



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

**GUÍA DE INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
PARA UNA IMPRESORA DE ENVASE A TINTA ULTRAVIOLETA
MARCA LIEN CHINY, SERIE CA-101 / UV-SN**

Manuel Alejandro García Barrientos

Asesorado por el Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández

Guatemala, octubre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**GUÍA DE INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA UNA IMPRESORA DE
ENVASE A TINTA ULTRAVIOLETA MARCA LIEN CHINY, SERIE CA-101 / UV-SN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

MANUEL ALEJANDRO GARCÍA BARRIENTOS

ASESORADO POR EL ING. VÍCTOR MANUEL RUIZ HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

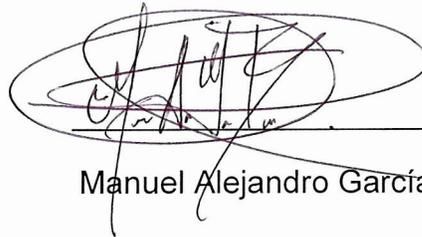
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Julio César Molina Zaldaña
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Raúl Guillermo Izaguirre Noriega
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**GUÍA DE INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA UNA
IMPRESORA DE ENVASE A TINTA ULTRAVIOLETA MARCA LIEN CHINY,
SERIE CA-101 / UV-SN**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 10 de febrero de 2011.

A handwritten signature in black ink, enclosed within a large, hand-drawn oval. The signature is stylized and appears to read 'Manuel Alejandro García Barrientos'. Below the signature is a horizontal line.

Manuel Alejandro García Barrientos

Guatemala, 20 de Julio de 2011

Ingeniero:

Julio Cesar Campos Paiz

Director de Escuela de Ingeniería Mecánica

Facultad de Ingeniería

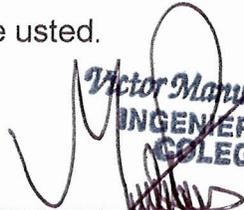
Guatemala

Respetable ingeniero:

Por medio de la presente le informo que he procedido a revisar el trabajo de graduación elaborado por el estudiante: Manuel Alejandro García Barrientos con carne 2005 11758 de la carrera de Ingeniería Mecánica, cuyo título es: **GUÍA DE INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA UNA IMPRESORA DE ENVASE A TINTA ULTRAVIOLETA MARCA LIEN CHINY, SERIE CA-101 / UV-SN**

Considero que el trabajo presentado por el estudiante ha sido desarrollado cumpliendo con los reglamentos y siguiendo las recomendaciones de asesoría, por lo que doy mi aprobación y solicito tramite correspondiente.

Sin otro particular me suscribo de usted.



Víctor Manuel Ruiz Hernández
INGENIERO MECANICO
COLEGIADO 4620

Víctor Manuel Ruiz Hernández

Colegiado # 4620

Asesor

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA**

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del asesor del trabajo de graduación titulado, GUÍA DE INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA UNA IMPRESORA DE ENVASE A TINTA ULTRAVIOLETA MARCA LIEN CHINY, SERIE CA-101/UV-SN, del estudiante **Manuel Alejandro García Barrientos**, recomienda su aprobación.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador de Área

Guatemala, julio de 2011.

/behdei.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA**

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación del Coordinador del Área Complementaria, al Trabajo de Graduación titulado GUÍA DE INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA UNA IMPRESORA DE ENVASE A TINTA ULTRAVIOLETA MARCA LIEN CHINY, SERIE CA-101 / UV-SN del estudiante Manuel Alejandro García Barrientos procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Julio'.

Ing. Julio César Campos Paiz
DIRECTOR



Guatemala, octubre de 2011

JCCP/behdei



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **GUÍA DE INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA UNA IMPRESORA DE ENVASE A TINTA ULTRAVIOLETA MARCA LIEN CHINY, SERIE CA-101/UV-SN**, presentado por el estudiante universitario **Manuel Alejandro García Barrientos**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, octubre de 2011

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser la luz y la fuerza que me ha guiado, por ser el eslabón en el cual me he apoyado en los momentos más difíciles, por ser el responsable de que el día de hoy esta meta sea alcanzada, por ser quién ha tranquilizado mi alma en los momentos de ansiedad.
- Mis padres** Por el apoyo moral y espiritual que me han dado, por todo lo que quisiera escribir, pero las palabras sobran y no me resta más que decirles, gracias por todo.
- Mi hermana** Por el apoyo y confianza que me da en los momentos en que las cosas parecen estar cuesta arriba.
- Mi familia** Por todos los momentos que hemos pasado juntos, sean buenos o malos, gracias por estar ahí.
- Mis amigos** Por todos los momentos que hemos vivido juntos, por las penas, por los desvelos, por las alegrías, por todos los momentos que me han brindado, ya que lejos de ser amigos, son hermanos.

Facultad de Ingeniería Por albergarme durante este tiempo dentro de su seno, por ser lo más parecido a una casa, porque gracias a ella he conocido personas muy importantes en mi vida, gracias a ti he aprendido sobre la vida y sobre mí.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	1
1.1. Generalidades.....	1
1.1.1. Nombre del equipo	1
1.1.2. Serie	1
1.1.3. Lugar de fabricación	1
1.1.4. Ciclo de operación.....	2
1.2. Construcción.....	3
1.2.1. Dimensiones	3
1.2.2. Materiales de construcción	3
1.2.3. Parámetros de resistencia	5
1.2.4. Métodos de instalación	6
1.3. Mecanismos	8
1.3.1. Mecanismos utilizados.....	8
1.3.2. Bandas de alimentación	10
1.3.3. Frenos.....	12
1.3.4. Sistema mecánico.....	14
1.3.5. Sistema eléctrico.....	16
1.4. Mano de obra y entorno.....	16
1.4.1. Personal directo.....	17

1.4.2.	Personal indirecto.....	17
1.4.3.	Ambiente de trabajo	17
2.	ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO.....	19
2.1.	Personal de trabajo	19
2.1.1.	Personal operativo	19
2.1.2.	Personal técnico	20
2.1.2.1.	Especialistas mecánicos.....	20
2.1.2.2.	Especialistas electricistas	21
2.2.	Variables de operación	21
2.2.1.	Ergonomía	21
2.2.2.	Iluminación	25
2.2.3.	Indumentaria	26
2.2.4.	Accesorios de protección	27
2.2.4.1.	Protectores visuales	27
2.2.4.2.	Protectores contra llamas	28
2.2.4.3.	Protectores auditivos	29
2.3.	Detergentes y solventes.....	31
2.3.1.	Lubricantes	31
2.3.2.	Tintas.....	32
2.3.3.	Emulsiones	35
2.4.	Rangos de operación.....	36
2.4.1.	Gas.....	36
2.4.2.	Aire comprimido	37
2.4.3.	Temperatura.....	38
3.	INSTALACIÓN DEL EQUIPO	41
3.1.	Parámetros generales	41
3.1.1.	Eléctricos	41

3.1.2.	Presión	41
3.1.3.	Temperatura	42
3.1.4.	Cimentación.....	43
3.2.	Ajustes de transportadores.....	45
3.2.1.	Transportador principal y bloque de terminales	45
3.2.2.	Vigas de transporte y sujetadores cónicos	47
3.3.	Ajustes de impresión	49
3.3.1.	Instalación de la base del molde de impresión	49
3.3.2.	Ajuste de la cabeza del cabezal de impresión	49
3.3.3.	Ajuste de la carrera de impresión	50
3.3.4.	Instalación y ajuste de la escobilla de goma.....	51
3.3.4.1.	Ajuste horizontal	51
3.3.4.2.	Ajuste transversal	52
3.3.4.3.	Presión.....	53
3.3.5.	Montaje y ajuste de pantalla de impresión.....	53
3.3.5.1.	Ajuste horizontal	53
3.3.5.2.	Ajuste longitudinal.....	53
3.3.5.3.	Acomodo vertical	54
3.3.5.4.	Ángulo de inclinación	54
3.3.6.	Configuración del codificador.....	54
3.4.	Configuración de la lámpara de rayos ultravioleta.....	56
3.4.1.	Instalación de la lámpara	56
3.4.2.	Precauciones respecto al uso.....	58
3.4.3.	Mantenimiento de la lámpara.....	59
4.	AJUSTE DEL SISTEMA Y USO DE LA PANTALLA INTERACTIVA.....	63
4.1.	Controles manuales.....	63
4.1.1.	Válvulas de gas.....	63
4.1.2.	Válvulas de aire	64

4.1.3.	Encendido a chispa.....	65
4.1.4.	Ajustador del juego de movimiento	66
4.2.	Pantalla “LED” interactiva	67
4.2.1.	Menú de ajustes de presión.....	67
4.2.2.	Menú de ajustes de velocidad	70
4.2.3.	Configuración de lámpara ultravioleta.....	72
4.2.3.1.	Historial	72
4.2.3.2.	Alarma.....	73
5.	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	75
5.1.	Aspectos de seguridad industrial	75
5.1.1.	Humo	75
5.1.2.	Fuego.....	76
5.1.3.	Electricidad	76
5.1.4.	Lesiones	77
5.2.	Conservación del equipo.....	78
5.2.1.	Cuidado diario.....	78
5.2.2.	Limpieza y orden.....	79
5.3.	Procedimiento básico de operación	81
5.3.1.	Proceso de operación de lámpara ultravioleta.....	81
5.3.2.	Operación de los trasportes y registros	83
5.4.	Mantenimiento recomendado para el equipo	84
5.4.1.	Mantenimiento semanal	84
5.4.2.	Mantenimiento mensual	84
5.4.3.	Mantenimiento anual	85

6.	SOLUCIÓN DE PROBLEMAS.....	87
6.1.	Sistema neumático de la banda de abastecimiento no funciona	87
6.2.	La flama de apertura de poros se apaga constantemente.....	88
6.3.	La pantalla de impresión se corre del centro	90
6.4.	Los envases se quedan retenidos en la cámara de secado ultravioleta.....	91
	CONCLUSIONES	93
	RECOMENDACIONES	95
	BIBLIOGRAFÍA.....	97
	ANEXOS	99

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ciclo de transporte de un envase	9
2.	Banda de transporte de envase	12
3.	Sistema de freno y registro de envase.....	13
4.	Anteojos protectores de rayos ultravioleta	28
5.	Mangas protectoras contra llamas	29
6.	Distintas clases de protectores auditivos	30
7.	Diagrama de instalación del compresor	37
8.	Diseño del cimiento y sujeción para la maquinaria	45
9.	Barras de alineación para cinta de transporte.....	46
10.	Bloque de terminales	47
11.	Combo de ajustes en la máquina.....	48
12.	Partes a ajustar en la carrera de impresión	51
13.	Posiciones del bloque de transmisión	55
14.	Distribución de rayos dentro de la cámara de secado	57
15.	Válvula de control de flujo de aire para cámara de secado.....	58
16.	Pantalla principal de operación y selección de funciones	68
17.	Pantalla de presión de aire suministrado	70
18.	Representación de velocidad de impresión en pantalla “LED”.....	71
19.	Botón regulador de velocidad de impresión	71
20.	Pantalla de historial de la lámpara ultravioleta.....	72
21.	Configuración de alarma y guardado en el historial de la lámpara	74
22.	Botón de alto para el equipo de impresión.....	78
23.	Posición correcta de la plumilla barrera de tinta	90

TABLAS

I.	Condiciones medioambientales de operación	24
II.	Condiciones de funcionamiento del equipo	24

GLOSARIO

Bitrex	Sustancia química no tóxica que se agrega al etanol para darle un sabor desagradable (amargo), sin alterar sus propiedades germicidas y antisépticas.
Envase	Recipiente utilizado para almacenar un producto perecedero o no perecedero para su posterior uso, puede ser diversos materiales (vidrio, plástico, etc.)
Humedad relativa	Humedad a la que se encuentra el medio en el cual se desarrolla cierta actividad, y que puede afectarla de manera positiva o negativa, normalmente es representada en tanto por ciento.
Mortero	Mezcla de cal, arena y cemento, utilizada para rellenar superficies donde hay existencia de roca suelta o suelo barroso; es utilizada para crear una base previa al armado del concreto sobre la superficie en tratamiento.
Productividad	Es la relación existente entre un producto y un insumo. Depende por lo tanto, de la tecnología, la organización, el comportamiento de los actores sociales involucrados, etc.

Punto de ignición

Temperatura a la cual un material puede ser encendido, es decir, se produce una llama o una explosión a partir de éste.

RESUMEN

En los últimos años la industria del plástico ha adquirido una gran importancia dentro de las industrias que producen fármacos, conservas, sodas, entre otros; pero también es cierto que ligado al proceso de fabricación de envase se encuentran otras actividades que hacen que el producto final sea vendible y promocionable, uno de estos es la impresión sobre envase.

Se expone una guía de instalación, operación y mantenimiento para una máquina de impresión serie CA-101 UV-SN (en adelante la máquina de impresión), de la empresa taiwanesa *Lien Chiny*.

En lo referente a la instalación se aborda el tema desde la selección del terreno para asentar la maquinaria, así como el acondicionamiento del mismo si ya existe alguna construcción en el área, pasando por temas de ajuste y verificación de equipo de apoyo para la máquina, como lo es el compresor y el sistema de gas.

En lo que se refiere a operación del sistema, se contemplan partes básicas de la misma que van desde la indumentaria que debe ser utilizada, hasta aspectos de puesta en marcha de la máquina.

Se trata también de los materiales utilizados para realizar la impresión sobre un envase, sus emulsiones, detergentes y agentes que son utilizados para realizar la limpieza y que influyen de una u otra forma en el resultado final.

Respecto al mantenimiento, se toman en cuenta los puntos básicos que deben ser controlados antes, durante y después de terminado un lote de producción, partes importantes como los transportadores, las ventosas de sujeción y la lámpara de rayos ultravioleta son tratados como mecanismos y partes independientes para mejorar la tarea del mantenimiento, que éste sea confiable y pueda prevenir fallas potenciales en el sistema.

Algunos problemas suelen tornarse frecuentes al estar en operación, para estos casos se proponen algunas soluciones que de manera regular son el procedimiento correcto para poner en marcha nuevamente el equipo, éstas son simples y en condiciones normales son realizadas por el personal operativo sin necesidad que intervenga personal de mantenimiento en la actividad.

OBJETIVOS

General

Elaborar una guía de instalación, operación y mantenimiento para una máquina de impresión a tinta ultravioleta, y señalar el monitoreo de los problemas que se suscitan en este equipo.

Específicos

1. Describir las generalidades del equipo de impresión a tinta ultravioleta.
2. Especificar las condiciones de materiales que son utilizados para el funcionamiento de la máquina.
3. Detallar los parámetros de operación óptima del sistema.
4. Explicar la importancia de una correcta instalación del equipo de trabajo.
5. Determinar los aspectos de seguridad necesarios para la mano de obra y la maquinaria de trabajo.
6. Describir un procedimiento de operación y mantenimiento para la máquina de impresión.
7. Presentar una guía de solución para problemas que pueden suscitarse regularmente en el equipo.

INTRODUCCIÓN

Su nombre de fábrica es “*CA-101/UV-SN Automatic Screen Printing & UV Curing System*”, comúnmente llamada impresora de envase a tinta ultravioleta. Se encuentra fabricado bajo los derechos de “*Wutung Engineering Co. Ltd.*”; dicha máquina es completamente ensamblada en China y comercializada por la marca taiwanesa “*Lien Chiny*”.

El ritmo de trabajo para el cual se considera óptimo su desempeño es de 3 600 unidades impresas por hora, aunque estas condiciones pueden variar dependiendo de la calidad de impresión que se pretende y lo compleja de ésta.

La cimentación es un factor importante, el peso de la máquina es de aproximadamente 1 100 kilogramos, los anclajes son acoplados directamente al suelo, estos son de rosca externa; la cimentación está hecha de una capa primaria de arena con pedrín esto con el fin de soportar los esfuerzos cortantes y las vibraciones.

Las bandas que son utilizadas para alimentar a la impresora son bandas planas, ya que éstas son ideales para los diámetros pequeños de las poleas, además de presentar un bajo nivel de ruido y poco peso, cabe mencionar que éstas no se usan para una sincronización completa de poleas. Para la operación de la máquina de impresión se refiere a personal indirecto de trabajo a aquel que no está en contacto directo con la maquinaria en la totalidad del tiempo, sin embargo, si influye en el desenvolvimiento de las actividades que ésta ejecutan.

Normalmente son tomados como personal indirecto los dedicados a labores de mantenimiento ya que la falla en la maquinaria es detectada por el personal directo (aquel que opera la máquina), pero al momento de tener un problema mayor debe ser resuelto por personal de mantenimiento.

El ambiente de trabajo en el cual debe operar la máquina de impresión a tinta ultravioleta no deberá sobrepasar los límites permisibles ambientales, debe ser un ambiente limpio, ordenado y agradable para que los trabajadores ejecuten sus labores de la mejor manera y el equipo encuentre su óptimo funcionamiento.

1. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

1.1. Generalidades

1.1.1. Nombre del equipo

Su nombre de fábrica es “*CA-101/UV-SN Automatic Screen Printing & UV Curing System*”, comúnmente llamada impresora de envase a tinta ultravioleta.

1.1.2. Serie

La serie correspondiente a esta máquina de impresión es el serial número *CA-101 UV/SN Automatic Screen Printing System*.

1.1.3. Lugar de fabricación

Se encuentra fabricado bajo los derechos de “*Wutung Engineering Co. Ltd.*”; dicha máquina es completamente ensamblada en China y comercializada por la marca taiwanesa “*Lien Chiny*”.

1.1.4. Ciclo de operación

La impresora a tinta ultravioleta ha sido diseñada para realizar un trabajo a ritmo continuo durante 5 horas sin descanso, seguido de media hora de paro, para evitar sobrecalentamiento de la lámpara de rayos ultravioleta; luego de las cinco horas de operación sin descanso esta puede presentar daños e irregularidades y en el peor de los casos, fallar.

El ritmo de trabajo para el cual se considera óptimo su desempeño es de 3 600 unidades impresas por hora, aunque estas condiciones pueden variar dependiendo de la calidad de impresión que se pretende y lo compleja de ésta.

En una fábrica normal de envases impresos el personal labora un total de 8 horas efectivas, se deja como tiempo de descanso para el equipo la hora que es utilizada para alimento, esto hace que los tiempos efectivos de trabajo se igualen a los que puede trabajar la máquina.

Al trabajar durante 8 horas diarias, suponiendo que las labores solamente sean realizadas durante el día y que el ritmo de fabricación es el óptimo, añadiendo a esto que la producción no presente errores o manchas, la cantidad obtenida por día es de 28 800 unidades, aunque esto tiende a la baja, es decir, que cuando la máquina se encuentra ya en operación real el rendimiento oscila entre el 69% al 76%, debido a problemas en operación que tienen relación directa o indirecta con las piezas de la cual está formada la maquinaria.

1.2. Construcción

1.2.1. Dimensiones

Las dimensiones o tamaño físico de la máquina de impresión a tinta ultravioleta, son de 1,9 metros de largo por 1,6 metros de lado y 1,7 metros de altura.

El área para la instalación del equipo debe tener las siguientes dimensiones, 2,6 metros de largo por 2,1 metros de lado y un espacio de altura mínimo de 2,15 metros, se debe tomar en cuenta que normalmente este tipo de máquinas son instaladas en plantas con una elevación mucho mayor a la descrita, sin embargo en ocasiones por razones de optimización de espacio se opta por instalarlas en un área más pequeña, las dimensiones presentadas son las dimensiones mínimas para instalación del equipo.

1.2.2. Materiales de construcción

Los materiales de construcción del equipo son distintos por cada parte de la máquina, los de los sistemas puramente mecánicos difieren en gran medida de los utilizados para sistemas eléctricos, carcasa y otras partes de la maquinaria de trabajo. Mientras que el utilizado para la carcasa es una lámina delgada de metal, la cual se encuentra protegida por pintura anticorrosiva para evitar daños en ella, pero a su vez es lo suficientemente resistente para soportar grandes vibraciones a las que se encuentra expuesto el equipo.

