

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

PROPUESTAS DE MEJORAS DE SEGURIDAD PARA MÁQUINA ENLAINADORA DE TAPAS PLÁSTICAS

Informe Técnico de Residencias
Profesionales

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
Ingeniería Mecatrónica

CON LA ESPECIALIDAD EN:
Automatización de Procesos

ALUMNO: Echenique Ortega Maleny
NO. MATRÍCULA: 201910292

ASESOR: Ing. José Antonio Valladares
Farias

Coacalco de Berriozábal, abril del 2024

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento al Tecnológico De Estudios Superiores De Coacalco (TESCO) por darme la oportunidad de realizar mis estudios en la carrera de Ingeniería Mecatrónica, permitiéndome hacer uso de sus instalaciones.

A la división de ingeniería mecatrónica por dar un seguimiento constante en las actividades y preocupándose por la seguridad y calidad de sus estudiantes para impulsarlos a seguir sus estudios y así puedan lograr sus metas y se conviertan en ingenieros exitosos.

A los docentes que me brindaron su apoyo y compartieron conocimientos para que yo pudiera desempeñarme a lo largo de mi carrera profesional. A mi asesor interno el Ing. José Antonio Valladares Farias, por su tiempo y enseñanza dándome consejos y sugerencias para que pudiera realizar y llevar a cabo este trabajo de manera exitosa.

A la empresa Bericap México y el personal por permitirme estar en su empresa gracias al programa de becarios, así como también brindarme su apoyo para aprender a trabajar en un ambiente profesional y al desarrollo e implementación del proyecto, así como distintas actividades que serán de utilidad para un futuro mejoramiento de mi desarrollo profesional ya sea dentro o fuera de su empresa.

Agradezco enormemente el apoyo incondicional de mi familia, amigos y compañeros que me acompañaron a lo largo de mi carrera quienes siempre estuvieron presentes en mi vida brindándome motivación diariamente durante todo mi proceso de formación académica.

Maleny Echenique

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	II
ÍNDICE.....	III
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
LISTA DE ABREVIATURAS Y DE SÍMBOLOS.....	IX
RESUMEN	1
CAPÍTULO I: GENERALIDADES DEL PROYECTO	2
INTRODUCCIÓN	3
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	4
MISIÓN	5
CREENCIA Y VALORES FUNDAMENTALES.....	6
OBJETIVOS DE CALIDAD	6
POLÍTICAS DE CALIDAD.....	6
HISTORIA DE LA EMPRESA.....	7
PROBLEMA A RESOLVER.....	8
OBJETIVOS	9
Objetivo General	9
Objetivos específicos.....	9
JUSTIFICACIÓN	10
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	11
MÁQUINAS ENLAINADORAS	12
LINERS.....	12
TAPA PLÁSTICA.....	15
NEUMÁTICA.....	16
ACTUADORES	16
CILINDROS NEUMÁTICOS	17
SENSORES	19
TIPOS DE SENSORES	19
CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE - PLC.....	21
BOMBAS DE VACÍO.....	22

GUARDAS DE SEGURIDAD	22
PELIGROS DE LA MAQUINARIA SIN GUARDAS DE SEGURIDAD	23
TIPOS DE GUARDAS DE SEGURIDAD	24
CAPÍTULO III: DESARROLLO	25
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	26
PROCESOS DE ENLAINADO	27
METODOLOGÍA.....	29
DISEÑO MECATRÓNICO	29
PARÁMETROS TÉCNICOS.....	30
Producción de tapas por minuto.....	30
Especificaciones de liners.....	30
DISEÑO CONCEPTUAL	32
LISTA DE MATERIALES	51
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	54
PROPUESTA DE CUBIERTAS PARA CARRETES DE ROLLOS DE LINER.....	55
DISEÑO EN SOLIDWORKS	57
CUBIERTA PARA CARRETES DE ROLLOS DE LINER	57
LISTA DE MATERIALES	58
ARMADO FÍSICO	60
CUBIERTA PARA CARRETES DE ROLLOS DE LINER	60
TRABAJOS A FUTURO	62
PROPUESTA DE SERVICIOS	62
PROPUESTA DE TOLVA DE ALIMENTACIÓN	62
ACTIVIDADES DIVERSAS	63
Procedimiento por Corte de Energía Eléctrica	63
Arreglo y etiquetado de tableros eléctricos.....	64
Aplicación de las 5's	64
CONCLUSIONES, RECOMENDACIÓN Y EXPERIENCIA PROFESIONAL ADQUIRIDA	65
COMPETENCIAS DESARROLLADAS	66
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	82
ANEXOS	83
Anexo I: Safeguarding of Machinery CSA Standard	83
Anexo II: Manual de Usuario de Operación	83

Anexo III: Guía de Usuario – Cambio de herramientas	83
Anexo IV: Lección de un punto (LUP)	83
Anexo V: Plano Técnico	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cronograma de Actividades	26
Tabla 2: Procesos de Enlainado.....	27
Tabla 3: Producción de tapas por minuto	30
Tabla 4: Especificaciones de liner industrial PET.....	30
Tabla 5: Especificaciones de liner agroquímico HDPE.....	31
Tabla 6: Especificaciones de liner agroquímico PET.....	31
Tabla 7: Referencias de distancias de seguridad con limitación de movimiento	33
Tabla 8: Referencia de distancias de seguridad de aberturas regulares	34
Tabla 9: Lista de materiales para Ensamblado y Conexión de Máquina.....	51
Tabla 10: Lista de materiales para cubierta de carretes de rollos de liners.	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1: Logo Bericap México.....	4
Fig. 2: Tapas Bericap.....	4
Fig. 3: Máquina Enlainadora.....	12
Fig. 4: Tipos de Liners	13
Fig. 5: Liner Espumado	13
Fig. 6: Liner de Inducción	14
Fig. 7: Liners Valvulados	14
Fig. 8: Tapas Plásticas	15
Fig. 9: Cilindro Neumático Camozzi Serie 62.....	18
Fig. 10: Cilindro de Simple Efecto.....	18
Fig. 11: Cilindro de Doble Efecto	19
Fig. 12: Sensores Inductivos	20
Fig. 13: Sensor Capacitivo.....	20
Fig. 14: Sensor Fotoeléctrico	21
Fig. 15: PLC Siemens S7-1200.....	21
Fig. 16: Bomba de Vacío	22
Fig. 17: Guarda de Seguridad	23
Fig. 18: Guarda de Seguridad en Maquinaria.....	24
Fig. 19: Furi Machine FRTB-SD2-B Automatic Cap Liner	27
Fig. 20: Diagrama de Flujo del Proceso de Enlainado	29
Fig. 21: Liner industrial PET	31
Fig. 22: Liner agroquímico HDPE	31
Fig. 23: Liner agroquímico PET	32
Fig. 24: Abertura de forma irregular	36
Fig. 25: Cinta Transportadora de Entrada y Salida - Rodillos	36
Fig. 26: Cinta Transportadora con Guarda de Protección.....	37
Fig. 27: Cinta Transportadora de Entrada y Salida - Cadenas Expuestas	37
Fig. 28: Guarda de Protección Metálica en Cadenas Expuestas	37
Fig. 29: Sugerencia de Protección de Rodillos - Vista Isométrica.....	38
Fig. 30: Transportador de Salida de Tapa Selectora de Liner	38
Fig. 31: Ciclo de Cilindros en Cascada	39
Fig. 32: Ciclo de Cilindros en Cascada cubiertos	39
Fig. 33: Rodillos en Movimiento.....	40
Fig. 34: Sugerencia de Protección de Ranuras	40
Fig. 35: Rodillos en movimiento y Ranuras cubiertas	41
Fig. 36: Parte Inferior del Elevador.....	41
Fig. 37: Guillotina de Salida del Elevador	42
Fig. 38: Acceso a Tren de Engranajes por la Parte Inferior	42
Fig. 39: Malla metálica de Protección por la Parte Inferior de Acceso al Tren de Engranajes.....	43
Fig. 40: Manivelas en Movimiento	43
Fig. 41: Posición de Tornillos para Manivela Desmontable	44
Fig. 42: Cubierta de Manivela Desmontable	44

Fig. 43: Sugerencia de Sensor de Seguridad	45
Fig. 44: Puerta de Acceso a Tren de Engranajes	45
Fig. 45: Incorporación de Mallas Metálicas de Protección	46
Fig. 46: Puerta de Acceso al Tren de Engranajes.....	46
Fig. 47: Rodillos de Ingreso de Liner.....	47
Fig. 48: Referencia de Corte para Aberturas de Entrada y Salida de Liner	47
Fig. 49: Entrada y Salida de Liner con Abertura para Entrada de Liner	47
Fig. 50: Aberturas Expuestas en Cinta Transportadora de Tapas	48
Fig. 51: Guardas de Protección Instaladas en Túnel de Entrada y Salida de Tapas	48
Fig. 52: Túneles de Entrada y Salida de Tapas de Banda Transportadora	49
Fig. 53: Instalación de Guardas de Acrílico en Túneles de Entrada y Salida de Tapas en Banda Transportadora	49
Fig. 54: Tapas con mal colocación de Liner	50
Fig. 55: Sensor Fotoeléctrico PTX Serie M7AT	50
Fig. 56: Carrete de Salida de Liner.....	55
Fig. 57: Carrete de Entrada de Liner.....	56
Fig. 58: Vista Isométrica	57
Fig. 59: Vista Lateral Izquierda	57
Fig. 60: Vista Frontal.....	57
Fig. 61: Vista Detallada de Perfil de Aluminio Bosch 50x50	57
Fig. 62: Corte de Acrílico y Bosch	60
Fig. 63: Instalación de Tornillos.....	60
Fig. 64: Corte de Perfil Bosch	60
Fig. 65: Incorporación de Bisagras	60
Fig. 66: Separación de Entrada y Salida.....	61
Fig. 67: Cubiertas Terminadas.....	61
Fig. 68: Tableros CCM.....	63
Fig. 69: Tablero Eléctrico	64

LISTA DE ABREVIATURAS Y DE SÍMBOLOS

PET – Polietileno Teraftalato	N.W – Net Weight
HDPE – High Density Polyethylene (Polietileno de Alta Densidad)	mm – milímetro
STPS – Secretaría del Trabajo y Previsión Social	m – metro
pcs – piezas (piezas)	gsm – gran square meter (gramos por metro cuadrado)
m – minuto	Sr – Radio de distancia de seguridad
V – Voltaje	BPM – Buenas Prácticas de Manufactura
Hz – Hertz	CAD – Computer Aided Design (Diseño Asistido por Computadora)
Kw – Kilovatio	CAM – Computer Aided Manufacturing (Fabricación Asistida por Computadora)
kg – kilogramo	CCM – Centro de Control de Motores
HP – Horse Power	
cm – centímetro	

RESUMEN

El presente informe de residencias profesionales trata de la implementación de guardas de seguridad y protección de maquinaria realizadas a la máquina enlainadora Furi Machine FRTB-SD2-B Automatic Cap Liner importada desde China; esto con el propósito de que pueda cumplir los estándares de Bericap Norteamérica.

Para llevar a cabo el proyecto se realizaron investigaciones previas y análisis de las máquinas de inyección hasta las máquinas enlainadoras, así como también los procesos que se llevan a cabo, esto con el fin de conocer el proceso que realizan el tipo de máquinas de inyección que cuenta la empresa Bericap México, incluyendo así los componentes, el proceso de producción, ensamblado, mantenimiento y procedimientos seguridad de la maquinaria.

En la realización de este proyecto se implementaron propuestas de mejoramiento en las estructuras expuestas que presenten algún riesgo, es por ello que se tomó como referencia una investigación de los estándares canadienses para seguridad de la maquinaria y así poder ayudar a proteger a los trabajadores de los peligros asociados con el uso de maquinaria móvil o estacionaria ya que el objetivo de estas normas también es promover un alto nivel de seguridad de las máquinas durante su uso.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES DEL PROYECTO

INTRODUCCIÓN

Bericap México, es una empresa dedicada a la producción y fabricación de tapas plásticas de grado alimenticio como también de giro automotriz. La empresa cuenta con distintas máquinas de inyección, así como procesos de ensamblado y de enlainado.

El presente informe abarca la investigación e implementación de normas de seguridad y protección para la maquinaria la cual consiste en ayudar a proteger a los trabajadores y promover un nivel de seguridad de las máquinas durante su uso.

Se busca garantizar el cumplimiento de los estándares de protección ya que uno de los principales objetivos de calidad de la empresa a nivel mundial es cumplir con cero accidentes.

Al contar con una nueva maquinaria, esta no cumple con los estándares requeridos y solicitados de la empresa, por lo que con regularidad se proponen nuevas mejoras de fabricación, instalación, mantenimiento, operación y protección de este equipo para así prevenir lesiones y accidentes.

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA



Fig. 1: Logo Bericap México

BERICAP México, S. DE R.L DE C.V.

AV. TLALOC S/N, EDIFICIO 2, PARQUE INDUSTRIAL O'DONNELL PUENTE MÉXICO, COLONIA AXOTLÁN, CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO.

En BERICAP, desarrollamos constantemente técnicas innovadoras y capacidades de fabricación de tapas (Fig. 2) que ofrecen la máxima calidad con el menor impacto medioambiental. Nuestro objetivo es garantizar su éxito.

Estamos deseando suministrar tapones y cierres de calidad a empresas y personas de todo el mundo. Todo ello forma parte de nuestro compromiso con el cliente: la promesa de experiencia, servicio y la motivación diaria que cabe esperar de un socio experto.

Somos un proveedor de soluciones experimentado y de confianza que desarrolla cierres innovadores y de alta calidad para aplicaciones industriales, de alimentación y bebidas. Le acompañamos en cada paso del proceso de selección y desarrollo de cierres. Nuestros diseños a prueba de fugas garantizan un transporte y almacenamiento seguros, protegen contra la falsificación y ofrecen a los clientes una experiencia fluida y fácil de usar que refuerza la imagen de su marca.



Fig. 2: Tapas Bericap

MISIÓN

Nuestro objetivo es ayudar a nuestros clientes a ofrecer productos seguros, fiables, eficaces y sostenibles. Trabajamos con nuestros clientes para eliminar el riesgo de problemas técnicos o económicos al integrar nuestras soluciones de cierre con sus productos.

Respetamos la cultura y la mentalidad de nuestros empleados en cada una de nuestras 26 plantas de fabricación en todo el mundo. Creemos que las personas son el activo más importante de nuestra empresa, y el respeto mutuo entre todos los empleados es la base de nuestro éxito. Nuestros empleados deben estar motivados para trabajar en equipo y cumplir los objetivos de nuestra misión.

Resolvemos

Estamos aquí para inventar, desarrollar, fabricar, comercializar y suministrar sistemáticamente tapones y dispensadores de plástico y aluminio de alto valor añadido y categoría mundial que mejoren la experiencia y la seguridad de los usuarios con los productos de nuestros clientes. Una combinación de diseño innovador, reducción de costes y mejoras de sostenibilidad contribuyen a convertirnos en la empresa de tapones más fiable del mundo.

Acompañamos

Mantenemos y mejoramos nuestra presencia global a través de afiliaciones, empresas conjuntas y alianzas estratégicas. Estas garantizan que nuestros clientes se beneficien de una asociación global de primera clase, impulsada por la experiencia técnica y los desarrollos innovadores en materia de cierres.

CREENCIA Y VALORES FUNDAMENTALES

Queremos ser conocidos como la empresa de cierre que más contribuye al éxito de nuestros clientes. Estamos trabajando para inventar, desarrollar, fabricar, comercializar y suministrar consistentemente tapas y dispensadores de plástico de alto valor agregado de clase mundial, preferiblemente con nuestra propia tecnología patentada.

Nuestros valores fundamentales son la base de quiénes somos y cómo nos conducimos – por lo que cuando interactúas con Bericap puedes confiar en:

1. **Seguridad:** Nos cuidamos unos a otros y te cuidamos.
2. **Integridad:** Generamos confianza en nuestras relaciones con nuestros empleados, clientes y proveedores mediante un comportamiento honesto y ético.
3. **Trabajo en Equipo:** Trabajamos junto a ti para marcar la diferencia.
4. **Responsabilidad social:** Respondemos a las necesidades de nuestras comunidades y el medio ambiente. Hacemos tapas seguras para alimentos.
5. **Innovación:** Si hay una forma mejor, la encontraremos juntos.

OBJETIVOS DE CALIDAD

1. Cero Accidentes.
2. Crecimiento de ventas vs año anterior.
3. Reducción de quejas vs año anterior.
4. Reducción de quejas en seguridad alimentaria vs año anterior.
5. Participar en el programa, ve, clasifica y reporta / SSR al menos 1 vez.

POLÍTICAS DE CALIDAD

En Bericap México estamos comprometidos con la excelencia como base para nuestro crecimiento sostenible. Mediante el suministro de productos y servicios de alta calidad, escuchando a nuestros clientes, resolviendo sus retos y acompañándolos en el proceso.

1. **Alto nivel de satisfacción al cliente.**
2. **Con cultura de calidad y seguridad en alimentos.**
3. **Mejoramiento continuamente.**

HISTORIA DE LA EMPRESA

Bericap México, (la “Compañía” o “Bericap”) es una empresa líder en tapas de plástico, propiedad conjunta de Amcor y el Grupo Bericap. Bericap Inc. Se formó en 1997, aunque las tapas se han producido en la planta de Burlington, Ontario, Canadá desde 1991. Nuestras tapas de plástico incorporan pruebas de manipulación, características de sellado, funciones de vertido, etc., y están respaldados por centros de Investigación y Desarrollo en Europa y EE.UU.

El Grupo Bericap, con sede en Alemania, es reconocido como el líder mundial de la industria en tecnología de tapas de plástico. Bericap tiene plantas de tapas de plástico ubicadas estratégicamente en todo el mundo, desde Europa hasta Asia, América del Sur y América del Norte. Estas instalaciones cuentan con el respaldo de centros de Investigación y Desarrollo ubicados en Alemania, Francia, España, Estados Unidos y Turquía. Los mercados atendidos por el Grupo Bericap incluyen los segmentos de bebidas, alimentos e industrial.

Amcor es uno de los conglomerados de embalaje más grande del mundo que opera a través de una red de instalaciones de fabricación y oficinas de ventas. La gran diversidad de productos y tecnología coloca a Amcor entre la vanguardia de la industria. Amcor posee experiencia en inyección de PET y moldeo por soplado y estirado, envases flexibles y cartones especiales. Estas tecnologías sirven a nuestros clientes en las industrias de alimentos, bebidas, cosmética, cuidado personal y otras. La gama de habilidades de Amcor y su variada clientela reflejan sus raíces en plásticos y materiales compuestos, una tradición establecida a través de adquisiciones estratégicas a lo largo de los años.

La calidad de las personas es el único elemento que distingue a una empresa de las demás. Bericap reconoce que es la suma total de talento y el profesionalismo de sus empleados los responsables de su éxito. Por ello, la Compañía se esfuerza por atraer a los mejores profesionales, nutrir su crecimiento y poner sus capacidades al servicio de sus clientes. Uno de los valores que Bericap tiene en alta estima es el conocimiento técnico – en todas las funciones. Con este fin, la Compañía fomenta el aprendizaje continuo de la línea de productos de Bericap y cómo nuestros clientes utilizan estos productos.

PROBLEMA A RESOLVER

La situación que presenta la máquina enlainadora Furi Machine FRTB-SD2-B Automatic Cap Liner es debido a que al ser una máquina importada desde China contiene elementos que no son viables y no cumplen con el estándar que requiere la empresa Bericap Norteamérica, así como también el mejoramiento para tener mayor seguridad de la máquina y de operación.

Estas mejoras requieren la elaboración de guardas de seguridad en todos los sitios que se encuentren expuestos ante cualquier accidente, ya sea laboral que afecte tanto al personal y al equipo de trabajo.

La necesidad de adquirir dicha máquina fue debido a la incursión de Bericap en los mercados de tapa industrial la cual requiere integrar un proceso de enlainado automático ya que la mayoría de las tapas industriales son elaboradas para las siguientes aplicaciones:

- Automotrices, agroquímicas, o de algún otro tipo requieren tamper-evident (prueba de sellado) hacia su cliente final.

Se tomó la decisión de adquirir este modelo ya que con anterioridad se realizaron distintas visitas a otras empresas y proveedores de máquinas enlainadoras, una de las principales decisiones fue que se tomó en cuenta los costos y financiamientos de reparación y mantenimiento, así como el funcionamiento que pudiera cumplir con lo que la empresa solicitaba y es por ello que se eligió la máquina Furi Machine FRTB-SD2-B Automatic Cap Liner por el bajo costo y la posibilidad de tener servicio técnico a una distancia corta hacia la empresa, ya que las otras opciones contaban con un servicio que, debido a que se encontraban en el extranjero y si se requería algo con urgencia podría llegar a tardar hasta 2 o 3 semanas la realización de dicho servicio, lo que implicaría retomar actividad de trabajo además de un costo elevado.

OBJETIVOS

Objetivo General

Analizar, investigar e implementar propuestas de mejoras de seguridad para la máquina enlainadora de tapas Furi Machine FRTB-SD2-B Automatic Cap Liner garantizando la protección del personal contra los peligros expuestos derivados al uso y manipulación de equipo para procesos de inyección de plástico y cumpliendo con las normas y estándares de seguridad que se requieren.

