulador digital.

Figura 15. Regulador digital

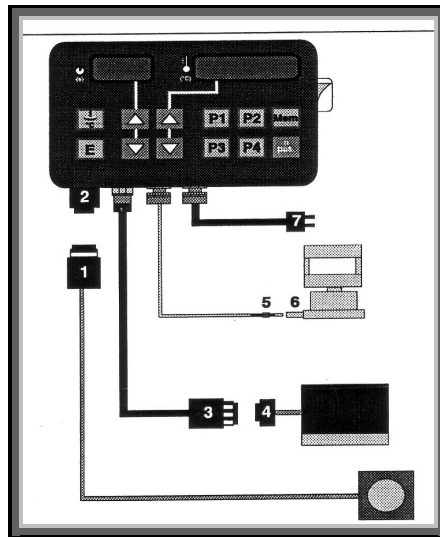


Fuente: Ballerstadt & Co. *Polymat Varioseal PN operating instructions.*

3.3.1. Conexiones del regulador digital

En la figura 16 se muestra un diagrama del regulador digital y las conexiones de éste con otros componentes. Los distintos conectores están numerados para facilitar la conexión de éstos por el operario.

Figura 16. Conexiones del regulador digital



Fuente: *Ballerstadt & Co. Polymat Varioseal PN operating instructions.*

El acople macho del control de dos manos (1) debe conectarse con el correspondiente acople hembra del regulador digital (2). Éstos se fijan por medio de tornillos.

El acople macho de la caja de distribución eléctrica (4) debe conectarse con el correspondiente acople hembra del regulador digital (3).

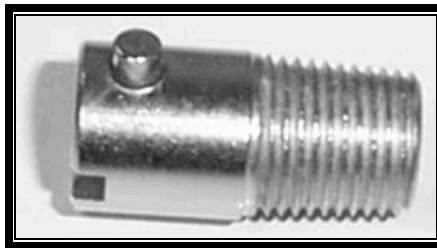
La termocupla (5) debe introducirse en el adaptador del pistón sellador (6), ésta se asegura por medio del adaptador de punta tipo bayoneta de la termocupla. En la figura 17 se muestra la ilustración del adaptador tipo bayoneta, y en la figura 18 una fotografía del mismo.

Figura 17. Ilustración del adaptador tipo bayoneta



Fuente: *Ballerstadt & Co. Polymat Varioseal PN operating instructions.*

Figura 18. Fotografía del adaptador tipo bayoneta

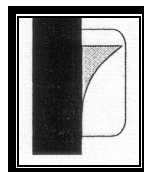


Fuente: *www.Temperatures.com/tcs.html.*

3.3.2. Encendido del equipo

El interruptor de encendido del equipo está localizado a mano derecha del regulador digital. El interruptor ilustrado en la figura 19 está en posición de apagado. Después de colocar el interruptor en posición de encendido, el tiempo de sellado programado aparecerá en la pantalla de despliegue ubicada a mano izquierda, la temperatura de sellado programada aparecerá en la pantalla de despliegue ubicada a mano derecha. Tan pronto como el pistón sellador alcance la temperatura programada, el despliegue en pantalla dejará de pulsar y el equipo estará listo para operación.

Figura 19. Interruptor de encendido

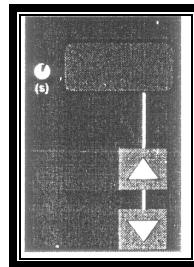


Fuente: *Ballerstadt & Co. Polymat Varioseal PN operating instructions.*

3.3.3. Ingreso del tiempo de sellado

El tiempo de sellado puede aumentarse o disminuirse por medio de las teclas de flecha. El despliegue de tiempo cambia en pasos de 0.1 segundos. Cuando las teclas de flecha se dejan presionadas, el despliegue de tiempo seguirá cambiando hasta que la tecla se suelte. En la figura 20 se muestran las teclas de flecha para ajuste del tiempo de sellado.

Figura 20. Teclas de flecha para ajuste del tiempo de sellado



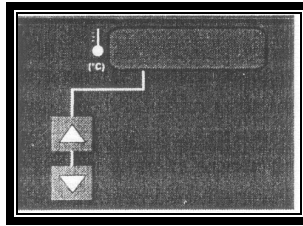
Fuente: Ballerstadt & Co. Polymat Varioseal PN operating instructions.

3.3.4. Ingreso de la temperatura de sellado

La temperatura de sellado puede aumentarse o disminuirse por medio de las teclas de flecha. El despliegue de temperatura cambia en pasos de 5°C. Al mantener oprimidas las teclas de flecha, el despliegue de temperatura seguirá cambiando hasta que la tecla se suelte.

El de ajuste de la temperatura se encuentra en el rango de 100°C a 300°C. Si la temperatura del pistón sellador esta 10°C grados centígrados abajo o 20°C arriba del parámetro de temperatura establecido, el equipo se bloqueará. En la figura 21 se muestran las teclas de flecha para ajuste de la temperatura de sellado.

Figura 21. Teclas de flecha para ajuste de la temperatura de sellado



Fuente: *Ballerstadt & Co. Polymat Varioseal PN operating instructions.*

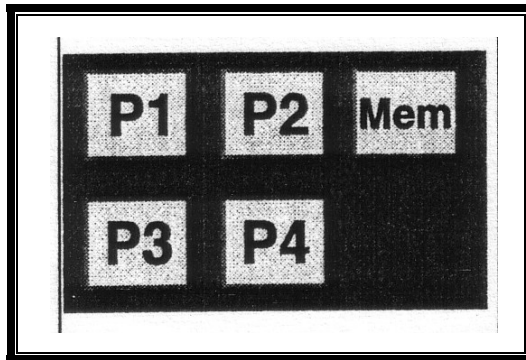
3.3.5. Programación del regulador digital

En la práctica, normalmente se trabaja con operaciones repetitivas, es decir, en este caso, con un mismo tipo de recipiente o de sello. En consecuencia, los parámetros de sellado para un gran número de recipientes serán los mismos. El regulador digital está provisto de 4 memorias programables para no tener que ingresar los parámetros de sellado una y otra vez. Estas memorias pueden ser almacenadas o cambiadas en cualquier momento. Las memorias se mantendrán almacenadas en el equipo después de haberlo apagado.