En las partes eléctricas que componen el sistema de cableado cuenta con una cubierta permeable que protege las hebras de cobre de humedad y calor a los cuales se encuentra expuesto, también cuenta con un sistema “*PLC*” (control lógico programable por sus siglas en inglés), el cual comanda los tiempos de los mecanismos que transportan el envase durante el proceso de impresión, las órdenes recibidas por el control lógico programable son comandadas desde la pantalla “*LED*” interactiva.

Los componentes puramente mecánicos del sistema están fabricados por mecanizado ya que cada pieza es única y hecha a la medida para la máquina en cuestión, éstas contemplan un tratamiento térmico para dar una dureza notable al exterior con un núcleo más blando pero capaz de soportar los esfuerzos cortantes a los cuales es sometido el elemento. Estas propiedades son indispensables para un desempeño adecuado de las piezas de trabajo, además que ayudan a evitar abolladuras y rayados en ellas, que bajo ciertas circunstancias pueden influir de manera negativa en el producto en procesamiento.

Las bandas transportadoras de envase se encuentran fabricadas de caucho y con pequeños barandales de aluminio para evitar que éste resbale afectando el producto.

Para transportar el envase se utilizan materiales blandos durante el proceso, entre otras razones porque son fáciles de reemplazar; el material es accesible y no tiene un costo de manufacturación muy elevado.

1.2.3. Parámetros de resistencia

La impresora de envase a tinta ultravioleta posee un conjunto de piezas que logran el correcto funcionamiento del sistema, cada una de ellas contiene características únicas que sirven para una tarea en específico.

Las piezas que se encuentran en el punto de flameado, poseen una alta resistencia a temperatura ya que permanecen en contacto pleno con la llama por un tiempo aproximado de cinco horas continuas, de no tener el tratamiento adecuado se producirían fisuras en la pieza, debilitándola hasta que falle.

Por otra, parte las piezas que conforman el transportador principal están fabricadas de acero suave en los conos de sujeción, estos son lo suficientemente suaves para no dañar el envase a imprimir, pero a su vez lo bastante resistente para soportar juegos constantes y vibraciones fuertes.

La cimentación es un factor importante, el peso de la máquina es de aproximadamente 1 100 kilogramos, los anclajes de esta máquina son acoplados directamente al suelo y son de rosca externa; la cimentación está hecha de una capa primaria de arena con pedrín con el fin de soportar los esfuerzos cortantes y las vibraciones.

Luego se agrega una capa de concreto armado (mezcla de cal, arena y cemento con esqueleto de hierro, normalmente 1038), el paso final es la fundición y fraguado de una plancha con dimensiones adecuadas para el espacio de la máquina y sobre la cual esta será asentada, los materiales a utilizar deben estar regulados para tener el respaldo de calidad y seguridad de fabricación, el factor de seguridad a utilizar deberá ser de 4:1.

1.2.4. Métodos de instalación

La forma de instalar una máquina depende en gran medida del trabajo que esta realizará, y de las condiciones ambientales a las cuales se enfrenta el equipo, así como también la capacidad de producción que se pretende con este equipo.

La mayoría de métodos de instalación contempla aspectos como el peso del equipo, las vibraciones a las cuales se encuentra sometido y factores ambientales que pueden dañarlo, en la impresora de envase a tinta ultravioleta este último queda descartado, puesto que este equipo no puede ser expuesto a condiciones extremas ni a la intemperie esto impediría por completo el funcionamiento del equipo, al tener este equipo al aire libre puede provocar el constante apagado de la llama que ayuda a abrir los poros del envase, corrosión en las áreas de más movimiento, debilitamiento de las mangueras del sistema neumático.

Para la instalación de este equipo en particular se utiliza el método estándar de instalación, el cual es utilizado para la mayoría de máquinas una vez su peso y el trabajo que ejecutarán lo permitan. La impresora de envase en estudio tiene un peso aproximado de 1 100 kilogramos con un error de +/- 1,02 kilogramos según indicaciones del fabricante. La temperatura ambiente para que la impresora opere óptimamente se maneja en el rango de entre 0°C a los 40°C, por debajo de este límite no se generan las condiciones para que se de la combustión necesaria para originar la llama y por encima el gas utilizado se vuelve muy volátil poniendo en riesgo la integridad del equipo y del personal laborante en el área.

Además de las condiciones expuestas; la humedad relativa necesaria para desarrollar la tarea es del 80% como máxima aunque marca como ideal de 53% ya que en estas condiciones se facilitan las labores de combustión para el formado de la llama y las del secado de la tinta que es expuesta a rayos ultravioletas emitidos por una lámpara de luz.

Dichas condiciones exigen que la máquina se encuentre en un ambiente cerrado en donde las condiciones de temperatura rebasen en más del 22,3% las condiciones normales de temperatura del lugar (temperatura promedio de 31,08°C tomada durante un año en la fábrica de envase plástico de Grupo Lamfer, Guatemala, Centroamérica), y no se tenga contacto con ráfagas de aire ni ambientes húmedos.

Para objetos de cimentación, la base de asentamiento debe ser diseñada con mucho cuidado para soportar los esfuerzos de empuje vertical, soporte al efecto de torsión y volteo, también soporte dilatación y vibraciones constantes; el factor de dilatación es muy importante ya que si la base no es capaz de soportar temperaturas superiores a las que normalmente alcanza el equipo puede producirse un agrietamiento interno, en lo que refiere a factores como las vibraciones tanto los cimientos como los anclajes deben soportar los constantes esfuerzos de corte producidos por la maquinaria.

Para efectos de instalación el fabricante recomienda que se utilice arena como capa primaria de cimiento, si la instalación del equipo se realiza en un terreno de roca en descomposición, esta debe ser extraída, el relleno correspondiente será hecho de mortero (mezcla de cal, arena y cemento).

Luego de esto se procede a colocar una malla de material dieléctrico que actúe como tierra, se coloca una capa de grava y se compacta, paso siguiente se agrega una estructura metálica regularmente armada con acero 1038 y de diámetro de 3/8 de pulgada; la cual será recubierta por concreto y fraguada durante veintiocho día para garantizar la correcta homogenización de las propiedades de la misma.

Al momento de instalar la máquina de impresión de envase esta deberá quedar completamente asentada en la base de concreto, al estar asentada se deberá pernear al suelo, los pernos serán verticales de rosca externa, ya que la vibración no es mucha para este tipo de equipo.

Luego de ser instalada se deberán efectuar las instalaciones de tuberías, mangueras, cableado y otros accesorios que tengan relación el equipo; por último deberá efectuarse un trabajo de prueba para comprobar que los esfuerzos a los que está sometida la cimentación no la afectan.

1.3. Mecanismos

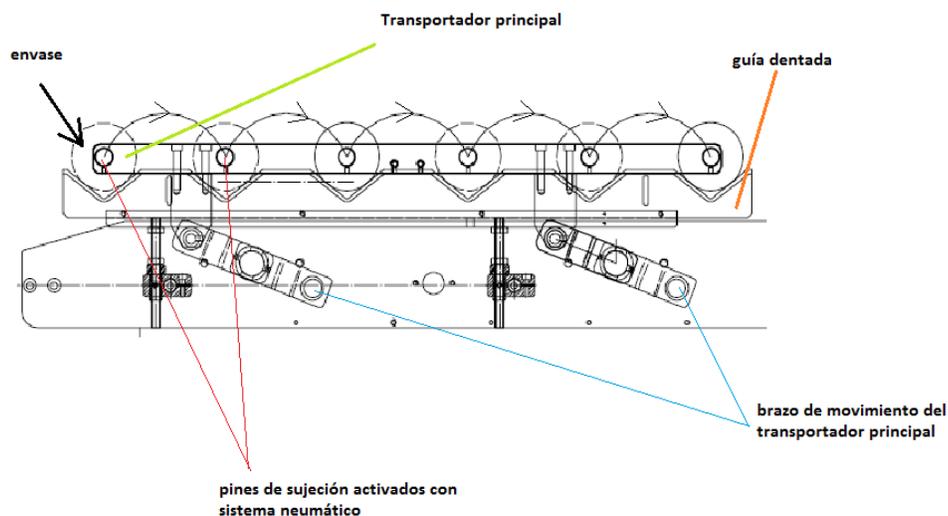
1.3.1. Mecanismos utilizados

Existen varios tipos de mecanismos que son utilizados en esta máquina, los movimientos son activados mediante sensores de presencia de objetos, es decir, si el objeto existe es transportado por la banda hasta ser impreso, el transporte del elemento se realiza cuando el sistema de sensores detecta la presencia de un envase, activa el sistema neumático que lo aprisiona durante su traslado a través de una vía en forma de dientes de sierra, el movimiento que realiza el transportador es oscilante de izquierda a derecha.

Durante el tiempo que dura la impresión de un envase que es de aproximadamente 30 segundos por envase, este es trasladado de la manera más delicada posible para no dañar su superficie; primero es sujetado mediante succión de aire por dos pequeñas ventosas que tienen un movimiento lineal con retorno, al llegar al transportador principal este es colocado en el espacio entre los dientes del mismo y luego es trasladado utilizando los pines de sujeción (en la figura 1 se muestra el ciclo de transporte de un envase en el transportador principal).

Posteriormente se coloca en una cestilla que lo ajusta contra un registro para que la impresión sea realizada, el envase con la tinta cruda es colocado en un transportador de dientes secundario, este es el encargado de depositarlo en la cámara de la lámpara donde se realiza el secado, finalmente sale de la máquina a través de una banda transportadora, el producto es colocada en bolsas o cajas encontrándose ya listo para ser llenado.

Figura 1. **Ciclo de transporte de un envase**



Fuente: manual del fabricante, *Wutung Engineering Co. Ltd*; p. 27.

1.3.2. Bandas de alimentación

Las bandas que son utilizadas para alimentar de envase a la impresora son planas, ya que ellas son ideales para los diámetros pequeños de las poleas, además de presentar un bajo nivel de ruido y poco peso, cabe mencionar que estas no se usan para una sincronización completa de poleas.

Regularmente las bandas son elementos utilizados para transmitir potencia, las planas deben operar a tensiones bastantes altas. En el caso de la utilizada para transporte de envase esta opera a baja velocidad, el tipo de banda utilizado es con revestimiento de hilo sintético, con la finalidad de brindar al envase un medio seguro de transporte que no dañe su integridad. El largo total de la banda utilizada es de 3,0 metros extendida, la velocidad a la cual traslada el envase va desde 0,15 metros/segundo hasta los 3,9 metros/segundo, esta velocidad depende en gran medida del ritmo al cual se esté trabajando el sistema de impresión.

La potencia es suministrada a la banda por medio de un motor de 0.5 hp (caballos de fuerza, *horse power* por sus siglas en inglés), la cual es suministrada de forma directa, utilizando para ello una polea que mediante la banda se une con otra, debido a que la distancia entre ambas no es un factor que perjudique su eficiencia no es necesario la utilización de una rueda loca para su transmisión. La eficiencia alcanzada figura entre el 90% y el 98% ya que las pérdidas de potencia entre las poleas son poco significativas.

El material del cual se encuentra fabricada la banda transportadora es caucho reforzado, esto para aumentar la vida media de la faja, además de un revestimiento de hilo sintético que brinda un acondicionamiento ideal al envase.

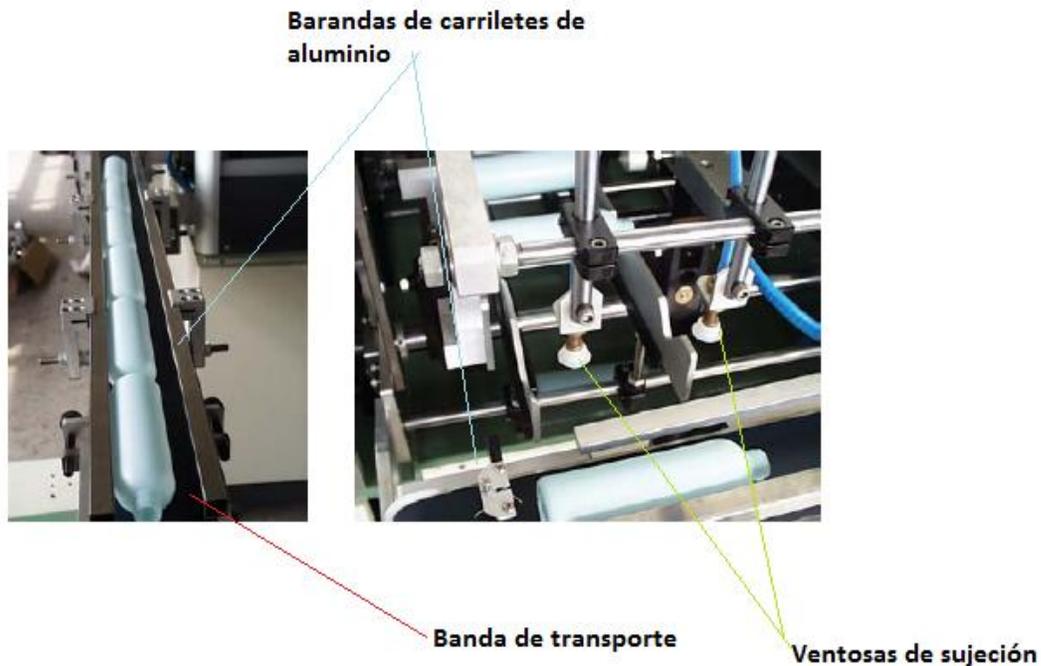
La banda está protegida por dos barandales de 5 centímetros de altura, hechos de aluminio y que tienen como misión mantener encarrilado el envase hasta que llega a las ventosas que lo trasladan al transportador principal.

Luego de haber pasado por el proceso de impresión, el envase es depositado nuevamente en una banda de igual funcionamiento que la de alimentación al transportador principal, con la diferencia que esta cumple con la extracción del envase y el depósito del mismo en bolsa de almacenamiento.

La velocidad de la banda de extracción se mantiene regular durante todo el proceso teniendo un rango de entre 0,80 a 0,85 metros/segundo, esto porque el tiempo de secado de la tinta ultravioleta no puede variar ya que provoca rompimiento en la cadena molecular de la tinta haciendo que esta se descascare, además de esto la banda también posee un revestimiento de hilos sintéticos para hacer suave la caída del envase cuando este proviene de la cámara de secado ultravioleta.

Este tipo de banda fue escogido para este de trabajo ya que al ser un elastómero proporciona propiedades como alargamiento, baja conductividad eléctrica, entre otros que son necesarios para realizar la tarea, como agregado este tipo de elementos no necesitan de lubricación para su buen funcionamiento, haciendo que el producto se mantenga inocuo en todas sus etapas.

Figura 2. **Banda de transporte de envase**



Fuente: manual del fabricante, *Wutung Engineering Co. Ltd.*; p. 8

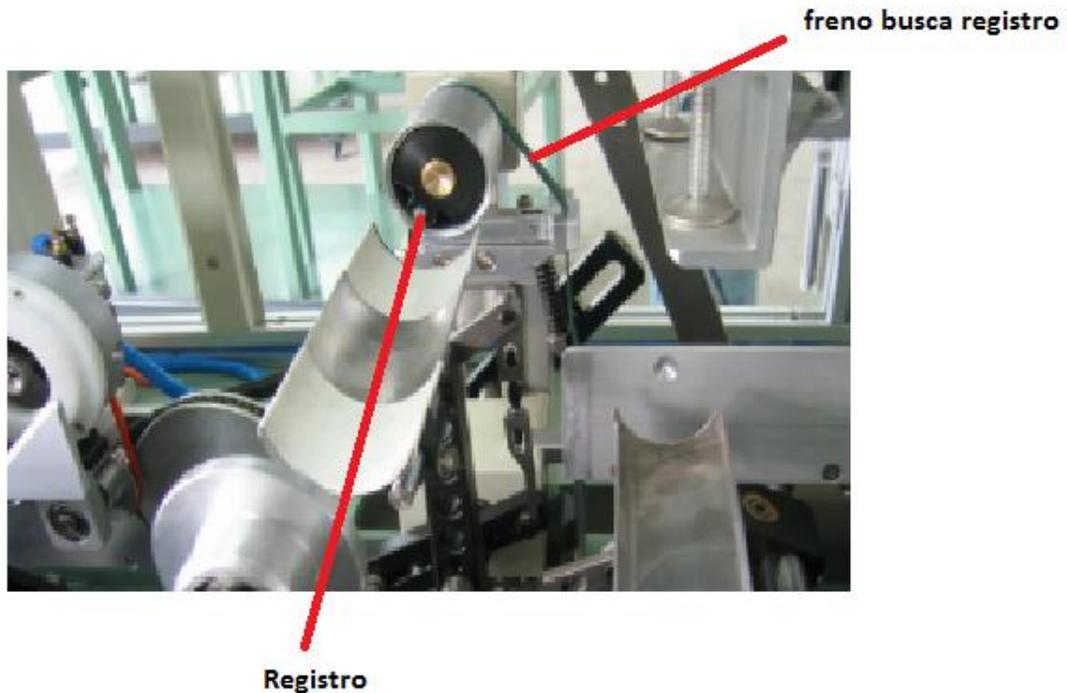
1.3.3. Frenos

Por definición un freno es un dispositivo que se usa para llevar al reposo un sistema en movimiento, utilizando la fricción como forma útil de trabajo. En algunas ocasiones el sistema no es llevado al reposo total, sino únicamente su velocidad se ve disminuida hasta adaptarse a los requerimientos de trabajo.

El freno que se utiliza en esta máquina es de cinta, estos son diseñados para ejercer pares muy grandes, prestando atención a los detalles de tal forma que la cinta asiente adecuadamente sobre el tambor al absorber energía, quedando libre y sin rozamiento cuando no esté en servicio.

Sin embargo, el freno utilizado en esta máquina no absorbe un par tan elevado, tiene como misión la detención de un cilindro que busca un registro en el envase, de esta manera se asegura que la impresión que se realiza tiene acción más o menos en el mismo punto en todos los envases, lo que garantiza que al momento de requerir una reimpresión la merma sea pequeña, el freno contribuirá en la búsqueda del registro y la impresión que se realiza esté hecha en el mismo punto (con error máximo de 1 mm de desacomodo)

Figura 3. **Sistema de freno y registro de envase**



Fuente: elaboración propia

1.3.4. Sistema mecánico

El sistema mecánico utilizado en la máquina de impresión es complejo, aunque realmente la maquinaria no lo demuestra, esta combina elementos que van desde mecanismos simples como es la transmisión por bandas hasta mecanismos como los brazos de movimiento que requieren de una sincronía total para poder llevar a buen término la labor.

En la máquina se utilizan mecanismos de tipo biela manivela que son utilizados para dar un movimiento continuo al transportador principal, así también mecanismos que se asemejan al funcionamiento de un elevador (hecho a escala pequeña), como otros que son utilizados para ayudar a un funcionamiento más eficiente en la maquinaria.

Adicional a esto también se cuenta con instrumentos que ayudan a medir las variables que afectan el proceso, el parámetro inicial es el flameado del envase, proceso que es utilizado para abrir los poros del mismo con la finalidad que estos se adhieran a sus paredes de mejor manera la tinta y así el procedimiento de secado cumpla de manera más fácil con su tarea; estos instrumentos son manómetros para baja presión ya que uno mide el gas propano que ayuda a la combustión en conjunto con el aire. También filtros de purificación de aire comprimido para que pase la menor cantidad de impurezas posible a la máquina.

1.3.5. Sistema eléctrico

El sistema eléctrico que está acoplado a los mecanismos de la impresora es de mucha importancia durante la operación del sistema ya que este sirve como controlador de tiempo en cuanto a sensores se refiere, los sensores de posición funcionan bajo el principio de ocupado/desocupado, esto significa que cuando el sensor está ocupado (con un envase colocado en esa posición), uno más adelante se está imprimiendo y al estar este ya impreso su sensor pasa a la posición de desocupado y permite que el movimiento de transporte siga su línea.