Objetivos específicos

- Realizar una investigación previa de máquinas enlainadoras, así como su funcionamiento y diseño de los equipos.
- Investigar las normas aplicables dentro de los CSA Standard Safeguarding of Machinery que puedan cumplir con las normas de seguridad y protección de la maquinaria.
- Identificar los componentes expuestos en la maquina enlainadora para poder realizar el mejoramiento de seguridad acorde a los estándares de la empresa.
- Construir las cubiertas y cierres para prevenir riesgos de lesiones al personal que lo opera y/o la contaminación del producto, así como protección de maquinaria.
- Implementar la elaboración de las propuestas para el recubrimiento de seguridad de la máquina enlainadora.
- Elaboración de un manual de usuario de operación.
- Elaboración de cambio de herramientas.

JUSTIFICACIÓN

Existen muchos productos envasados que consumimos diariamente, ya sea en el ramo alimenticio, como farmacéutico y cosmético, estos envases y tapas previamente fabricadas contienen una especie de sello hermético que es colocado en el interior de la tapa plástica.

Los liners se fabrican a partir de tipos de resinas y son ideales para los envases que son transportados ya que gracias a ello se evitan derrames, accidentes y contaminación, al igual que demuestran que el producto se encuentra sellado, nuevo y con ello conservando su autenticidad y calidad, que garantiza que el producto no ha sido manipulado.

Es por eso que al realizar el proyecto se desea que la empresa cuente con una maquinaria en buen estado y un buen funcionamiento, que permita obtener una producción constante de tapas con liners y con ello obtener un producto que pueda ser distribuido de manera constante.

Bericap México esta incursionando en el mercado de tapas industriales y agroquímicas en los mismos sectores para lo cual requiere incorporar procesos de enlainado confiables y que cumplan con los estándares de desempeño y calidad de los clientes a los cuales Bericap intenta comercializar su tapa; por lo que la operación de la máquina enlainadora citada influye en un punto de quiebre para el éxito del negocio.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

MÁQUINAS ENLAINADORAS

Las máquinas enlainadoras son máquinas con sistemas rotativos cuyo propósito es insertar liners dentro de tapas de plástico. Estas colocan sellos a partir de bobinas de liner o liners precortados, su proceso de precorte es a través de un sistema de corte rotativo y son equipadas con alimentadores de tapas por vibración.

Son diseñadas y fabricadas para troquelar discos de liner a partir de rollos de material e instalarlos en las tapas a velocidades de hasta 1100 tapas por minuto, dependiendo del tamaño y diseño de la tapa.

Dependiendo el modelo de la máquina que se utiliza (Fig. 3), pueden llegar a producir desde 4,000 a 60,000 tapas por hora y llegan a procesar tapas de 8mm a 140mm de diámetro. Estas máquinas están diseñadas especialmente para la industria plástica, alimentaria, farmacéutica, etc.



Fig. 3: Máquina Enlainadora

LINERS

Los liners son un tipo de sello que es colocado en el interior de una tapa y que son fabricados de un polímero suave, su finalidad es proteger, evitar derrames y contaminación, dar mejor hermeticidad, un mejor sellado y seguridad a los envases.

Existen liners de diversos materiales (Fig. 4) el más común utilizado para los envases de PET es el de inducción, pero también se encuentra el liner espumado y el liner con válvula de ventilación.



Fig. 4: Tipos de Liners

1. **Liner espumado:** Es muy delgado y se fabrica con un polímero suave, su lámina esta recubierta por una capa de espuma delgada por ambas caras para evitar el paso del aire y bacterias (Fig. 5). Además, ofrece un cerrado hermético seguro que previene fugas de líquidos. Este tipo de liner es recomendado para bebidas, alcohol, cosméticos, etc.



Fig. 5: Liner Espumado

2. **Liner de inducción:** Este tipo de liner está compuesto de 4 capas (Fig. 6), una película de termosellado que se adhiere al contorno del envase, una película adhesiva y un respaldo de cartón. Este sello este hecho de una lámina de aluminio muy delgada para conservar la caducidad del producto.

Es común encontrarlo en lácteos, cosméticos y farmacéuticos. Para colocarlo se necesita calor para lograr el cierre perfecto, sin embargo, son muy fáciles de desprender. Este también lleva una composición diferente del tipo de material para envases de tipo PET y PEAD.



Fig. 6: Liner de Inducción

3. **Liner valvulado:** El liner valvulado (Fig. 7) es utilizado principalmente en productos que suelen generar gases como agroquímicos, químicos o las bebidas carbonatadas. Mediante una válvula permite que tenga un equilibrio en la presión que se genera dentro del envase y el exterior ya que ayudan a que no tenga deformaciones, fugas o explote.

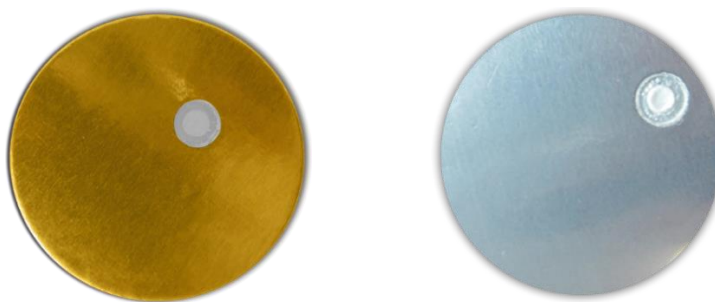


Fig. 7: Liners Valvulados

TAPA PLÁSTICA

Las tapas (Fig. 8), también conocidas como cierres o tapaderas, son piezas fabricadas del mismo material que el envase y se colocan en la parte superior del mismo, de modo que lo cierran o lo sellan, evitando la evaporación, contaminación del producto y lo protegen de la humedad, cambios de temperatura e impactos.

La relevancia del uso de las tapas reside en el hecho de que evitan el contacto del contenido con el exterior y también previenen el derrame o pérdida de fluidos u otros materiales. Para llevar a cabo adecuadamente la función de cierre o sellado de envases, es necesario que las tapas sean fabricadas con medidas exactas que permitan que sus orillas embonen exactamente con la boca del envase. Los "dispositivos de apertura y cierre" constituyen el elemento esencial para lograr que un producto conserve sus condiciones de calidad.

Ventajas

Dependiendo los materiales que son utilizados para fabricar las tapas de plástico, aporta las siguientes ventajas:

- Son reciclables.
- Previenen derrame.
- Proporcionan el sellado adecuado.
- Contribuyen a la conservación del producto.
- Resistencia a la humedad.
- Resistencia a agentes químicos.
- Buen sellado a pesar de cambios de temperatura.
- No reaccionan con el producto ni con el envase.
- Ofrecen cerrado de seguridad.



Fig. 8: Tapas Plásticas

NEUMÁTICA

La neumática es la tecnología que utiliza el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. El aire es elástico, y por ello, por lo que podemos comprimirlo aplicándole una fuerza, mantener esa compresión y utilizar la energía acumulada al permitir que se expanda.

Los sistemas de aire comprimido utilizan cilindros y motores para proporcionar un movimiento controlado y se utilizan en herramientas, válvulas de control y posicionadores, martillos neumáticos, motores, robots industriales, vibradores, frenos y más.

Las ventajas de utilizar la neumática son el bajo costo de sus componentes, la facilidad de diseño e implementación, y el hecho de que puede generar bajo torque o poca fuerza cuando opera a baja presión, lo que constituye un factor de seguridad. Entre sus desventajas imposibilitan el obtener velocidades estables, los altos costos de energía y presentan posibles fugas que pueden reducir el rendimiento.

Los sistemas neumáticos se complementan con los eléctricos y electrónicos, utilizan válvulas solenoides, señales de alimentación, sensores e interruptores, así como también PLC que les permite poder programar una lógica para lograr el funcionamiento de un cilindro o varios que puedan realizar una tarea en específica.

ACTUADORES

Son dispositivos capaces de generar una fuerza a partir de líquidos, de energía eléctrica y gaseosa, pueden recibir la orden de un regulador o controlador y dar una salida para activar un elemento de control, por ejemplo, una válvula. Pueden ser hidráulicos, neumáticos o eléctricos.

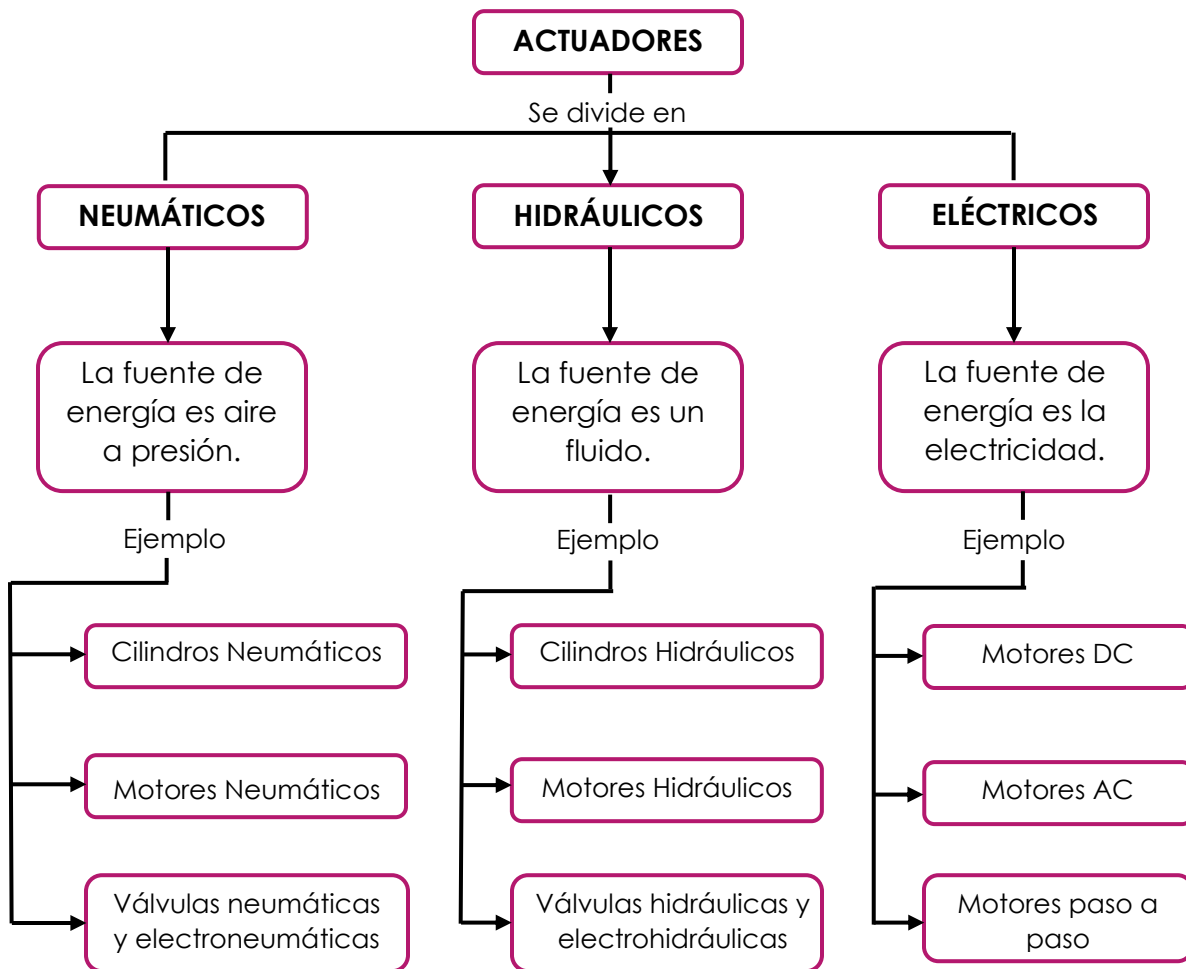
Los actuadores neumáticos convierten la energía de aire comprimido en trabajo mecánico generando un movimiento lineal mediante servomotores o cilindros. En un sistema neumático los receptores son llamados actuadores o elementos de trabajo.

Los actuadores neumáticos se clasifican en dos grupos:

- Cilindros

- Motores

El trabajo que realiza un actuador neumático puede ser lineal o rotativo. En el lineal su movimiento se obtiene por cilindros de émbolo donde la fuerza de empuje del pistón y su desplazamiento son elevados, en estos se encuentran los cilindros de simple y doble efecto. Los actuadores de movimiento giratorio son los encargados de transformar la energía neumática en energía mecánica de rotación. Representan una manera eficaz y fácil de generar un par de apriete con aire comprimido en espacios reducidos.



CILINDROS NEUMÁTICOS

Los cilindros neumáticos (Fig. 9) son elementos que realizan el trabajo, su función es transformar la energía neumática en trabajo mecánico de movimiento rectilíneo, que consta de una carrera de avance y una en retroceso.

El cilindro es un tubo de sección circular constante que denominamos camisa, cerrado por ambos extremos que denominamos culatas, en cuyo interior se desliza un émbolo o pistón solidario con un vástago. El émbolo divide al cilindro en dos volúmenes llamados cámaras y existen dos aberturas en las cámaras por donde puede entrar y salir el aire. La capacidad de trabajo de un cilindro viene determinada por su carrera y su diámetro.



Fig. 9: Cilindro Neumático Camozzi Serie 62

Cilindros neumáticos de simple efecto:

El desplazamiento del cilindro por efecto del aire comprimido tiene lugar en un solo sentido que es el del avance, por lo que en este tipo de cilindros el trabajo únicamente se efectúa en este sentido. El retroceso generalmente se consigue gracias a la incorporación de un muelle que se encuentra situado en el interior del cilindro. También existen cilindros de simple efecto (Fig. 10) sin muelle, en los que el retroceso puede ser realizado por el propio peso del émbolo y vástago si el posicionamiento del cilindro es vertical.

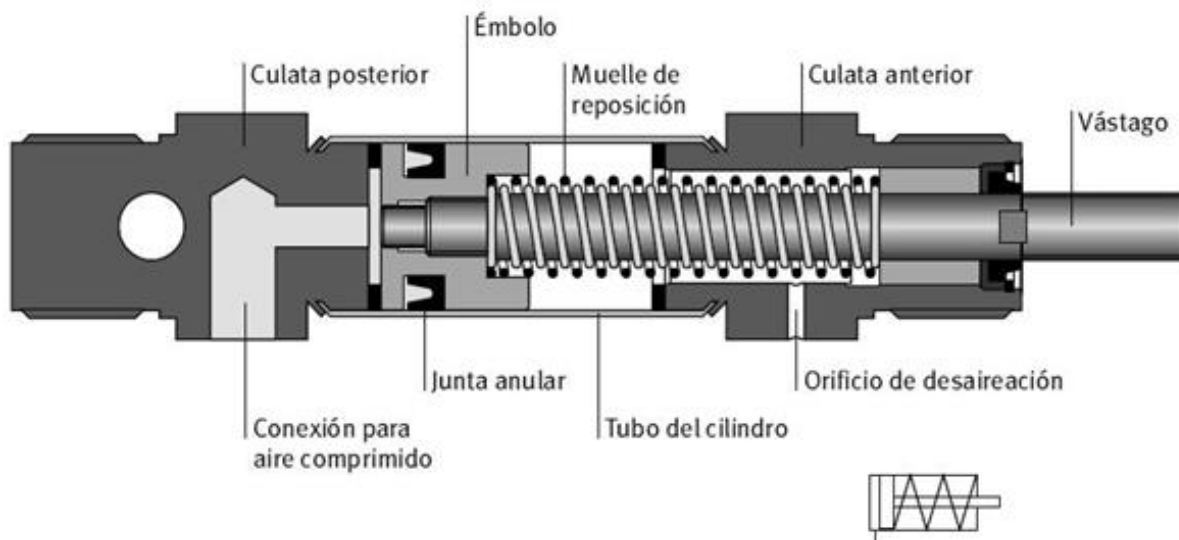


Fig. 10: Cilindro de Simple Efecto

Cilindros neumáticos de doble efecto:

En los cilindros de doble efecto (Fig. 11) existen dos tomas de aire, una a cada lado del émbolo. Estos cilindros pueden producir movimiento en ambos sentidos, avance y retroceso, a diferencia de lo que ocurre con los de simple efecto.

En las fotos se puede observar la camisa con la culata trasera, el vástago, la culata delantera con sus tornillos, las dos partes que forman el émbolo donde se incorpora la guía junto las dos piezas de plastroferrita que son unos imanes que sirven para detectar magnéticamente la posición del vástago.

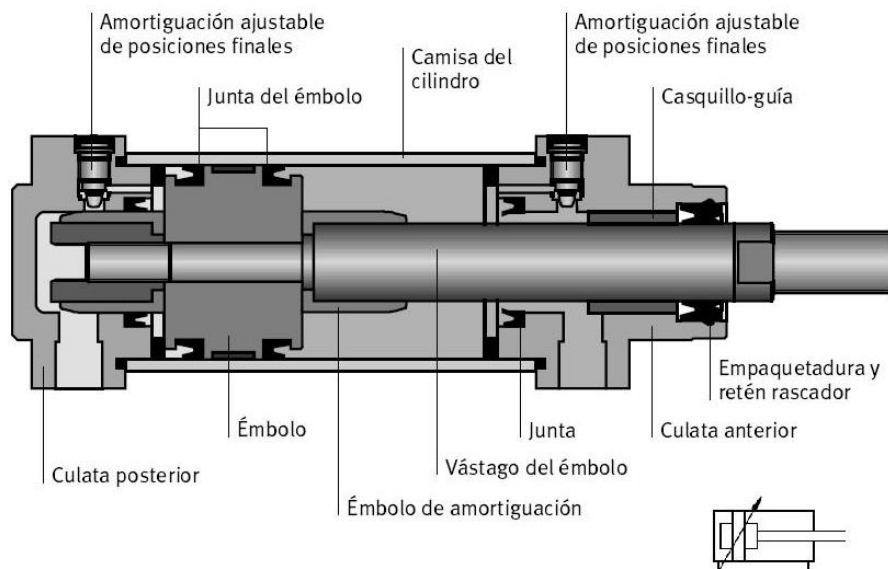


Fig. 11: Cilindro de Doble Efecto

SENSORES

Los sensores son herramientas que detectan y responden a algún tipo de información del entorno físico. Existe una amplia gama de sensores utilizados en la vida diaria, que se clasifican según las cantidades y características que detectan.

TIPOS DE SENSORES

INDUCTIVOS

Sensores que detectan metales, ferrosos o no ferrosos, y utilizan inducción electromagnética para generar y detectar las corrientes de pérdidas o de Foucault que se generan.

Los sensores inductivos (Fig. 12) se utilizan en procesos de automatización industrial para detectar materiales metálicos. Ya los sensores capacitivos pueden detectar cualquier tipo de material, inclusive a través de algunos objetos, siempre que estos no sean metálicos.



Fig. 12: Sensores Inductivos

CAPACITIVOS

Los sensores capacitivos (Fig. 13) detectan cualquier tipo de material, mediante la detección de los cambios en la capacidad eléctrica cuando se aproxima el objeto a detectar.



Fig. 13: Sensor Capacitivo

FOTOELÉCTRICOS

Los sensores fotoeléctricos (Fig. 14) detectan cualquier tipo de material, mediante la detección de los cambios en la capacidad eléctrica cuando se aproxima el objeto a detectar. Emiten luz desde un transmisor. La detección se basa en la cantidad de luz que llega al receptor.

Dado que el sensor detecta los objetos, ya sea en base a su reflectividad o a la cantidad de luz interrumpida, casi todos los tipos de materiales son detectables. Esto incluye vidrio, metal, plástico, madera y líquidos.

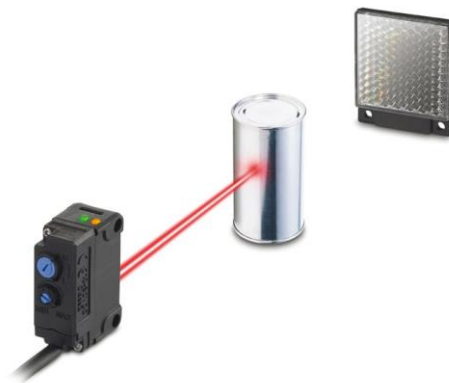


Fig. 14: Sensor Fotoeléctrico

CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE - PLC

Un Controlador Lógico Programable (Fig. 15), también conocido por sus siglas en ingles PLC (Programmable Logic Controller), es un sistema de control industrial que está basado en una computadora contando con una memoria programable almacenando instrucciones y que permite la implementación de funciones específicas como son: lógicas, secuenciales, temporizadas, conteo y aritméticas con el objetivo de controlar máquinas y procesos.



Fig. 15: PLC Siemens S7-1200

BOMBAS DE VACÍO

La bomba de vacío (Fig. 16) es un equipo mecánico diseñado para extraer gases o líquidos del interior de recipientes o sistemas, mediante el trasiego de los gases/fluidos que contienen. Este flujo genera una diferencia de presión medida en relación a la presión atmosférica o con referencia a un punto de trabajo concreto. Esto nos permite mantener presiones menores a la atmosférica en aplicaciones que lo requieran.