Para almacenar en memoria el tiempo y temperatura de sellado determinado presionar la tecla *Mem*. Luego presionar una de las teclas P (P1, P2, P3, P4). Los parámetros son almacenados bajo el número correspondiente. El almacenaje en memoria es posible siempre y cuando la letra P aparezca en la pantalla de despliegue de temperatura. Para activar cualquiera de los programas sólo se debe presionar cualquiera de las teclas P. Los parámetros almacenados bajo la tecla presionada serán desplegados en pantalla.

El regulador digital también cuenta con un programa de respaldo para evitar que se sobrescriba por error los parámetros ya almacenados. Para ejecutar este programa, apagar el equipo, presionar la tecla *Mem*, manteniéndola presionada, encender el equipo y seguir presionando por al menos 3 segundos. Un punto rojo aparecerá en el despliegue de temperatura indicando que el programa de respaldo está activado. En la figura 22 se muestran las teclas de programación del regulador digital.

Figura 22. Teclas de programación

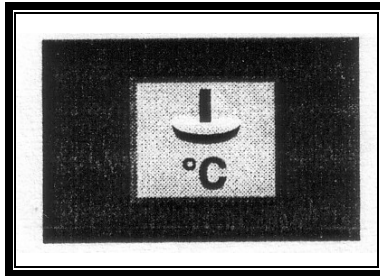


Fuente: Ballerstadt & Co. Polymat Varioseal PN operating instructions.

3.3.6. Otras funciones

Al presionar la tecla de despliegue de la temperatura actual de sellado mostrada en la figura 23, la temperatura real del pistón sellador en ese momento aparecerá en la pantalla de despliegue de temperatura por 3 segundos.

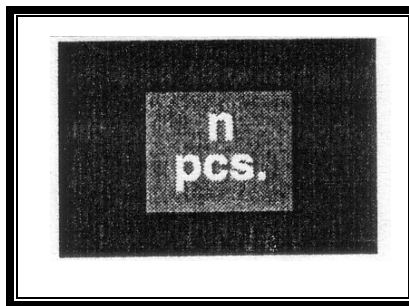
Figura 23. Tecla de despliegue de la temperatura actual de sellado



Fuente: *Ballerstadt & Co. Polymat Varioseal PN operating instructions.*

El regulador digital también cuenta con una tecla que despliega la cantidad de sellos por unidad de tiempo. Esta tecla es la *n pcs* mostrada en la figura 24. Si la tecla se presiona una vez, se despliega el número de sellos desde la última vez que se encendió el equipo *n*. Si se presiona dos veces seguidas, se despliega el número de sellos en el tiempo transcurrido *n/t*. Y si se presiona tres veces seguidas, se despliega el promedio de sellos por hora *n/h*.

Figura 24. Tecla *n pcs*



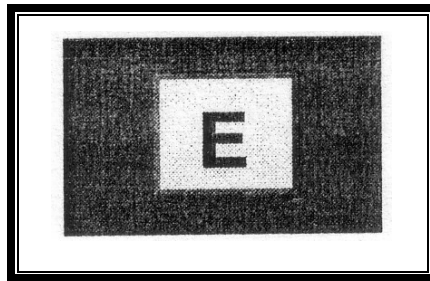
Fuente: *Ballerstadt & Co. Polymat Varioseal PN operating instructions.*

Si el equipo no ha estado en operación por una hora o más, el promedio de sellados por hora será extrapolado. Si el promedio no es desplegado, significa que el equipo no ha estado encendido por suficiente tiempo.

Los valores que exceden 9999 serán expresados por separado, por ejemplo, si el número de unidades selladas es 45300 este valor se desplegará así 45-/-300.

En el regulador digital también se encuentra la tecla E mostrada en la figura 25. Esta tecla no tiene ninguna función en la versión del equipo tratada en este escrito.

Figura 25. Tecla E



Fuente: *Ballerstadt & Co. Polymat Varioseal PN operating instructions.*

3.4. Ajustes para la correcta operación

Para ajustar el equipo, éste debe estar desconectado de la línea de distribución eléctrica. Además, el pistón sellador debe estar frío.

3.4.1. Ajuste del equipo a la altura del recipiente

Para reducir la altura se sigue este procedimiento:

- 1) Colocar el recipiente debajo del pistón sellador.
- 2) Aflojar la consola guía.
- 3) Llevar la consola guía a la posición más baja.

- 4) Asegurarse de que la consola guía no esté inclinada hacia un lado. De no ser así no será posible introducir el pin piloto en el agujero guía de la consola operacional.
- 5) Aflojar la consola operacional.
- 6) Bajar la consola operacional por medio de la manija giratoria. La distancia entre el pistón y el recipiente debe ser de 20 mm.
- 7) Apretar la consola operacional.
- 8) Elevar la consola guía e introducir el pin guía de ésta en el agujero guía de la consola operacional, luego, asegurarla.