Adicional cuenta con una fuente de poder que le suministra energía suficiente para hacer funcionar la pantalla *LED* que comanda la operación del sistema, también alimenta de energía a la lámpara de rayos ultravioletas que envía los rayos y el calor necesarios para el secado de la tinta en el envase.

El sistema eléctrico suministra la energía necesaria para la renovación de aire dentro de la cámara de secado ultravioleta ya que el calor acumulado es extraído por medio de ventiladores que fuerzan las concentraciones y las empujan hacia un ducto que las conduce hacia el exterior de la máquina.

A su vez alimenta también los sistemas de iluminación de la máquina, los cuales son requeridos para realizar las tareas de ajustes dentro de los sistemas principales de impresión así como los necesarios para iluminar las áreas de inspección del producto procesado.

1.4. Mano de obra y entorno

1.4.1. Personal directo

El operador que tenga a su cargo la máquina debe de realizar tareas rutinarias de conservación del equipo, así como el arranque del éste, entre los aspectos de arranque se consideran:

- Activación de equipos que ayudan a la operación de la máquina, entre estos: los que abastecen de aire a la máquina (compresores), los que suministran la corriente eléctrica, y los que suministran gas para su funcionamiento;
- Limpieza de los mecanismos y partes móviles, esto refiere a las partes que tienen movimiento continuo dentro de la maquinaria, y que deben ser limpiadas y acondicionadas al uso de manera frecuente;
- Encendido de los controles de la máquina, los cuales hacen referencia a la programación que se da a la máquina para llevar a cabo la tarea, sea esta de control puramente automático o necesite la intervención del operador;
- Supervisión del cumplimiento del trabajo, se hace durante el desarrollo de la actividad ya que servirá de parámetro para definir cuál es el grado de cumplimiento en cuanto a calidad de servicio entregado por parte de la máquina;
- Corrección de problemas en la máquina, en ocasiones se presentan pequeñas anomalías en la máquina que no son tan significativas para caer en un paro de producción, la corrección debe hacerse sobre la marcha ya que no influye de forma negativa.

1.4.2. Personal indirecto

Se toma como personal indirecto de trabajo a aquel que no está en contacto directo con la maquinaria en la totalidad del tiempo, sin embargo, si influye en el desenvolvimiento de las actividades que ésta ejecuta.

Normalmente es tomado como personal indirecto los dedicados a labores de mantenimiento ya que la falla en la maquinaria es detectada por el personal directo (aquel que opera la máquina), pero al momento de tener un problema mayor debe ser resuelto por personal de mantenimiento.

El personal debe llenar una ficha de historial de la maquinaria donde se describa el procedimiento utilizado para remediar el problema, así también las partes de la máquina que necesitaron ser reparadas o reemplazadas.

Dentro del personal indirecto se encuentra también aquel que es encargado de la limpieza de las instalaciones de trabajo, bajo condiciones de operación normal, este personal se encarga de resguardar la seguridad de las instalaciones como también el ambiente en el cual se desarrolla la actividad.

1.4.3. Ambiente de trabajo

El ambiente de trabajo en el cual debe operar la máquina de impresión no debe sobrepasar los límites permisibles ambientales, debe ser un ambiente limpio, ordenado y agradable para que los trabajadores ejecuten sus labores de la mejor manera y el equipo encuentre su óptimo funcionamiento.

Además deberán tomarse en cuenta aspectos ergonómicos, los cuales sugieren las condiciones óptimas de trabajo para el operador con el fin de realizar las actividades con la menor fatiga posible. La luz juega un papel muy importante en el desenvolvimiento de las actividades con el fin de ayudar a la inspección del producto, además de brindar un espacio ambientalmente efectivo para el desarrollo de la actividad.

Al hablar de un lugar de trabajo ambientalmente efectivo (que no debe confundirse con un ambiente ecológicamente efectivo), se habla de un ambiente que brinda las condiciones óptimas para que tanto el trabajador como la maquinaria rindan a su máxima capacidad permisible en cuanto a servicio refiere.

Adicional a esto la indumentaria a utilizar durante el trabajo ayuda a que se cumplan ciertas condiciones que mantienen el proceso operando dentro de un rango de trabajo ideal, ya que la indumentaria en conjunto con las condiciones ergonómicas conserva un ambiente lo suficientemente relajado y a su vez serio para que la actividad se desarrolle de la mejor manera posible.

2. ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO

2.1. Personal de trabajo

2.1.1. Personal operativo

Para condiciones normales de trabajo se requiere que el personal operativo de la máquina de impresión a tinta ultravioleta posea conocimientos mínimos de mecánica, así como de operación basada en controles digitales.

Debe tomarse en cuenta que se deben realizar tareas de relación directa con el equipo, entre las que se encuentran:

- Activación de controles, esto incluye tanto controles mecánicos como digitales con sus respectivos elementos de medición.
- Supervisión del proceso y ciclo de producción, haciendo referencia a la efectividad que tiene el equipo.
- Mantenimientos menores, incluyendo limpiezas y pequeñas reparaciones al equipo que no afecten su desempeño posterior.
- Verificación del funcionamiento de los mecanismos, esto requiere que las partes móviles sean constantemente ajustadas y lubricadas para obtener un trabajo óptimo por parte del equipo.

En el caso que los problemas en el equipo sean demasiado difíciles de solucionar el operador de la máquina debe notificar al encargado de producción sobre las bajas que se tendrán en producción y al encargado de mantenimiento del lugar para que la avería sea corregida lo más rápido posible.

El personal operativo deseablemente debe poseer un grado académico técnico ya que esto permite una mejor concepción de la importancia de su trabajo, facilita los aspectos relativos a capacitación y mejoramiento de métodos de trabajo, así como brinda la confianza que el trabajo se está realizando de la mejor manera al tener un personal capaz y potencialmente efectivo a cargo de la operación.

2.1.2. Personal técnico

2.1.2.1. Especialistas mecánicos

El personal que está a cargo de brindar el mantenimiento, debe estar capacitado para solucionar problemas de todo nivel dentro de los equipos. Se necesita que cuenten con conocimientos más altos que los que frecuentemente son alcanzados por los operadores.

Entre las actividades que son realizadas normalmente por el personal técnico se encuentran adaptados al formato de operación de la máquina los siguientes factores: inspecciones rutinarias sobre funcionamiento del equipo y adaptaciones al uso, reparaciones menores y mayores, además de los servicios completos que requiere el equipo. Se requiere además que las personas encargadas de realizar el mantenimiento a la máquina de impresión, posean experiencia en este tipo de maquinaria y sean conocedores de los mecanismos utilizados, así como en procesos automatizados de producción.

También es requerido que además de una escolaridad adecuada al puesto posean una actitud de liderazgo capaz de tomar decisiones en momentos cruciales y que estas decisiones ayuden a corregir fallas como primer objetivo y luego sirvan como base para prevenir problemas futuros en el equipo. Añadiendo a esto tener capacidades que sean útiles al momento de leer y elaborar planos o diagramas sobre el funcionamiento y partes de la máquina; también es requerido conocimientos en los sistemas de operación neumática, así como su simbología, esto con la finalidad que el trabajo que se realice sea hecho con todo el tecnicismo y excelencia requerida en este tipo de trabajos.

2.1.2.2. Especialistas electricistas

El personal encargado de las partes eléctricas y electrónicas de la maquinaria debe tener conocimientos sobre el sistema de operación y mantenimiento, así como de protección a los sistemas que requieren alimentación eléctrica. Se requiere que el personal sean electricistas autorizados, requerimiento básico para garantizar la vida nominal del equipo así como asegurar que el sistema no fallará debido a problemas de mala instalación mecánica.

2.2. Variables de operación

2.2.1. Ergonomía

Para que el operador de la máquina de impresión de envase a tinta ultravioleta pueda realizar su trabajo en un ambiente cómodo y agradable, así también evitar lesiones y fatiga que afecten su desempeño se describen los siguientes párrafos.

La fatiga es un factor que afecta el cuerpo y el desempeño del trabajo que se realiza, tiene repercusión directa en el aumento de la tensión corporal, haciendo que los nervios y tendones se inflamen e irriten, y en casos extremos puede causar parálisis irreversible.

Las causas más comunes por las que se producen lesiones en los trabajadores y que son asociadas de manera directa con la ergonomía del lugar de trabajo son:

- Ininterrupción y movimiento constante al realizar la actividad.
- Mala posición al momento de realizar las actividades, posiciones no naturales de trabajo que aumentan la tensión en la espalda, hacen que se requiera más fuerza tanto en piernas como en brazos. Causando en ocasiones vértigo y náuseas.

Para evitar estos problemas se deben realizar pequeñas pausas durante el desarrollo del trabajo (de entre 5 y 10 minutos) para despejar la mente del trabajador y eliminar tensiones acumuladas en el cuerpo. Se debe buscar una posición adecuada para realizar el trabajo en la cual se evalúe tanto el lugar y comodidad que brinde el lugar de trabajo como las necesidades del operador para poder realizar la tarea de la mejor manera. Es aconsejable utilizar herramientas de diseño de espacio y adaptaciones al uso de sillas, mesas y otros muebles utilizados para la realización del trabajo.

Como todo equipo de trabajo, el factor humano en juego es muy valioso por lo tanto para evitar sobrecargas de trabajo que posteriormente se desarrollaran como enfermedades de tipo laboral tales como tensión y estrés, es necesario despejar la mente del trabajador con pequeños recesos los cuales es aconsejable tomar después de una hora de trabajo ininterrumpido.

Estos recesos no deberán exceder los diez minutos, pero tampoco deben ser menores a los cinco minutos, esto se hace con el objetivo de aliviar la carga de trabajo y eliminar tensiones acumuladas, de esta manera el rendimiento del trabajador no mermará y las condiciones de operación se mantendrán óptimas dentro del rango permisible de límites de producción establecidos, los cuales redondean entre las 3000 a 3600 unidades según regulaciones del fabricante.

Entre otros factores expresos que ayudan a mejorar la ergonomía del trabajo se detallan las partes que influyen en el desenvolvimiento de una correcta actividad entregada por parte del equipo, entre los cuales por extraño que parezca, agentes que pareciesen afectar únicamente al equipo en cuestión afectan también el desempeño del operador que tiene a su cargo la operación de dicha máquina.

La tabla I, se describen los parámetros medioambientales de operación necesarios para el correcto funcionamiento del equipo, se requiere también de la combinación de ciertos elementos de control interno que facilitan la labor, los cuales se describen en la tabla II.

Tabla I. **Condiciones medioambientales de operación**

Variable	Condiciones	
Tolerancias electricas	+/- 10%, +/- 1 Hz	
Temperatura del Ambiente	°C	0 a 40 (no congelado)
	°F	32 a 104 (no congelado)
Humedad Relativa	80% o menos (sin condensación)	
Temperatura de Operación Interna	°C	-15 a 70 (no congelado)
	°F	5 a 158 (no congelado)
Humedad Relativa Interna	90% (no condensado)	
Ambiente	Sistema Cerrado	
Altitud	1000 m (3280 ft) sobre el nivel del mar	

Fuente: elaboración propia, basado en manual de operación

Tabla II. **Condiciones de funcionamiento del equipo**

CA - 101 / UV	Cilíndrico	Elíptico
Alcances		
Alcance Máximo de Impresión Longitudinal	300 mm	120 mm
Alcance Máximo de Impresión Lateral	200 mm	200 mm
Tamaño de la Impresión		
Diámetro	25 - 120 mm	No aplica
Longitud	60 - 300 mm	60 - 300 mm
Ancho	No aplica	40 - 120 mm
Radio Máximo	No aplica	220 mm
Velocidad		
Velocidad Máxima	3000 ciclos / hora	3600 ciclos / hora
Energía		
Requerimiento de Poder	3800 VAC, Trifásico (3 ϕ), 6KW, 60 Hz,	
Neumática		
Requerimiento de Aire Comp.	Presión de 6 bar, 200 litros / minutos	
Agente Combustible		
Gas a base de Petróleo	2.5 litros / minuto	
Dimensiones del Equipo		
Largo	1900 mm	1900 mm
Ancho	1600 mm	1600 mm
Altura	1700 mm	1700 mm
Dimensiones del Area de Inst.		
Largo	2600 mm	2600 mm
Ancho	2100 mm	2100 mm
Altura	2150 mm	2150 mm
Peso		
Peso total del equipo	1100 Kg.	1100 Kg.

Fuente: elaboración propia, basado en manual de usuario del equipo

2.2.2. Iluminación

Para garantizar los niveles de iluminación en el área de trabajo, debe tomarse en cuenta el tiempo que se estará trabajando en el lugar, del mismo modo evaluar la cantidad de iluminación natural con que se cuenta, de no existir iluminación natural en el lugar, los cálculos correspondientes para iluminación deben hacerse en base a iluminación puramente artificial, valuando la calidad de la claridad que se desea (para este tipo de máquina se aconseja luz blanca que aclaren su totalidad el lugar de trabajo).

Debe tomarse en cuenta que la luz emitida por las lámparas que se coloquen deben brindar una iluminación indirecta, esto con el fin de evitar reflexiones de luz, que puedan en un momento dado cegar al operador así como alterar de alguna manera los procedimientos de calificación del producto.

Para el caso del mantenimiento se aconseja que la luz sea brindada de manera indirecta al área ya que la mayor parte de mecanismos están fabricados en base a aluminios y aleaciones que tienden a reflejar una gran cantidad de luz, este problema puede repercutir en un mal acabado de mantenimiento dado que al reflejar una gran cantidad de luz en ocasiones puede producirse la sensación de que el ajuste se encuentre sin desfases aunque estos si existen, gran cantidad de luz directa pueden distraer y engañar al ojo humano así como causar problemas en la vista debido al esfuerzo del ojo por absorber la menor cantidad de luz.

Cabe mencionar que el método aconsejado para el cálculo de las lámparas necesarias para iluminar el lugar es el método de cavidad zonal ya que este contempla desde la cantidad de luz que es emanada por cada lámpara, así como los tipos de iluminación mas aconsejados para el trabajo, la altura y posición optima de la lámpara, entre otros. Las lámparas a utilizar deben emitir 3 675 lúmenes para iluminar adecuadamente el lugar (200 Watts).

2.2.3. Indumentaria

La ropa a utilizar por el personal operativo y por el personal técnico debe asegurar la integridad física y mental del trabajador; la indumentaria debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- Zapatos industriales con punta de acero, aunque no se tiene un contacto directo por parte del personal operativo con piezas de mucho peso son necesarios ya que al estar conformada de varias partes móviles puede ocasionarse un peligro potencial.
- Uniforme, muchas veces este no es bien aceptado por las personas que laboran en las áreas, sin embargo, al paso de un lapso estos cambian de idea, el uniforme identifica el área de trabajo, igualmente brinda protección ya que están diseñados específicamente para esa área de trabajo; entre otras situaciones ya que se trabaja directamente con solventes y tintas que se adhieren a las superficies de manera permanente es preferible que esto ocurra con un uniforme, ya que normalmente a estos se les pueden aplicar tratamientos de lavado para que no afecte futuros tirajes de producción.

Además de los dos puntos principales anteriormente descritos es necesario que como parte de la indumentaria de trabajo se incluyan el uso obligatorio de guates de latex, redecillas para cubrir el cabello, protectores para oídos y mascarillas ya que el producto obtenido de este proceso servirá para almacenar comidas, bebidas, medicinas, etc.

Por ningún motivo el personal que se encuentre operando en la máquina de impresión de envases a tinta ultravioleta debe utilizar en su horario de trabajo los accesorios que se describen a continuación:

- Pulseras
- Cadenas
- Relojes
- Anillos

Esto con la finalidad de resguardar su integridad física ya que al trabajar con muchas partes móviles dentro de la máquina, puede aprisionar al operador y ocasionar heridas menores o mayores según sea el caso.

2.2.4. Accesorios de protección

2.2.4.1. Protectores visuales

Dado que al momento de realizar la tarea de verificación de los productos se requiere gran esfuerzo visual para tener buenas condiciones de operación debe darse cuidado y protección especial a los ojos de los operadores involucrados en el proceso, el calor en conjunto con destellos directos de rayos ultravioleta emitidos por la lámpara de secado causan sequedad en el ojo irritándolo al punto que la actividad ya no puede realizarse.

Para proteger los ojos y el desempeño de la calidad visual del operador se necesitan anteojos protectores contra rayos ultravioleta, como los de la figura 4, adicional a esto debe ser utilizada una solución que contenga cloranfenicol al 0,25% de concentración esta es utilizada para humectar constantemente los ojos y evitar resequedad e irritación.

Figura 4. **Anteojos protectores de rayos ultravioleta**



Fuente: *Triwear, Cía.*

2.2.4.2. Protectores contra llamas

Los protectores contra llamas a utilizar deben tener una forma tal que permita la libertad de movimiento del brazo y los dedos de la mano, este factor es esencial ya que el producto que se trabaja debe ser sujetado con la mano antes de efectuar su inspección visual. En la figura 5 se muestra el tipo de manga protectora ideal para este tipo de trabajo.

Adicionalmente estas cumplirán una misión secundaria, la cual es proteger al personal que opera de manera directa en la salida de envase de la impresora ya que por la emisión de destellos ultravioleta por pequeños que estos sean se ocasionan lesiones en la piel que van desde pequeñas quemaduras hasta manchas que no pueden ser borradas de la epidermis, a largo plazo pueden ser causantes de tumores y células cancerígenas, ya que los dedos de las manos no están protegidos a estos debe aplicársele bloqueador solar número 60, sin importar marca.

Figura 5. **Mangas protectoras contra llamas**



Fuente: *Terry Long, Zubi-Ola, S.A.*

2.2.4.3. Protectores auditivos

A pesar de que el ruido emitido por esta máquina es bajo y no sobrepasa los 65 decibeles, y el punto en el cual debe iniciar a utilizar protección auricular se marca a los 90 decibeles, es importante la protección auditiva para el operador de la máquina ya que aunque no es un nivel de ruido muy alto si es un ruido constante que tiende a afectar comportamientos y actitudes, provocando fatiga por ruido y desconcentración.

Figura 6. **Distintas clases de protectores auditivos**



Fuente: página de internet, www.google.com/images

En la figura 6 se muestran diferentes tipos de protectores auditivos utilizados en condiciones en las cuales el ruido no es excesivo, es decir, este tipo de dispositivos es recomendable para valores inferiores a los 120 decibeles según especificaciones de algunos proveedores.

En lo referente a salud mental del trabajador estos ayudan a que se pueda evitar el estrés laboral y desórdenes de actitud por la desesperación que causa estar sometido por mucho tiempo a este tipo de ruido, además es muy normal que cerca de una impresora de envase se encuentre otro tipo de maquinaria utilizada para la producción de envase o tapa, según sea el caso, estos ayudan a que el ruido emitido por los otros equipos (normalmente por encima de los 125 decibeles) no afecten la salud del trabajador dedicado a imprenta.

2.3. Detergentes y solventes

2.3.1. Lubricantes

Debe tenerse cuidado con los aceites lubricantes y grasas utilizados ya que cada uno de ellos tiene funciones que pueden ser mejor aprovechadas por cada mecanismo en particular, es decir, cada lubricante es para una parte exclusiva de la máquina ya que contiene propiedades que ayudan a mejorar el rendimiento y la vida media de la pieza. Normalmente se utiliza como aceite *Calibration Fluid C* de la marca *Shell* y como grasa es recomendable utilizar *Shell Albida Grease EP* de la marca *Shell*.

Deben tomarse en cuenta las especificaciones indicadas en cada material ya que estas describen el comportamiento que tendrá el lubricante en operación y que se puede esperar de él. Estos siempre traen identificación de producto peligroso ya que son altamente tóxicos para el consumo humano, normalmente para esta máquina en especial es utilizado aceite de tipo mineral para lubricar las articulaciones de los equipos.

En el caso de que el lubricante haya sido ingerido o inhalado causando irritación en la persona afectada, seguir los siguientes pasos:

- No inducir el vómito en la persona;
- Verificar que sustancia fue la que ingirió / inhaló;
- Llamar a un equipo de médicos o socorristas para que estos den la atención debida a la víctima.