Sirven para extraer gases no deseados de un lugar sellado, por esto que son muy utilizadas en la industria química, alimenticia y de bebida para envasar sus productos, eliminando algunos gases, con el fin de que los productos puedan conservarse por mayor tiempo.



Fig. 16: Bomba de Vacío

GUARDAS DE SEGURIDAD

Las guardas de seguridad industrial (Fig. 17) son dispositivos esenciales en cualquier entorno de trabajo que involucre maquinaria con partes móviles. Estas guardas, también conocidas como resguardos, recintos, escudos o jaulas, están diseñadas para proteger a los trabajadores de posibles lesiones causadas por el contacto con partes móviles de maquinaria o equipo.

La mayoría de las maquinarias están equipadas con guardas de seguridad, están diseñadas para proteger de varios peligros, incluyendo las piezas móviles, afiladas, superficies calientes, pesadas, entre otros.



Fig. 17: Guarda de Seguridad

PELIGROS DE LA MAQUINARIA SIN GUARDAS DE SEGURIDAD

Las maquinas con partes móviles o inmóviles que no cuentan con las protecciones adecuadas representan un gran riesgo para los trabajadores y el entorno donde están en constante operación. Pueden causar lesiones si entran en contacto con el cuerpo o la ropa al igual de causar daños con otra maquina o piezas del equipo.

Contar con guardas de seguridad en las maquinarias (Fig. 18) ayudan a proteger brazos, manos, dedos, que son vulnerables a las lesiones y que llegan a producir un efecto irreversible en el ser humano que sufre alguna lesión.

El uso de guardas de seguridad industrial es esencial para proteger a los trabajadores de posibles lesiones causadas por la maquinaria. Cualquier máquina con partes móviles debe tener una guarda de seguridad instalada cuando está en funcionamiento. Todos los puntos de entrada deberían estar cubiertos totalmente y las guardas no deberían tener ninguna superficie aguda ni ningunos puntos de enganche.



Fig. 18: Guarda de Seguridad en Maquinaria

TIPOS DE GUARDAS DE SEGURIDAD

GUARDAS MECÁNICAS

Este es el tipo de guarda más comúnmente utilizado en fábricas y operaciones industriales. Las guardas mecánicas consisten en una barrera hecha de metal u otro material rígido que separa a los trabajadores de las partes peligrosas del equipo. Estas barreras pueden ser fijas o móviles, deslizándose a lo largo de rieles.

GUARDAS DE CEPILLO

Este tipo de guarda utiliza un cepillo de alambre unido a un eje giratorio para mantener a los trabajadores alejados de las partes móviles principales. El cepillo tiene un mango largo y fijo que mantiene al operario a una distancia segura.

GUARDAS CON ENCLAVAMIENTO

Estas guardas están diseñadas para «enclavarse» con otras guardas con enclavamiento para formar una barrera protectora alrededor de toda la máquina. Son la mejor opción para máquinas con varias partes móviles que necesitan protección.

CAPÍTULO III: DESARROLLO

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 1: Cronograma de Actividades

[illegible]



Fig. 19: Furi Machine FRTB-SD2-B Automatic Cap Liner

PROCESOS DE ENLAINADO

El proceso de enlainado depende del tipo y modelo de máquina que se vaya a utilizar, en la siguiente tabla (Tabla 2) se muestran los elementos del proceso de enlainado de la máquina Furi Machine FRTB-SD2-B Automatic Cap Liner (Fig. 19) y la descripción del proceso de inserción de liner.

Tabla 2: Procesos de Enlainado

PROCESO	DESCRIPCIÓN
Tolva de material	Las tapas son colocadas en la tolva de alimentación para comenzar a desplazarse sobre la banda transportadora.
Banda Transportadora	En la banda transportadora las tapas se colocan sobre los escalones para continuar con el proceso de Orientación.
Orientación	Este proceso se realiza encontrando un punto de posicionamiento de la tapa en donde la gravedad actúa y permite que cada tapa se encuentre en una posición correcta y así continúe subiendo, si es el caso contrario la tapa es rechazada y cae de la banda transportadora.
Colocación	Una vez teniendo la tapa en la posición correcta, sigue pasando sobre la banda transportadora hasta incorporarse en el troquel de aplastamiento.
Doblado de pétalos	La tapa pasará por el troquel con el fin de que realice un doble de los pétalos de la tapa.

Corte	Después del dobles de pétalos de la tapa sigue rotando hacia el siguiente troquel en donde estos realizarán el corte del liner con la medida correspondiente de la tapa.
Inserción	Después de realizar el corte de liner, se procede a insertar con el pisador para así ir pasando por la banda transportadora y continuar con el descarte de tapas correctamente enlainadas.
Descarte o Rechazo	Cuando termina la inserción del liner dentro de la tapa esta volverá a pasar sobre la banda transportadora que realizará el descarte de las tapas enlainadas correctamente por medio de su sensor fotoeléctrico, si el liner se encuentra en mala posición, incompleta o no presenta liner, pasará las tapas malas del lado derecho de la banda, de lo contrario si el sensor detecta bien el liner dentro de la tapa esta procede a caer sobre las cajas que serán almacenadas.

METODOLOGÍA DISEÑO MECATRÓNICO

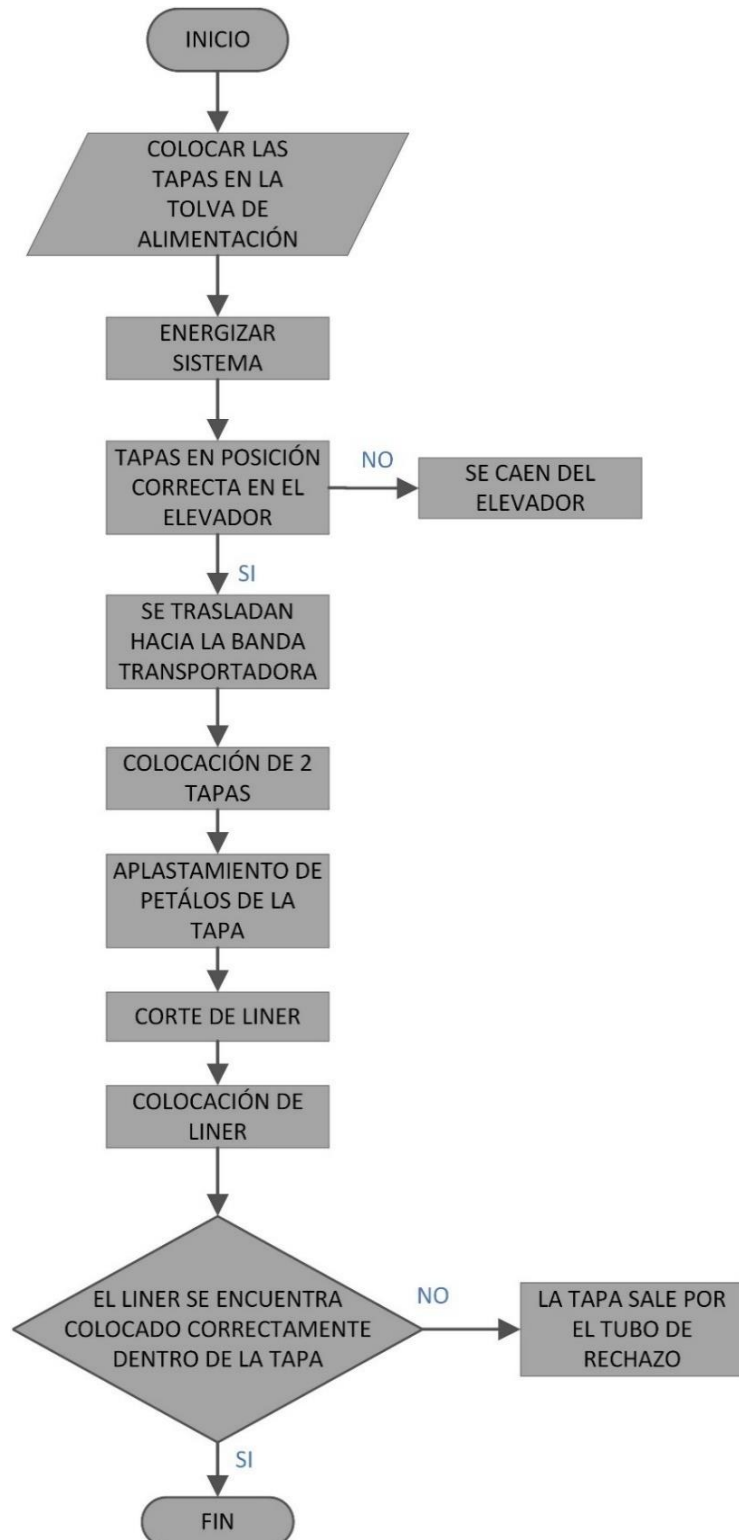


Fig. 20: Diagrama de Flujo del Proceso de Enlaminado

PARÁMETROS TÉCNICOS

Producción de tapas por minuto

En la siguiente tabla (Tabla 3) se muestran los parámetros técnicos de la producción de tapas por minuto que tiene la máquina Furi Machine FRTB-SD2-B Automatic Cap Liner.

Tabla 3: Producción de tapas por minuto

PRODUCTIVIDAD (pcs/m)	300 tapas por minuto
FORMATO	Hasta 2 tamaño de tapas
SPEC. TAPA	30 – 110
VOLTAJE (V)	220-230 V / con transformador a 480 V 60 Hz
POTENCIA (Kw)	2.2 Kw
N.W. (Kg) ** Peso Neto	1500 kg
TRANSMISIÓN	MOTOR 1/3 HP
ALIM. NEUMÁTICA	7.0 kg/cm ² máx. 0.4 kg/cm ² ideal.
MEDIDAS	2300(lenght) x 1500 (width) x 220 (height)

Especificaciones de liners

Especificaciones y tipos de liner que serán cortados y fabricados por la máquina Furi Machine FRTB-SD2-B Automatic Cap Liner para introducción a las tapas plásticas que fabrica la empresa Bericap México los cuales son Liner industrial PET (Fig. 21), Liner agroquímico HDPE (Fig. 22) y Liner agroquímico PET (Fig. 23).

Tabla 4: Especificaciones de liner industrial PET

MATERIAL	STANDARD	METRIC
PULP	0.035"	0.890mm
WAX	—	—
FOIL	0.001"	0.025mm
PET FILM	0.0005"	0.013mm
HEAT SEAL	0.0015"	0.038mm

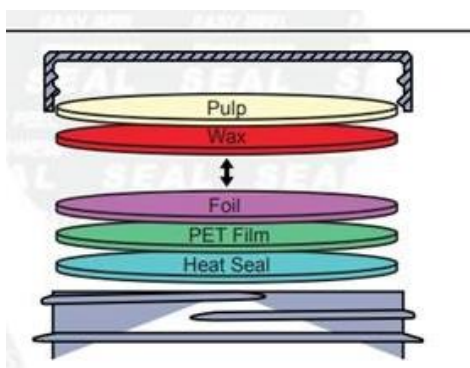


Fig. 21: Liner industrial PET

Tabla 5: Especificaciones de liner agroquímico HDPE

MATERIAL	STANDARD	METRIC
PULP	0.036"	0.90mm
WAX	—	16gsm
FOIL	0.001"	0.025mm
PET FILM	0.0005"	0.012mm
HEAT SEAL	0.0024"	0.060mm

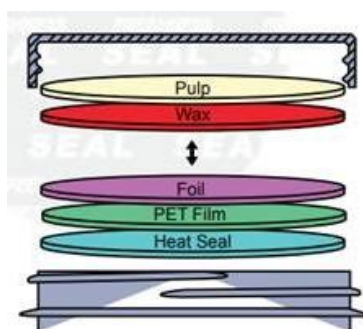


Fig. 22: Liner agroquímico HDPE

Tabla 6: Especificaciones de liner agroquímico PET

MATERIAL	STANDARD	METRIC
BOARD	0.035"	0.890mm
PAPER	—	60gsm
PET FILM	0.00047"	0.012mm

WAX/ADHESIVE	—	16gsm
PAPER	0.0032"	80gsm
FOIL	0.0016"	0.040mm
GOLD TINTED PET FILM	0.0016"	0.040mm
HEAT SEAL	0.0006"	0.015mm

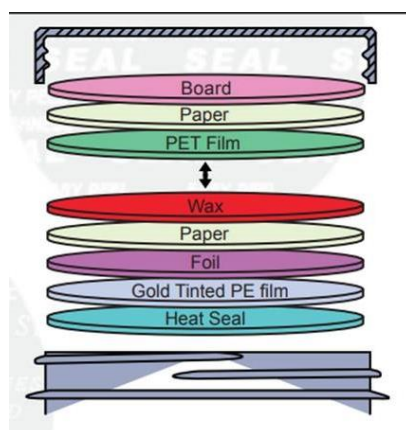


Fig. 23: Liner agroquímico PET

DISEÑO CONCEPTUAL

Al adquirir la máquina, esta no cuenta con las condiciones de seguridad requeridas para la reglamentación local (STPS) y canadiense en algunas de sus partes por lo que puede suponer un riesgo al operador, para ello se realizó un análisis parte por parte y después se hicieron las medidas correspondientes de las áreas a trabajar para cubrir todas las partes expuestas donde pueden llegar a tener riesgos de contaminación y peligro, estos fueron fabricados en el taller de Mantenimiento y se utilizó material acrílico para su elaboración.

Tomando como referencia los Canadian Standards Association Z432-04 (Anexo I) para realizar un buen desempeño y con ello cumplir dichos estándares para la empresa Bericap México.

***NOTA:** La referencia se encuentra en el Anexo I: Safeguarding of Machinery CSA.

La siguiente tabla (Tabla 7) muestra un ejemplo de movimientos fundamentales para personas de 14 años o más, que es un alrededor aproximado de 1.4m de altura. Al alcanzar

bordes redondeados en cualquier posición, la distancia de seguridad de las partes del cuerpo se articula libremente. El radio del movimiento en torno se encuentra en un borde fijo y está determinado por el alcance de determinadas partes del cuerpo.

Alcance en todas las direcciones con limitación de movimiento

Las distancias de seguridad asignadas deben respetarse como mínimo si no se quiere que la parte del cuerpo en cuestión alcance una zona de peligro. Pueden utilizarse distancias de seguridad inferiores a 850mm cuando el obstáculo que limita el movimiento tenga una longitud mínima de 300mm.

Tabla 7: Referencias de distancias de seguridad con limitación de movimiento

Limitaciones del movimiento	Distancia de seguridad a la zona peligrosa, S_r , mm	Figura
Limitación del movimiento únicamente al nivel del hombro y de la axila	≥ 850	
Brazo soportado hasta el codo	≥ 550	
Brazo soportado hasta la muñeca	≥ 230	
Brazo y mano soportados hasta los nudillos	≥ 130	

A: Límite de campo de movimiento de los miembros superiores.

Sr: Radio de la distancia de seguridad.
 a Diámetro de una abertura circular, o lado de una abertura cuadrada, o bien la medida más reducida de una ranura.

Es de especial importancia tomar en cuenta las zonas de riesgo que se pueden alcanzar y tocar cuando las partes del cuerpo, ya sean manos o brazos completos, sean introducidos a través de las ranuras expuestas.

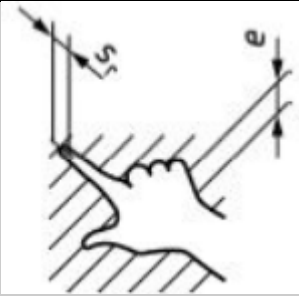
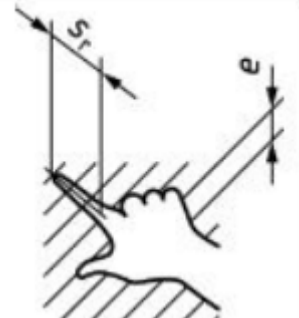
Cuando se apliquen distancias de seguridad, la parte de cuerpo en cuestión estará en contacto fijo con el borde protegido, evitando alguna lesión o accidente.

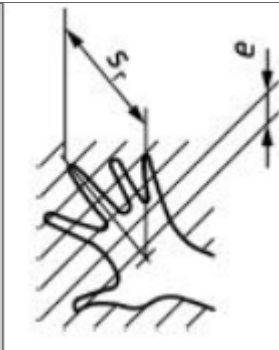
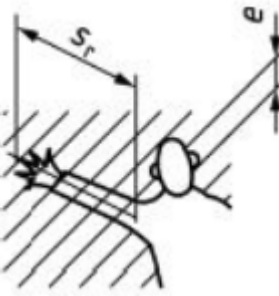
***NOTA: Referencia del Anexo I: Safeguarding of Machinery CSA, pag. 132, Table C.3 Safety distances, Clause C.3.**

Alcance a través de aberturas regulares

Las dimensiones e , de las aberturas corresponden al lado de una abertura cuadrada, al diámetro de una abertura circular y a la menor medida de una abertura en forma de ranura. Para aberturas superiores a 120 mm, se deben utilizar las distancias de seguridad de acuerdo con el apartado anterior. En la Tabla 8 se muestran las distancias mínimas en aberturas irregulares y la parte del cuerpo que deben considerarse.

Tabla 8: Referencia de distancias de seguridad de aberturas regulares

Parte del cuerpo	Figura	Abertura	Ranura	Cuadrado	Círculo
Punta del dedo		$e \leq 4$	≥ 2	≥ 2	≥ 2
		$4 \leq e \leq 6$	≥ 10	≥ 5	≥ 5
Dedo hasta los nudillos		$6 \leq e \leq 8$	≥ 20 ≥ 80	≥ 15 ≥ 25	≥ 5 ≥ 20
		$8 \leq e \leq 10$			

Mano		$10 \leq e \leq 12$	≥ 100 ≥ 120 ≥ 850	≥ 80 ≥ 120 ≥ 120	≥ 80 ≥ 120 ≥ 120
		$12 \leq e \leq 20$			
		$20 \leq e \leq 30$			
Brazo hasta la articulación del hombro		$30 \leq e \leq 40$	≥ 850 ≥ 850	≥ 200 ≥ 850	≥ 120 ≥ 850
		$40 \leq e \leq 120$			
Nota: Las líneas en trazo grueso indican la parte del cuerpo restringida por el tamaño de la abertura. a: Si la longitud de la abertura en forma de ranura es de ≤ 65 mm, el pulgar actúa como tope y la distancia de seguridad se puede reducir a 200 mm.					

Aberturas irregulares

En el caso de aberturas irregulares (Fig. 24), se deben llevar a cabo los pasos siguientes:

- Diámetro de la abertura circular más pequeña.
- Lado de la abertura cuadrada más pequeña.
- La anchura de la ranura más estrecha.

Guías de Protección

- Todas las protecciones deben estar atornilladas y ser desmontables sólo con el uso de una herramienta.
- Todas las protecciones serán resistentes y de construcción permanente.

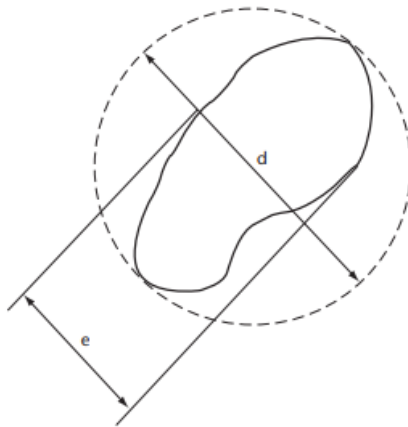
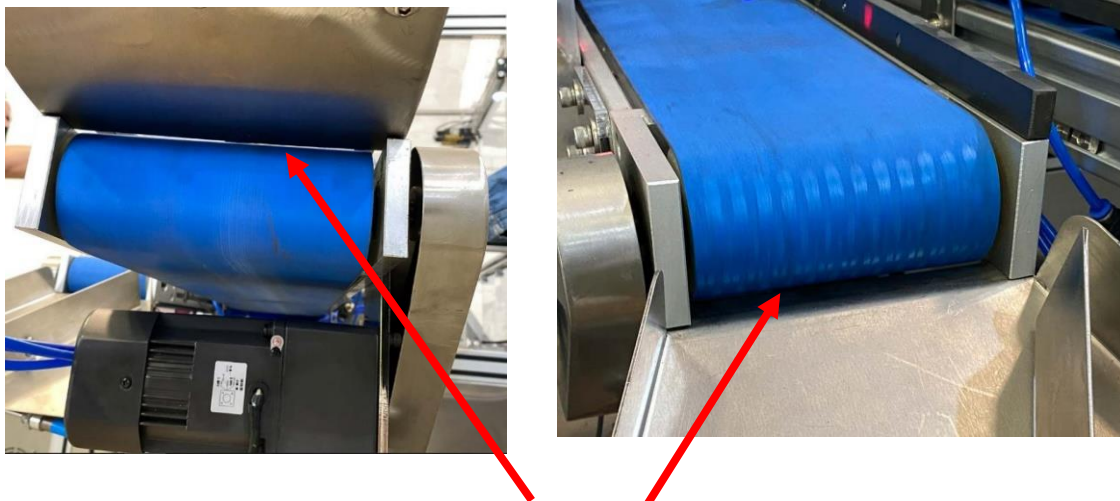


Fig. 24: Abertura de forma irregular

***NOTA: Referencia del Anexo I: Safeguarding of Machinery CSA, pag. 134, Table C.4 Safety distances, s_r , through regular openings of size e . Clause C.4. and C.5.**

Cinta transportadora de Entrada y Salida | Rodillos

La cinta transportadora de entrada y salida de liners (Fig. 25) presenta puntos de pellizco ya que se encuentra expuesta, esto además provoca que los liners y las tapas salgan disparados y no se desplacen por la aleta metálica para que se coloquen en las cajas de recepción.