Para incrementar la altura se sigue este procedimiento:

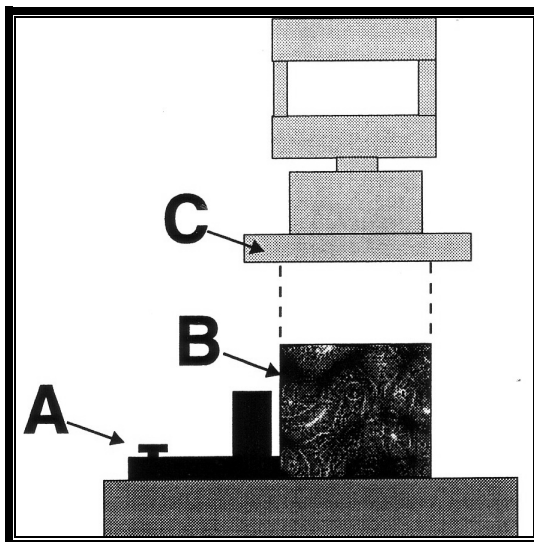
- 1) Aflojar la consola operacional.
- 2) Elevar la consola operacional por medio de la manija giratoria a la posición más elevada.
- 3) Colocar el recipiente debajo del pistón sellador.
- 4) Bajar la consola operacional hasta que la distancia entre el pistón sellador y el recipiente sea de 20 mm.
- 5) Asegurar la consola guía a la consola operacional por medio del pin guía.

3.4.2. Ajuste del equipo al diámetro del recipiente

La mejor forma de chequear el ajuste es ventilar el cilindro de presión por medio de la válvula de ventilación del filtro y válvula de control. El pistón sellador debe centrarse sobre la abertura del recipiente. El diámetro del pistón sellador debe exceder el diámetro de la abertura del recipiente por al menos 10 mm.

Si al chequear el ajuste se nota que éste no es correcto, se procede a aflojar el alto del recipiente (*stop*) **A** y se centra el recipiente **B** bajo el pistón sellador **C**. Por último ajustar el alto del recipiente (*stop*). En la figura 26 se muestra el posicionamiento del recipiente bajo el pistón sellador.

Figura 26. Posicionamiento del recipiente



Fuente: *Ballerstadt & Co. Polymat Varioseal PN operating instructions.*

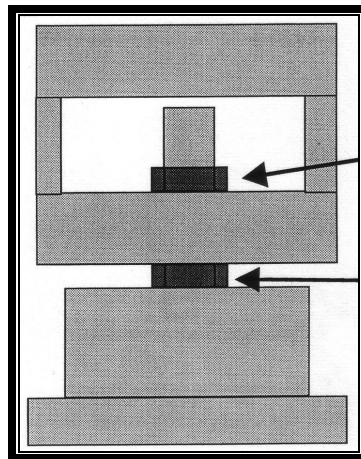
3.4.3. Ajuste de la inclinación de flote del pistón sellador

En lo que a recipientes se refiere, una superficie plana y paralela entre la abertura del recipiente y el fondo del mismo no está siempre asegurada. Dada la posibilidad de esta inclinación de la abertura, se puede causar un sellado imperfecto. La inclinación de la abertura puede ser compensada por la inclinación del péndulo del pistón sellador y de esta forma se puede asegurar una buena calidad de sellado.

El ajuste del flote del pistón sellador se logra por medio de dos tuercas que roscan sobre un tornillo de punta cónica. El flote máximo es de 2 mm.

En la figura 27 se muestra una ilustración del pistón sellador en ajuste fijo, es decir, no hay flote.

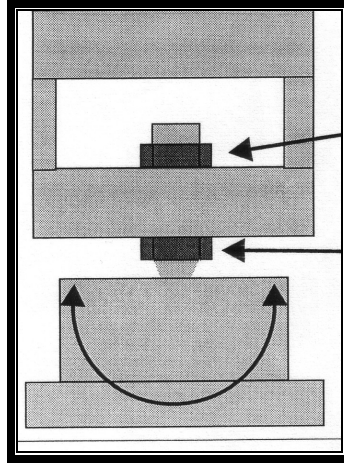
Figura 27. Ajuste fijo del pistón sellador



Fuente: *Ballerstadt & Co. Polymat Varioseal PN operating instructions.*

En la figura 28 se muestra una ilustración del pistón sellador en ajuste flotante. En la figura 27 y 28 las tuercas con las que se realiza el ajuste están señaladas por flechas.

Figura 28. Ajuste flotante del pistón sellador



Fuente: *Ballerstadt & Co. Polymat Varioseal PN operating instructions.*

3.5. Requerimientos de la estación de trabajo

Al diseñar una estación de trabajo deben considerarse los factores de la ingeniería humana y ergonómicos de modo que todo el trabajo, herramientas y dispositivos de activación de la máquina no sólo se encuentren a un alcance cómodo para el operador sino que estén diseñados para lograr una operación segura y eficiente.

Los principales objetivos del diseño o mejoramiento de la estación de trabajo son:

- 1) Optimización del trabajo físico.
- 2) Minimización del tiempo requerido para ejecutar las tareas o labores.

- 3) Maximización de la calidad del producto por unidad monetaria de costo.
- 4) Maximización del bienestar del trabajador desde el punto de vista de la retribución, la seguridad en el trabajo, la salud y la comodidad.
- 5) Maximización de las utilidades del negocio o empresa.

El ambiente físico inmediato tiene un impacto significativo no sólo sobre el desempeño del operario y de su supervisor, sino también sobre la confiabilidad del proceso. Los factores ambientales principales que influyen en la productividad del personal laborante y en la confiabilidad del proceso comprenden el ambiente visual, los ruidos, las vibraciones, la humedad y la contaminación atmosférica.

3.5.1. Iluminación

Una iluminación correcta es un factor de importancia en la prevención de accidentes, ayuda asimismo al personal a trabajar en forma más eficiente.

La iluminación de plantas es, por lo general, de uno de los cuatro tipos siguientes: general, general localizada, suplementaria y de emergencia.

Iluminación general. Este sistema está formado casi siempre por fuentes de luz distribuidas a tres metros o más por encima del piso. La luz que produzcan debe ser tan uniforme como resulte práctico, de tal manera que cualquier lugar del cuarto de trabajo esté bien iluminado.