Los aceites lubricantes utilizados, son considerados altamente volátiles si se trabajan a temperaturas muy altas o cerca de arcos voltaicos, en condiciones normales estos suelen ser muy estables, además de esto se debe procurar que por ningún motivo se tenga contacto directo con ácidos o sustancias oxidantes.

Para la eliminación del lubricante viejo debe tomarse en consideración las leyes ambientales de la región para evitar daños al medio ambiente, las aguas que sean utilizadas para la limpieza de piezas que contengan aceite lubricante no deben ser drenadas al sistema de desagües ya que esto contaminaría aguas que pueden ser tratadas además de producir un daño irreversible en la flora y fauna del medio.

Las grasas y aceites lubricantes que son utilizados en este equipo se deben almacenar en un lugar seguro, donde la temperatura del medio no vería en un rango mayor al +/- 2,0% para no afectar las condiciones de uso de los mismos, así como también restringir el acceso a estos dejándolos autorizados solamente para el personal de trabajo directo o mantenimiento de la máquina.

2.3.2. Tintas

Como condiciones generales de uso se pueden tomar algunos lineamientos descritos a continuación, pero si se requiere información más específica sobre las propiedades de las tintas debe consultarse de forma directa con el fabricante o distribuidor autorizado.

El equipo utiliza tintas de secado especial bajo rayos ultravioleta para impresión, estas tintas consisten de pigmentos (colorantes), resinas sintéticas pre-polimerizadas (normalmente resinas acrílicas) y fotoiniciadores; suelen tener entre su composición otras partes químicas, pero estas deben ser consultadas de manera directa con el proveedor o ser solicitada la hoja técnica del producto. Tomar en cuenta que sustancias líquidas/sintéticas parcialmente polimerizadas pueden causar inflamación de la piel y alergias, se deben proteger sobre manera especial los ojos y labios.

Las tintas ya secas no son peligrosas para la salud humana; pero mientras se realiza la impresión debe evitarse el contacto directo de las tintas con la piel, es por ello que es importante el uso de guantes, máscaras, protectores visuales y prendas de vestir apropiadas; entre otras cosas, se debe evitar la formación de niebla en la superficie de las tintas ya que esto indica que están cerca de llegar a su punto de ignición, o a su punto de goteo y es en esta instancia donde ya no es funcional.

Si en algún caso los sistemas de extracción de aire de la máquina no son suficientes se debe instalar un sistema adicional para evitar situaciones extremas en el material de impresión.

Los tratados generales de la tinta de impresión a luz ultravioleta se describen para los siguientes casos:

- Contacto con la piel y la ropa: lavar con los productos especiales, no se deben utilizar disolventes de tinta por ningún motivo, la ropa ensuciada se debe cambiar por ropa limpia tan pronto sea posible.

- Contacto con solventes: para diluir la tinta, el solvente se debe pasar a través de una tela fina luego agregar la tinta, no debe agregarse más del 5,0% de solvente para no afectar las propiedades físicas y químicas de la tinta.
- Contacto con los ojos: se debe lavar inmediatamente con agua de grifo, llamar a un médico para examine de manera inmediata.
- Ingestión: en caso de ingestión únicamente se debe aislar al trabajador, llamar a un médico e informar a este sobre las características toxicológicas de la sustancia.
- Inhalación: trasladar a la persona intoxicada al aire libre, en caso de sofocamiento antes de ser sacada del área se debe suministrar oxígeno al trabajador.

En condiciones normales de uso las tintas no deben alcanzar su punto de ignición (incendiarse o explotar), sin embargo, pueden incendiarse al entrar en contacto con fuentes de energía elevadas, como los arcos voltaicos, superficies sobrecalentadas y llamas.

El contacto con sustancias que puedan dar lugar a condiciones peligrosas de descomposición debe ser evitado. Por razones puramente técnicas los envases contenedores de tinta deben ser conservados con clara identificación de su contenido.

Evitar a toda costa que personal no autorizado tenga contacto con los contenedores de tinta para evitar accidentes personales y/o de producción, la eliminación de los contenidos de tinta al vencerse esta debe ser llevada a cabo según las leyes que rijan al país o región.

El producto debe ser transportado y manejado en condiciones de alta seguridad, debe ser guardado en un lugar cerrado dentro de recipientes a temperatura ambiente, como prioridad debe evitarse el contacto con otras sustancias que puedan alterar sus propiedades, dichos recipientes deben estar identificados en conformidad con las normas que rigen los productos técnicos; La correcta señalización de los recipientes es responsabilidad directa de la empresa y el personal dedicado a la seguridad e higiene del lugar. El personal debe ser consciente de lo riesgoso de estos productos (naturaleza tóxica, alta inflamabilidad, etc.) para evitar accidentes que eventualmente les puedan ocasionar daño.

2.3.3. Emulsiones

Son considerados como emulsiones todos los detergentes y disolventes que son utilizados para realizar limpieza en la máquina, de igual forma las especificaciones técnicas sobre estos productos deben ser consultadas con el proveedor de acuerdo con la composición química y la finalidad del producto.

No deben utilizarse productos que contengan cloro para la limpieza de la máquina ya que al entrar en contacto con la radiación de la luz ultravioleta emitida por la lámpara y vapores de secado da lugar a la creación de ácido clorhídrico que puede corroer las piezas de la máquina. El contacto directo de estas sustancias con la piel puede causar enfermedades dermatológicas que van desde alergias menores hasta quistes, mientras se trabaja con emulsiones la piel puede absorber ciertos solventes y sustancias que pueden dañar al organismo, los vapores emanados por las mismas pueden ser severamente dañinos si son inhalados con frecuencia y en exceso.

En el caso de la pantalla que es utilizada para la impresión utiliza un tipo de emulsión especial que crea una capa sobre la seda dejando expuestas únicamente las partes que interesan sean impresas en los envases, es de la misma calidad que se utiliza en serigrafía de camisetas.

Al contacto con la ropa, piel y ojos; al ser ingerido o inhalado las indicaciones son las mismas que las que deben ser seguidas en el caso de accidente con tintas para impresión. Por ningún motivo debe procederse a la automedicación ya que se pone en riesgo la integridad y salud del trabajador víctima del percance.

2.4. Rangos de operación

2.4.1. Gas

El gas utilizado para hacer la ignición de la llama de apertura de poros en la entrada al sistema transportador de envases es gas propano del utilizado normalmente para tuberías de gas de cocina, esto debido a que la llama requerida no es una llama agresiva, sino únicamente se necesita que caliente a 46°C la superficie del envase.

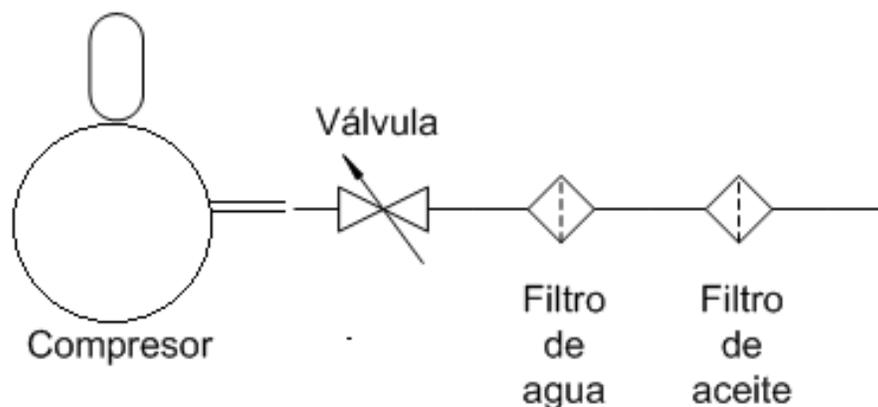
El cilindro contenedor del gas debe mantenerse a una temperatura promedio de entre 15°C a 30°C lo que equivale a presiones de entre 7 500 Pa a 11 250 Pa, para que el gas que forme la flama posea condiciones y propiedades físicas y químicas ideales. La llama que se forma en la salida no debe tener una concentración de gas de entre 1,8 a 9,3 en porcentaje de volumen de propano, ya que al tener esta concentración es altamente explosivo, la llama que se forma debe ser completamente azul, cualquier parte amarillenta, anaranjada o rojiza denota una mala combustión.

Es altamente tóxico y el mayor riesgo que se corre es la inhalación del gas, la cual puede producir somnolencia y pérdida del conocimiento; ante esta situación se debe llevar al accidentado inmediatamente a un sitio al aire libre y mantenerlo en reposo, brindar respiración artificial si éste estuviese indicado; proporcionar asistencia médica.

2.4.2. Aire comprimido

Las condiciones de suministro requerido de aire comprimido para el correcto funcionamiento de la máquina de impresión de envases es de $0,2 \text{ m}^3 / \text{minuto}$ a una presión $0,6 \text{ MPa}$. En la figura 7 se aprecia la correcta instalación del compresor en conjunto con sus filtros purificadores para que el aire que llegue a la máquina en cuestión sea lo más limpio posible. El agua del filtro debe ser drenada al inicio de cada lote de producción y verificar el nivel de aceite cada 3 días, si este se encuentra por debajo de $2/5$ se deberá agregar más aceite hasta llegar al nivel adecuada.

Figura 7. Diagrama de instalación del compresor



Fuente: elaboración propia

De igual manera del lado derecho de la máquina (observándola desde el frente) se encuentra un sistema de dos filtros, uno para que filtre el aire en la entrada a la máquina en dado caso que hubiese adquirido impurezas al ser transportado a lo largo de la tubería, otra para filtrar el gas y limpiarlo de contaminación que pudo ser arrastrada por las mangueras; esto es para ayudar a una combustión apropiada y una formación correcta de la llama de apertura de poros en el envase.

2.4.3. Temperatura

Las condiciones ideales de temperatura para operación del equipo deben mantenerse cuidando los rangos, las variaciones de temperatura en el ambiente (alrededor del equipo) y las que se den dentro del equipo.

La temperatura ideal del ambiente para obtener un buen rendimiento por parte del equipo es a los 25°C, y el rango de operación es de 0°C a 40°C; por debajo de la temperatura mínima se tienen problemas con la combustión y la adherencia de las tintas y por encima de la temperatura máxima causa problemas de ablandamiento y dilución de las tintas.

La temperatura de operación dentro del equipo debe mantenerse dentro del rango de -15°C a 70°C (sin llegar al punto de congelación), idealmente no se debe operar demasiado cerca de las zonas críticas manteniendo el equipo dentro de una temperatura de operación a 45°C, ya que al estar demasiado cerca de los límites se tienen problemas tanto de materiales utilizados para realizar la tarea como del material que se desea procesar.

Es aconsejable la instalación de termómetros dentro y fuera de la máquina para regular las temperaturas de operación y como estas afectan en el proceso de impresión a las tintas, al producto en proceso, y la eficiencia de los trabajadores del área que se mantienen en contacto directo con el equipo.

3. INSTALACIÓN DEL EQUIPO

3.1. Parámetros generales

3.1.1. Eléctricos

Los requerimientos eléctricos para la instalación de la máquina de impresión de envase a tinta ultravioleta serie CA-101 / UV-SN, marca *Lien Chiny* son un suministro de 3 800 voltios conectados en trifásico, pueden ser modulados tanto para trabajar a 50Hz como a 60Hz, la frecuencia de trabajo se elige seleccionando con una palanca en el interior de la máquina la frecuencia de operación para la localidad donde será instalada. En Guatemala la frecuencia a elegir es de 60Hz.

3.1.2. Presión

El equipo trabaja tomando en cuenta varias presiones que afectan el comportamiento del mismo y de los productos entregados al finalizar el proceso, por eso se exponen algunas de las presiones que afectan de manera más específica el desempeño del equipo.

La condición de presión atmosférica en el caso particular de Guatemala está estimada para una atmósfera de presión (101 325 Pa aproximadamente), al realizar el proceso de producción tomando como base esta condición el trabajo obtenido será bueno en términos generales ya que la presión afecta directamente a la temperatura.

Se debe tomar en cuenta también la presión del aire comprimido suministrado a la máquina ya que este debe redondear los 0,6 MPa, mientras que los del gas deben estar a 0,1 MPa para obtener una combustión sin riesgos de explosión.

Por otro lado existen presiones internas dentro del equipo, las cuales son utilizadas como elementos útiles de trabajo, tal es el caso del abastecimiento de aire comprimido para el cabezal de impresión que porta la plumilla que se apoya sobre la seda y el envase para dar paso a la impresión, este utiliza entre 0,15 MPa a 0,2 MPa del total de la presión suministrada al equipo.

La presión a la cual opera el sistema en general, tomando en cuenta las presiones formadas dentro del equipo que son casi imperceptibles deben ser tomados en cuenta para obtener un producto final satisfactorio que cumpla las condiciones para las cuales fue diseñada la máquina y que satisfagan tanto las necesidades de producción como las del cliente que las compra.

3.1.3. Temperatura

Las temperaturas de operación ideales para la máquina de impresión se basan en los rangos descritos en el capítulo anterior, la temperatura es un factor que influye tanto negativa como positivamente sobre el proceso; tanto una alta concentración de calor como la deficiencia del mismo pueden afectar parámetros de trabajo necesarios para realizar la actividad de impresión.

Estas alteraciones pueden ir desde una malformación y deficiencia en las propiedades de la llama de apertura de poros de envase, y entre otros más específicos un comportamiento anormal en las tintas utilizadas que pueden ir desde pequeñas alteraciones en su viscosidad hasta provocar alteraciones en el color fuente de la misma.

Guatemala posee varias características que pueden afectar el desenvolvimiento del proceso de producción; por ejemplo si la maquinaria es instalada en las inmediaciones de una zona portuaria no solamente se tendría que operar cerca del límite superior de temperatura ambiente permitido (40°C) sino también con condiciones de humedad que puede causar la aparición de gotas en el equipo desgastándolo y muy posiblemente dañando tanto la estructura de las piezas que integran los mecanismos como la carcasa de la máquina.

Por otro lado si es instalada en las regiones frías del país la temperatura es tan baja que puede influir en casos que van desde la flama hasta la adherencia de la tinta al envase. Por tal motivo la temperatura de trabajo y ambiente es un factor que debe controlarse y regularse para un correcto funcionamiento del equipo.

3.1.4. Cimentación

El fin de los cimientos de máquinas es el de distribuir las cargas concentradas que las mismas provocan sobre cierta área del suelo de manera que la presión unitaria este dentro de ciertos límites admisibles.

La maquinaria en cuestión debe ser instalada sobre una superficie plana y dura, normalmente asentada sobre una base de concreto sólido, esta base está compuesta por una serie de materiales que se entremezclan para dar el soporte necesario para la carga de la máquina sin ceder.

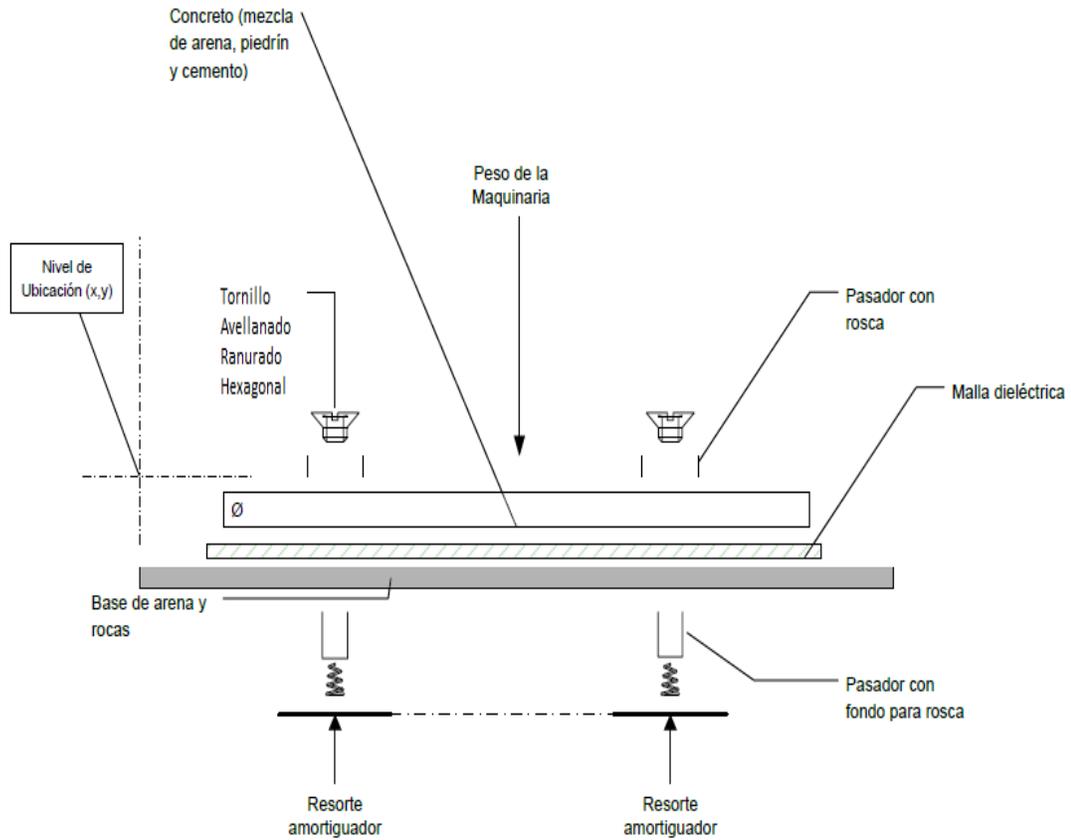
Entre estos materiales puede mencionarse una armazón metálica sobre el suelo sobre la cual se funde una mezcla de mortero (arena, cal, agua y una pequeña porción de cemento) para alivianar cargas, sobre esta se procede a fundir una capa gruesa de concreto, la cual debe ser fraguada por 28 días para alcanzar las propiedades mecánicas y estructurales requeridas para un buen desempeño del cimiento.

Al estar construida la base se procede a montar sobre ella la maquinaria, se aconseja utilizar anclajes para reducir las vibraciones en el equipo.

El factor de seguridad sugerido en los anclajes que deben ser colocados para este equipo es de 5:1; este asegura baja vibración y una correcta sujeción al piso en caso de movimientos telúricos bruscos que puedan causar movimientos fuertes.

Los anclajes utilizados se deben sujetar al suelo formando una "L" a fin de que la máquina quede a suelo de la manera más firme posible.

Figura 8. **Diseño del cimiento y sujeción para la maquinaria**



Fuente: elaboración propia

3.2. Ajustes de transportadores

3.2.1. Transportador principal y bloque de terminales

La distancia entre las dos barras de guía de la cinta transportadora de alimentación debe ser ajustada de acuerdo con el ancho del envase que será impreso. Para hacer este ajuste deben aflojarse las tuercas hexagonales y ajustar el dado de la armazón hasta llevarlo a la posición requerida para el trabajo, luego volver a apretar la tuerca hexagonal.

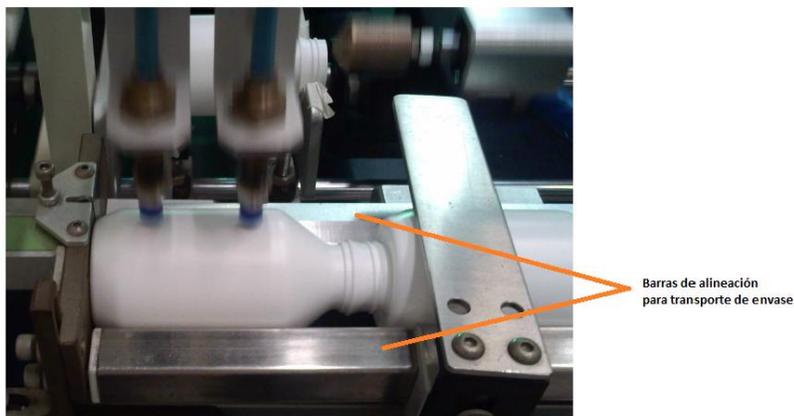
La distancia entre las barras de guía debe ser de 2 milímetros más largo que el ancho del envase para evitar ralladuras, pero a su vez asegurar el transporte seguro de los mismos hasta la zona de transporte de impresión.