Puntos de pellizco, se recomienda poner guarda de protección.

Fig. 25: Cinta Transportadora de Entrada y Salida - Rodillos

Se realizó la medición correspondiente para poder instalar una guarda de protección fabricada con acrílico (Fig. 26) y se colocó entre la aleta metálica y el final de la banda transportadora.

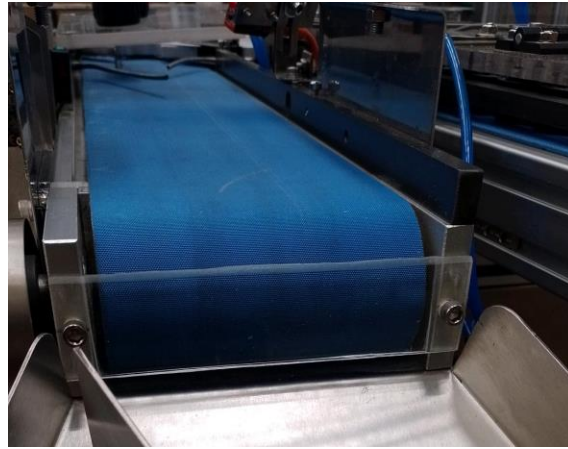


Fig. 26: Cinta Transportadora con Guarda de Protección

Cinta transportadora de Entrada y Salida | Cadenas Expuestas



Cadenas expuestas en cinta transportadora de Entrada y Salida (Fig. 27), se recomienda poner guarda de protección.

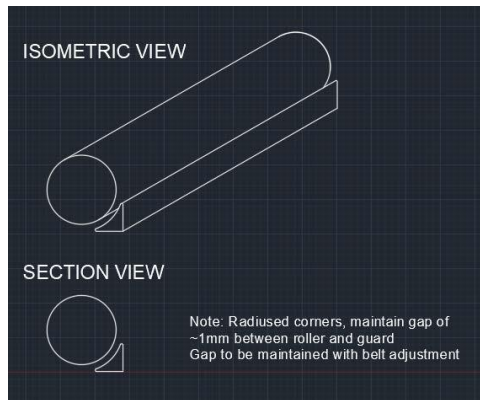
Fig. 27: Cinta Transportadora de Entrada y Salida - Cadenas Expuestas



Se incorporo una guarda metálica para proteger las cadenas expuestas (Fig. 28) por debajo de la cinta

Fig. 28: Guarda de Protección Metálica en Cadenas Expuestas

Sugerencia de protección de rodillos para reducir la separación a ~1mm



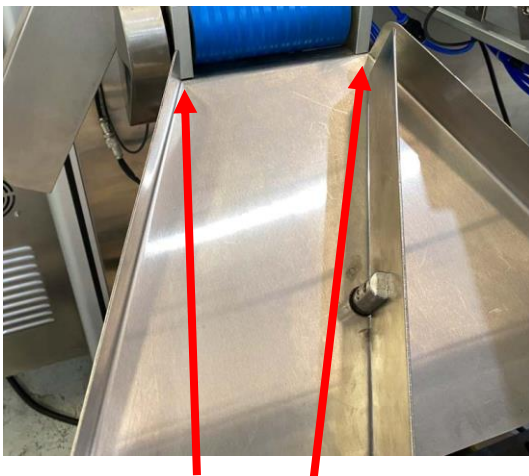
- La protección de las puntas del rodillo no debe tener bordes afilados (redondeados).
- Debe mantenerse un espacio de ~1mm entre la protección de la zona de contacto del rodillo y el rodillo.
- La protección de la zona de contacto del rodillo debe seguir al rodillo para mantener la separación cuando la correa sea ajustable. Se muestra la sugerencia de Protección de rodillos en la Fig 29.

Fig. 29: Sugerencia de Protección de Rodillos - Vista Isométrica

Transportador de salida de tapa selectora de liner | Aleta Metálica

Debido a que la aleta metálica cambia de rotación en periodos de tiempo para que las tapas caigan en dos cajas distintas, esta al cambiar de dirección y al ser metálica puede llegar a provocar pellizcos en la zona de los dedos cuando se encuentre en movimiento.

La recomendación y propuesta es colocar una protección de material flexible o hule en las dos zonas de pellizco de la aleta metálica (Fig. 30) para que al momento de ser redireccionada la aleta no se tenga un riesgo en esa zona. Se realizó solo la identificación de la problemática y queda en espera de continuar con la propuesta de mejora.



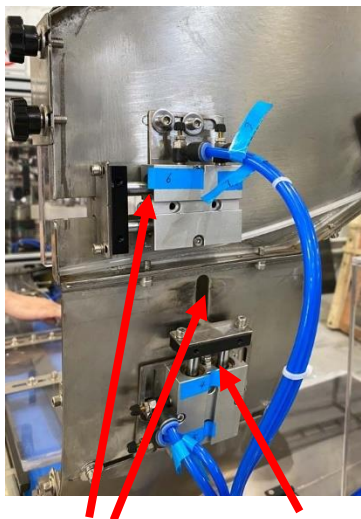
**Puntos de pellizco – Sustituir la aleta metálica
(Recomendable con material flexible)**



Fig. 30: Transportador de Salida de Tapa Selectora de Liner

Ciclo de cilindros en cascada

Los ciclos de cilindro de cascada (Fig.31) crean continuamente puntos de pellizco al no contar con guardas de seguridad, al igual que pueden sufrir algún golpe al momento de realizar algún ajuste o movimiento lo que provocaría que pueden dañarse y será necesario el cambio y gastos de refacción. En la Fig. 32 se colocaron las protecciones correspondientes.



Los componentes se encuentran en movimiento y las ranuras deben cubrirse.

Fig. 31: Ciclo de Cilindros en Cascada

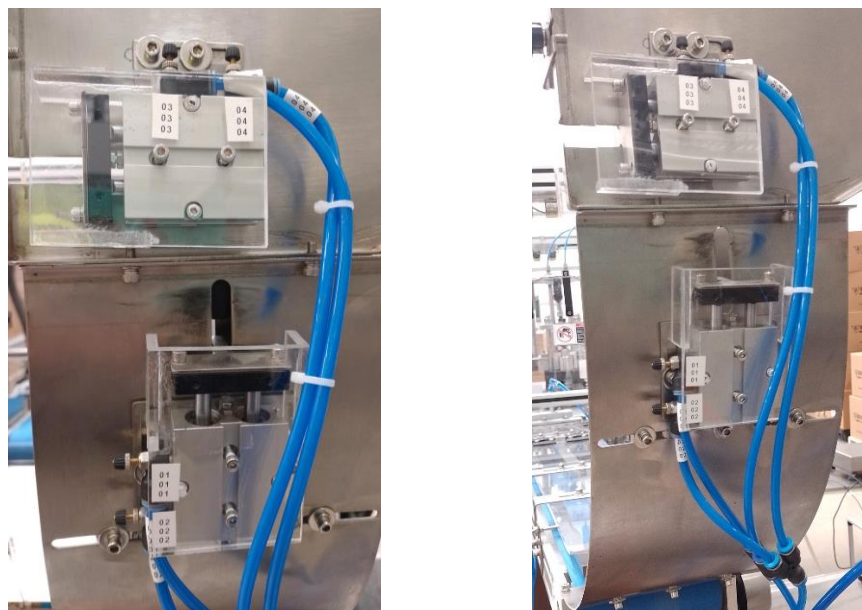
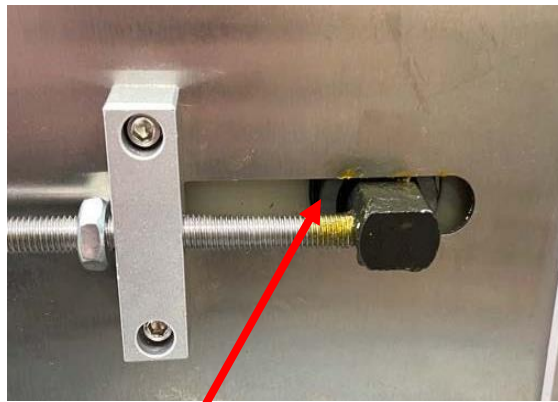


Fig. 32: Ciclo de Cilindros en Cascada cubiertos

Los componentes fueron cubiertos con guardas de acrílico de policarbonato (Fig. 32) con el propósito de evitar algún golpe en los componentes y también algún accidente en los dedos y las manos.

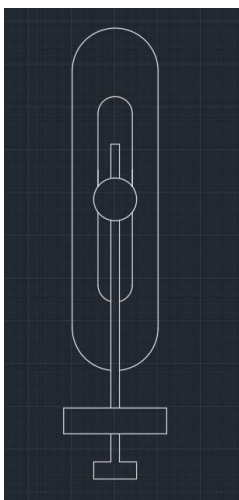
Cinta expuesta y rodillo en movimiento



Los rodillos en movimiento (Fig. 33) ranuras deben estar cubiertas, pero permitiendo el ajuste.

Fig. 33: Rodillos en Movimiento

Sugerencia de protección de ranuras | Reducir la separación a ~1mm



- En la Fig. 34 se realiza la referencia a la sugerencia de protección ante estas ranuras La protección de la ranura debe cubrir a lo largo del rango normal del ajuste.
- La protección debe quedar al ras con la superficie sin dejar un espacio superior a 1mm.

Fig. 34: Sugerencia de Protección de Ranuras

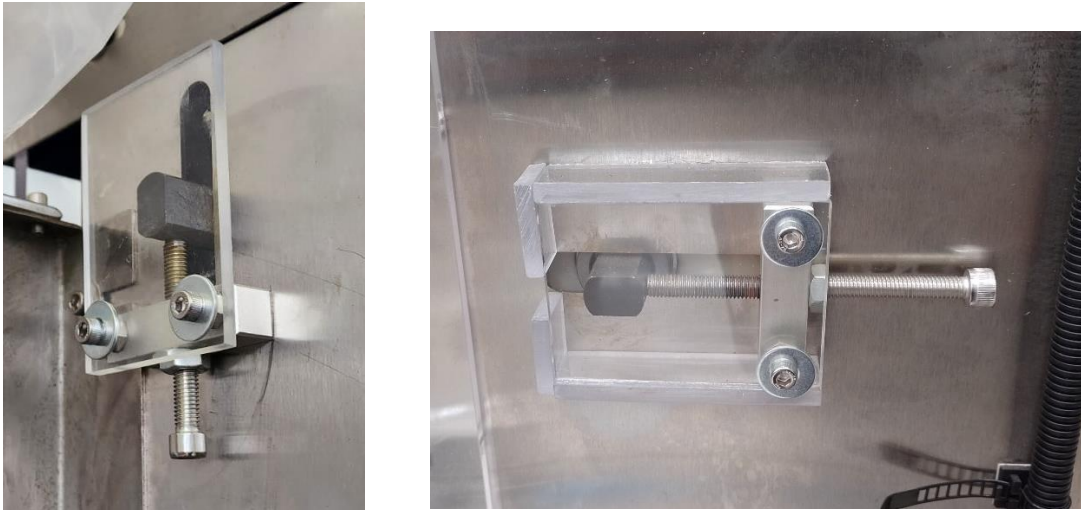


Fig. 35: Rodillos en movimiento y Ranuras cubiertas

Se realizaron las mediciones y los cortes al acrílico. Se colocan las protecciones con tornillos y tuercas para que queden fijas a las ranuras y los rodillos en movimiento (Fig. 35).

Parte inferior del elevador | Cinta transportadora expuesta en movimiento

- La parte inferior del elevador (Fig. 36) cuenta con una cinta transportadora expuesta cuando está en movimiento.
- El fondo (por debajo) debe cubrirse e inspeccionarse con regularidad.
- Para detectar cualquier acumulación de tapas, se sugiere instalar una malla metálica o de alambre con abertura no superior a los 6mm.



Fig. 36: Parte Inferior del Elevador

Guillotina de la salida del elevador | Punto de pellizco

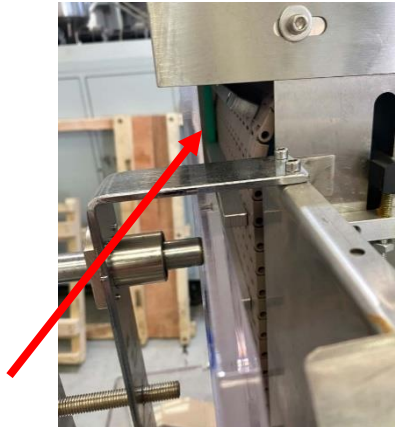


Fig. 37: Guillotina de Salida del Elevador

El borde de la banda transportadora se encuentra la guillotina (Fig. 37) en donde el borde este afilado y representa un riesgo o punto de pellizco.

Engranajes de la parte inferior de la máquina y cubiertas verticales

Los engranes que se encuentra por la parte inferior de la máquina (Fig. 38) se encuentran expuestos, al igual que las tapas verticales no están atornilladas en el lugar correcto.

- Todas las cubiertas deben estar atornilladas y es necesario utilizar una herramienta para retirarlas.
- Todo el tren de engranajes inferior es accesible por debajo de la máquina, se sugiere incorporar una malla metálica de protección para cubrir la parte baja expuesta.
- La malla metálica no debe de ser mayor de 6mm.



Fig. 38: Acceso a Tren de Engranajes por la Parte Inferior

Se colocó la malla metálica de protección por debajo de la máquina para cubrir la parte expuesta del tren de engranajes. En la Fig. 39 se aprecia la malla metálica incorporada.

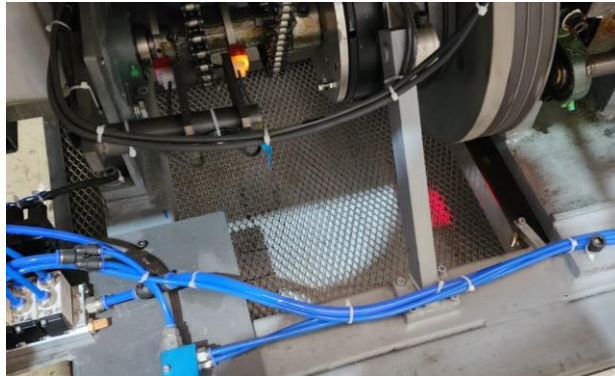


Fig. 39: Malla metálica de Protección por la Parte Inferior de Acceso al Tren de Engranajes

Manivelas en movimiento | Acceso a tren de engranajes

La manivela se encuentra en movimiento (Fig. 40) cuando la máquina está operando y es desmontable dando acceso inmediato al tren de engranajes. Esto puede provocar algún riesgo o accidente cuando la máquina está trabajando, ya que al no contar con una guarda de seguridad puede ocasionar un pellizco o aplastamiento.

- Se recomienda diseñar y fabricar una malla metálica en la puerta de acceso al tren de engranajes.
- Poner una guarda de acrílico en el acceso de la manivela desmontable.



La manivela es desmontable y deja un acceso libre.



La manivela oscila verticalmente creando un punto de pellizco.

Fig. 40: Manivelas en Movimiento

Para la manivela desmontable se recomienda retirarla una vez que la máquina comienza a trabajar, debe instalarse una tapa o guarda de protección.

La cubierta debe de estar colocada en posición (Fig. 41) para que el motor principal funcione ya que se propuso con anterioridad la integración de un sensor de seguridad por la parte de atrás de la manivela cuando se encuentra abierta la entrada de la manivela y el acceso de engranajes para evitar el arranque de la máquina.



Posición correcta de los tornillos para cubierta de manivela.

Fig. 41: Posición de Tornillos para Manivela Desmontable

La cubierta debe de estar de manera que queden del lado derecho los tornillos como se muestra en la imagen (Fig. 42)



Fig. 42: Cubierta de Manivela Desmontable

Sensor de Seguridad en acceso de manivela y entrada de engranajes

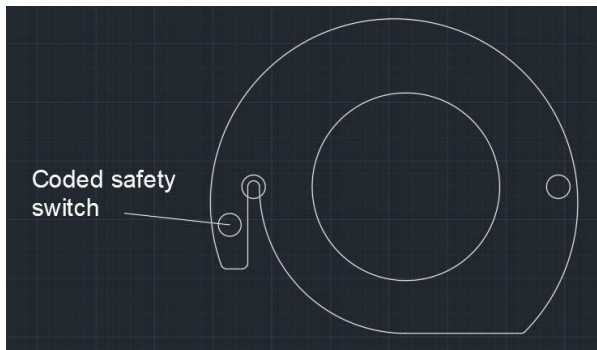


Fig. 43: Sugerencia de Sensor de Seguridad

los engranajes.

- Gira manualmente sobre la abertura una vez que es retirada la manivela.

- Incorporar un sensor de seguridad como sugerencia (Fig. 43) para impedir que el motor principal arranque cuando se encuentra expuesto o abierto el acceso de

***NOTA:** Las actualizaciones e integración de sensor de seguridad en el área de engranajes quedó a cargo de la empresa contratista para actualizaciones de servicios eléctrico/electrónicos.

Acceso a engranajes a un costado de las manivelas.

Al retirar la puerta metálica en la parte derecha donde se encuentran las manivelas, esta tiene una abertura de libre acceso (Fig. 44) por lo que se hizo la sugerencia de incorporar una malla metálica al igual que la que se incorporó en la parte inferior de la máquina.



Parte expuesta por detrás de la puerta de acceso de engranajes.

Fig. 44: Puerta de Acceso a Tren de Engranajes

Se realizó una malla de protección metálica por la parte de atrás de las puertas de acceso al tren de engranajes.



Fig. 45: Incorporación de Mallas Metálicas de Protección

Primero se incorporan las mallas metálicas de protección (Fig. 45) y se ajustan con tornillos en las esquinas, después se colocan las tapas metálicas como se muestra en la Fig. 46 y así queda protegida la máquina en el acceso del tren de engranajes y demás componentes que hacen el funcionamiento de la máquina, al igual que se colocan etiquetas de precaución.



Fig. 46: Puerta de Acceso al Tren de Engranajes

Rodillos de ingreso del liner

Es necesario proteger los rodillos (Fig. 47) ya que si llega a ocurrir una interrupción ya sea de la alimentación o que se abran las puertas de acceso de la máquina estos pueden provocar un daño al servo accionamiento cada vez que se abren y pueden dañarlo.

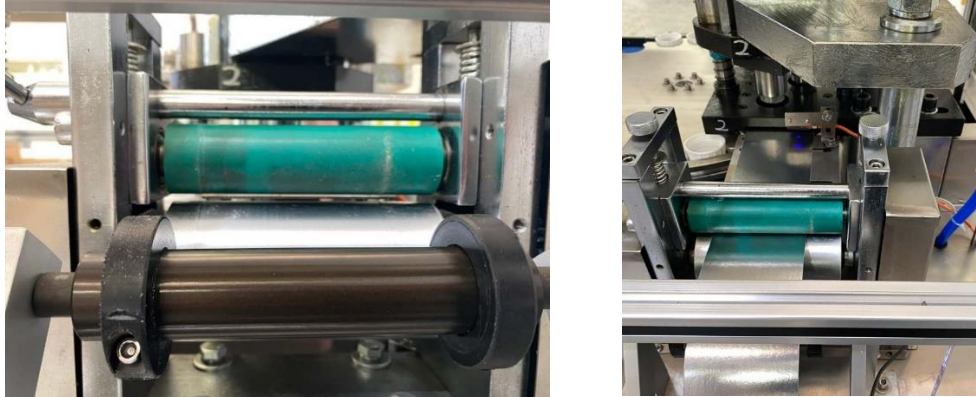
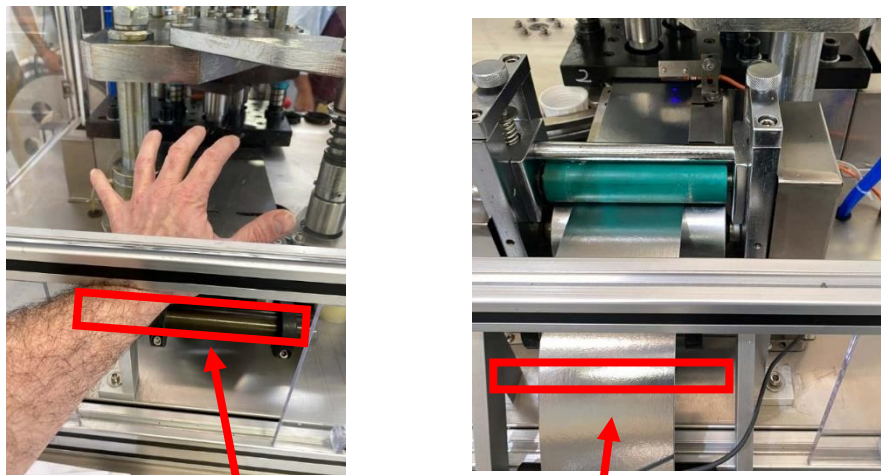


Fig. 47: Rodillos de Ingreso de Liner

Acceso de entrada y salida de liners

Reducir las aberturas de la entrada y salida a una ranura de 6mm para impedir el acceso al personal dentro de la maquinaria cuando se está trabajando. En la Fig. 48 y Fig. 49 se hace una referencia al corte que debe incluirse para la entrada de liner.