Iluminación general localizada. Cuando se trate de operaciones especiales en su naturaleza y colocadas en lugares en que la distribución uniforme de luz en todo el sector, resulta poco práctica o innecesaria, es común dirigir la luz a la máquina o banco de trabajo en cuestión. Esto tiene el efecto de suministrar una calidad relativamente intensa de luz en tales lugares, e iluminar los sectores adyacentes.

Iluminación suplementaria. Las tareas en que es difícil ver con detalle, tales como las operaciones de precisión o un trabajo fino de banco, necesitan con frecuencia una cantidad y calidad de luz específica, superiores a la que se tiene por medio de otros tipos de iluminación. En este tipo de iluminación la luz debe concentrarse sobre la tarea.

Iluminación de emergencia. Aunque esta iluminación no es usada para ayudar a las operaciones, es de gran importancia. Ésta se ocupa de proveer iluminación en escaleras, salidas y rutas de escape, en caso de que la iluminación normal falle. El sistema de emergencia debe tomar energía de un sistema de generación independiente.

En la estación de trabajo requerida para el equipo de sellado por calor-contacto se debe utilizar la iluminación general localizada, puesto que ésta es una tarea de mediana dificultad. La IES, *Illuminating Engineering Society* (Sociedad de Ingeniería en Iluminación) recomienda una iluminación de 100 bujías-pie.

3.5.2. Ruido

El ruido excesivo en la estación de trabajo es considerado un problema serio en la industria, pues afecta al operario y a su inspector, tanto en el aspecto de salud como en su conducta y desempeño de la tarea asignada.

La estación de trabajo del equipo de sellado por calor-contacto no debe estar expuesta a ruidos excesivos que puedan distraer o afectar de algún modo al operario. Se recomienda que el compresor de aire esté aislado de la estación de trabajo, pues éste produce un alto nivel de ruido. El ruido producido por el equipo se encuentra en el rango de 60 a 70 decibeles que es clasificado como ruido intenso permisible por la ANSI, *American Nacional Standards* (Instituto Nacional Americano de Estándares).

3.5.3. Vibraciones

La vibración es la transmisión de energía al cuerpo humano y al equipo, por lo general a través del contacto con una superficie o sistema que se encuentra en movimiento oscilatorio. Las vibraciones se pueden dividir en dos categorías generales: positivas y negativas.

- Vibración positiva. Este tipo de vibración es producida por una causa interna del equipo.
- Vibración negativa. Este tipo de vibración es producida por un medio externo al equipo. El suelo, el banco de trabajo, tuberías, mangueras, cables, son algunos de los medios de transmisión de vibraciones negativas.

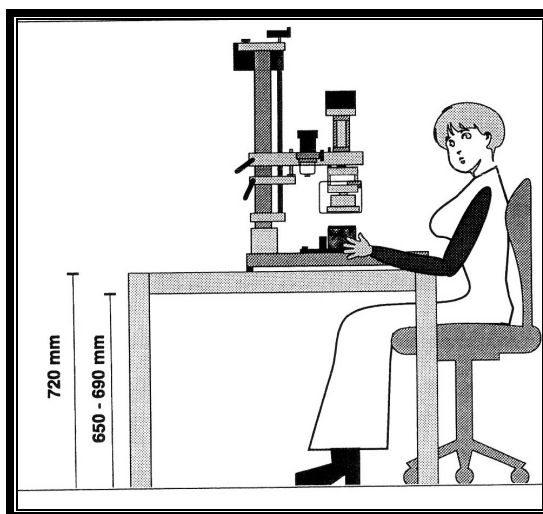
La estación de trabajo del equipo de sellado por calor-contacto debe estar en un ambiente de vibración reducido. Se recomienda que la estación de trabajo se encuentre suficientemente alejada de la instalación del compresor, pues éste produce un alto nivel de vibraciones.

3.5.4. Otros requerimientos

La estación de trabajo del equipo de sellado por calor-contacto debe estar en una habitación cerrada y sobre suelo sólido. El ambiente circundante debe estar seco y libre de contaminantes. La temperatura ambiente no debe exceder los 45 °C.

Se recomienda que la mesa de trabajo tenga las dimensiones mostradas en la figura 29.

Figura 29. Mesa de trabajo



Fuente: *Ballerstadt & Co. Polymat Varioseal PN operating instructions.*

3.6. Conexión neumática

3.6.1. Construcción de la red de aire comprimido

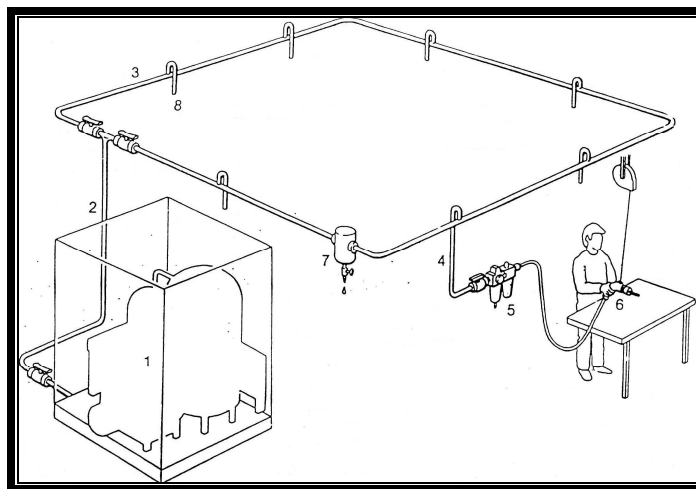
La finalidad de la red de aire comprimido es ofrecer la cantidad correcta de aire a la presión y calidad adecuados, con un costo económico.