Tomando como restricción principal la forma del envase a imprimir, el diseño entre otros aspectos, el bloque de terminales de recepción puede cambiar; se debe brindar ajuste a la posición del bloque hasta que el brazo automático pueda recoger y colocar el envase a la viga de transporte de la unidad principal.

De acuerdo a la altura del envase, el ajuste de la barra debe estar a unos 5 milímetros por encima de la superficie del envase, así que no se superpondrán envases al pasar a la región de carga que los dirige hacia el transporte principal para impresión.

En la figura 9 se presentan las barras de alineación para los lados de la banda de transporte que llevan hasta el bloque de terminales.

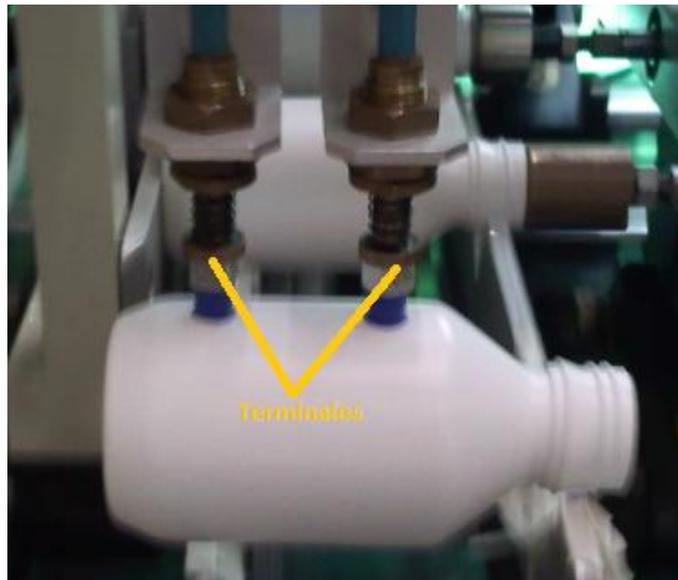
Figura 9. **Barras de alineación para cinta de transporte**



Fuente: elaboración propia

Por otro lado la figura 10 muestra el bloque de terminales ajustado para un envase de dimensiones estándar para almacenar medicamentos bronquiorespiratorios.

Figura 10. **Bloque de terminales**



Fuente: elaboración propia

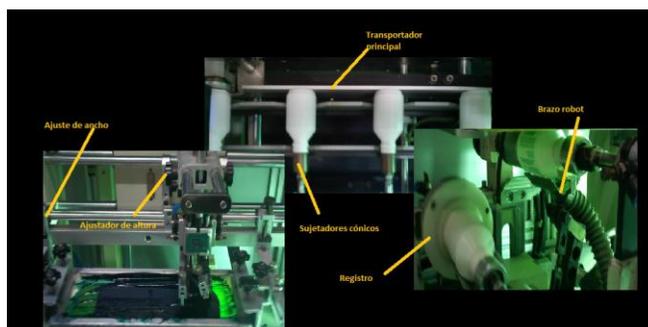
3.2.2. Vigas de transporte y sujetadores cónicos

Los sujetadores cónicos y la viga de transporte deben ser ajustados de acuerdo a las dimensiones de los envases; en la unidad de transporte existen seis vigas que tienen la misión de hacer el traslado, para realizar el ajuste deben seguirse los pasos que a continuación se describen:

- Respecto al ancho: se deben aflojar los tornillos de bloqueo de los bloques de deslizamiento del as de transporte. El conjunto completo debe ser movido hacia la posición requerida;

- Ajuste de altura: una vez flojos los tornillos de la viga, se debe ajustar la posición del haz de transporte hasta que el eje central que transporta los envases se encuentre perfectamente alineado con los conos de sujeción;
- Ajuste del sujetador cónico: la barra de posición de los conos, la cual ajusta la nariz de los mismos puede ser ajustada a través de la rueda de la mano delante de la máquina. Su posición afecta de manera directa la fuerza de sujeción ejercida sobre el envase durante el transporte. Es recomendable para su ajuste que la posición de la nariz de aluminio principal del cono se mantenga vertical cuando se sostiene el envase;
- Alinear el brazo de recepción del envase: este debe ser alineado de acuerdo al ancho y largo de la impresión que se realizará en el envase;
- Separación seda-envase: la distancia entre la seda y el envase debe mantenerse ajustada a una distancia entre 2 milímetros a 3,5 milímetros;
- Cargas de impresión igualadas: mientras se realiza la impresión el rodamiento del envase y la fuerza para obtener la impresión debe mantenerse constante para no tener imperfecciones en el producto final obtenido de esta máquina. En la figura 11 se muestra un combo de imágenes que exponen las partes sobre las cuales deben efectuarse los ajustes anteriormente se describen.

Figura 11. **Combo de ajustes en la máquina**



Fuente: elaboración propia

3.3. Ajustes de impresión

3.3.1. Instalación de la base del molde de impresión

En relación al perfil del envase el diseño que se hace está basado en moldes genéricos para envase redondo; en el caso de que necesite un envase plano debe hacerse el diseño correspondiente para este tipo de contenedor a fin que sea funcional para el proceso.

Para la instalación de la base del molde hay que tomar en cuenta el área que se necesita imprimir; además de la forma del envase, con estas variables definidas se procede a calcular el radio de curvatura necesaria para ajustar el ángulo de impresión.

Se debe tomar en cuenta que el movimiento que se vaya a realizar para impresión (sea cíclica o elíptica) depende de la forma del envase y de la velocidad que se requiera; en base en esto se puede ajustar de manera correcta la base del molde de impresión.

3.3.2. Ajuste de cabeza del cabezal de impresión

El ajuste de altura de la cabeza de impresión puede hacerse dependiendo del ángulo de impresión requerido para el envase; este depende del giro angular que realice el envase para que se impregne sobre él la gráfica o etiqueta de identificación hecha en tinta ultravioleta.

La cabeza de impresión solo puede corresponder a un único ángulo de posicionamiento, es decir, la carrera de barrida de tinta esta esquematizada sobre los 85° la carrera de retorno estará dada sobre este mismo ángulo.

Para hacer el ajuste, se suelta el mango de tornillos en el lado de la cabeza de impresión, se hace girar el volante en la esquina superior izquierda del cabezal, una vez que se tiene la altura deseada, se aprietan nuevamente los tornillos de la manija.

3.3.3. Ajuste de la carrera de impresión

Para ajustar la longitud de la carrera de impresión, se debe aflojar el tornillo de la palanca de bloqueo, esta modifica la posición relativa de la barra del acoplamiento hexagonal entre la palanca de la forma y la barra giratoria ajustable. Los tiempos de impresión deben ser ajustados en relación directa a la siguiente fórmula:

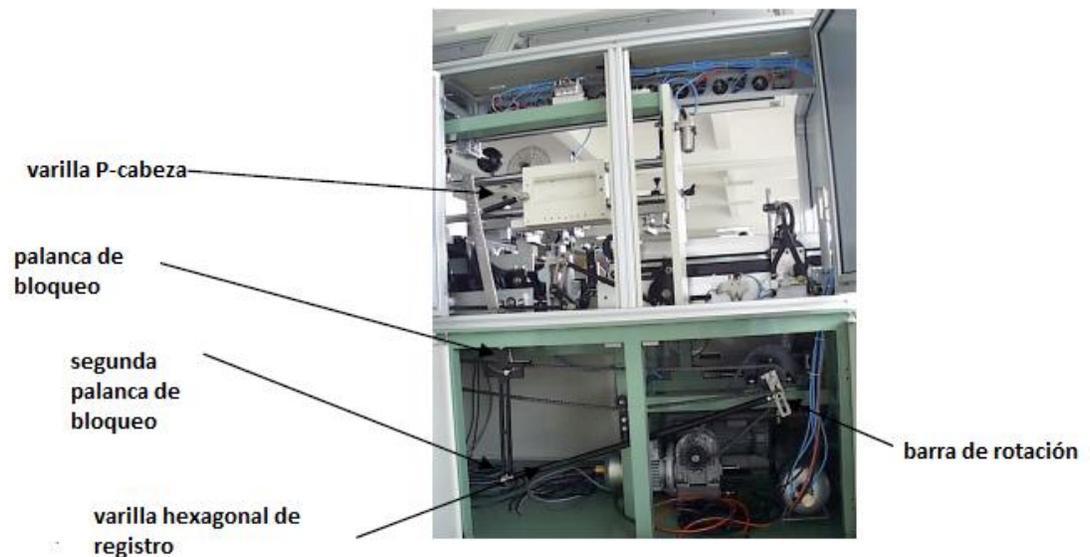
$$\text{Carrera de impresión} = \frac{\text{ángulo de impresión}}{180} * 3,14 * r \text{ +/- } (50|100)\text{mm}$$

Donde “r” es el radio de la circunferencia primitiva del engranaje de ajuste entre cíclico y elíptico. Los pasos para ajustarla se describen a continuación en el orden correlativo correcto, la figura 12 muestra las partes de la máquina a ajustar. Los pasos a seguir para el ajuste de carrera son los siguientes:

- Dar juego a la carrera de la máquina moviendo el cabezal de un lado a otro y deteniendo justo en 180°;
- Aflojar el tornillo de la segunda palanca de bloqueo;
- Ajustar la barra del acoplamiento en la posición inferior;
- Una vez ajustada la barra de funciones en la posición inferior ajustar según requerimientos;
- Cambiar el tren de la nueva unidad y base de molde;

- La varilla P-cabeza debe ser conjunto perfecto con el movimiento horizontal;
- Aflojar el tornillo de bloqueo y ajustar el cabezal de impresión en la posición media;
- Modificar los tiempos de impresión a los deseados.

Figura 12. **Partes a ajustar en la carrera de impresión**



Fuente: modificación basada en el manual de usuario

3.3.4. **Instalación y ajuste de escobilla de goma**

3.3.4.1. **Ajuste horizontal**

Para ajustar la escobilla de goma se deben tomar en cuenta una serie de movimientos sobre el sistema de impresión, se aconseja que estos ajustes se realicen antes de montar la pantalla de impresión para no dañarla.

La longitud de la escobilla debe ser de 5 a 6 milímetros más larga que la altura de impresión; esta debe ser montada en el soporte para escobilla y tiene que mostrar un perfil lineal. Si el área a ser impresa es curva, se recomienda ajustar la escobilla de goma para que sea apta para la zona de impresión requerida así como aumentar su presión para que se forme una impresión uniforme.

Para la impresión de envases cilíndricos, elípticos y cónicos tiene que comprobarse que la boquilla del borde esté perfectamente centrada en la línea vertical del eje de rotación del envase.

El centrado horizontal se puede lograr aflojando los tornillos de cabeza hexagonal y girando la perilla; dejando que la boquilla del envase se deslice por toda la placa de deslizamiento del envase, al tener ajustado esto se debe bloquear el tornillo aflojado anteriormente.

3.3.4.2. Ajuste transversal

El centrado transversal de la escobilla de goma se consigue aflojando las dos tuercas de la mariposa ubicada en la base del portaescobilla y dejando la boquilla de ajuste de montaje a lo largo de la base de la escobilla de gomas en el eje de soporte.

Una vez que se encuentra centrada, los tornillos de la mariposa deben ser fijados con fuerza para evitar movimientos anómalos en la escobilla y que dañen la integridad de la impresión deseada.

3.3.4.3. Presión

La presión en el envase se puede lograr mediante el ajuste de la perilla de liberación de aire comprimido y al permitir que la escobilla de goma se apoye en el mismo con una ligera presión ejercida sobre este. Se tiene que verificar que la boquilla perfil coincida perfectamente con la forma de contenedores a lo largo de la carrera de impresión general.

3.3.5. Montaje y ajuste de pantalla principal

3.3.5.1. Ajuste horizontal

Para ajustar la distancia entre los brazos se deben aflojar los tornillos y deslizarlos a lo largo del eje, luego apretar en la posición adecuada de acuerdo con los requerimientos de producción de modo que los tornillos queden simétricamente colocados al centro de impresión. Con la perilla del anillo hacer los ajustes mínimos de la posición horizontal de la pantalla de impresión.

3.3.5.2. Acomodo longitudinal

Ajusta la longitud del marco de aluminio que contiene la pantalla de impresión, la cual contiene el arte con el cual se imprimirá el envase.

Este acomodo se logra haciendo girar dos perillas ubicadas a los laterales del cabezal hasta lograr que tanto el ancho de la pantalla como la carrera de impresión casen sin ocasionar problemas a la estructura de la máquina ni afectan el producto en procesamiento.

3.3.5.3. Acomodo vertical

Como única especificación sobre el acomodo vertical de la pantalla de impresión debe tomarse en cuenta que obligatoriamente estará de 1 a 2 milímetros del envase a imprimir, para ajustar esto se deben girar dos perillas localizadas en paralelo a la posición de la pantalla hasta alcanzar la posición deseada.

3.3.5.4. Ángulo de inclinación

La pantalla de impresión debe permanecer siempre paralela al perfil de impresión (envase en blanco), esto se consigue alineando las perillas que se encuentran en el cabezal a un lado de las utilizadas para la alineación horizontal, prestando atención que los dos brazos de retención de pantalla siempre se encuentren paralelos uno de otro.

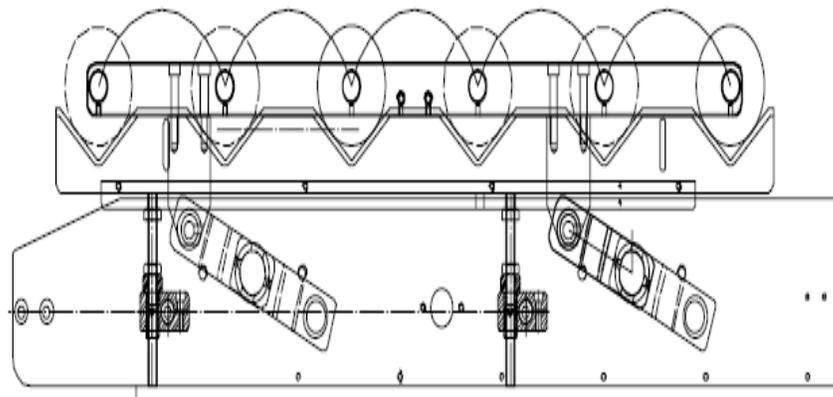
3.3.6. Configuración del codificador

Después de que todos los ajustes estén listos se procede a ajustar el codificador de envase que enlaza directamente con el eje de rotación principal de la máquina, de esta manera, otras acciones se sincronizan con la lectura de este, el procedimiento para ajustar el codificador se describe como sigue:

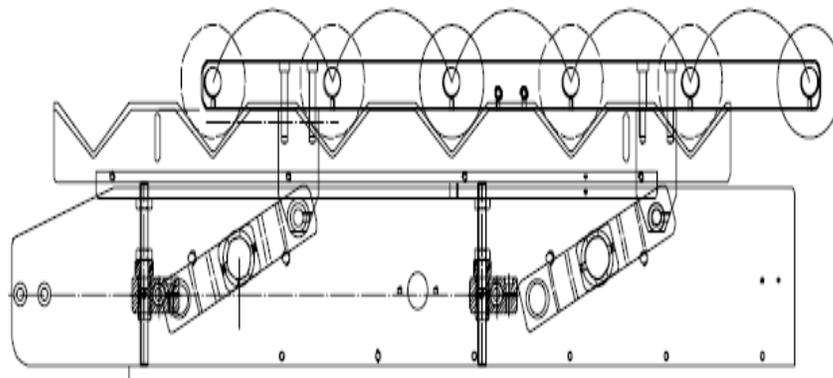
- Girar el eje del motor con la mano hasta los bloques de transmisión, de esta forma el brazo robot regresa a su posición inicial y ajusta la elevación máxima y la posición más baja. (posiciones mostradas en la figura 13).
- Abrir las puertas en la parte posterior de la unidad principal y retirar la tapa de protección del codificador.

- Soltar el enganche y girar el eje del codificador hasta los 90 grados, volver a bloquear el enganche y de nueva cuenta instalar la cubierta de protección.

Figura 13. **Posiciones del bloque de transmisión**



Codificador colocado en 90°



Codificador colocado en 270°

Fuente: manual del fabricante, *Wutung Engineering Co. Ltd.*; p. 13

3.4. Configuración de la lámpara de rayos ultravioleta

3.4.1. Instalación de la lámpara

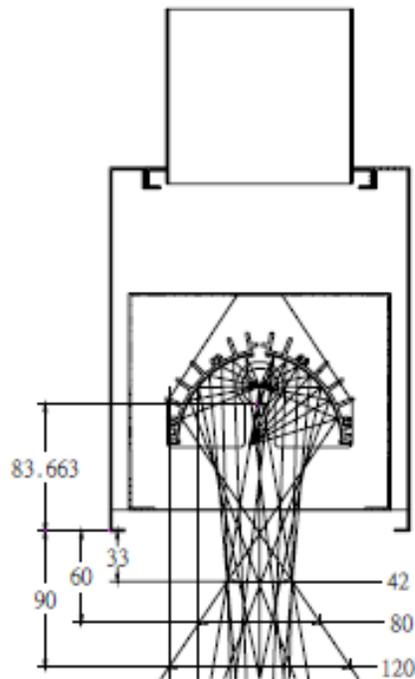
La lámpara de rayos ultravioleta debe ser tratada con mucho cuidado durante la instalación de la misma; respecto a la altura a la cual debe ser instalada hay que tomar en cuenta el tamaño de los envases que serán secados, esto para brindar un mejor secado a la tinta que hasta antes del ingreso a la cámara de la lámpara esta cruda.

Para ajustar esta posición se mueve una manivela de seguridad que se encuentra ubicada en la parte trasera de la cámara de secado. Los rayos ultravioleta se concentran de manera directa sobre el área impresa en el envase.

La altura de la lámpara juega un papel de mucha importancia en el proceso, ya que si no está demasiado alta respecto al envase se pueden tener deficiencias en cuando a fijado de la tinta ya que no se da un curado adecuado a la misma, caso contrario, si esta se encuentra muy abajo, puede ocasionar un calentamiento excesivo lo cual provocaría descascaramiento de la impresión.

Según el fabricante para envases de forma ovalada que contengan un área de impresión de aproximadamente 40 milímetros, la distancia que debe existir entre el envase y la lámpara de secado es de 173,663 milímetros, con un acercamiento máximo de 33 milímetros dependiendo de la velocidad de impresión y calidad de curado requerida. La figura 14 presenta la distribución de la luz ultravioleta en la cámara de secado de tinta.

Figura 14. **Distribución de rayos dentro de la cámara de secado**



Fuente: manual del fabricante, *Wutung Engineering Co. Ltd.*; p.17

La operación del sistema de poder de la lámpara emisora de rayos ultravioleta se puede graduar en rangos del 50%, 75% y 100% de su poder total. Para cada porcentaje de poder utilizado existe un nivel de aire control establecido regulado por una válvula de escape; este escape se logra por la utilización de un ventilador que refresca la cámara y mantiene la lámpara trabajando a temperatura constante. La figura 15 muestra la válvula descrita.

Para cada nivel de poder se aconseja una posición en la válvula, para un poder completo (100%) debe estar completamente abierta, al trabajar al 75% se recomienda la mitad de apertura, para potencia del 50% únicamente se sugiere una pequeña apertura en la válvula.

Figura 15. **Válvula de control de flujo de aire para cámara de secado**



**Válvula de control de
aire en cámara**

Fuente: manual del fabricante, *Wutung Engineering Co. Ltd.*; p. 17

3.4.2. Precauciones respecto al uso

Se necesita que la cámara de secado permanezca a una temperatura de 10°C a 35°C, con una humedad del 30% al 90%. En lo referente a factores eléctricos se deben cubrir los cables de fuerza y conectar cuidadosamente los de tierra, si la corriente suministrada no es la correcta se observarán problemas en el arranque de la máquina (o no arranca).