Se debe realizar un pequeño corte rectangular para la entrada de liner.

Fig. 48: Referencia de Corte para Aberturas de Entrada y Salida de Liner



Fig. 49: Entrada y Salida de Liner con Abertura para Entrada de Liner

Acceso en la cinta transportadora de las tapas

La máquina cuenta con un acceso donde es posible ingresar la mano (Fig. 50) completamente dentro de los troqueles de liner, esto puede provocar un riesgo de atrapamiento del operador.

- Adaptar unacrílico que impida el acceso de las partes del cuerpo del personal dentro de la maquinaria para evitar posibles accidentes.

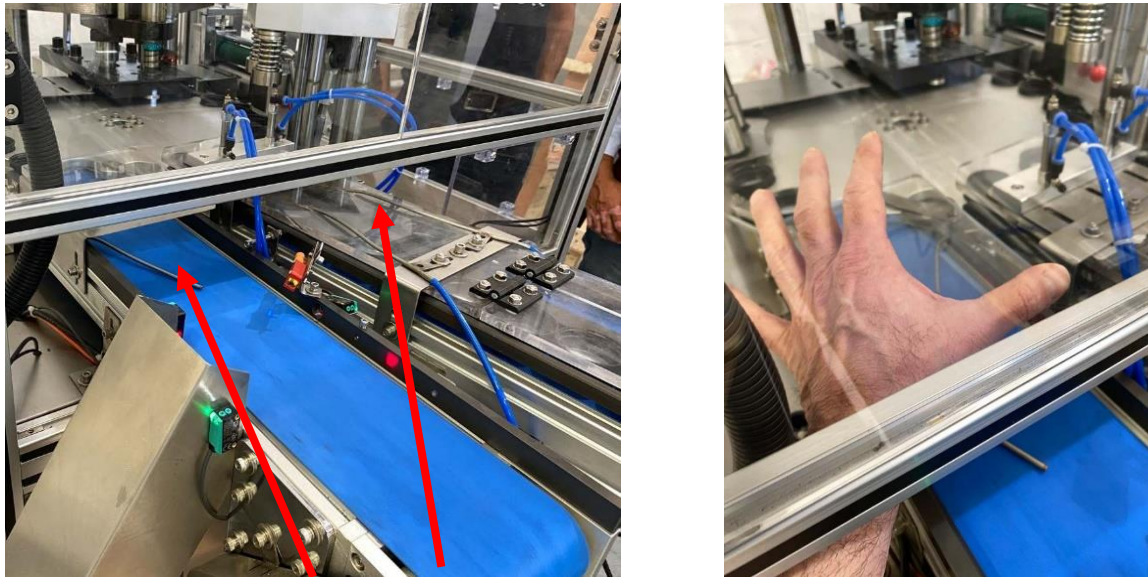


Fig. 50: Aberturas Expuestas en Cinta Transportadora de Tapas

Se realizó la fabricación de una nueva cubierta deacrílico de protección para impedir el acceso a manos y brazos del operador.

Este proceso se adapta incorporando pequeñas barreras de manera vertical entre el perfil Bosch y el túnel deacrílico para mantenerlo fijo (Fig. 51), se ajusta con tornillos y tuercas para que no se mueva de lugar por el movimiento y peso de la máquina en operación.



Fig. 51: Guardas de Protección Instaladas en Túnel de Entrada y Salida de Tapas

Túnel de acrílico de salida de la banda transportadora

Se debe de incorporar un acrílico en los túneles de entrada y salida sobre lo largo de las dos bandas transportadoras por dentro de la maquinaria (Fig. 52) para que al momento de ir pasando las tapas estas no salgan disparadas y se genere una pérdida de material, así como también contaminación y el acceso de las manos y brazos del personal que se encuentre operando.

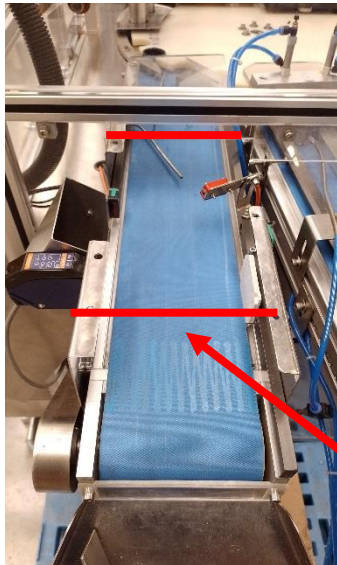


Fig. 52: Túneles de Entrada y Salida de Tapas de Banda Transportadora

Extensión de ambos túneles para bandas transportadoras.

Instalación de los túneles de acrílico para la entrada y salida de tapas en las bandas transportadoras (Fig. 53).

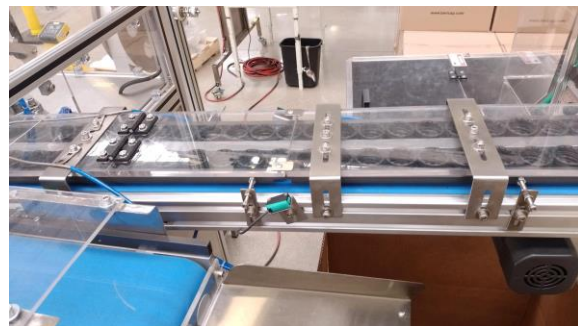
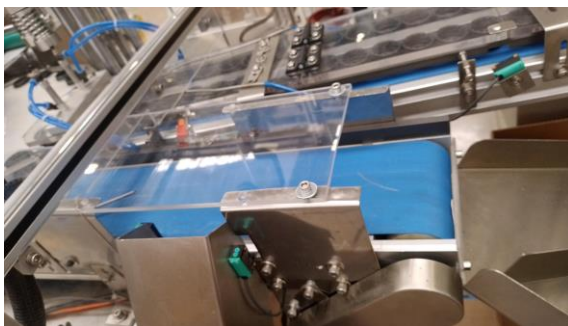


Fig. 53: Instalación de Guardas de Acrílico en Túneles de Entrada y Salida de Tapas en Banda Transportadora

- Tras la finalización del túnel de acrílico, se procede a rellenar la abertura con otras protecciones que queden por encima, debajo y junto a los costados de la banda transportadora.

Problema de selección y rechazo de tapas con liners

Uno de los sensores fotoeléctricos instalado entre la salida de la banda de salida para selección y descarte de las tapas con liners es que un sensor no está bien ajustado por lo que provoca que las tapas sean o rechazadas o aceptadas (Fig. 54), aunque no cuenten con la inserción del liner correctamente. Se busco un modelo diferente para que pueda cumplir con la función correctamente y al igual acoplarlo a que se realice el cambio de cajas.



Fig. 54: Tapas con mal colocación de Liner

Se realizo el cambio por un sensor fotoeléctrico PTX Serie M7AT (Fig. 55). Este ayuda a detectar la salida de la tapa con liner, este sensor incluye un timer incorporado por lo que también realiza la función automática de hacer el cambio de aleta en el transportador de salida de tapas.



Fig. 55: Sensor Fotoeléctrico PTX Serie M7AT

LISTA DE MATERIALES

Tabla 9: Lista de materiales para Ensamblado y Conexión de Máquina

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	COSTO
3	Máquina Enlainadora de Tapas Plásticas		US\$58,000
3	Herramental Intercambiable		US\$5,500 aprox.
1	Alimentador con Elevador y Cinta transportadora		US\$4,500 aprox.

1	Tolva de alimentación de tapas		US\$3,200 aprox
	Sensores fotoeléctricos de reflexión		US\$1,500
1	Sensor Fotoeléctrico PTX Serie M7AT		\$1, 800
10M	Mangueras Neumáticas PUN 6mm		\$400

	Conexión racor 6m (varios)		\$300
1	Dispositivo de cambio de salida		US\$1,500
1	Unidad de Mantenimiento		\$2,000

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

PROPUESTA DE CUBIERTAS PARA CARRETES DE ROLLOS DE LINER

Al darle arranque a la máquina enlainadora, se propuso realizar una cubierta a los carretes de rollos de liner (Fig. 56 y Fig. 57), ya que el herramental y los pisadores al realizar el corte e inserción de los liners en las tapas van jalando constantemente el rollo por lo que al encontrarse en movimiento y estar expuestos los operarios que se encuentren trabajando pueden tener algún accidente encima de los carretes, así que se realizó un diseño en SolidWorks para tomarlo como referencia de la elaboración de la cubierta y qué medidas se podrían utilizar para cubrir estos carretes pero también dar acceso a la entrada y salida de operarios que realizan el cambio de rollos de liner manualmente.

***NOTA:** Para el proceso de cambio de liner y arranque de máquina véase el Anexo IV- Lección de un punto (LUP).

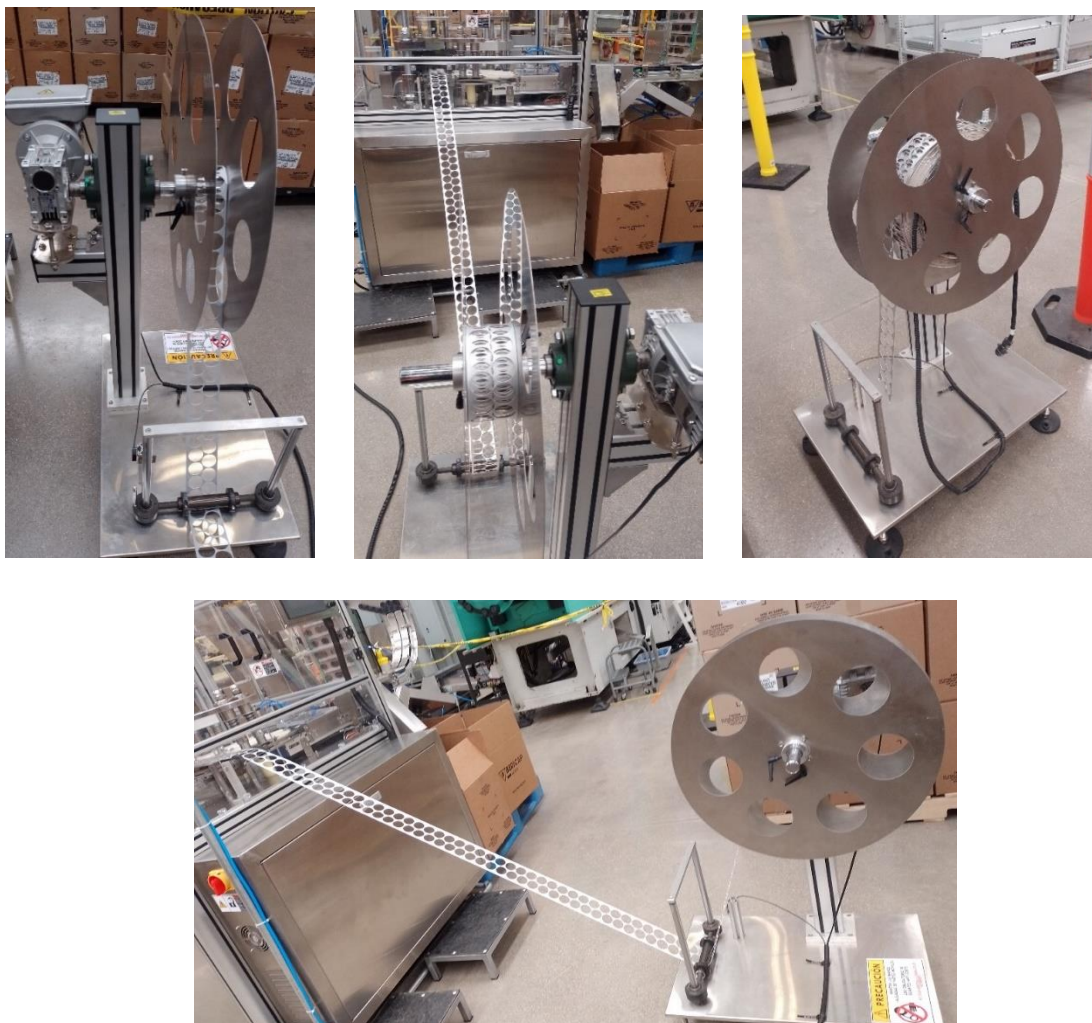


Fig. 56: Carrete de Salida de Liner



Fig. 57: Carrete de Entrada de Liner

DISEÑO EN SOLIDWORKS

CUBIERTA PARA CARRETES DE ROLLOS DE LINER

Para realizar el diseño de las cubiertas que serán colocadas en los carretes de rollos de liner, se diseñó la estructura base con perfil de aluminio Bosch 50x50, simulando así las uniones y el espacio para el acrílico que será colocado en las cubiertas. (En la Fig. 59 se aprecia una referencia a la vista detallada del perfil de aluminio Bosch 50x50 en SolidWorks).

Vista Frontal

En la vista frontal (Fig. 58), se apreciará el espacio y los cortes realizados para la salida del liner una vez colocado la cubierta sobre el carrete.

Vista Lateral Izquierda

En la vista lateral derecha (Fig. 60), se encontrará la división donde será colocada las puertas de acceso hacia los cambios de rollos de liner del carrete correspondiente.

Vista Lateral Derecha

En la vista lateral derecha no se realizará ninguna unión de perfil de aluminio, ya que solo será colocado el panel de acrílico con una pequeña abertura para realizar operación.

Vista Isométrica

La vista isométrica (Fig. 61) muestra el diseño propuesto para después comenzar con el corte y ensamblado.

***Nota: Las medidas exactas de la cubierta se encuentran en el ANEXO V.**

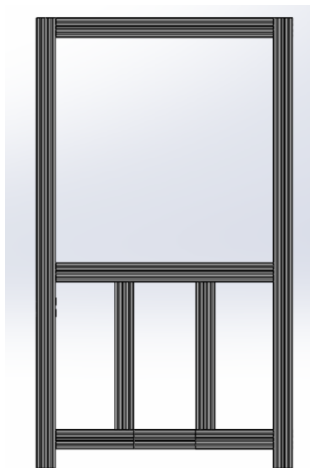


Fig. 60: Vista Frontal

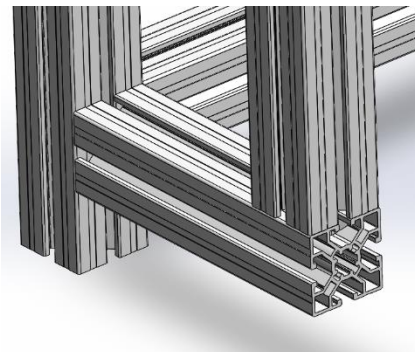


Fig. 61: Vista Detallada de Perfil de Aluminio Bosch 50x50

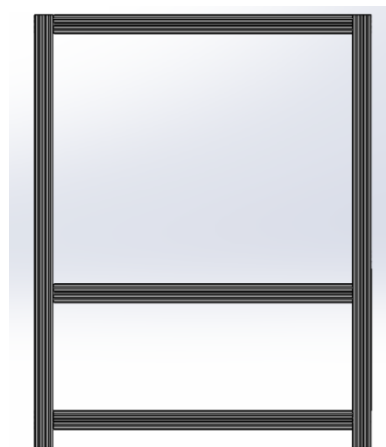


Fig. 59: Vista Lateral Izquierda

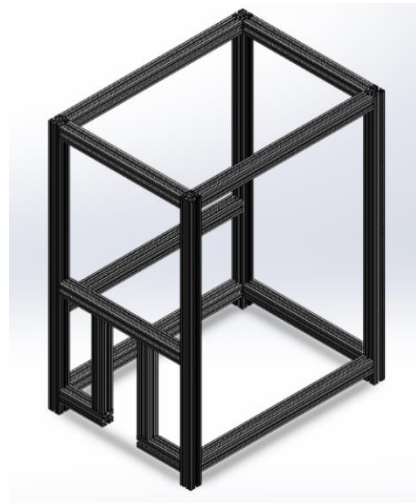


Fig. 58: Vista Isométrica

LISTA DE MATERIALES

Tabla 10: Lista de materiales para cubierta de carretes de rollos de liners.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	COSTO
10m	Perfil de aluminio Bosch 30x30		\$3,000 mxn
12	Bisagras para perfil Bosch 50mmx50mm		\$850
10	Panel de acrílico grosor 2.2mm		\$1,440 mxn
2	Pestillo de puerta de acero inoxidable		\$310 mxn

8	Patas niveladoras para perfil Bosch		\$598
4	Manija para puerta y equipos industriales		\$476

ARMADO FÍSICO

CUBIERTA PARA CARRETES DE ROLLOS DE LINER



Fig. 62: Corte de Acrílico y Bosch

- Para la estructura del carrete se utilizó perfil de aluminio Bosch. Se realizaron las medidas y después los cortes de cada parte con una segueta. (Fig.62)
- Después de realizar las medidas a cada lamina de acrílico, se procede a cortar y lijar para que las superficies no queden rasposas y puedan incorporarse al perfil Bosch.



Fig. 63: Instalación de Tornillos

- Una vez cortadas las partes, se unieron y atornillaron dándole forma primeramente a una cubierta superior.
- Se utilizaron tornillo cabeza de gota allen para ensamblar todas las partes precortadas del perfil de aluminio y las bisagras. (Fig. 63)

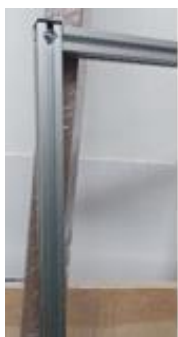


Fig. 64: Corte de Perfil Bosch

- Se realizaron los cortes a la medida al perfil Bosch (Fig. 64) y se hizo la colocación de los paneles de acrílico de 2.2mm de espesor sujetándose en las partes internas del perfil de aluminio y fijándolos con los tornillos.



Fig. 65: Incorporación de Bisagras

- Se realizó un corte a un panel de acrílico para incorporar la puerta de acceso tomando la medida del plato giratorio del carrete y una pequeña abertura con un pestillo de acero inoxidable y bisagras (Fig. 65) en donde se gira una pequeña manivela que va aflojando las cubiertas metálicas del carrete.



Fig. 66: Separación de Entrada y Salida

- Después se anexaron las separaciones de la entrada y salida de liner (Fig. 66) por la parte inferior donde sube y baja el rollo.

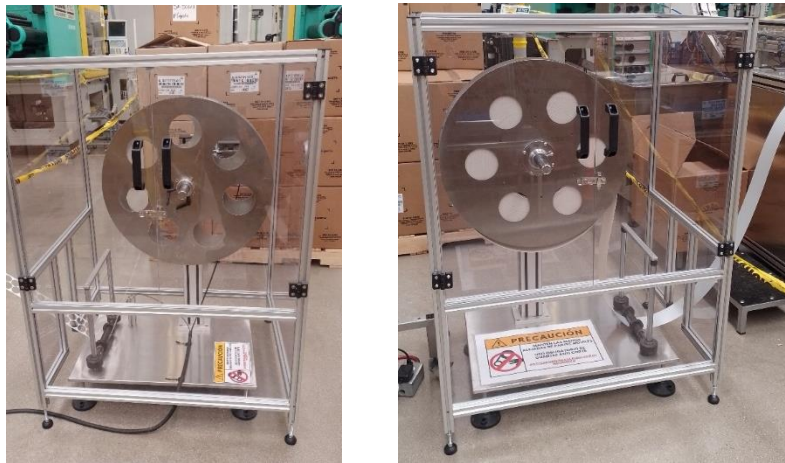


Fig. 67: Cubiertas Terminadas

- Se colocaron las cubiertas terminadas (Fig. 67) por arriba de los carretes y después se realizó la incorporación de la entrada y salida del rollo de liner por debajo.

TRABAJOS A FUTURO

PROPUESTA DE SERVICIOS

Otra de las propuestas fue realizar un manual básico de operación de la máquina, así como una guía para cambio de herramientas los cuales cada herramental está diseñado para contemplar un corte y una medida específica de liner a cortar e insertar en las tapas fabricadas por la empresa Bericap.

Gracias a esto se puede observar de forma básica para cualquier operario la forma en cómo se puede retirar el herramental siguiendo los pasos y medidas de seguridad, desde la delimitación del área a trabajar, las herramientas que se requieren para realizar el trabajo y el reconocimiento de las piezas mecánicas para que la empresa y todo el personal tenga acceso y conocimiento de cómo se debe realizar dicha actividad.

***NOTA: Se puede observar el manual de usuario de operación y la guía de usuario – cambio de herramientas en el Anexo II y Anexo III.**

PROPUESTA DE TOLVA DE ALIMENTACIÓN

Otra de las propuestas que me gustaría implementar en la tolva de alimentación es diseñar y fabricar una tolva de alimentación más grande e incorporarla al alimentador con elevador y banda transportadora de tapas ya que al estar monitoreando el funcionamiento el llenado de tapas a la tolva incorporada se termina entre unos 5 a 10 minutos por lo cual, al no contar con más tapas que sigan subiendo por la banda transportadora, la máquina se para y vuelve a funcionar hasta que la tolva sea llenada nuevamente.