Para funcionar de manera eficiente, una red de aire comprimido debe tener los siguientes componentes:

- 1) Unidad de compresión o compresor.
- 2) Línea principal.
- 3) Línea de distribución.
- 4) Línea de servicio.
- 5) Accesorios.
- 6) Herramientas.
- 7) Separador.
- 8) Válvula de paso.

En la figura 30 se muestra la ilustración de una red de aire comprimido con los componentes anteriormente señalados.

Figura 30. Red de aire comprimido



Fuente: ing. Álvaro Ávila. Folleto "Instalaciones Mecánicas".

Las líneas tanto secundarias como de distribución deben tener una inclinación mínima de 0.5% en la dirección del flujo. Se debe instalar filtros separadores con drenaje en todos los puntos básicos y una de las líneas de servicio por la parte superior de la línea de distribución, la cual debe instalarse en paralelo para evitar caídas de presión cuando se utilice más de una unidad al mismo tiempo. Utilizar tubos de aluminio extrudido de una pulgada de diámetro.

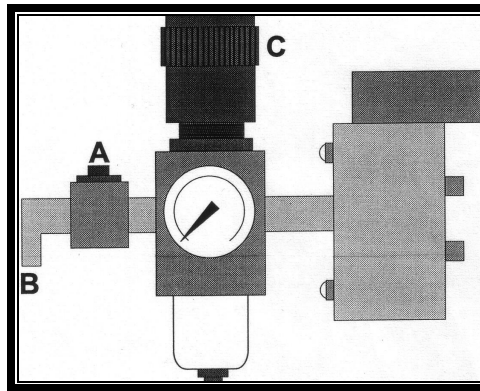
3.6.2. Conexión de la válvula de mantenimiento y control

Para la correcta operación del equipo, la válvula de mantenimiento y control debe conectarse de la siguiente forma:

- 1) Cerrar la válvula de ventilación **(A)**.
- 2) Conectar el equipo a la línea de servicio de la red de aire comprimido por medio del acople de la válvula de mantenimiento y control **(B)**.
- 3) Ajustar la presión media de operación a 4 bars por medio de la válvula de control **(C)**.

En la figura 31 se muestra la válvula de mantenimiento y control con los componentes antes mencionados en el párrafo anterior, han sido señalados por las letras correspondientes.

Figura 31. Válvula de mantenimiento y control



Fuente: *Ballerstadt & Co. Polymat Varioseal PN operating instructions.*

3.7. Operación de sellado por medio accesorios

3.7.1. Operación con dispositivo de sujeción del recipiente

Al utilizar este accesorio es importante recordar que cuando se ajusta el equipo a la altura del recipiente debe tomarse en cuenta, además de la altura del recipiente, la altura que añade el dispositivo de sujeción.

El proceso de sellado utilizando este accesorio es el siguiente:

- 1) Colocar el recipiente en el dispositivo de sujeción.
- 2) Colocar el sello de aluminio sobre la abertura del recipiente.
- 3) Colocar manualmente el recipiente bajo el pistón sellador.
- 4) Activar el pistón sellador por medio del interruptor de dos manos.

3.7.2. Operación con interruptor de pedal

Antes de iniciar la operación de sellado, conectar el interruptor de pedal al regulador digital.

El proceso de sellado utilizando este accesorio es el siguiente:

- 1) Colocar el sello de aluminio sobre la abertura del recipiente.
- 2) Colocar el recipiente bajo el pistón sellador manualmente.
- 3) Retirar las manos de la proximidad del pistón sellador.
- 4) Activar el pistón sellador por medio del interruptor de pedal.

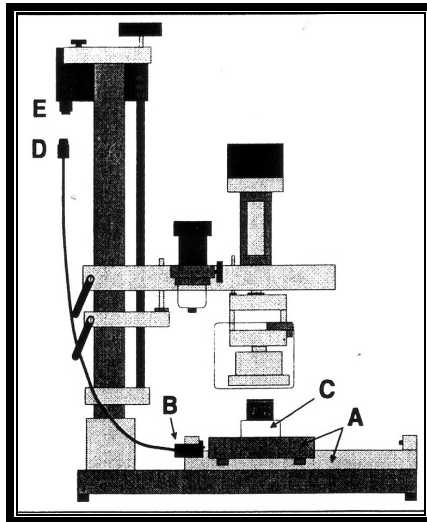
3.7.3. Operación con alimentador deslizante

Para la correcta operación del alimentador deslizante, éste debe instalarse de la siguiente forma:

- 1) Montar el alimentador deslizante (A), asegurándolo por medio de tornillos a la base del equipo.
- 2) Instalar el dispositivo de sujeción del recipiente (C).
- 3) Ajustar el equipo a las dimensiones del recipiente tomando en cuenta las dimensiones del accesorio.
- 4) Conectar el microinterruptor (B) al regulador digital por medio de los correspondientes conectores (D) y (E).

En la figura 32 se muestra este accesorio con sus principales componentes señalados.

Figura 32. Operación con alimentador deslizante



Fuente: *Ballerstadt & Co. Polymat Varioseal PN operating instructions.*

El proceso de sellado al utilizar este accesorio es el siguiente:

- 1) Colocar el recipiente en el dispositivo de sujeción.
- 2) Colocar el sello de aluminio sobre la abertura del recipiente.
- 3) Llevar el recipiente bajo el pistón sellador por medio de la palanca lateral del alimentador deslizante.
- 4) El pistón sellador es activado por medio del microinterruptor y este último por contacto con el carro deslizante.

3.7.4. Operación con alimentador rotativo

Para la utilización de este accesorio debe removerse la base del equipo. Además es importante que la rotación éste esté sincronizada con el tiempo de sellado.