Respecto a los cuidados en la lámpara de rayos ultravioleta; se sugiere que las utilizadas sean suministradas por el proveedor y fabricante de la máquina, si no se utiliza la original se puede tener inestabilidad en el funcionamiento, corta duración de la lámpara (la original dura 1 000 horas aproximadamente) y sobrecalentamiento.

Al manipularla, se debe sostener la base de los lados para que no se toque el vidrio, si en dado caso se llega a tocar se debe limpiar con un paño empapado de alcohol o acetona y luego secado con un paño que no haya sido utilizado con anterioridad.

No colocar ningún objeto que obstruya el punto de descarga del ventilador, el conducto entre la carcasa y la lámpara debe ser recto y corto, si la construcción es incorrecta habrá recalentamiento en la cámara, y al ser al aire libre consultar con el fabricante.

El cableado principal de la lámpara debe estar en posición fija para evitar los daños futuros y cortos circuitos por una mala conexión o incluso un colapso total en el sistema.

3.4.3. Mantenimiento de la lámpara

El mantenimiento a la lámpara de rayos ultravioleta debe ser brindado frecuentemente, regularmente cámara y lámpara deben ser limpiadas cada 100 o 200 horas de uso según la preferencia de la fábrica, en días laborales normales esto corresponde a una limpieza por mes.

Sin embargo, los ductos de ventilación deben ser limpiados al menos una vez por semana; una limpieza profunda tanto a ductos como a las aspas del ventilador de tiro inducido son recomendables cada tres meses de uso.

Verificar diariamente que la lámpara esté conectada y que se encuentre en la posición correcta para el secado óptimo de la tinta en el proceso, al iniciar debe permanecer en la más baja intensidad para evitar calentamientos bruscos que dañen su estructura. Al momento de realizar un cambio en la lámpara se debe reiniciar el contador de tiempo para que por cada lámpara inicie un conteo distinto.

En ocasiones la lámpara de rayos ultravioleta presenta pequeñas marcas o formaciones de suciedad en la superficie del vidrio, cuando esto se presenta es necesario limpiar muy cuidadosamente la superficie de la lámpara con alcohol o acetona, si en dado caso la superficie presenta fisura la lámpara debe ser removida y cambiada por una nueva, si esta se quiebra, por ningún motivo los cristales deben ser tocados, la manipulación de estos cristales se da utilizando guantes con recubrimiento especial para evitar heridas.

Al llegar a las 1 000 horas de trabajo la lámpara debe ser removida de su lugar y cambiada por una nueva, se puede dar el caso de que la lámpara aún se encuentre trabajando en condiciones óptimas de servicio, en este caso hay que realizar una evaluación sobre los niveles de funcionamiento esperados, dado que aunque se esté trabajando en condiciones satisfactorias esta podría estar presentando sobrecalentamientos y estar próxima a fallar.

Los anteriores son algunos de los factores que deben tomarse en cuenta para efectuar el cambio de una lámpara de secado de tinta ultravioleta; ya que un paro imprevisto representa problemas no solo en el producto en proceso, sino una incidencia total en los costos por mano de obra detenida, cuando en su lugar al realizar una correcta evaluación el mantenimiento y/o cambio puede ser programado sin incurrir con problemas en la producción.

4. AJUSTE DEL SISTEMA Y USO DE PANTALLA INTERACTIVA

4.1. Controles manuales

4.1.1. Válvulas de gas

Las válvulas de gas instaladas en la máquina tienen como misión regular el flujo de gas que servirá para formar la combustión para originar la llama que abrirá los poros del envase plástico antes de efectuar la impresión sobre su superficie.

Dependiendo de la concentración de gas puede formarse las siguientes mezclas para originar la llama:

- Rica: un alto contenido de gas en relación al de aire suministrado.
- Ideal: distribución exacta de las partes requeridas para llevar a cabo la formación de la llama.
- Pobre: mezcla que contiene más partes de aire en su composición que las requeridas para la formación de una combustión ideal.

La efectividad de la flama depende directamente de la calidad de la mezcla (gas y aire), ya que normalmente se requiere que la mezcla sea pobre, esta indica un color azulado y flama corta casi sin movimiento, que brinde el calentamiento suficiente para abrir el poro del envase sin derretirlo y sin causar malformaciones en él.

Físicamente se aprecia una llama corta de entre 4 centímetros y 4,5 centímetros de largo, con color azul pálido y casi inerte respecto al movimiento del juego sobre ella.

4.1.2. Válvulas de aire

Se utilizan para regular el paso de aire hacia varios puntos de la máquina, entre estos se encuentran:

- Suministro de aire para formación de flama
- Suministro de aire para ejercer presión sobre la pantalla de impresión
- Aire a presión para activación de conos de sujeción

En relación a la válvula que regula la flama, esta es maniobrada manualmente para encontrar la parte de aire requerida para su formación. Debe tomarse en cuenta que si el aire proporcionado es demasiado no se logrará tan siquiera conseguir la relación necesaria para formar una mezcla pobre de combustión.

En este caso se apagará la llama que se pretende formar, esto se da debido a que las partes de oxígeno (que es uno de los elementos indispensables para la formación del fuego) al encontrarse en exceso dispersan las de gas haciendo imposible la combustión.

Existen otras válvulas de regulación para la operación de la máquina; éstas son las de presión de la escobilla sobre la pantalla de impresión y la de activación de los conos de sujeción.

La primera de ellas tiene la función de regular el flujo de aire necesario para producir la presión requerida sobre las pantallas de impresión; si esta presión es muy poca la impresión puede tener partes sin fijación o inclusive no realizarse ninguna impresión sobre el envase.

La segunda es dosificar el flujo de aire hacia el sistema de conos de sujeción de envase en el tren principal de transporte; esta función requiere una afinación casi exacta en cuanto a flujo se refiere ya que si este es demasiado la presión en los conos aumenta de manera brusca, pudiendo dañar la estructura del envase a imprimir; y, si es demasiado baja, la presión cae tanto que muy posiblemente los conos ni siquiera tengan la fuerza necesaria para sujetar el envase provocando un estancamiento en el riel en el mejor de los casos.

4.1.3. Encendido a chispa

La ignición de los gases que conforman la mezcla que forma la flama de calentamiento para abrir los poros del envase se origina gracias a una chispa que es producida por la fricción de dos piezas a la salida de la cámara de mezclado de los gases de combustión.

El chispero está conformado entre otras partes por un sensor, el cual detecta si la flama fue iniciada o no. Al momento del encendido el chispero da tres juegos completos de movimiento para el encendido de la flama si en dado caso la flama no es originada este se detendrá llevando a la máquina a un paro completo de todas su otras funciones (impresión, secado, transporte).

4.1.4. Ajustador del juego de movimiento

Tiene como función adaptar el movimiento del transportador principal para que el movimiento oscilante case perfectamente con los del bloque de transporte, el de los conos de sujeción además que sirva para dar un tiempo considerable de flameado al envase a fin de abrir los suficiente su superficie.

Además de esto el ajustador del juego contempla entre sus ajustes del tiempo que el envase debe permanecer contra la pantalla de impresión a fin de lograr una calidad superior en el trabajo.

El ajustador de movimiento se encuentra en el tablero principal de mando, es un botón que está identificado como *jog*, que hace referencia a un juego de piezas, éste contempla todos los transportadores como uno solo, y al conjunto de movimientos se le conoce como juego de sincronía; se contempla cada movimiento individual de la máquina como parte de uno mayor, el cual servirá para realizar la impresión del envase plástico.

El juego debe ser ajustado cada vez que la máquina es encendida, o al haber un corte de electricidad ya que esto desajusta la sincronía alcanzada y puede provocar problemas en el trabajo que se realiza; es por esta razón que el ajustador de juego debe ser controlado frecuentemente para realizar pequeños arreglos a las piezas con desfase.

4.2. Pantalla “LED” interactiva

4.2.1. Menú de ajustes de presión

Los reguladores de presión para aire deben operar a una presión aproximada de 1 519,87 kPa para que su operación sea considerada normal; es de tomar en cuenta que la presión del gas utilizado como agente inflamable debe permanecer a la misma presión ya que esto garantiza una mezcla consistente, además de brindar un factor de seguridad adecuado para el manejo de gases inflamables.

La impresora de envases, es comandada por un sistema de mando PLC (*programmable logic controler* por sus siglas en inglés), controlador lógico programable, es cual interpreta sus funciones a través de una pantalla táctil y un panel amigable para el usuario, en éste se muestran los parámetros y funciones que suministran la información para el uso de la máquina.

Se recomienda que cada persona que tenga contacto directo con la maquinaria, es decir, que opere, brinde servicio y mantenimiento, o simplemente supervise el equipo siga los pasos de ajuste descritos anteriormente, esto con el fin de evitar fallas y problemas que repercutan en paros para producción y que dañen el equipo haciendo más exhaustiva la labor de reparación sobre este.

El sistema PLC funciona en base a un circuito cerrado que es encendido al cambiar de posición la palanca de suministro de corriente ubicada directamente en la máquina.

Al momento de encender el equipo se despliega una pantalla que muestra el nombre del equipo y su modelo; además de esto solicita que el usuario espere unos momentos antes de iniciar con la operación y comandos, este tiempo varía entre treinta segundos a cuarenta y cinco segundos.

La figura 16 muestra la pantalla de selección cargada después de la espera de ingreso al sistema de pantalla táctil de la impresora.

Figura 16. **Pantalla principal de operación y selección de funciones**



Fuente: manual del fabricante, *Wutung Engineering Co. Ltd.*; p. 20

La presión presentada en la pantalla táctil es regulada de manera manual sobre los suministros de presión necesarios, normalmente en pantalla únicamente se muestran los ángulos a los cuales está siendo suministrada dicha presión.

En la figura anterior muestra que la presión de impresión sobre los envases está siendo aplicada a un ángulo de 123 grados sobre la horizontal, dicho ángulo puede variar dependiendo de la velocidad que le sea aplicada a la máquina, sin embargo, la presión queda a discreción del personal que labora el equipo, ya que son finalmente ellos quienes evalúan la calidad de la seda de la pantalla de impresión y si es conveniente o no una presión alta o baja para los requerimientos de producción.

La presión ejercida puede variar entre los 196 a 393 kPa, en condiciones normales se utiliza el valor bajo para impresiones finas y los valores altos de presión para impresiones que remarcan mas la literatura, cabe mencionar que estos valores pueden cambiar dependiendo la calidad de la seda en pantalla y el material del envase a imprimir, las especificaciones del material recomendado se exponen en el Anexo I.

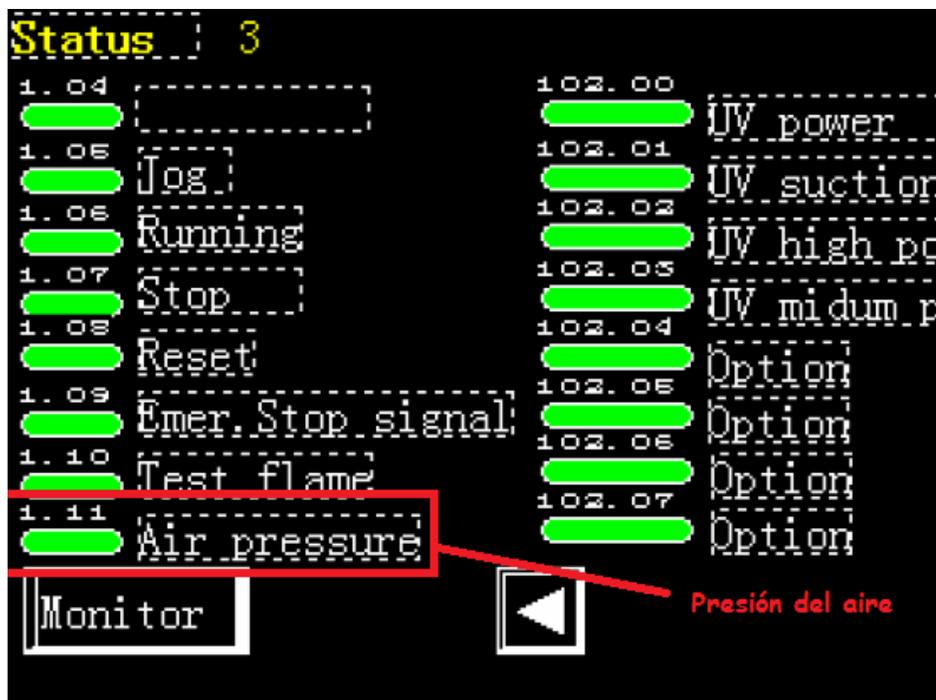
Para poder monitorear la presión a la cual se encuentra trabajando la máquina se debe seguir el procedimiento siguiente, tomar en cuenta que los valores presentados por la máquina se encuentran en “*bar*” por lo cual debe efectuarse una conversión entre unidades por un factor de 99274 para poder tener la lectura en pascal:

- Seleccionar “*Status*” de la pantalla mostrada en la figura 16
- Seleccionar la flecha adelante, esta tecla aparece en la parte inferior de la pantalla, hasta llegar a la tercera pantalla, en la parte inferior izquierda se muestra la presión del aire, figura 17.

4.2.2. Menú de ajustes de velocidad

La velocidad a la cual se realiza la impresión puede ser regulada dependiendo de la necesidad de producción y de la calidad requerida en el serigrafiado, al momento de realizar esto debe tenerse en cuenta que una velocidad muy alta no permite un secado óptimo de la tinta si esta posee una viscosidad alta, para operación a altas velocidades de impresión se recomienda tinta con un punto bajo de viscosidad.

Figura 17: Pantalla de presión de aire suministrado

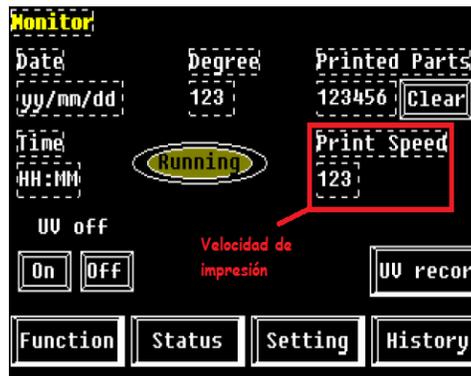


Fuente: elaboración propia

En la figura 18 se muestra la pantalla que presenta la velocidad de impresión de la máquina.

Aunque la velocidad de impresión es presentada digitalmente es controlada manualmente por medio de un botón giratorio que regula la velocidad de máxima a mínima, es de tomar en cuenta que el rango de velocidad de la máquina varía según el ángulo de impresión permitido, el cual varía desde 1° hasta los 179°; la figura 19 muestra el botón regulador de velocidad.

Figura 18. **Representación de velocidad de impresión en pantalla “LED”**



Fuente: elaboración propia

Figura 19. **Botón regulador de velocidad de impresión**



Fuente: manual del fabricante, *Wutung Engineering Co. Ltd.*; p. 18

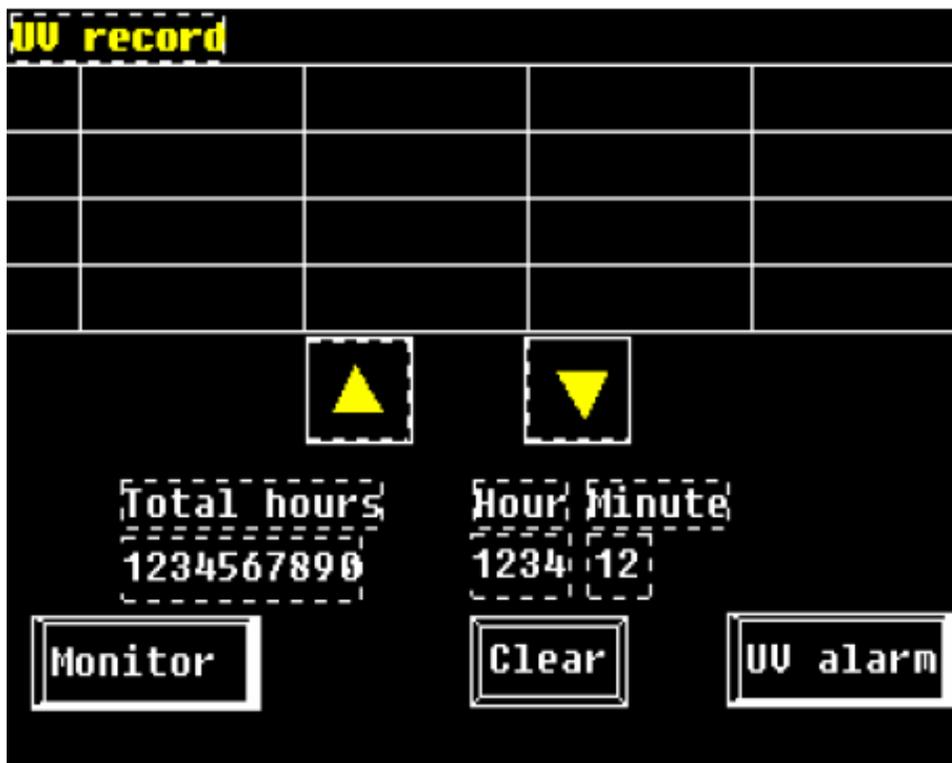
4.2.3. Configuración de la lámpara ultravioleta

4.2.3.1. Historial

En la figura 20 se muestra la pantalla del historial de la lámpara ultravioleta, según las funciones desempeñadas por la misma. Para acceder a ella, deben seguirse los pasos descritos:

- Seleccionar la tecla “Function” de la pantalla
- Seleccionar la opción “UV record”

Figura 20. Pantalla de historial de la lámpara ultravioleta



Fuente: manual del fabricante, *Wutung Engineering Co. Ltd.*; p. 20

Al momento de realizar el reemplazo de una lámpara ultravioleta es muy importante tener en cuenta del procedimiento de reemplazo lo siguiente; ya que cada tecla contempla una función diferente que ayudará al mejor desempeño y tratado del elemento:

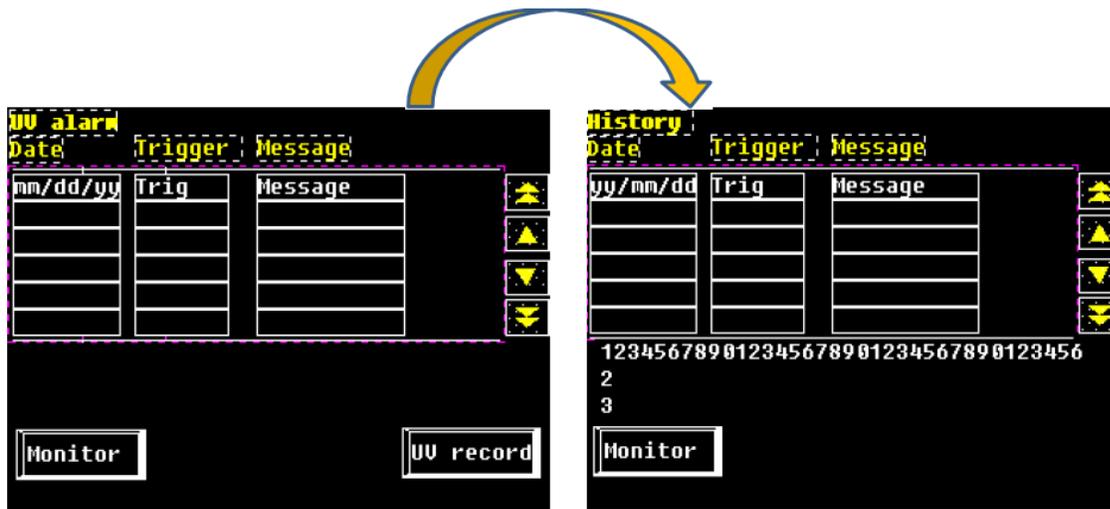
- La tecla *clear* borra el historial de las horas trabajadas por la lámpara y coloca en cero el contador para la siguiente lámpara a utilizar
- La tecla *monitor* regresa al menú principal
- El recuadro *total hours* muestra el total de horas trabajadas por la máquina.

4.2.3.2. Alarma

Para acceder al menú de alarma de la lámpara ultravioleta, se debe pulsar una vez la tecla “*UV alarm*” que se aprecia en la figura 20 en la parte inferior derecha de la imagen.