También podría elegirse colocar la manguera de grado alimenticio de la máquina que este fabricando las piezas que se van a enlaminar hacia la caída de la tolva de alimentación para que esta esté en constante funcionamiento sin que ocurra un paro constantemente.

ACTIVIDADES DIVERSAS

La empresa Bericap México es una empresa dedicada a la fabricación de tapas plásticas por medio de inyección de plástico, cuenta con diferentes máquinas, así como distintos procesos y parámetros para fabricar en particular cada tapa la cual es distribuida a sus clientes ofreciendo calidad y un buen trato y servicio.

El departamento de mantenimiento tiene la función de mantener en constante funcionamiento las máquinas a través de mantenimientos preventivos, predictivos, correctivos y programados, también mantener buenas prácticas de manufactura la cual son los procedimientos y controles de actividades a fin de disminuir riesgos tanto físicos, químicos o biológicos.

Al estar dentro del departamento de mantenimiento se presentan distintas actividades a lo largo de la estadía como practicante, las cuales son las siguientes:

Procedimiento por Corte de Energía Eléctrica

Una de las actividades que solicitó la empresa Bericap fue la realización de Lección de un Punto (LUP) para dar conocimiento al procedimiento por corte de energía general, la cual consiste en restablecer la energía eléctrica dando conocimiento a que pasos realizar empezando por el restablecimiento de los tableros CCM (Fig. 68), área de compresores y área de chillers.



Fig. 68: Tableros CCM

Arreglo y etiquetado de tableros eléctricos

Otro de los trabajos realizados, con el apoyo de los técnicos expertos, fue el arreglo y acomodo del tablero eléctrico (Fig. 69), ya que con ellos se realizó una cotización para hacer la actualización de los diagramas eléctricos de las maquinarias, así como la actualización y mantenimiento de los componentes.

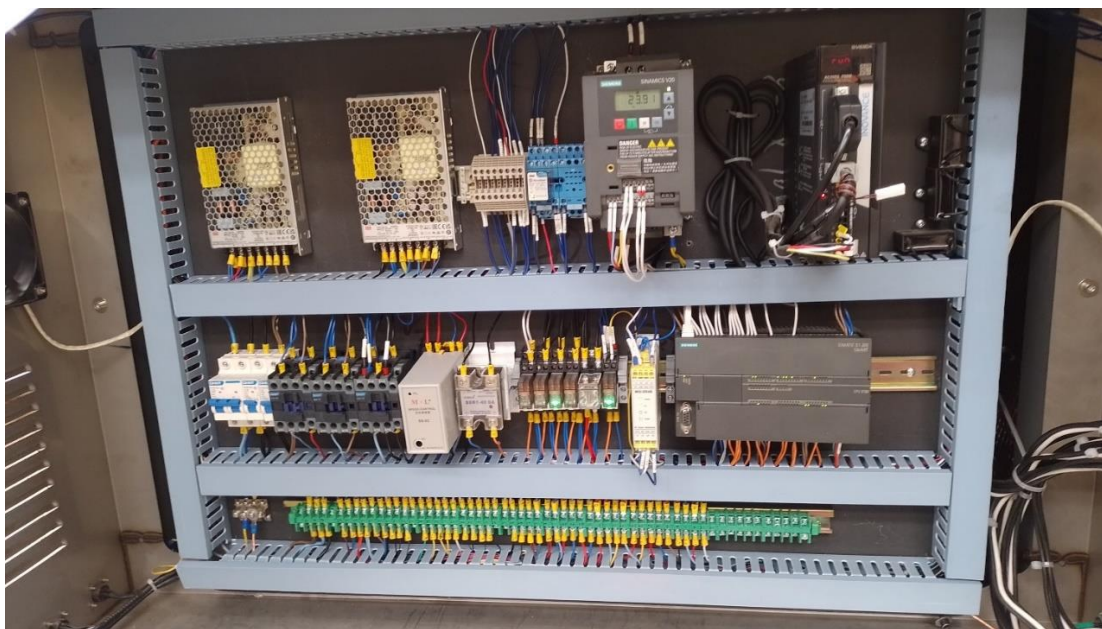


Fig. 69: Tablero Eléctrico

Aplicación de las 5's

En el taller de Mantenimiento se realiza la actividad de las 5's que consiste en la organización, limpieza y acomodo del área de trabajo del departamento.

La metodología de las 5's consiste en clasificar (seiri), organizar (seiton), limpieza (seiso), estandarizar (seiketsu) y seguir mejorando (shitsuke).

Esta actividad estuvo siendo realizada por todo el personal del departamento de mantenimiento, por lo cual al recibir nuevas refacciones o trabajos la actividad sigue siendo retomada constantemente, esto con el fin de mantener nuestra área de trabajo en óptimas condiciones y que para los técnicos y todo el personal tengan un acceso más ordenado y limpio y se facilite a la hora de buscar y entregar las herramientas utilizadas durante nuestra estadía.

CONCLUSIONES, RECOMENDACIÓN Y EXPERIENCIA PROFESIONAL ADQUIRIDA

Para el desarrollo y la realización del proyecto fue de suma importancia primeramente la investigación previa de las máquinas, así como los componentes, el mantenimiento que se debe realizar, los riesgos que pueden presentar si no se cumplen con las normas establecidas tanto de un uso correcto de EPP completo y los estándares esenciales para cada tipo de maquinaria, lugar y situación.

Se tuvo la tarea de realizar una investigación a las normas canadienses oficiales de seguridad de la maquinaria para poder determinar las propuestas de mejoras a la máquina que se presentó para la realización del proyecto.

A pesar de que aún se necesita realizar distintos trabajos involucrando más aspectos eléctricos, electrónicos y mecánicos los resultados son satisfactorios gracias a la implementación de las buenas prácticas de manufactura (BPM) ya que son de gran utilidad para una empresa como en la que me encontré siendo residente puesto que su principal objetivo de calidad es contar con cero accidentes laborales, ya que cuidan la integridad de cada trabajador.

Con base a los resultados obtenidos dentro de la empresa Bericap México, puedo decir que mis recomendaciones son siempre mantener el estándar de seguridad como prioritario ya que trabajar con maquinaria pesada involucra tener mucha precaución y con base a ello pueden generar resultados satisfactorios tanto en su producto como en sus empleados.

La estadía en esta dependencia me deja como enseñanza a seguir aprendiendo, investigando y empleando todos los conocimientos adquiridos necesarios para realizar trabajos de calidad, además de que implementar ideas nuevas para innovar y mejorar pueden llegar a cubrir las necesidades que tiene la empresa para poder ofrecer ya sea un buen producto, crecimiento y desarrollo de personal.

COMPETENCIAS DESARROLLADAS

Durante el desarrollo de mi proyecto, así como mi estadía en la empresa para realizar mi residencia profesional, considero que se adquirieron conocimientos y habilidades en distintas asignaturas que cursé durante mi periodo como estudiante de la carrera en Ingeniería Mecatrónica.

Conocimiento y habilidades de Dibujo Asistido por Computadora: Durante el proyecto se implementaron habilidades en el diseño mecánico utilizando software de diseño asistido por computadora (CAD), gracias a esta competencia se aprendió a crear y diseñar piezas mecánicas y de referencia para la implementación de un armado físico, aunque durante el proyecto no fue de prioridad ha sido de ayuda a lo largo de la carrera ya que fue una de las materias que más me han gustado aprender.

Asignatura: **Dibujo Asistido por Computadora**

Competencia 2: Elementos y geometría del dibujo asistido por computadora.

2.1 Manejo de coordenadas (polares, relativas, absolutas).

2.2 Dibujo de entidades básicas (líneas, círculos, elipses, rectángulos, etc.).

Elementos y geometría del dibujo asistido por computadora	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Conoce y aplica los diferentes tipos de coordenadas para la elaboración de un dibujo en el formato adecuado. Elabora dibujos mediante la utilización de comandos básicos de la herramienta computacional. Genéricas: • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar conocimientos en la práctica. • Capacidad de investigación. • Habilidad para búsqueda de información. • Capacidad de trabajo en equipo. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades en el uso de tecnologías de información y comunicación. • Comunicación oral y escrita.	• Utilizar los formatos adecuados para la elaboración de dibujos. • Conocer y utilizar los diferentes tipos de coordenadas (polares, absolutas y relativas) empleadas en dibujo. • Conocer y aplicar los diferentes comandos básicos (línea, círculo, arco, elipses, rectángulos, etc.) en la elaboración de dibujos. • Investigar y elaborar entidades básicas que se aplican en dibujos sencillos. • Investigar y utilizar los comandos básicos para la elaboración de una pieza, a partir de un bosquejo o pieza real. • Elaborar un dibujo donde ponga en práctica las normas, los formatos, y los comandos básicos de dibujo, mediante la herramienta computacional.

Competencia 3: Edición de dibujos.

3.1 Movimiento y copia de entidades.

3.2 Cambio de escala.

3.3 Rotación de entidades.

3.4 Perfiles y chaflanes.

3.5 Corte y extensión de entidades.

Edición de dibujos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Realiza la edición de dibujos aplicando los diferentes comandos de movimiento, copia, rotación, corte y extensión de entidades. Conoce y realiza dibujos que contengan dentro de su geometría perfiles y chaflanes para realizar su acotación y cambio de escala. Genéricas: • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar conocimientos en la práctica. • Capacidad de investigación. • Habilidad para búsqueda de información.	• Investigar las definiciones de movimiento, copia, rotación, corte y extensión en un dibujo. • Conocer y aplicar los diferentes iconos de edición de entidades en el software. • Aplicar los iconos de movimiento, copiado, rotación, corte y extensión en un dibujo real. • Investigar los diferentes tipos de perfiles y chaflanes utilizados en dibujo mecánico. • Conocer y aplicar los iconos de los diferentes tipos de chaflanes que se pueden aplicar mediante la herramienta computacional de dibujo. • Dibujar los diferentes tipos de perfiles aplicables en dibujo.
• Capacidad de trabajo en equipo. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades en el uso de tecnologías de información y comunicación. • Comunicación oral y escrita.	• Realizar un dibujo de una pieza real donde se apliquen los comandos previamente estudiados.

Competencia 4: Perspectivas, acotaciones y tolerancias.

4.1 Perspectivas Axonométricas:

Isométrica, caballera, dimétrica, trimétrico.

4.2 Principios y normas de acotación.

4.3 Técnicas de dimensionamiento.

4.4 Uso de librerías.

4.5 Ajustes.

4.5.1 Tipos de ajuste y su determinación.

4.5.2 Límites y ajustes métricos

4.5.3 Ajustes y estándares de precisión.

4.5.4 Tolerancias geométricas y dimensionales.

4.5.5 Símbolos de texturas en superficies.

Perspectivas, acotaciones y tolerancias.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Realiza las diferentes perspectivas de un objeto para la creación de un dibujo con sus acotaciones en base a su normalización, utilizando la herramienta computacional.	- Investigar y explicar las diferentes perspectivas aplicables en dibujo. - Conocer los iconos de generación de vistas en la herramienta computacional de dibujo. - Exponer los principios y normas de acotación para dibujos y piezas mecánicas. - Investigar las diferentes técnicas de dimensionamiento en una pieza. - Explicar los diferentes ajustes de una pieza - Reconocer los diferentes iconos de propiedades de ajuste y tolerancia en la herramienta computacional de dibujo. - Elaborar en la herramienta computacional un dibujo a partir de una pieza real en la cual se pueda establecer el tipo de vista, su ajuste, las acotaciones, tolerancias geométricas y la textura del material a ser elaborado.
Genéricas: - Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. - Capacidad de aplicar conocimientos en la práctica. - Capacidad de investigación. - Habilidad para búsqueda de información. - Capacidad de trabajo en equipo. - Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. - Habilidades en el uso de tecnologías de información y comunicación. - Comunicación oral y escrita.	

Competencia 5: Generación de sólidos.

5.1 Herramientas básicas para el dibujo tridimensional.

5.2 Dibujo de sólidos.

5.3 Dibujo de ensambles.

5.4 Dibujo de conjunto.

5.5 Edición de sólidos.

Generación de sólidos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Desarrolla y edita dibujos en tres dimensiones, mediante ensambles o conjunto de figuras.	- Investigar y conocer las herramientas básicas para generar dibujos tridimensionales en software. - Elaborar piezas solidas mediante los comandos de dibujo. - Realizar ensambles de piezas mecánicas en software de dibujo - Modelar un conjunto de piezas mecánicas y editarlo como solido. - Modelar un sólido a partir de una pieza real.
Genéricas: - Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. - Capacidad de aplicar conocimientos en la práctica. - Capacidad de investigación. - Habilidad para búsqueda de información. - Capacidad de trabajo en equipo.	

• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades en el uso de tecnologías de información y comunicación. • Comunicación oral y escrita.	
---	--

Conocimiento en Máquinas Eléctricas: Se adquirieron conocimientos en máquinas eléctricas, en este caso durante la estadía como residente en la empresa, ya que, al ser una empresa de inyección de plástico, esta cuenta con distinta maquinaria y es importante analizar e investigar las partes que integra cada tipo de máquina al igual que realizar una comparación y tomar en cuenta las diferencias que tienen una con respecto a las demás. Se debe de dar un seguimiento constante a cada elemento que lo compone ya que esto resulta de ayuda en mantener el funcionamiento de cada maquinaria de manera correcta, conocer los principios y los análisis de cada tipo de motor y los elementos básicos de operación para realizar y comprender el arranque de cada maquinaria.

Asignatura: **Máquinas Eléctricas.**

Competencia 2: Máquinas de corriente directa.

2.1 Componentes de las máquinas de CD.

2.2 Principio operacional de las máquinas de C.D., como generador y como motor.

2.3 Tipos de generadores (excitación separada, derivación, serie y compuesto) y sus curvas características.

2.4 Tipos de motores (derivación, excitación separada, serie y compuesto) y sus curvas características.

2.5 Ecuaciones de par electromagnético para los motores de CD

2.6 Condiciones de arranque para los diferentes tipos de motores de CD.

2.7 Control de los motores de CD.

2.7.1 Arranque.

2.7.2 Velocidad.

2.7.3 Inversión de giro.

2.7.4 Frenado.

2.8 Aplicaciones de los motores de CD.

Máquinas de corriente continua.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específicas: Conoce el principio de funcionamiento de la máquina de C.C. como generador y como motor para su adecuada selección y aplicación. Realiza el arranque y control de velocidad de los motores de C.C.	• Identificar las partes que conforman una máquina de C.C. y describir el principio de funcionamiento. • Determinar las curvas características en los diferentes tipos de conexión de los generadores de C.C. • Analizar los parámetros utilizados en una
Genéricas: • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Capacidad de comunicación oral y escrita • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.	máquina de C.C. para su operación como generador y como motor. • Determinar las curvas características en los diferentes tipos de conexión de los generadores de C.C.

Competencia 4: Motores de inducción.

- 4.1 Principio y análisis del motor jaula de ardilla.
- 4.2 Principio y análisis del Motor con rotor devanado.
- 4.3 Arranque y control de velocidad de los motores de inducción.
- 4.4 Aplicaciones de los motores de inducción trifásicos.

Motores de corriente alterna	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específicas: Aplica las leyes del electromagnetismo para comprender el funcionamiento del motor de inducción.	• Explicar el principio de operación, construcción y funcionamiento de los motores de inducción. • Investigar las partes constitutivas del motor

Selecciona el motor de acuerdo a las características de la carga para una aplicación en específico. Utiliza los métodos de arranque y control de velocidad de los motores de inducción para determinar su aplicación. Genéricas: • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Capacidad de comunicación oral y escrita • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.	jaula de ardilla y del motor de rotor devanado. • Realizar pruebas para la obtención de parámetros de los motores de inducción. • Identificar ventajas y desventajas del motor de inducción jaula de ardilla. • Investigar las diferentes aplicaciones del motor de inducción
--	--

Conocimiento en Mecanismos: Es importante tener un análisis y conocimiento de los elementos de las máquinas. Gracias a ello nos permite saber los mecanismos empleados en los sistemas mecánicos de los que contiene la maquinaria. Estos elementos son de ayuda al momento de la revisión de la maquinaria para entender cómo funciona o en que puede estar fallando y que no interrumpa la actividad que esta realice. Para un ingeniero en mecatrónica analizar estos sistemas mecánicos son útiles para adquirir habilidades y poder emplear métodos convencionales, así como la utilización de tecnologías ya sea para proporcionar algún diseño de elemento mecánico como lo son los engranes, poleas, bandas, ejes, diseños de levas, planos, entre otros.

Asignatura: **Mecanismos.**

Competencia 3: Levas.

- 3.1 Nomenclatura, clasificación y aplicación de levas y seguidores.
- 3.2 Análisis de diagramas y curvas de desplazamiento, velocidad y aceleración para el seguidor.
- 3.3 Diseño gráfico y analítico del perfil de levas planas (con seguidor radial, descentrado y de movimiento oscilatorio).
- 3.4 Diseño de levas planas con la aplicación de Software.

Levas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Diseña el perfil de una leva plana en forma gráfica, analítica y mediante la aplicación de software. Genéricas: • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión • Capacidad de investigación • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas • Capacidad creativa • Capacidad para tomar decisiones • Capacidad de trabajo en equipo • Habilidad para trabajar en forma autónoma.	• Investigar la nomenclatura, clasificación y arreglos comunes de los mecanismos de leva y seguidor. • Analizar los diagramas y curvas de desplazamiento, velocidad y aceleración de acuerdo al movimiento cinemático requerido por el seguidor. • Diseñar gráfica y analíticamente el perfil de una leva plana, de acuerdo al movimiento cinemático que requiera el seguidor. • Diseñar el perfil de una leva plana con aplicación de software. • Simular el comportamiento cinemático del mecanismo de levas

Competencia 4: Engranajes y trenes de engranaje.

- 4.1 Nomenclatura, clasificación y aplicación de los engranes (rectos, cónicos y helicoidales).
- 4.2 Diseño de engranes (rectos, cónicos y helicoidales).
- 4.3 Estandarización y Normalización de engranes.
- 4.4 Análisis cinemático de trenes de engrane (simples, compuestos y planetarios).
- 4.5 Diseño de engranes por medio de software.

Engranajes y trenes de engranaje	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Diseña el perfil de los dientes de engranes en forma gráfica, analítica y mediante la aplicación de software. Analiza el funcionamiento cinemático de trenes de engranaje a partir de la relación de velocidad angular. Genéricas: • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	• Investigar la nomenclatura, parámetros, clasificación, funcionamiento y aplicación de los engranes y trenes de engranaje. • Hacer el diseño cinemático del perfil de engranes considerando las normas. • Analizar la ley fundamental del engranaje. • Determinar y analizar mediante los métodos: tabular, ecuación y centros instantáneos, la relación de velocidades angulares de trenes de engranajes simples, compuestos y planetarios.
• Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión • Capacidad de investigación • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas • Capacidad creativa • Capacidad para tomar decisiones • Capacidad de trabajo en equipo • Habilidad para trabajar en forma autónoma	

Conocimiento en Circuitos Hidráulicos y Neumáticos: La adquisición de conocimientos y habilidades adquiridos y empleados fue conocer, identificar y comprender los componentes que intervienen en un circuito hidráulico y neumático los cuales me permitieron darle seguimiento y análisis a los equipos industriales que cuenta la empresa en donde fui residente, ya que uno de sus principales trabajos e implementación en la maquinaria es el uso del aire comprimido.

Asignatura: **Circuitos Hidráulicos y Neumáticos.**

Competencia 1: Introducción a la neumática.

- 1.1. Antecedentes históricos, aplicaciones, ventajas y desventajas de la neumática.
- 1.2. Preparación del aire comprimido.
- 1.3. Tipos de actuadores neumáticos y su simbología en norma internacional.
- 1.4. Tipos de válvulas neumáticas y su simbología en norma internacional (de vías, caudal, presión, temporizadoras, de secuencia, Modulo “O” y modulo “I”).

1.5. Circuitos básicos de control neumático.

1.6. Cálculo y selección de equipo neumático.

1.7. Generación y aplicación de vacío.

1. Introducción a la neumática.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): • Conoce y comprende la preparación del aire comprimido de sistemas industriales para garantizar el uso racional en el ahorro de energía. • Desarrolla y conecta circuitos básicos de control neumático utilizados en la industria seleccionando cada uno de sus elementos para la automatización de procesos. Genéricas: • Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas). • Capacidad de planificar y organizar • Capacidad de aprender • Capacidad de análisis • Capacidad de trabajo en equipo	• Investigar y comprender las ventajas, desventajas y aplicaciones de la neumática. • Recolectar datos de placa de los compresores existentes en los talleres de la institución. • Realizar trabajos de investigación en relación a la preparación del aire comprimido. • Investigar e identificar la simbología en base a las normas internacionales de la neumática. • Identificar los elementos de control y de trabajo ubicados en los tableros de prácticas. • Realizar la simulación mediante software especializado de circuitos neumáticos básico. • Realizar en equipo las prácticas propuestas de circuitos básicos de la neumática reportando en forma escrita los resultados. • Realizar el cálculo y seleccionar equipo neumático de los diferentes catálogos de los fabricantes.

Competencia 2: Introducción a la hidráulica.