La operación del equipo utilizando este accesorio es semiautomática y puede describirse en los siguientes pasos:

- 1) Colocar el sello de aluminio sobre la abertura del recipiente.
- 2) Colocar el recipiente en uno de los sujetadores para recipientes del plato rotativo.
- 3) El pistón sellador es activado por medio de un microinterruptor.
- 4) Retirar el recipiente sellado.

3.7.5. Operación con sensor detector

La operación de sellado usando este accesorio es la siguiente:

- 1) Colocar el sello de aluminio sobre la abertura del recipiente.
- 2) Colocar el recipiente bajo el pistón sellador manualmente.
- 3) Retirar las manos de la proximidad del pistón sellador.
- 4) El pistón sellador será activado cuando el sensor detecte la presencia del recipiente frente a él.

4. MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN

4.1. Función del mantenimiento e inspección

La función del mantenimiento es la de proveer todos los medios necesarios para la conservación de los elementos físicos de una empresa, en condiciones que permitan la operación con el máximo de eficiencia, seguridad y economía. El mantenimiento sirve para cuidar o mantener y alargar la vida útil del equipo.

Con los procesos productivos se vio la necesidad de reparar, mantener, remplazar, adquirir las máquinas, para llevar a cabo la administración del mantenimiento.

Con respecto a la importancia que el mantenimiento tiene en la obtención de mejores beneficios, diremos que si todas las empresas que utilizan maquinaria y equipo programaran sus rutinas de mantenimiento, sus tiempos improductivos serían menores, lo cual redundaría de una forma vital en la producción de la empresa y en el auge económico de la misma.

La inspección se utiliza para detectar deterioro en los componentes del equipo y así poder predecir posibles fallas que podrían afectar la producción de la empresa. Durante la vida útil del equipo éste se envejece, deteriora y desgasta cambiando sus condiciones mecánicas. Algunos de estos síntomas pueden ser detectados por medio de la inspección.

Una de las características más importantes de la inspección es que ésta no interviene o afecta la operación de la máquina, además se reducen las pérdidas de producción por paro de maquinaria y los mantenimientos o reparaciones costosas.

4.2. Rutina de mantenimiento

Todo trabajo de mantenimiento debe ser realizado exclusivamente por personal calificado.

Para evitar lesiones por quemadura o electrocución, antes de realizar cualquier trabajo de mantenimiento se debe apagar el equipo, desconectar el cable de conexión eléctrica y cerciorarse de que el pistón sellador esté frío.

Para la correcta operación del equipo durante su vida útil, es necesario realizar la siguiente rutina de mantenimiento e inspección:

- 1) Antes de iniciar la operación del equipo, inspeccionar los cables y conexiones por posibles daños o contactos flojos. En caso de encontrar daños se les debe reemplazar, así como las conexiones dañadas antes de iniciar la operación.
- 2) Cuando sea necesario, limpiar la superficie del pistón sellador, removiendo cualquier residuo plástico que se encuentre adherido a éste. El pistón sellador debe estar limpio para efectuar una correcta operación de sellado.

- 3) El filtro de aire comprimido de la válvula de mantenimiento debe examinarse periódicamente. Inspeccionar visualmente el nivel de agua condensada, porque no debe sobrepasar la altura indicada en la mirilla de control. De lo contrario, el agua podría ser arrastrada hasta el pistón por la corriente de aire comprimido. Para purgar el agua condensada hay que abrir el tornillo existente en la mirilla. Asimismo, debe limpiarse el cartucho filtrante.
- 4) El regulador de presión, al estar precedido de un filtro, no requiere ningún mantenimiento.
- 5) Periódicamente verificar el nivel de aceite del lubricador de aire comprimido por medio de la mirilla, y si es necesario suplirlo hasta el nivel permitido. Los filtros de plástico y los recipientes de los lubricadores no deben limpiarse con tricloroetileno. Para los lubricadores, utilizar únicamente aceites minerales.
- 6) Inspeccionar la termocupla por impurezas o deterioro de la misma para evitar la descalibración de la misma. La descalibración es el proceso de alterar la estructura del alambre de la termocupla. Si el daño en ésta es considerable, debe remplazarse.

4.3. Posibles fallas y sus soluciones

El equipo está provisto de un sistema de detección de fallas. La causa de algún problema puede ser determinada por medio del regulador digital. El equipo no podrá operarse hasta que la falla sea solucionada. Luego de solucionar el problema se debe apagar y encender de nuevo el equipo.

Las distintas fallas que pueden ser detectadas por el regulador digital son desplegadas en pantalla bajo la letra F seguida de un número. A

continuación se listan las fallas que pueden ser detectadas por el equipo y sus posibles soluciones:

- **F1.** La termocupla del pistón sellador no está operando. Este problema se soluciona cambiando la termocupla o el cable de conexión.
- **F2.** La polaridad de la termocupla está inversa. Este problema se soluciona conectando la termocupla como se indica en la sección 3.3.1.
- **F3.** La temperatura de sellado no es alcanzada. Inspeccionar el calentador tipo anillo y cables de distribución eléctrica. De ser necesario reemplazar cualquiera de los anteriores.
- **F4.** Se despliega una señal de activación continua del interruptor de activación del pistón sellador. Para solucionar este problema debe revisarse el interruptor de dos manos.
- **F5.** El regulador digital ha detectado una falla interna. Para solucionar este problema, se debe apagar y encender el equipo, si la falla persiste se debe contactar al fabricante.
- **F6.** La frecuencia principal no está disponible. Para solucionar el problema inspeccionar las conexiones principales o, de ser necesario, cambiar de fase.

4.4. Consideraciones de seguridad

4.4.1. Instrucciones generales de seguridad

Por seguridad, tanto del operario como del equipo, sólo personal autorizado debe utilizar este último. Personal menor de 16 años no está autorizado para operar el equipo. Otras tareas no relacionadas con la operación (transporte, instalación, inspección y mantenimiento) deben ser realizadas por personal de al menos 18 años de edad.