La figura 21 muestra la pantalla que se despliega al momento de seleccionar la opción de alarma, la cual presenta la peculiaridad de permitir seleccionar la fecha de la alarma, el tipo de alarma requerido y un mensaje que muestre el porqué de este aviso. Posteriormente esto queda en el registro histórico de la lámpara hasta que esta es reemplazada y el contador puesto de vuelta a cero.

Figura 21: Configuración de alarma y guardado en el historial de la lámpara



Fuente: elaboración propia

5. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

5.1. Aspectos de seguridad industrial

5.1.1. Humo

En condiciones normales la máquina de impresión de envases CA-101/UV-SN de la marca *Lien Chiny* no opera con humos ni gases, sin embargo, en ocasiones la flama tiene algún descontrol en su comportamiento procediendo al encendido de los envases que están pasando a través de esta para la apertura de sus poros previo a la impresión.

Debido a esto se recomienda que el área de trabajo cuente con una ventilación adecuada, también debe tomarse en cuenta que hay que eliminar todos los solventes clorados del área de trabajo antes de imprimir. Algunos disolventes clorados se descomponen cuando se exponen a radiación ultravioleta en forma de gas fosgeno.

Un gas fosgeno es la denominación corriente del cloruro de carbonilo, es un gas incoloro de olor sofocante que debido a su gran reactividad, es extremadamente tóxico por inhalación y provoca edemas pulmonares. Es un gas altamente tóxico que se produce al encender ciertos polímeros, puede verse en forma de nube que varía de blanca a amarilla pálida.

Debido a esto se recomienda que al momento de la ignición de un envase este sea apagado de manera inmediata y el personal abandone el lugar de trabajo hasta que el humo se haya dispersado completamente.

5.1.2. Fuego

El único punto que puede provocar fuego en el interior de la máquina es el punto de flameado utilizado para abrir los poros de envase previo a la impresión en el mismo.

En caso de fuego en el interior de la máquina debe procederse de manera inmediata a retirar el material combustible del carril principal de transporte o de cualquier otro punto que este cerca de mangueras, pantalla de impresión y/u otro foco principal de incendio. Por ningún motivo debe tocarse el lanzallamas o las partes mecánicas cerca del mismo.

Es de tomar en cuenta que las llaves que regulan el paso de aire y gas deben ser cerradas a la brevedad del caso para evitar inflamación en el área que pueda no ser controlable y también por la situación del autoencendido de los gases de combustión.

5.1.3. Electricidad

Por protección del equipo y del personal que trabaja en el área de impresión en contacto directo o indirecto con la maquinaria debe revisarse el cable de alimentación principal para verificar si este no tiene daños o grietas en la cubierta polivinílica del mismo, si el cable se encuentra dañado no debe ser utilizado el sistema ya que un cable desnudo puede provocar incluso la muerte. El cable debe ser reemplazado para poder iniciar nuevamente con el proceso de producción.

Antes del mantenimiento de las partes eléctricas y/o electrónicas de la máquina de impresión debe desconectarse el interruptor principal o fuente de alimentación del equipo, luego debe esperarse por un tiempo de entre 5 y 7 minutos para que la corriente y estática acumulada en el equipo se disipe en el ambiente.

Una vez hecho esto puede iniciarse a dar el mantenimiento requerido en el equipo, al terminar el mantenimiento, conectar nuevamente la fuente de alimentación y hacer una prueba para determinar si el comportamiento del equipo es el correcto.

5.1.4. Lesiones

Es muy poco probable que en este tipo de máquina se den accidentes que dañen la integridad física del operador o del personal cercano al área. Esta baja probabilidad se debe en parte a que la maquinaria de trabajo permanece en su mayor parte del tiempo de trabajo cerrada en las partes móviles de la misma, y las partes son visibles únicamente a través de un vidrio plástico de alta densidad resistente a golpes y rayos ultravioleta.

Entre las precauciones que deben tomarse en cuenta al operar en el equipo están el no colocar las manos en la máquina cuando esté en funcionamiento, se deben evitar el uso de lazos, cinturones o cualquier otra clase de vestimenta suelta o floja cuando se tenga abierta la compuerta de la máquina y ésta esté trabajando. Esto porque los componentes mecánicos en movimiento pueden enredarse con la indumentaria sujetando al personal y provocando daños en su integridad.

En caso que la situación sea de peligro real o inminente para el operador o para la máquina, pulsar inmediatamente el botón de emergencia ubicado en tablero principal de mando, figura 22.

Figura 22. **Botón de alto para el equipo de impresión**



Fuente: elaboración propia

5.2. Conservación del equipo

5.2.1. Cuidado diario

En cuanto a los aspectos de cuidado diario del equipo no existen aspectos que realmente afecten el desempeño del mismo de manera significativa, sin embargo, obviar uno de estos puede causar severos daños al equipo durante su operación.

Entre los aspectos más importantes del cuidado diario del equipo se encuentran:

- Inspeccionar el equipo antes de la alimentación
- Prestar atención al ruido emitido cuando la máquina está funcionando, asegurarse que no hay colisión y que la máquina se encuentra en buenas condiciones
- En caso de un ruido extraño, parar la máquina y resolver el problema, luego reiniciar la máquina
- Limpiar el carro de transporte principal
- Realizar limpieza en el área de la pantalla de impresión así como de las piezas móviles, limpiar cualquier acumulación de tinta y/o suciedad
- Revisar el estado de los filtros de aire y aceite, realizar la purga correspondiente
- Comprobar el nivel del lubricante y llenarlo hasta el nivel correcto si es necesario.

Además de estos lineamientos generales es necesario también realizar una inspección al resto del equipo para verificar que se encuentren en un estado óptimo para realizar el trabajo, es decir, que cumplan con los requerimientos como estabilidad y desempeño para no dañar el equipo a utilizar y no poner en riesgo al personal que interactúa con este.

5.2.2. Limpieza y orden

Debe tenerse en cuenta que existen aspectos que facilitan la labor productiva, entre estos los dos más importantes que guardan relación directa con el equipo y la labor productiva es el orden y la limpieza.

Por el área en la cual esta normalmente ubicada la maquinaria se recomienda un barrido diario para evitar la acumulación de suciedad en los alrededores de la máquina, además de un trapeado del lugar, el líquido a utilizar en el trapeado debe ser preferiblemente alcohol con bitrex para mantener la inocuidad del lugar de trabajo.

La carcasa de la maquinaria así como sus partes móviles deben ser sacudidas a diario para evitar acumulaciones de suciedad y/u otras partículas que dañen la maquinaria o el producto que se está procesando en ella, para la limpieza de la máquina es recomendable también el uso de alcohol con bitrex, sin embargo, para la remoción de tintas se recomienda el uso de gas o thinner.

En cuanto al orden del área, refiere principalmente a los diferentes implementos y utensilios usados para el desenvolvimiento de la actividad y que ayuda a realizar de mejor manera la tarea. Se recomienda que las llaves se organicen en una caja para herramientas en conjunto con algunas tuercas y tornillos que pueden ser de utilidad.

Las gasas y paños deben estar acomodados en un modulo aparte en conjunto con guantes y mascarillas, y las tintas y solventes deben estar acomodados en otro lugar donde se mantengan perfectamente sellados y con temperaturas ambientales favorables.

5.3. Procedimiento básico de operación

5.3.1. Proceso de operación de lámpara ultravioleta

Es de tomar en cuenta que para un funcionamiento adecuado del sistema de lámpara ultravioleta la temperatura de la cámara debe estar entre 10° y 35° Celsius y la humedad relativa debe ser de entre el 30% y el 90%

Deben conectarse los cables tanto de fuerza como los de tierra a sus respectivas terminales, estar seguro que la tensión que se suministra es la adecuada, si no lo es propiciará problemas en el equipo. Las lámparas aconsejadas para el equipo son las originales del fabricante si se utiliza otro tipo y/o distribuidor se producirá inestabilidad en el secado, corta duración de la vida útil o sobrecalentamiento del equipo en sus partes eléctricas.

Es importante que al manipular la lámpara esta sea sostenida directamente desde la base y no se debe tocar por ningún motivo el cuerpo, ya que las huellas digitales pueden ser grabadas como la iluminación, si es tocada el área debe ser limpiada con gasa empapada de alcohol o acetona y posteriormente pasado un paño seco.

Los ventiladores no deben ser obstruidos por ningún motivo, el conducto de descarga entre lámpara y ventilador debe ser lo más corto posible ya que un tiro muy largo puede reducir el flujo de aire y recalentar la cámara.

La lámpara es frágil, por tanto debe procederse con cuidado para su manipulación, además de suciedad por huellas el tocar el cristal acorta la vida media de la lámpara.

Al momento de realizar la instalación de la lámpara ultravioleta debe comprobarse que el tornillo de sujeción del cableado este fijo y que los cables sean correctamente conectados para evitar cortos circuitos y daños en el equipo.

La vida media de la lámpara original del fabricante es de alrededor de 1 000 horas de trabajo, aunque el tipo de trabajo y la manera como sea tratada puede acortar o alargar la vida nominal; al sobrepasar las 1 000 horas de vida la intensidad de salida de la lámpara mermará en un 20% y esto puede ocasionar un secado deficiente de la tinta.

Siempre deben protegerse las manos y los brazos al momento de trabajar con este elemento y evitar tocar la lámpara con las manos desnudas para evitar quemaduras en la piel y descargas eléctricas; ante todo no se debe exponer la piel ni ojos a la radiación ultravioleta.

En cuanto al mantenimiento de la lámpara ultravioleta se refiere debe brindársele un servicio de forma periódica, es decir, tanto a reflectores cámara y lámpara una limpieza con alcohol cada 150 horas de trabajo; limpiando también el polvo de la carcasa cada semana con el fin que el flujo de aire sea el adecuado.

Deben tomarse en cuenta los siguientes aspectos que afectan directamente el desempeño de la lámpara:

- Tener cuidado al manipular la lámpara ya que es muy frágil.
- La suciedad afecta la eficiencia de la lámpara.
- Tener en cuenta que la vida media de la lámpara son 1 000 horas.
- Evitar el contacto de piel desnuda con la lámpara.
- No tocar la fuente de alimentación del equipo.

5.3.2. Operación de los transportadores y registros

Antes de arrancar por primera vez la maquinaria debe asegurarse que la potencia de entrada, los requerimientos de gas, aire comprimido y otros sean los indicados. También debe asegurarse que no existan objetos extraños a la máquina, como destornilladores, llaves, tornillos entre otros.

Si la máquina se interrumpe de forma automática, no se reiniciará hasta que la causa de la interrupción de la carrera continua haya sido resuelta correctamente; para incrementar la vida útil de la máquina esta debe permanecer siempre limpia de tintas, polvos y otros, para su limpieza no se recomienda el uso de corrosivos.

Algo que es de tener muy en cuenta es el hecho que la máquina no debe ser arrancada por ningún motivo si la calibración o instalación aún no ha sido terminada. El procedimiento básico para la operación de los carriletes y transportadores del sistema se describe a continuación:

- Colocar el interruptor en el lado de la caja de control en posición “ON”, esperar hasta que encienda la pantalla;
- Luego que la pantalla haya sido encendida, comprobar los parámetros de ajuste si es necesario. “JOG” permite mover por un ciclo los transportadores de la máquina y asegurarse que esta funciona correctamente;
- Pulsar el botón “RUN” en el panel para que la máquina inicie a trabajar;
- Para realizar la parada normal de la máquina, pulsar el botón “STOP” en el panel de control, la máquina se detendrá en el punto de ajuste después del ciclo de impresión actual, al mismo tiempo se apagan el lanzallamas, los transportadores que van hacia la cámara de secado, y la lámpara para en modo bajo de iluminación.

Para desbloquear los botones de parada de emergencia y de reinicio del equipo se deben seguir los pasos que se describen:

- Quitar todos los envases que están alimentando la máquina ya que esta se detendrá hasta que el último sea impreso,
- Apagar los sistemas de la lámpara ultravioleta (lámpara y ventiladores);
- Colocar el interruptor de la máquina en posición “OFF”.

5.4. Mantenimiento recomendado para el equipo

5.4.1. Mantenimiento semanal

Antes de encender la máquina revisar que en las partes que realizan algún movimiento no se encuentre ninguna pieza que obstaculice el movimiento, entiéndase dentro de este concepto las piezas flojas que necesiten ajuste.

Se deben limpiar las manchas de tinta que puedan existir en partes como el portapantallas, la plumilla barredora, el registro de envase o los cilindros de sujeción; limpiar y drenar los filtros de aire y aceite en el sistema. Se debe revisar y nivelar el nivel de aceite de lubricación en el sistema neumático de la máquina para su correcto desempeño e irrigación de sus partes, se debe tomar en cuenta que son 50 partes movibles y al momento de tener lubricación deficiente estas deben ser reemplazadas por ser piezas selladas.

5.4.2. Mantenimiento mensual

La tensión en cadenas y fajas debe ser verificada y ajustada para evitar percances durante la operación, además todas las partes que realicen algún juego de movimiento deben ser lubricadas, esto incluye rodamientos, cojinetes y barras de deslizamiento.

Como parte del mantenimiento la lámpara ultravioleta debe ser limpiada con un paño suave y alcohol, además si esta está por llegar a las 1,000 horas de servicio se recomienda que sea reemplazada, adicional a esto verificar el estado de los ventiladores y ductos realizando los ajustes necesarios para una correcta operación durante las corridas de producción.

Por último se deben chequear y nivelar el aceite en las cajas reductoras y el sistema neumático para mantener un correcto funcionamiento del equipo y alargar la vida útil manteniendo un valor óptimo para la venta en el mercado al momento de ya no ser necesitado o reemplazado en la fábrica que lo utiliza para manufacturar.

5.4.3. Mantenimiento anual

Se debe examinar detalladamente todas las partes que se mantienen en constante movimiento, especialmente lo que son rodamientos, cojinetes y chumaceras.

Debe hacerse limpieza en las piezas, reemplazar en caso de desgaste o falla potencial ante la fatiga de carga cíclica, la lubricación debe realizarse con grasa suficiente aproximadamente entre 1/3 y 2/3 de la cavidad. El aceite en las cajas reductoras debe ser cambiado completamente.

Respecto a las cadenas y fajas, evaluar el punto de holgura de cada una, si es necesario reemplazar para mantener un óptimo funcionamiento del equipo y no repercutir en paros de producción que pueden ser evitables desde el mantenimiento.

Realizar limpieza en el panel de sistema eléctrico y verificar que el torque de los contactores y cajas de alimentación sea el adecuado así como las líneas principales de alimentación de corriente de la máquina, respecto a esto todo el cableado debe ser revisado correctamente y si fuera el caso reemplazar los que no estén en condiciones normales ni aceptables de trabajo.

Cambiar la manguera de gas, filtros de aire y aceite, así como evaluar el estado de las válvulas y electroválvulas de aire, tomando en cuenta los reguladores de flujo y los accesorios, en caso de daño reemplazar por nuevos, evaluar y reemplazar los cilindros neumáticos.

El ruido al cual se encuentra expuesto un trabajador en este equipo oscila entre los 85 y los 87 decibeles; por lo cual el tiempo de exposición máximo es de 8 horas según un estudio hecho por la Organización Internacional del Trabajo (O.I.T); esto para mantener un nivel óptimo por parte del laborante.

Para calcular el tiempo de trabajo de lámpara de rayos ultravioleta y saber cuando esta debe ser reemplazada se utiliza la siguiente formula, recordando que el tiempo de vida de la misma es de 1000 horas.

$$\textit{Tiempo de Trabajo U.V.} = (\textit{Horas trabajadas por día})(\textit{Días desde el reemplazo})$$

6. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

6.1. Sistema neumático de la banda de abastecimiento no funciona

En condiciones normales de operación en la máquina de impresión, no presenta problema en el sistema neumático, se debe entender ante todo que la fuerza motriz de este elemento de trabajo es en un 80% aire comprimido, razón por la cual es muy raro que el sistema neumático falle.

Sin embargo, bajo ciertas circunstancias es posible que uno de los elementos que operan utilizando aire comprimido presente problemas en su funcionamiento; estos problemas regularmente se dan por obstrucción en los conductos (mangueras) que transportan el flujo. Además de obstrucción en el elemento de trabajo puede darse el caso de que suministro de aire no llegue a satisfacer los requerimientos mínimos para producir adecuadamente.

En el caso de la banda de abastecimiento de envase, la parte del sistema neumático que tiende a presentar problema es en los sujetadores tipo ventosa, los cuales atrapan el envase y lo trasladan al transportador principal de impresión.

Las ventosas de sujeción de envase poseen un sistema de ajuste de presión ejercida sobre éste para evitar saltos bruscos su diseño contempla un amortiguamiento con resortes de alambre para suavizar el impacto que se produce al sujetarlo y evitar daños en la estructura de la máquina.

La solución más adecuada para el problema en las ventosas de sujeción es verificar la condición de las mangueras de abastecimiento de flujo de aire, se debe tomar en cuenta que mangueras rotas deben ser obligatoriamente reemplazadas, en el caso de que se presente un manguera doblada cuya aérea efectiva este seriamente afectaba debe evaluarse si esta es capaz de regresar a su forma original sin presentar daños que afecten el proceso, de lo contrario debe procederse a reemplazarla.

En lo concerniente a las ventosas, deben ser reemplazadas por seguridad una vez cada seis meses, lo que garantiza el correcto funcionamiento del sistema neumático, adicional a esto deben ser limpiadas frecuentemente a fin de evitar formaciones de suciedad y polvo dentro de ellas.

La efectividad total de la máquina depende que todas sus partes funcionen correctamente y tengan el mantenimiento adecuado para no mermar las capacidades de producción, un mecanismo pequeño tiene la responsabilidad de la alimentación total de la máquina ya que todo envase que sea impreso pasará obligatoriamente por él, por tanto el sistema enteramente funcional ayuda en gran medida a conservar la funcionalidad total del equipo.

6.2. La flama de apertura de poros se apaga constantemente

La flama de apertura de poros, la cual es suministrada por un lanzallamas en miniatura es una parte que se debe mantener en funcionamiento obligatorio en la máquina ya que esta cumple con la misión de preparar el envase para que la tinta pueda fijarse de manera correcta al envase.

Cuando la flama se apaga constantemente deben evaluarse las siguientes situaciones:

- Corrientes de aire
- Exceso de aire en la mezcla
- El filamento de chispa no funciona
- Gas insuficiente para formar la flama

En el primero de los casos, debe evaluarse sino existe una entrada de aire significativa en el área, ya que esto puede afectar de manera directa el correcto funcionamiento del chispero, por ejemplo; si un flujo de aire sopla de manera directa sobre el lateral de la máquina la flama producida se apagará, en una circunstancia como esta, debe identificarse en donde se origina el flujo y taparlo ya que de lo contrario solo provocará daños en el filamento del chispero y disipaciones de gas en el área de trabajo.

El exceso de aire en la mezcla causa en el mejor de los casos una flama a punto de extinguirse, normalmente la formación de la llama ni siquiera llega a darse ya que la presión de ingreso de aire es tan fuerte que apaga la llama en formación, para solucionar este problema es necesario regular el paso de aire y/o calibrar el manómetro.

Si el filamento de chispa no funciona es necesario verificar el estado del mismo ya que pueden darse dos situaciones, la primera es que el contacto entre las dos partes que originan la chispa a partir de rozamiento no se dé debidamente y esto provoque una formación deficiente que no proporcione la cantidad calorífica necesaria para encender la llama; y la segunda es que el filamento esté demasiado desgastado que sea incapaz de provocar chispa, en este caso se debe reemplazar el filamento por uno nuevo.