2.1. Antecedentes históricos, aplicaciones, ventajas y desventajas de la hidráulica.

2.2. Sistema de abastecimiento de energía hidráulica, sus elementos y características.

2.3. Tipos de actuadores hidráulicos y su simbología en norma internacional.

2.4. Tipos de válvulas hidráulicas y su simbología en norma internacional (de vías, caudal, reguladora y limitadora de presión).

2.5. Circuitos básicos de control hidráulico.

2.6. Cálculos y selección de equipo hidráulico.

2. Introducción a la hidráulica.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): • Conoce y comprende la integración del sistema de generación de energía hidráulica para producir trabajo a través de actuadores hidráulicos. • Desarrolla y conecta circuitos básicos de control hidráulico seleccionando cada uno de sus elementos para su aplicación en maquinaria. Genéricas: • Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas). • Capacidad de planificar y organizar • Capacidad de aprender • Capacidad de análisis • Capacidad de trabajo en equipo	• Investigar y comprender las ventajas, desventajas y aplicaciones de la hidráulica. • Realizar trabajos de investigación de los componentes de un sistema de abastecimiento de energía hidráulica. • Investigar e identificar la simbología en base a las normas internacionales de la hidráulica. • Identificar los elementos de control y de trabajo ubicados en los tableros de prácticas. • Realizar la simulación mediante software especializado de circuitos hidráulicos básicos. • Realizar en equipo las prácticas propuestas de circuitos básicos de la neumática reportando en forma escrita los resultados. • Realizar el cálculo y seleccionar equipo neumático de los diferentes catálogos de los fabricantes.

Conocimiento y habilidades en Manufactura Avanzada: Se adquirieron habilidades y conocimientos necesarios en manufactura avanzada al diseño y la fabricación de productos y propuestas, las cuales se proporcionaron herramientas para la elaboración de dichos procesos, permitiendo así implementar mejoras a los diseños y fabricación de partes mecánicas. También se realizó un diseño en CAD tomando en cuenta las mediciones que se necesitaban para la elaboración de dichas piezas utilizando herramientas y superficies a maquinar, al igual que la selección de las herramientas, materiales, entre otros.

Asignatura: **Manufactura Avanzada.**

Competencia 2: Análisis y diseño de pieza.

- 2.1 Análisis de las superficies a maquinar.
 - 2.1.1 Análisis de tolerancias geométricas.
 - 2.1.2 Análisis de tolerancias dimensionales.
- 2.2 Selección de herramientas y parámetros de corte.
 - 2.2.1 Tipos de herramientas.
 - 2.2.2 Material para herramienta de corte.
 - 2.2.3 Parámetros de corte.
 - 2.2.3.1 Avance.

2.2.3.2 Velocidad de corte.

2.2.3.3 Profundidad de corte (Análisis de superficies).

2.3 Análisis y selección del material de pieza.

Competencia 3: Definición de trayectorias de herramienta.

3.1 Superficies a maquinar.

3.2 Geometría de la herramienta.

3.3 Trayectorias de herramientas y soluciones alternas.

Competencia 5: Uso de programas CAD-CAM.

5.1 Manejo de la pantalla.

5.1.1 Dibujo 2D.

5.1.2 Dibujo 3D.

5.1.3 Planos mecánicos.

5.2 Tipos de maquinados.

5.3 Parámetros de maquinados.

5.4 Simulación de maquinados.

5.5 Cambiar a control numérico.

5.6 Ejecución y edición en postprocesador.

5.7 Enviar programa a máquina CNC.

5.8 Maquinado de pieza.

5.9 Operación de las maquinas control numérico (torno y fresadora).

Conocimientos en Instrumentación: Se adquirieron y aplicaron diferentes conocimientos en la instrumentación comprendiendo la simbología, normas, el tipo de válvulas utilizadas, así como también que actuadores eléctricos, neumáticos e hidráulicos son empleados de manera frecuente en la empresa, haciendo una investigación y análisis del funcionamiento de dichos elementos.

Asignatura: **Instrumentación**

Competencia 2: Sensores, transductores y transmisores.

2.1 Medición de Presión.

- 2.2 Medición de Nivel y densidad.
- 2.3 Medición de flujo.
- 2.4 Medición de temperatura.
- 2.5 Medición de otras variables.
- 2.6 Procedimiento para la calibración.
- 2.6.1 Consideraciones previas para la calibración.
- 2.6.2 Error.
- 2.6.3 Incertidumbre.
- 2.7 Criterios de selección.
- 2.8 Acondicionamiento de señal.

Sensores, transductores y transmisores	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): - Identifica y comprende los principios de funcionamiento de los sensores para seleccionarlos adecuadamente a la aplicación - Conoce las técnicas de calibración de sensores para garantizar la operación correcta de estos instrumentos	- Investigar sobre el funcionamiento de sensores y transmisores. - Identificar cómo se define el modelo de un instrumento en los catálogos de los fabricantes. - Relacionar las características comerciales de sensores y transmisores de diferentes marcas, analizando los manuales de fabricantes.
Genéricas: - Capacidad de abstracción, análisis y síntesis - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica - Capacidad para organizar y planificar el tiempo - Capacidad de comunicación oral y escrita - Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. - Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. - Habilidades interpersonales. - Capacidad de trabajo en equipo. - Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas - Habilidad para trabajar en forma autónoma. - Preocupación por la calidad	- Seleccionar el tipo de sensor y/o transmisor adecuado a una aplicación del contexto real, en forma individual y grupal. - Calibrar sensores y transmisores.

Competencia 3: Actuadores.

- 3.1 Actuadores eléctricos.

- 3.2 Actuadores neumáticos.
- 3.3 Actuadores hidráulicos.
- 3.4 Tipos de válvulas.
- 3.5 Criterios de selección.
- 3.7 Señales de mando para actuadores.

Actuadores	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): • Clasifica y selecciona los tipos de actuadores en base a sus características para utilizarlos en los procesos industriales. • • Selecciona una válvula de control para modificar o controlar variables Genéricas: • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Capacidad para organizar y planificar el tiempo • Capacidad de comunicación oral y escrita • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de trabajo en equipo.	• Investigar tipos de actuadores y sus características, así como su aplicación en la instrumentación de procesos. • Exponer principios de operación de actuadores, tales como válvulas, motores, pistones, etc. • Seleccionar el tipo de actuador con respecto a la aplicación en el contexto industrial. • Realizar un cuadro sinóptico guía para la selección de actuadores neumáticos e hidráulicos. • Realizar una tabla de clasificación y características de válvulas de control incluyendo sus aplicaciones. • Identificar las partes constitutivas de los actuadores y válvulas. • Analizar la información proporcionada por manuales de actuadores y válvulas de diversas marcas. • Seleccionar la válvula adecuada a un proceso del contexto real.

• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas • Habilidad para trabajar en forma autónoma. • Preocupación por la calidad.	
---	--

Conocimiento y Habilidades en Mantenimiento: La principal actividad realizada en la empresa siendo residente es la de mantenimiento, ya que al estar directamente relacionada con dicho departamento tengo la oportunidad de seguir aprendiendo y adquiriendo conocimientos para poder aplicar ya sea un mantenimiento correctivo, preventivo o predictivo a distintas actividades y también saber reconocer que tipo de mantenimiento es y

por qué se aplica. Estas actividades son realizadas diariamente y se le da seguimiento constante a cada maquinaria para evitar algún problema con la producción y con los equipos con los que se trabaja.

Asignatura: **Mantenimiento.**

Competencia 2: Mantenimiento correctivo.

2.1 Definición y características.

2.2 Ventajas y desventajas.

2.3 Procedimiento para el control del mantenimiento correctivo.

2. Concepto del mantenimiento correctivo	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): - Identifica los diferentes tipos de mantenimiento correctivo que se pueden presentar en una industria, en instalaciones, bienes y servicios para evaluar los costos de mantenimiento correctivo y los compara con otro tipo de mantenimiento. Genéricas: - Desarrolla habilidades de gestión de información. - Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas. - Habilidades interpersonales. - Habilidad para trabajar en forma autónoma.	- Definir el concepto de mantenimiento preventivo. - Investigar y discutir las ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo. - Conocer y realizar reparaciones de equipo debido a fallas contingentes.

Competencia 3: Mantenimiento preventivo.

3.1 Definición y características.

3.2 Ventajas y desventajas.

3.3 Programación de los planes de Mantenimiento.

3. Concepto de mantenimiento preventivo	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Identifica los diferentes tipos de mantenimiento preventivo que se pueden realizar en una industria, en instalaciones y en bienes y servicios para establecer programas de mantenimiento evaluar los costos de mantenimiento preventivo y los compara con otro tipo de mantenimiento. Genéricas: • Habilidades de gestión de la información. • Desarrolla habilidades de gestión de información. • Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas. • Habilidades interpersonales. • Habilidad para trabajar en forma autónoma.	• Definir el concepto de mantenimiento preventivo. • Investigar y discutir las ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo. • Con base en los manuales del fabricante y software comercial, establecer programas de mantenimiento preventivo de equipos y maquinaria.

Competencia 4: Mantenimiento predictivo.

4.1 Definición y características.

4.2 Ventajas y desventajas.

4.3 Técnicas Predictivas: Vibraciones, termografía, tribología, ultrasonido y pruebas eléctricas.

4.4 Programación y evaluación de registros.

4. Concepto de mantenimiento predictivo	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Identifica los diferentes tipos de mantenimiento predictivo y conoce el equipo para llevarlo a cabo para establecer programas de mantenimiento y evaluar los costos de mantenimiento correctivo y los compara con otro tipo de mantenimiento. Genéricas: • Habilidades de gestión de la información. • Desarrolla habilidades de gestión de información. • Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas. • Habilidades interpersonales. • Habilidad para trabajar en forma autónoma.	• Definir el concepto de mantenimiento predictivo. • Investigar y discutir las ventajas y desventajas del mantenimiento predictivo. • Conocer y realizar diagnósticos de fallas predictivas. • Conocer dispositivos para tomar lecturas de temperatura, presión, tacómetros, etc. • Definir las técnicas no destructivas para detección de fallas dentro del mantenimiento. • Elaborar programas de paro en equipos, con base en los análisis de registros. • Establecer los criterios de operación normal de los equipos con parámetros tales como: amplitud de vibración, temperatura, presión, ruido, intensidad de corriente, voltaje, niveles y otros. • Determinar la eficiencia total del equipo.

Competencia 5: Lubricación.

5.1 Principios básicos de la lubricación

5.2 Clasificación de los lubricantes.

5.4 Sistemas de aplicación de lubricantes.

5.5 Selección de lubricantes.

5.6 Programación de la lubricación.

5. Lubricación	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica (s): Conoce y selecciona el sistema de lubricación adecuado para equipos que lo requieran.	- Definir los principios básicos de lubricación. - Establecer los parámetros de clasificación de lubricantes.
Genéricas: - Capacidad de trabajo en equipo. - Desarrolla un compromiso ético. - Capacidad en la toma de decisiones. - Capacidad de planeación. - Habilidades de gestión de la información. - Desarrolla habilidades de gestión de información. - Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas. - Habilidades interpersonales. - Habilidad para trabajar en forma autónoma.	- Selecciona el lubricante y sistema de lubricación. - Con ayuda de manuales y software establecer programas y rutinas de lubricación. - Efectuar auditorias de lubricación. - Interpretar manuales de equipos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Bericap. (2023, 22 junio). *Bericap – the closure company*. Bericap. <https://bericap.com/>
- NEUMÁTICA E HIDRÁULICA – Antonio Creus Solé, 2da edición, enero 2011, MARCOMBO, S.A. Ediciones técnicas. https://books.google.com.mx/books?id=CXtRrbhr9bYC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Monica Ramirez - VBC., (2020, 29 diciembre). – *La importancia de contar con el mejor liner en la tapa del envase*. <https://vbc.mx/blog/la-importancia-de-contar-con-el-mejor-liner-en-la-tapa-del-envase/>
- MAXI Pet. *Tipos de liner para envases*. <https://maxipet.net/blog/tipos-de-liner-para-envases>
- QuimiNet.com (2023, 6 agosto). *La importancia de las tapas en los envases* | QuimiNet. 2000-2023 QuimiNet, S.A. de C.V. <https://www.quiminet.com/articulos/la-importancia-de-las-tapas-en-los-envases-3435803.htm>
- *Tapas de plástico*. <https://tapasdeplastico.mx/>
- Ltda, A. S. E. I. (s. f.). *Sensores inductivos y capacitivos – Schmersal*. ACE Schmersal Eletroeletrônica Industrial Ltda. <https://www.schmersal-latam.com/automatizacion/sensores-inductivos-y-capacitivos>
- *Características de los sensores fotoeléctricos* | *Fundamentos del sensor: Guía de sensores para fábricas clasificados por principios* | KEYENCE. <https://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/photoelectric/feature/>
- Damian, R. E. R. (2020). *Bombas de vacío*. *Manufacturera Century, S.A. de C.V.* <https://mcentury.com.mx/bombas-de-vacio/>
- Argüello, F. (2023, 31 mayo). *Importancia de las guardas de seguridad industrial* - Infoteknico. *Infoteknico*. <https://www.infoteknico.com/guardas-de-seguridad/>
- CSA Group. (2023, 18 julio). *Product Certification & Standards Development - CSA Group*. <https://www.csagroup.org>

ANEXOS

Anexo I: Safeguarding of Machinery CSA Standard

Documento adjunto de protección de maquinaria de CSA Standard.

Anexo II: Manual Básico de Conocimiento de Operación

Documento adjunto del manual básico de conocimiento de operación de la máquina.

Anexo III: Guía de Usuario – Cambio de herramientas

Documento adjunto de la guía de usuario para cambio de herramientas.

Anexo IV: Lección de un punto (LUP)

Documento adjunto de la lección de un punto del proceso de colocación de rollo de liner y arranque de máquina.

Anexo V: Plano Técnico

Documento adjunto del plano técnico de la propuesta para recubrimiento de carretes de liners.

Safeguarding of machinery

Legal Notice for Standards

Canadian Standards Association (CSA) standards are developed through a consensus standards development process approved by the Standards Council of Canada. This process brings together volunteers representing varied viewpoints and interests to achieve consensus and develop a standard. Although CSA administers the process and establishes rules to promote fairness in achieving consensus, it does not independently test, evaluate, or verify the content of standards.

Disclaimer and exclusion of liability

This document is provided without any representations, warranties, or conditions of any kind, express or implied, including, without limitation, implied warranties or conditions concerning this document's fitness for a particular purpose or use, its merchantability, or its non-infringement of any third party's intellectual property rights. CSA does not warrant the accuracy, completeness, or currency of any of the information published in this document. CSA makes no representations or warranties regarding this document's compliance with any applicable statute, rule, or regulation.

IN NO EVENT SHALL CSA, ITS VOLUNTEERS, MEMBERS, SUBSIDIARIES, OR AFFILIATED COMPANIES, OR THEIR EMPLOYEES, DIRECTORS, OR OFFICERS, BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, OR INCIDENTAL DAMAGES, INJURY, LOSS, COSTS, OR EXPENSES, HOWSOEVER CAUSED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO SPECIAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES, LOST REVENUE, BUSINESS INTERRUPTION, LOST OR DAMAGED DATA, OR ANY OTHER COMMERCIAL OR ECONOMIC LOSS, WHETHER BASED IN CONTRACT, TORT (INCLUDING NEGLIGENCE), OR ANY OTHER THEORY OF LIABILITY, ARISING OUT OF OR RESULTING FROM ACCESS TO OR POSSESSION OR USE OF THIS DOCUMENT, EVEN IF CSA HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES, INJURY, LOSS, COSTS, OR EXPENSES.

In publishing and making this document available, CSA is not undertaking to render professional or other services for or on behalf of any person or entity or to perform any duty owed by any person or entity to another person or entity. The information in this document is directed to those who have the appropriate degree of experience to use and apply its contents, and CSA accepts no responsibility whatsoever arising in any way from any and all use of or reliance on the information contained in this document.

CSA is a private not-for-profit company that publishes voluntary standards and related documents. CSA has no power, nor does it undertake, to enforce compliance with the contents of the standards or other documents it publishes.

Intellectual property rights and ownership

As between CSA and the users of this document (whether it be in printed or electronic form), CSA is the owner of all works contained herein that are protected by copyright, all trade-marks (except as otherwise noted to the contrary), and all inventions and trade secrets that may be contained in this document, whether or not such inventions and trade secrets are protected by patents and applications for patents. The unauthorized use, modification, copying, or disclosure of this document may violate laws that protect CSA's intellectual property and may give rise to a right in CSA to seek legal redress for such use, modification, copying, or disclosure. CSA reserves all intellectual property rights in this document.

Authorized use of this document

This document is being provided by CSA for informational and non-commercial use only. The user of this document is authorized to do only the following:

If this document is in electronic form:

- load this document onto a computer for the sole purpose of reviewing it;
- search and browse this document; and
- print this document.

Limited copies of this document in print or paper form may be distributed only to persons who are authorized by CSA to have such copies, and only if this Legal Notice appears on each such copy.

In addition, users may not and may not permit others to

- alter this document in any way or remove this Legal Notice from the attached standard;
- sell this document without authorization from CSA; or
- make an electronic copy of this document.

If you do not agree with any of the terms and conditions contained in this Legal Notice, you may not load or use this document or make any copies of the contents hereof, and if you do make such copies, you are required to destroy them immediately. Use of this document constitutes your acceptance of the terms and conditions of this Legal Notice.



CSA Standards Update Service

Z432-04

March 2004

Title: *Safeguarding of machinery*

Pagination: **147 pages** (x preliminary and 137 text), each dated **March 2004**

Automatic notifications about any updates to this publication are available.

- To register for e-mail notifications, and/or to download any existing updates in PDF, enter the Online Store at **www.csa.ca** and click on **My Account** on the navigation bar.

The **List ID** for this document is **2015606**.

- To receive printed updates, please complete and return the attached card.



Name _____

Organization _____

Address _____

City _____

Province/State _____

Country _____ Postal/Zip Code _____

E-mail _____

I consent to CSA collecting and using the above information to send me updates relating to this publication.

Visit CSA's policy on privacy at www.csagroup.org/legal to find out how we protect your personal information.

Z432-04

**ASSOCIATION CANADIENNE DE
NORMALISATION**
BUREAU CENTRAL DE L'INFORMATION
5060, SPECTRUM WAY, BUREAU 100
MISSISSAUGA ON L4W 5N6
CANADA

**CANADIAN STANDARDS
ASSOCIATION**
CONSOLIDATED MAILING LIST
5060 SPECTRUM WAY, SUITE 100
MISSISSAUGA ON L4W 5N6
CANADA

Affranchir
suffisamment

Place
Stamp Here

CSA Standard

Z432-04
Safeguarding of machinery



**CANADIAN STANDARDS
ASSOCIATION**

®Registered trade-mark of Canadian Standards Association

*Published in March 2004 by Canadian Standards Association
A not-for-profit private sector organization
5060 Spectrum Way, Suite 100, Mississauga, Ontario, Canada L4W 5N6
1-800-463-6727 • 416-747-4044*

Visit our Online Store at www.csa.ca

ISBN 1-55397-481-6

Technical Editor: Dave Shanahan

© Canadian Standards Association — 2004

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced in any form whatsoever without the prior permission of the publisher.