Las instrucciones de operación del equipo deben estar disponibles al operario en cualquier momento, asimismo, debe entenderlas perfectamente antes de empezar a trabajar.

Sólo electricistas calificados están autorizados para realizar cualquier trabajo o reparación en el sistema eléctrico del equipo. Si se realizan trabajos en partes expuestas a altos voltajes, un asistente deberá interrumpir el flujo eléctrico.

En caso de incendio, se debe interrumpir el flujo eléctrico del equipo y luego se deberá extinguir el fuego por medio de un extintor de espuma desde una distancia prudencial.

4.4.2. Potenciales fuentes de riesgo

El equipo ha sido diseñado para operación segura. Posibles peligros han sido evitados proveyendo al equipo con los correspondientes equipos de seguridad. Sin embargo, como la mayoría de tareas industriales, existen riesgos potenciales que deben tomarse en cuenta.

Las posibles fuentes de riesgo para el equipo son:

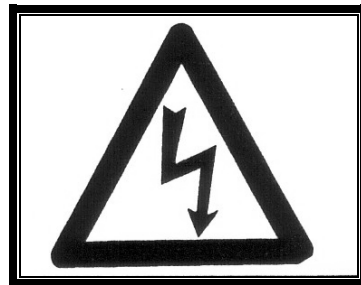
- Quemaduras por el pistón sellador. Éste puede alcanzar hasta 300 °C. Nunca colocar las manos entre el recipiente y el pistón sellador.
- Aplastamiento por el pistón sellador. La carga transversal promedio de éste es de aproximadamente 500 N. Nunca colocar las manos entre el recipiente y el pistón sellador.
- Fuego y explosión. Los productos a ser empacados no deben incendiarse o volatilizarse a temperaturas de hasta 300 °C.
- Lesión por partículas proyectadas como proyectiles. La altura del pistón sellador debe ajustarse de tal manera que el recipiente no se fracture o quiebre durante la operación de sellado.
- Contaminación del producto. Si se usan detergentes para limpiar el equipo, residuos de éstos pueden ser transferidos al producto causando serios daños.

4.4.3. Dispositivos de seguridad del equipo

El equipo de sellado cuenta con una cubierta de aislante térmico para el área del pistón sellador, el cual se fija al equipo por medio de tornillos. El propósito de éste es minimizar el peligro de quemaduras y aplastamiento.

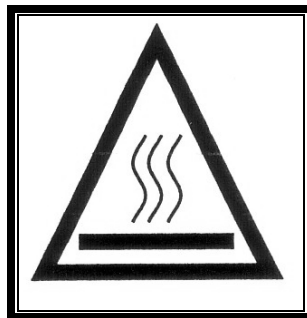
El equipo cuenta con señales de seguridad que deben estar colocadas sobre él en todo momento y en caso de que una de éstas caiga o ya no sea legible, debe ser remplazada lo más pronto posible. Las señales con las que cuenta el equipo pueden verse en las figuras 33, 34 y 35.

Figura 33. Señal de precaución ¡Alto voltaje!



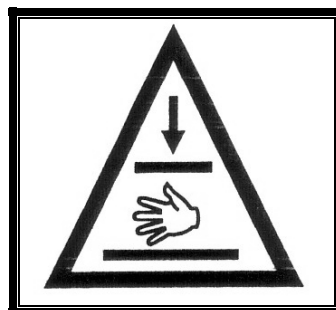
Fuente: *Ballerstadt & Co. Polymat Varioseal PN operating instructions.*

Figura 34. Señal de precaución ¡Superficie caliente!



Fuente: *Ballerstadt & Co. Polymat Varioseal PN operating instructions.*

Figura 35. Señal de precaución ¡Peligro de aplastamiento!



Fuente: *Ballerstadt & Co. Polymat Varioseal PN operating instructions.*

4.5. Lista de repuestos

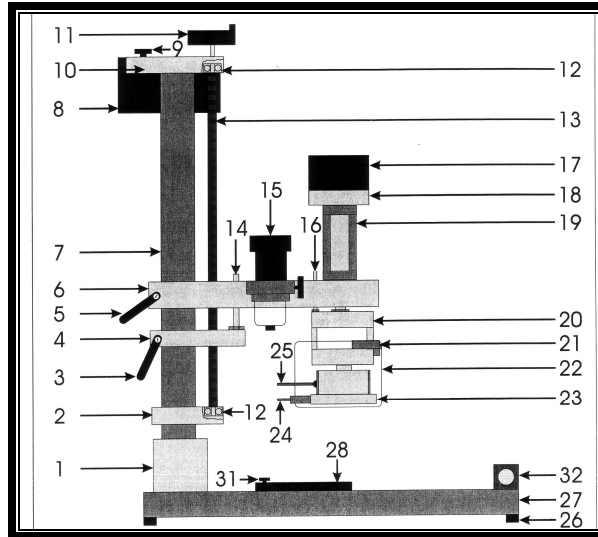
La tabla VI es un listado de los componentes del equipo que será útil en caso de que se necesite reemplazar alguna pieza.

Tabla VI. Lista de repuestos

N.	Pieza	N.	Pieza
1	Soporte de columna	21	Sujetador
2	Guía inferior del eje	22	Aislante térmico
3	Clavija pequeña	23	Pistón sellador
4	Consola guía	24	Termocupla
5	Clavija grande	25	Calentador tipo anillo
6	Consola operacional	26	Amortiguadores de hule
7	Columna	27	Base de acero inoxidable
8	Regulador digital	28	Dispositivo de centrado
9	Agarrador de estrella	29	Sujetador para sensor
10	Guía superior del eje	30	Sensor
11	Manija giratoria	31	Agarrador
12	Rodamiento	32	Interruptor de dos manos
13	Eje trapezoidal	33	Alto del recipiente <i>stop</i>
14	Pin guía	34	Riel
15	Válvula de control	35	Carro deslizante
16	Pin de seguridad	36	Sujetador básico
17	Caja de distribución	37	Sujetador del recipiente
18	Base de pieza 17	38	Límite de carro deslizante
19	Cilindro de presión	39	Cuerpo del microinterruptor
20	Soporte del pistón		

En la figura 36 se muestra una ilustración del equipo en su versión estándar con todos sus componentes señalados.