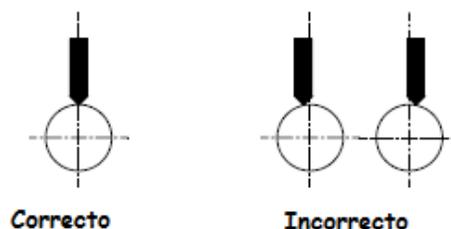
Cuando existe insuficiencia en el suministro de gas para crear la combustión, la llama no se crea y si se crea es demasiado chica y el operador se ve obligado a aumentar el flujo de gas que debe ser suministrado para la mezcla, para regresar a una relación de combustión apropiada debe reemplazarse el cilindro con el que se está trabajando. La forma correcta de vaciar el cilindro será dejando escapar el gas en forma de llama a través del chispero, hasta que la llama desaparezca esto indicará que el gas se ha agotado y que ya no se corre ningún peligro al reemplazar el cilindro.

6.3. La pantalla de impresión se corre del centro

Si esta es la situación primero se debe verificar que los tornillos de sujeción del portapantalla se encuentren debidamente apretados y que sus niveles estén horizontales y verticales con respecto a las barras y placas, según sea el caso.

Luego de revisar los niveles y el apriete respectivo de los tornillos, barras y placas se debe proceder a revisar otras partes del cabezal del portapantallas, entre ellos la posición de la plumilla barreadora, la cual debe ser tal como se muestra en la figura 23.

Figura 23. Posición correcta de la plumilla barreadora de tinta



Fuente: elaboración propia

6.4. Los envases se quedan retenidos en la cámara de secado ultravioleta

Cuando se presenta este problema se corre el riesgo que los envases que permanecen dentro de la cámara de secado se calientan sobrepasando los 53°C esto implica que no solo se tiene el riesgo de que los materiales lleguen al punto de encendido sino que se presenta una inestabilidad en la tinta que fue utilizada para realizar la impresión.

Se debe verificar rápidamente si las bandas transportadoras están cumpliendo con su función, en ocasiones es necesario incrementar la fuerza de la banda para sacar los envases que se han atascado.

El problema puede venir también del brazo mecánico que deposita el envase en la cámara de secado, si el brazo no está operando en entera sincronía con el resto del sistema se debe ajustar a la brevedad del caso la altura y velocidad de operación del mismo a fin de evitar acumulación de envases en la cámara.

Si los ajustes primarios expuestos anteriormente no dan resultado y la situación se torna repetitiva, se recomienda abrir la cámara y verificar si no existe dentro de esta un elemento ajeno a la maquinaria que este interfiriendo en el correcto desempeño de la misma, si este fuere el caso entonces debe removerse el elemento y verificar la forma en la que se está realizando el trabajo durante un número de ciclos de trabajo considerable que asegure que el problema fue corregido (se recomienda que sean al menos 15 ciclos).

CONCLUSIONES

1. Una correcta descripción sobre el equipo, es de importancia imperativa para que las personas que tengan contacto con este, tengan conocimiento sobre lo que es, la aplicación que tiene entre otras que forman en el personal que utilice el equipo un nivel de confianza ideal para realizar las tareas asignadas.
2. Los materiales que se utilizan para la operación de equipo, pueden variar en su comportamiento según el proveedor, estos materiales deben mantenerse en condiciones controladas para que sus propiedades no se vean afectadas y no presenten desviaciones en los productos que se están procesando.
3. Los parámetros de operación deben ser ajustados según los requerimientos de producción, estos incluyen aspectos como velocidad, acondicionamiento de la flama, presión en plumilla, entre otros; adicionalmente tener en cuenta que las variables participantes en el proceso deben controlarse constantemente para que no existan variaciones en los lotes de producción que puedan repercutir en rechazos del producto procesado.
4. Una correcta instalación del equipo elimina fallas futuras en el equipo, esta incluye puntos que van desde una correcta selección y acondicionamiento del terreno hasta la correcta adaptación de los mecanismos de trabajo para que estos brinden un trabajo óptimo.

5. Siempre que se trabaja con maquinaria industrial se debe contar con equipo de protección para el resguardo de la integridad física del personal; toda persona que tenga contacto con el equipo, sea directo o indirecto, deberá cumplir con la indumentaria necesaria para su protección física y con los lineamientos que describen las Buenas Prácticas de Manufactura para asegurar el buen trato del producto.
6. Con un correcto procedimiento sobre la operación del sistema se evitan errores que pueden repercutir en problemas de máquina e incluso poner en riesgo la integridad física de los trabajadores; el mantenimiento va directamente ligado con la operación ya que el primero en detectar falla en el equipo es el operador; un adecuado mantenimiento en el cual se describan los pasos a seguir asegura una extensión en la vida útil del equipo.
7. Los problemas durante la operación presentan una fuente potencial de paros y averías en el equipo, por lo que una guía sobre la solución a los problemas más frecuentes, representa una fuente potencial de ahorro en tiempo y costo.

RECOMENDACIONES

1. Para tener un mejor desempeño de la maquinaria en relación al trabajo hombre-máquina se sugiere que el nivel de escolaridad tanto en operadores como en personal de mantenimiento sea el de técnico, ya que estos están preparados para resolver eventualidades en equipos industriales, además de comprender mejor el tema de ritmos de producción en planta.
2. Incluir en la programación de producción el tiempo dedicado para labores de mantenimiento ya que estas ayudan a conservar el correcto funcionamiento del equipo, estas tareas son las responsables de evitar fallas y averías en el momento de la operación.
3. En lo que respecta al ajuste de las variables que tienden a cambiar durante el proceso, se aconseja una verificación regulada sobre las mismas, así como el ajuste sobre los elementos mecánicos que se encuentran en constante juego. Variables como temperatura del ambiente, humedad relativa entre otros deben ser controladas, dichas mediciones deben realizarse con un psicrómetro y en base al historial del área determinar la influencia que estas tienen en el producto.
4. El correcto almacenamiento de las emulsiones, como tintas y detergentes depende de la capacitación del personal, antes del inicio de labores en este equipo es conveniente instruir a la mano de obra que tendrá contacto, directo o indirecto con los materiales, sobre los riesgos potenciales al manipular este tipo de elementos.

BIBLIOGRAFÍA

1. BELL, Robert. *Administración, productividad y cambio*. México: Continental, 1996. 652 p.
2. BLASZCZAK, Bob. *Revestimientos, tintas y adhesivos curados con ultravioleta y haz de electrones*. United States: Environmental Protection Agency, 2004. 64 p.
3. BOLAÑOS FERNÁNDEZ, Gilberth. *El ABC del mantenimiento*. Costa Rica: Tecnológica de Costa Rica, 2005. 184 p.
4. BUFFA, Elwood S. *Administración de la producción y de las operaciones*. México: Limusa, 1992. 939 p.
5. LING, Altamirano. *Equipos industriales: guía práctica para su reparación y mantenimiento*. México: McGraw-Hill, 1988. 230 p.
6. NORTON, Robert L. *Diseño de maquinaria*. México: McGraw-Hill, 2000. 878 p.
7. MÉRIDA VILLATORO, Astrid Zulema. *Propuesta de un programa de control de calidad en la elaboración de envases y tapaderas plásticas*. Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 2005. 63 p.
8. ORDÓÑEZ GUERRERO, Antonio. *Introducción al mantenimiento predictivo*. Sevilla: INGEMAN, 2002. 77 p.

9. SEROPE, Kalpakjian. *Manufactura, ingeniería y tecnología*. México: Prentice Hall, 2002. 1126 p.

10. Wutung Engineering Co., Ltd. *Instruction Manual CA-101/UV-SN, Automatic Screen Printing & UV Curing System*. Taiwan: Lien Chiny. 2007. 67 p.

ANEXOS

Anexo I. Hoja de especificaciones sobre material de envase

For more information and technical assistance contact:

Chevron Phillips Chemical Company LP
P.O. Box 4910
The Woodlands, TX 77387-4910
800.231.1212



PREMIUM EXTRUSION AND RIGID PACKAGING RESINS

Marlex® 9512H

HIGH DENSITY POLYETHYLENE

This gas phase, high molecular weight hexene copolymer is tailored for lightweight blow molded parts that require:

- Excellent stiffness-to-ESCR ratio
- Good impact resistance

Typical blow molded applications for 9512H include:

- Oil bottles
- Household and industrial chemical containers
- Personal care products

This resin meets these specifications:

- ASTM D4976 - PE 235
- FDA 21 CFR 177.1520(c) 3.2a, use conditions B through H per 21 CFR 176.170(c)
- Listed in the Drug Master File

NOMINAL PHYSICAL PROPERTIES ⁽¹⁾	English	SI	Method
Density	—	0.954 g/cm ³	ASTM D 1505
Melt Index, 190/2.16	—	0.40 g/10 min	ASTM D 1238
Tensile Strength at Yield, 2 in/min, Type I V bar	4,300 psi	29 MPa	ASTM D 638
Elongation at Break, 2 in/min, Type IV bar	500%	500%	ASTM D 638
Flexural Modulus, Tangent - 16.1 span/depth, 0.5 in/min	195,000 psi	1,340 MPa	ASTM D 790
ESCR, Condition A (100% Igepal), F 5e	100 h	100 h	ASTM D 1693
ESCR, Condition B (100% Igepal), F 5e	80 h	80 h	ASTM D 1693
Brittleness Temperature, Type A, Type I specimen	<-103°F	<-78°C	ASTM D 746

1. The nominal properties reported herein are typical of the product, but do not reflect normal testing variance and therefore should not be used for specification purposes. Values are rounded. The physical properties were determined on compression molded specimens that were prepared in accordance with Procedure C of ASTM D4703, Annex A1.

MSDS #240370

Revision Date April, 2004

Higher quality production

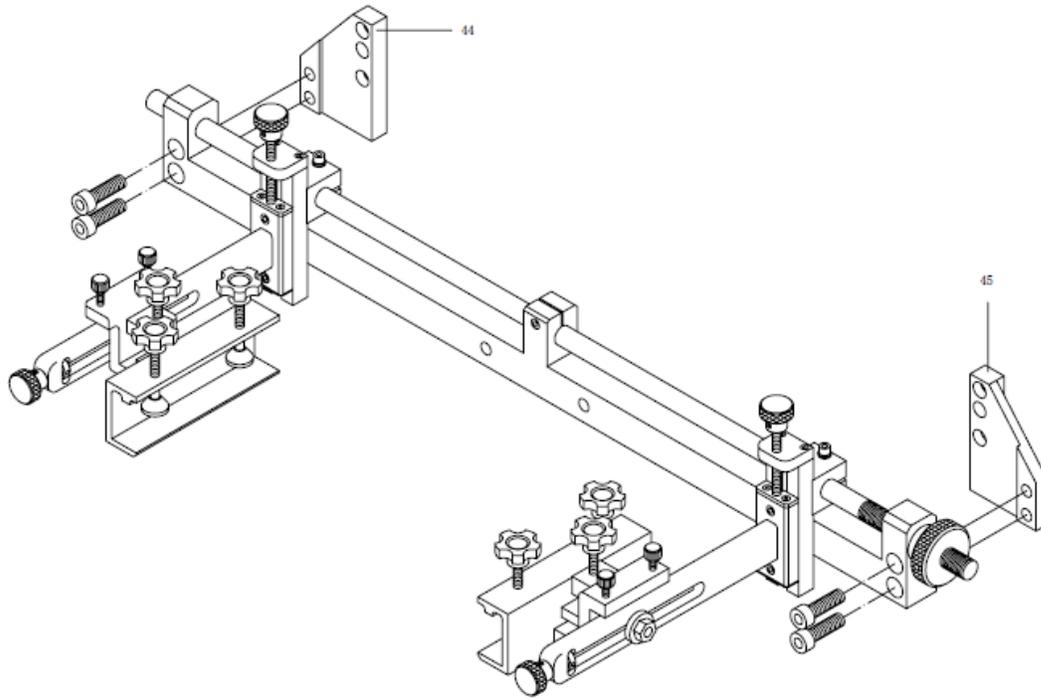


The Woodlands, Texas

Before using this product, the user is advised and cautioned to make its own determination and assessment of the safety and suitability of the product for the specific use in question and is further advised against relying on the information contained herein as it may relate to any specific use or application. It is the ultimate responsibility of the user to ensure that the product is suited and the information is applicable to the user's specific application. Chevron Phillips Chemical Company LP does not make, and expressly disclaims, all warranties, including warranties of merchantability or fitness for a particular purpose, regardless of whether oral or written, express or implied, or allegedly arising from any usage of any trade or from any course of dealing in connection with the use of the information contained herein or the product itself. The user expressly assumes all risk and liability, whether based in contract, tort or otherwise, in connection with the use of the information contained herein or the product itself. Further, information contained herein is given without reference to any intellectual property issues, as well as federal, state or local laws which may be encountered in the use thereof. Such questions should be investigated by the user.

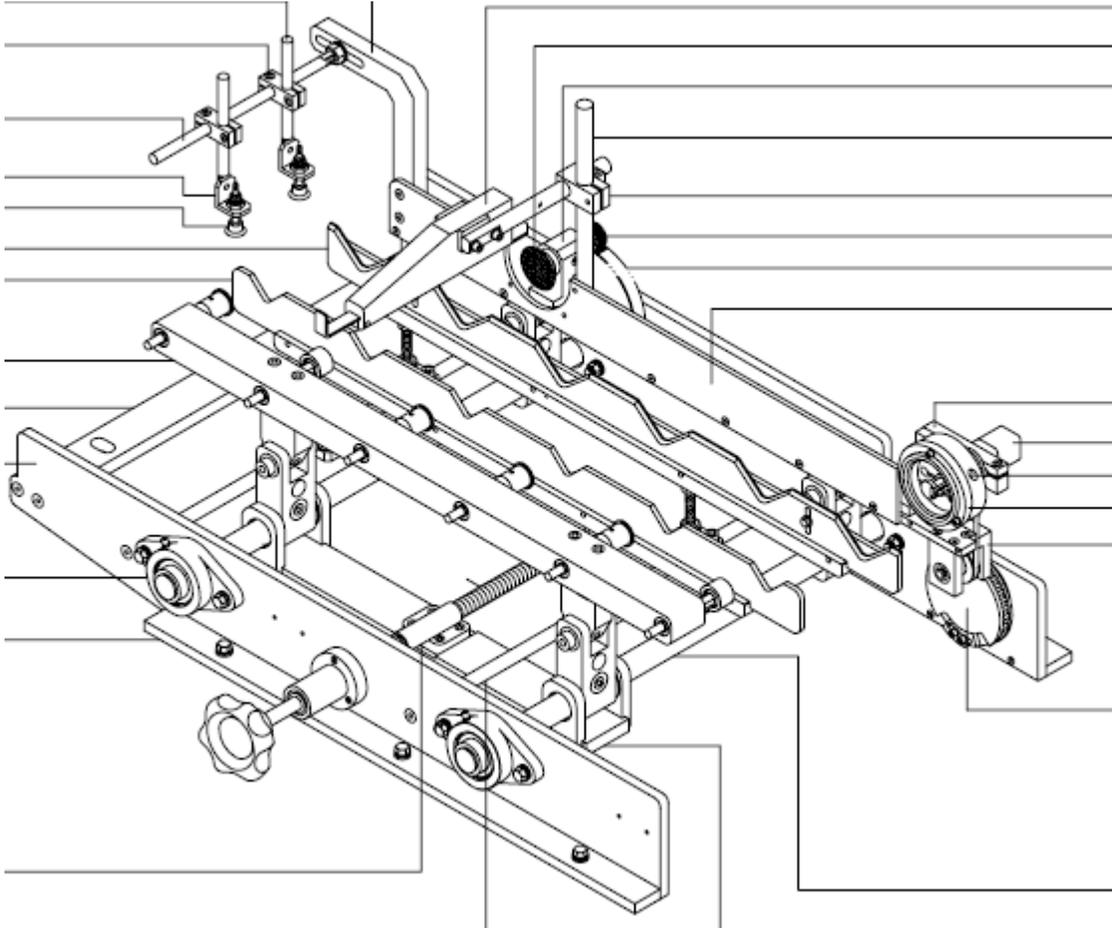
Fuente: Marlex, Chevron Phillips

Anexo II. Marco de montaje para pantalla de impresión



Fuente: Manual del fabricante, *Wutung Engineering Co. Ltd.*; p. 25

Anexo III. Carril principal de movimiento oscilante



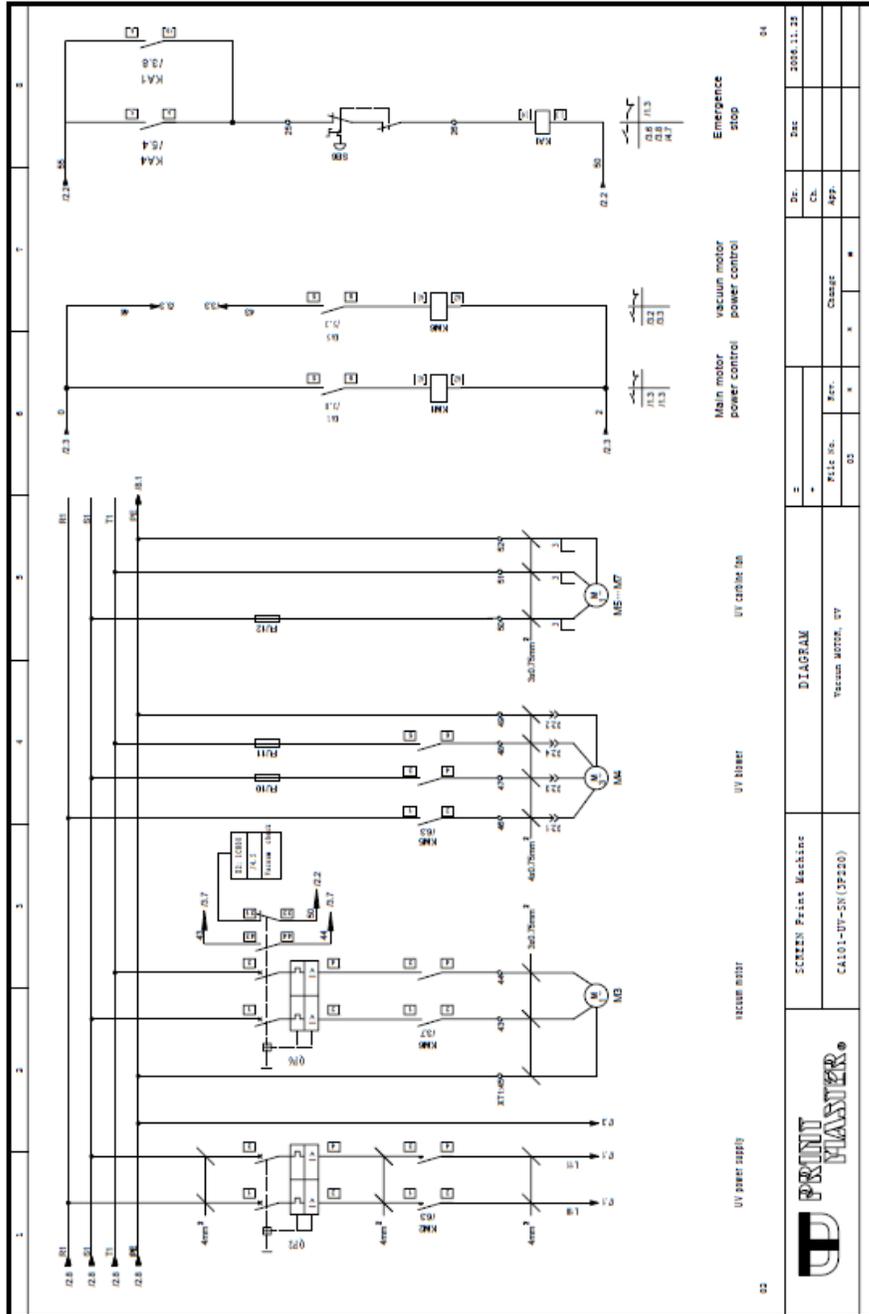
Fuente: Manual del fabricante, *Wutung Engineering Co. Ltd.*; p. 26

Anexo IV. **Impresora a tinta ultravioleta, marca Lien Chiny**



Fuente: elaboración propia

Anexo V. Diagrama del sistema neumático de la máquina de impresión



Fuente: Manual del fabricante, *Wutung Engineering Co. Ltd.*; p. 40