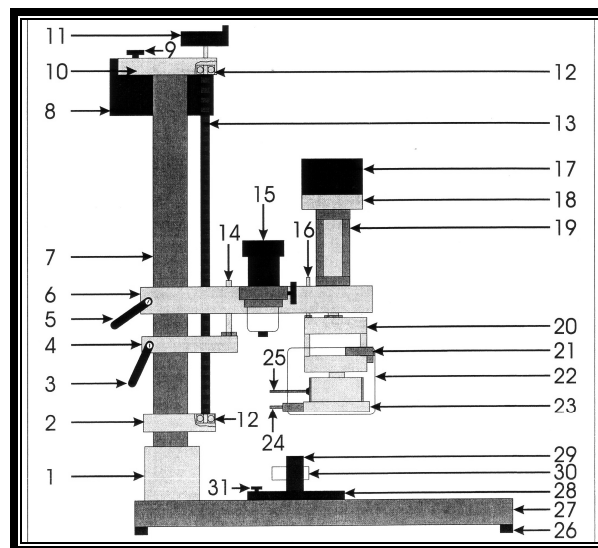
Figura 36. Equipo de sellado, versión estándar



Fuente: *Ballerstadt & Co. Polymat Varioseal PN operating instructions.*

En la figura 37 se muestra una ilustración del equipo utilizando el sensor detector con todos sus componentes señalados.

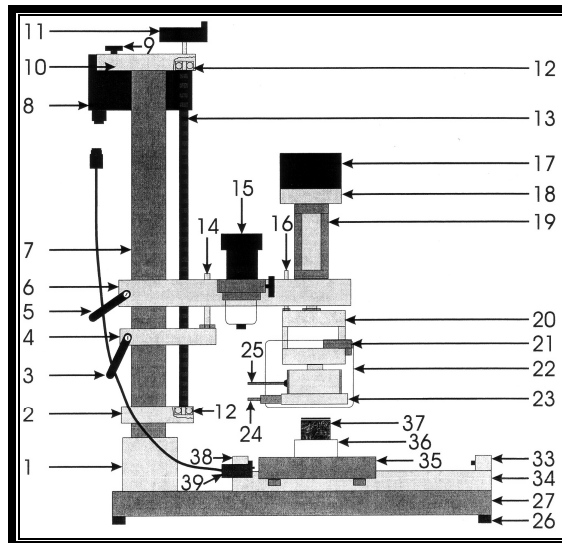
Figura 37. Equipo de sellado con sensor detector



Fuente: *Ballerstadt & Co. Polymat Varioseal PN operating instructions.*

En la figura 38 se muestra una ilustración del equipo utilizando el alimentador deslizante con todos sus componentes señalados.

Figura 38. Equipo de sellado con alimentador deslizante



Fuente: *Ballerstadt & Co. Polymat Varioseal PN operating instructions.*

CONCLUSIONES

1. La utilización de sellos de aluminio con recubrimiento termoplástico colocados por el proceso de sellado por calor-contacto proporcionan un sellado de muy alta calidad, tanto por su resistencia como por el grado de hermetismo.
2. El equipo de sellado estudiado en este trabajo es un equipo muy versátil y que puede ser adaptado para producción pequeña y mediana, gracias a sus distintos accesorios.
3. El equipo de sellado es liviano y de dimensiones relativamente cortas, lo cual es de gran utilidad al crear una estación de trabajo para éste.
4. El hecho que el equipo de sellado puede ser ajustado para diversas dimensiones, lo hace muy adecuado para sellar recipientes de distintas presentaciones, ya sea tanto en la forma como en el tamaño de los recipientes.
5. Es de suma importancia que los operarios estén totalmente familiarizados con el equipo, con su operación, el mantenimiento y las medidas de seguridad.
6. El mantenimiento e inspección periódica del equipo es vital para la optimización de la vida útil del equipo, así como para asegurar la calidad del producto que se está empackando.

RECOMENDACIONES

1. Se debe usar sellos de aluminio cuando se requiera de un sello resistente, hermético y de fácil remoción.
2. Los parámetros de sellado deben ser escogidos de tal forma que se realice la operación en el menor tiempo y con el menor consumo de energía. De esta forma se optimiza el proceso.
3. La operación del equipo debe llevarse a cabo solamente por personal autorizado que esté adiestrado en el manejo del mismo.
4. El empleador debe asegurarse de que los manuales de operación y mantenimiento del equipo estén siempre a disposición del operario.
5. El compresor de aire debe estar instalado a una distancia considerable del equipo, para evitar el exceso de vibración y ruido.
6. Los procedimientos de mantenimiento e inspección deben realizarse de la manera indicada en el manual para asegurar la correcta operación del equipo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Avallone Eugene & Baumeister III, **Marks Manual del Ingeniero Mecánico**, 9ª edición. México: Editorial McGraw Hill, 1996.
2. Festo Didactic, **Introducción en la neumática**, 3ª edición. si: se, sa.
3. Grimaldi John & Simonds Rollin H. **La seguridad industrial. Su administración**, 2ª edición. México: Editorial Alfaomega, 1996.
4. Gunther Ballerstaedt & Co. ***Polymat Varioseal PN operating instructions***. si: se, sa.
5. Nieve Benjamin W, **Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos**, 9ª edición. Colombia: Editorial Alfaomega, 1996.