Contents

Technical Committee on Safeguarding of Machinery *viii*

Preface *x*

0 Introduction 1

1 Scope 2

- 1.1 General 2
- 1.2 Exclusions 2
- 1.3 Purpose 2
- 1.4 Interaction with other standards 2
- 1.5 Terminology 2
- 1.6 Measurements 2

2 Reference publications 2

3 Definitions 5

4 Application 8

- 4.1 General 8
 - 4.1.1 New machinery 8
 - 4.1.2 Rebuilt or redeployed machinery 9
- 4.2 Strategy for selecting safety measures 9
 - 4.2.1 General 9
 - 4.2.2 Selection of safety measures 10
 - 4.2.3 Phases of machine life 10

5 Risk assessment and reduction 10

- 5.1 Risk assessment 10
- 5.2 Responsibilities for risk assessment and risk reduction 11
 - 5.2.1 General approach 11
 - 5.2.2 Manufacturer and user responsibilities 11
 - 5.2.3 Design techniques hierarchy 11
 - 5.2.4 User's designs 12
- 5.3 Risk assessment methodology 12
 - 5.3.1 Determining the limits of the machine or system 12
 - 5.3.2 Affected personnel when identifying tasks and hazards 13
- 5.4 Identifying the hazards 15
 - 5.4.1 General 15
 - 5.4.2 Task identification 15
 - 5.4.3 Associated hazards 15
 - 5.4.4 Tasks 15
 - 5.4.5 Similar risk assessment 15
- 5.5 Estimating the risk from the hazard 15
 - 5.5.1 General 15
 - 5.5.2 Severity of injury 16
 - 5.5.3 Probability of injury 16
 - 5.5.4 Overall risk estimation 17
- 5.6 Risk reduction 17
 - 5.6.1 General 17
 - 5.6.2 Eliminate the hazard or reduce the risk by design 17
 - 5.6.3 Apply safeguards 17

5.6.4	Implement administrative controls or other protective measures	18
5.6.5	Example	18
5.6.6	Disabling safeguards	19
5.6.7	New tasks	19
5.6.8	Modifications	19
5.6.9	Achievement of adequate risk reduction	19
5.7	Documentation	19
5.7.1	General	19
5.7.2	Manufacturer documentation	20
5.7.3	User documentation	20
5.7.4	Co-operation between manufacturer and user	20
6	Basic concepts and general safety considerations for design	20
6.1	Hazards to be considered when designing machinery	20
6.1.1	General	20
6.1.2	Using standardized measurement methods	20
6.1.3	Mechanical hazards	21
6.1.4	Other hazards	22
6.1.5	Linking mechanical and non-mechanical hazards	23
6.1.6	Strategies for reducing risk	24
6.2	Technical principles	24
6.2.1	Intrinsic design measures	24
6.2.2	Safeguarding and complementary protective measures	34
6.2.3	Requirements for design and construction of guards and protective devices	38
6.2.4	Information for use	42
6.2.5	Complementary protective measures	46
7	Mechanical design and controls	49
7.1	General	49
7.2	Mechanical restraint device	49
7.3	Down-stroking platens	49
7.4	Particular measures for repetitive-cycle hand-fed machines	49
7.4.1	General	49
7.4.2	Random stop machines	49
7.5	Rotating shafts, spindles, and couplings	50
7.6	Hydraulic and pneumatic systems	50
7.7	Electrical systems	50
7.8	Workholding devices	50
7.8.1	Energy loss during operation	50
7.8.2	Clamping for automatic machinery	50
7.8.3	Prevention of inadvertent unclamping of the workpiece	50
7.9	Lifting, handling, and transport	50
7.10	Lubrication	51
7.11	Hygiene	51
7.12	Safety colours and symbols	51
7.13	Operating stations	51
7.14	Platforms and steps	52
7.15	Access for adjustment, lubrication, and maintenance	52
7.16	Interlocking of pneumatic and hydraulic systems	53
7.17	Emergency stop	53
7.17.1	General	53
7.17.2	Emergency stop device design	53
7.17.3	Emergency stop pull-cords	53
7.18	Cables and pipes	54
7.19	Lighting	54

7.20	Interaction with other machinery	54
7.21	Coolant and swarf	54
7.22	Electromagnetic interference	54
7.23	Controls for machinery setting or adjustment and for feeding material where safeguards are displaced or removed	55
7.23.1	General	55
7.23.2	Hold-to-run control	55
7.23.3	Enabling devices	55
7.23.4	Limited movement devices	56
7.24	Safeguard-operator interface principles	56
7.25	Warning signals	56
7.26	Indicators	57
7.27	Braking systems	57
7.27.1	General	57
7.27.2	Mechanical (friction) braking systems	57
7.27.3	Electrodynamic braking systems	58
7.28	Clutches	59
7.29	Safety catches, overrun, runback, and fall-back protection devices	59
7.30	Counterweights and similar devices	59

8 Performance requirements for safety control systems 59

8.1	General	59
8.2	Safety control system performance criteria	60
8.2.1	General	60
8.2.2	Simple	60
8.2.3	Single channel	60
8.2.4	Single channel with monitoring	60
8.2.5	Control reliable	60
8.3	Safety-related software- and firmware-based controllers	61
8.4	Control comparison (ANSI vs CEN)	61

9 Performance requirements for safeguarding devices 61

9.1	General	61
9.2	Barrier guards, fixed and interlocked	62
9.3	Interlocking safeguarding devices	62
9.3.1	General	62
9.3.2	Mechanical devices	62
9.3.3	Electrical devices	62
9.4	Requirements for other safeguarding devices that signal a stop	63
9.4.1	General	63
9.4.2	Safety light curtains/screens	63
9.4.3	Area scanning safeguarding devices	63
9.4.4	Radio frequency (RF)/capacitance safeguarding devices	63
9.4.5	Safety mat systems	64
9.4.6	Single and multiple beam safety systems	64
9.4.7	Two-hand control systems	64

10 Application requirements for safeguarding devices 65

10.1	General	65
10.2	Barrier guards, fixed and interlocked	65
10.2.1	General	65
10.2.2	Barrier guards, interlocked	65
10.2.3	Guard (barrier) portion	65
10.2.4	Interlocking portion	65
10.3	Requirements for other safeguarding devices that signal a stop	66

- 10.4 Safety light curtains/screens 66
- 10.5 Area scanning safeguarding devices 67
- 10.6 Radio frequency (RF)/capacitance safeguarding devices 67
- 10.7 Safety mat systems 67
- 10.8 Single and multiple beam safety systems 68
- 10.9 Two-hand control systems 68
- 10.10 Operator restraint devices 69
- 10.10.1 General 69
- 10.10.2 Pull-back device (or pull-out device) 69
- 10.10.3 Hold-back (hold-out or fixed restraining) device 70
- 10.11 Safeguarding device safety distance 70
- 10.12 Minimum distance from hazard 71

11 Lasers 73

12 Ergonomics 73

- 12.1 General 73
- 12.2 Body sizes and shapes 74
- 12.3 Adjustable features 74
- 12.4 Working postures 74
- 12.5 Visual considerations 74
- 12.6 Physical effort 74
- 12.6.1 Exerted muscle force 74
- 12.6.2 Maximum force and/or speed 74
- 12.7 Machine pace 74
- 12.8 Displays 75
- 12.8.1 Indicators, dials, and displays 75
- 12.8.2 Analog displays 75
- 12.9 Controls 75
- 12.10 Foot-operated controls 76

13 Environmental considerations 77

- 13.1 Hygiene and guard design 77
- 13.2 Electromagnetic interference 77
- 13.3 Moving parts of machinery 77

14 Maintenance 77

- 14.1 Access to machinery for maintenance 77
- 14.2 Operational maintenance of safeguards 78
- 14.3 Waste and spillage removal 78
- 14.4 User responsibility 78

15 Safe work practices 79

- 15.1 General 79
- 15.2 Work practices 79
- 15.2.1 General 79
- 15.2.2 Practices for working machinery 79

16 Supervisory control 81

- 16.1 General 81
- 16.2 Permit-to-work systems 81

17 Information and communication 82

- 17.1 General 82
- 17.2 Instruction placards and warning labels 82
- 17.3 Installation, operation, and maintenance instructions 82

18 Training 83

- 18.1 General 83
- 18.2 Training procedures 83
 - 18.2.1 Machinery operators 83
 - 18.2.2 Plant engineers and maintenance staff 83
- 18.3 Personal protection 83

Annexes

- A** (informative) — Hazards, controls, and interlocks 84
- B** (informative) — Illustrations of other hazard controls 103
- C** (informative) — Ergonomic data 128
- D** (informative) — Selection of interlocking systems 136

Tables

- 1** — Hierarchy of safeguarding controls 12
- 2** — Safeguarding selection matrix 19
- 3** — Minimum distance from hazard as a function of barrier opening size 71
- 4** — Recommended ergonomics control parameters 76

Figures

- 1** — Flow of responsibilities 1
- 2** — Schematic representation of the risk assessment/reduction process model 14
- 3** — Guidelines to help make the choice of safeguards against hazards generated by moving parts 35
- 4** — Optical PSSD: Minimum object sensitivity 68
- 5** — Graphical illustration of Table 3 72

S. Massé	Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec, Montréal, Québec	
G. McCaughey	University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba	<i>Associate</i>
B. McGillion	General Motors of Canada Limited, St. Catharines, Ontario	
W. McMahon	Auscan Consultants, Burlington, Ontario	
J.W. Mitchell	Stantec Consulting Ltd., Windsor, Ontario	
J. Murphy	Vickers Warnick Limited, Stoney Creek, Ontario	
T. Norton	Absolute Engineering Solutions Inc., Kitchener, Ontario	
R.F. Pfeiffer	Karmax Heavy Stamping, Milton, Ontario	<i>Associate</i>
A. Pietrzyk	Rockwell Automation Inc./Allen-Bradley, Mayfield Heights, Ohio, USA	<i>Associate</i>
M. Ruelle	Workers' Compensation Board of BC, Surrey, British Columbia	
W. Schilke	Ontario Ministry of Labour, Ottawa, Ontario	<i>Associate</i>
T. Schimek	Dofasco Inc., Hamilton, Ontario	<i>Associate</i>
R.J. Sitarz	Daimler Chrysler Canada Inc., Windsor, Ontario	<i>Associate</i>
J. Van Kessel	JVK Industrial Automation, Cambridge, Ontario	
M.P. Whitson	Industrial Accident Prevention Association, Toronto, Ontario	<i>Associate</i>
R.A. Zobolotny	Industrial Accident Prevention Association, Toronto, Ontario	
D. Shanahan	CSA, Mississauga, Ontario	<i>Project Manager</i>

Preface

This is the second edition of CSA Z432, *Safeguarding of machinery*. It supersedes the previous edition published in 1994.

This Standard specifies requirements for the design, manufacture (including remanufacture and rebuilding), installation, maintenance, operation, and safeguarding of industrial equipment to prevent injuries and accidents and enhance the safety of personnel who operate, assemble, and maintain machinery.

The scope of this new edition has been expanded to incorporate new international Standards on machinery design and performance and to provide additional information for the identification of hazards, including non-mechanical hazard(s). It contains the methodology for performing a comprehensive risk assessment. As indicated in [Clause 4](#), this Standard is intended to be applied to newly manufactured, rebuilt, and redeployed machinery. However, it could also be used to set upgrade targets for existing machinery. This Standard provides advice on the basic principles of safeguarding and safety control performance to the extent that a manufacturing engineer, plant engineer, manager, or safety personnel may be able to interpret the advice and apply it to any particular machinery. Additional illustrations are used to demonstrate the general application of these principles, although alternative safeguarding solutions may be equally effective.

The need for a new edition was prompted by the changing technology related to these machines and the wish of stakeholders, including regulators, employers, manufacturers, and labour, for a document that would reflect the latest thinking concerning operator and equipment safety. It was the intent of the Technical Committee to harmonize, where possible and where appropriate, with international Standards. For that reason, parts of this Standard are based on the following international Standards: ISO 12100 Parts 1 and 2, ISO 14121, ANSI B11 TR3, and BSI PD 5304.

This Standard was prepared by the Technical Committee on Safeguarding of Machinery, under the jurisdiction of the Strategic Steering Committee on Occupational Health and Safety, and has been formally approved by the Technical Committee. It will be submitted to the Standards Council of Canada for approval as a National Standard of Canada.

March 2004

Notes:

- (1) *Use of the singular does not exclude the plural (and vice versa) when the sense allows.*
- (2) *Although the intended primary application of this Standard is stated in its Scope, it is important to note that it remains the responsibility of the users of the Standard to judge its suitability for their particular purpose.*
- (3) *This publication was developed by consensus, which is defined by CSA Policy governing standardization — Code of good practice for standardization as “substantial agreement. Consensus implies much more than a simple majority, but not necessarily unanimity”. It is consistent with this definition that a member may be included in the Technical Committee list and yet not be in full agreement with all clauses of this publication.*
- (4) *CSA Standards are subject to periodic review, and suggestions for their improvement will be referred to the appropriate committee.*
- (5) *All enquiries regarding this Standard, including requests for interpretation, should be addressed to Canadian Standards Association, 5060 Spectrum Way, Suite 100, Mississauga, Ontario, Canada L4W 5N6.*
Requests for interpretation should
 - (a) *define the problem, making reference to the specific clause, and, where appropriate, include an illustrative sketch;*
 - (b) *provide an explanation of circumstances surrounding the actual field condition; and*
 - (c) *be phrased where possible to permit a specific “yes” or “no” answer.*

Committee interpretations are processed in accordance with the CSA Directives and guidelines governing standardization and are published in CSA’s periodical Info Update, which is available on the CSA Web site at www.csa.ca.

Z432-04

Safeguarding of machinery

0 Introduction

This Standard assigns responsibilities for machinery safety to manufacturers, integrators, installers, and the user. Proper safeguarding of personnel is determined utilizing the methodology in [Clause 5](#), Risk assessment and reduction. The Standard is best read in its entirety for full comprehension of requirements. [Figure 1](#) gives a graphic presentation of the flow of responsibilities as outlined in the Standard.

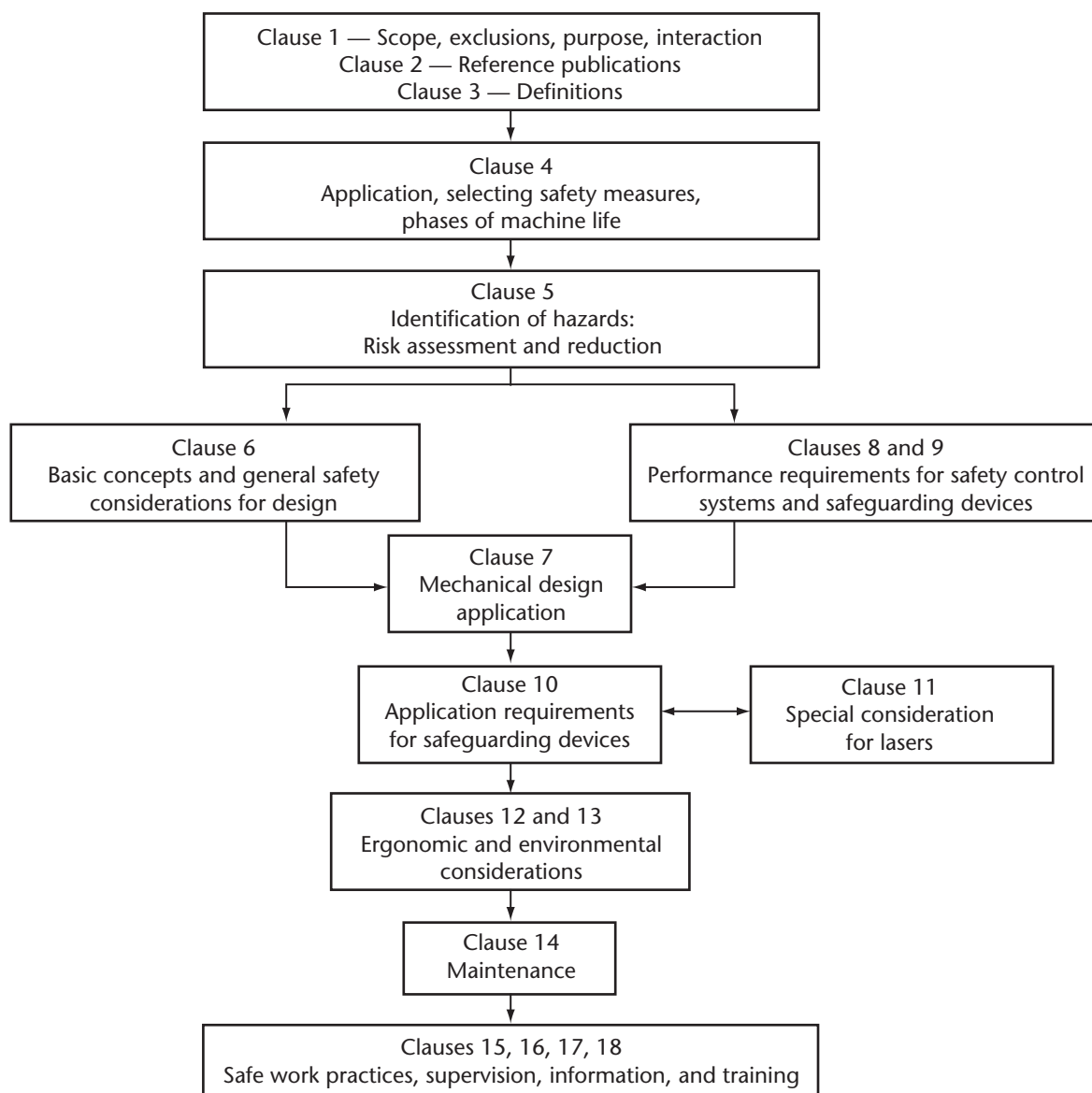


Figure 1
Flow of responsibilities
(See [Clause 0](#).)

- (d) ensure that a stop signal is issued if one or both hands are removed from the controls during the hazardous portion of a cycle.

10 Application requirements for safeguarding devices

10.1 General

Safeguarding devices shall be designed, constructed, installed, and maintained to ensure that personnel cannot reach over, under, around, or through the device undetected to reach the hazard.

10.2 Barrier guards, fixed and interlocked

10.2.1 General

Barriers shall

- (a) prevent access to a hazard;
- (b) be constructed to withstand operational and environmental forces;
- (c) be free of sharp edges and projections and not themselves create a hazard;
- (d) be in accordance with [Table 3](#) (see also [Annex C](#)) for opening size and distance from a hazard;
- (e) require the use of tools to remove any fixed portion;
- (f) be positioned so that the
 - (i) bottom of the barrier is no more than 0.15 m (6 in) above adjacent walking surfaces; and
 - (ii) top of the barrier is no lower than 1.8 m (72 in) above adjacent walking surfaces unless additional safeguarding devices are installed to prevent or detect access to the hazard.

The area between top and bottom shall be completely filled or shall be in accordance with [Table 3](#) (see also [Annex C](#)); and

- (g) contain parts and tooling (e.g., loose objects, flying projectiles) where this possibility exists.

Note: Barriers installed around material handling machinery need to be high enough to prevent any part from being thrown over the barrier. This precaution may not be necessary if the equipment is equipped with effective part retention hardware such as locking or over centre closing clamps.

10.2.2 Barrier guards, interlocked

Interlocked guards (barriers) consist of a barrier and an interlocking means that allow the barrier to be opened.

10.2.3 Guard (barrier) portion

The guard (barrier) portion of the interlocked barrier shall be designed, installed, applied, and maintained so that when used, it

- (a) is in accordance with [Clause 10.2.1](#);
- (b) is installed at a safe distance (see [Annex C](#)), but no closer than the distances listed in [Table 3](#);
- (c) opens laterally or away from the hazard, and not into the safeguarded space, and cannot close by itself and activate the interlocking circuitry;
- (d) is not adversely affected by the environmental conditions; and
- (e) is tamper-resistant and cannot be defeated intentionally without tools.

10.2.4 Interlocking portion

Each interlocking portion of the interlocked barrier shall be selected such that

- (a) it provides two sets of contacts for circuit integration in accordance with [Clause 9.4.6](#), unless a risk assessment is performed such that the use of a device with one set of contacts is determined to be acceptable;
- (b) magnetic switches shall be magnetically coded to reduce the possibility of defeat or interference and allow automatic monitoring to detect faults with the sensor;
- (c) it is not adversely affected by the environmental conditions of the application; and

- (d) the interlocking portion of the interlocked barrier shall be installed, applied, and maintained so that
 - (i) switches designed with a positive opening operation (see [Clause 9.3.3\(b\)](#)) shall be mounted in a positive mode, such that when the actuator is disengaged or moved, the motion forces a non-resilient linkage to open the normally closed (break) contact, which is used for the safety stop circuit (see [Figure B.13](#));
 - (ii) switches that are not positive opening/direct drive type shall be automatically monitored to detect faults with the switches or its installation (e.g., magnetic switches, limit switches, etc.);
 - (iii) the safeguarding device (e.g., safety switch) shall not be used as an end of travel stop;
 - (iv) the safeguarding device is tamper-resistant and cannot be defeated without tools;
 - (v) the hazard being guarded cannot be placed in automatic operation until the interlocked barrier is closed, and will issue a stop if the interlocked barrier is opened while the hazard is present;
 - (vi) closing the interlocked barrier shall not, by itself, restart automatic operation;
 - (vii) resuming automatic operation shall require a deliberate action outside the safeguarded space;
 - (viii) it is capable of being easily unlocked from the inside of the safeguarded space, with or without power available, when the possibility of full body access exists; and
 - (ix) spare keys and actuating devices shall be supervisory controlled and not readily available.

Note: If spare keys and actuating devices are in demand for the purpose of defeating the safeguard, the design of the overall safety scheme should be reviewed for deficiencies.

10.3 Requirements for other safeguarding devices that signal a stop

Safeguarding devices that initiate a stop signal shall

- (a) be interfaced with the machine control system such that the detection of an intrusion shall cause stopping of the hazardous motion;

Note: This refers to installations that signal the hazard to cease.
- (b) be installed and arranged in accordance with [Clause 9.2](#) so that persons cannot enter the hazardous area without the intrusion being detected, and cannot reach a hazard before the hazardous conditions have ceased (see also [Annex C](#));

Note: Consideration of safety distance may not be required per [Clause 10.11](#) when PSSD(s) are solely used to prevent start/restart or solely used for clearance safeguarding.
- (c) not allow the restart of automatic operation by the removal of the intrusion without a deliberate action outside the safeguarded space;
- (d) provide for control over adjustments or settings being made by other than authorized personnel; and
- (e) have a readily observable indication that the device is functioning.

Note: Indicator lamps should be provided for all presence-sensing devices to indicate that the device is functioning.

The lights may be integral to the device or part of the interface to the machine control.

Where colour blindness is a consideration, unambiguous positioning, patterning, labelling, or flashing of the indicator may be an effective method of providing indication.

10.4 Safety light curtains/screens

Safety light curtains/screens shall

- (a) meet the requirements of [Clause 10.3](#);
- (b) be installed at a safety distance that accounts for the increased object sensitivity when blanking (fixed or floating) is used unless the opening is completely obstructed;
- (c) visibly indicate the fixed blanked area, or the user shall verify that blanking is being used (or not used) as intended, including the number, size, and location of the blanked beams;
- (d) visibly indicate the number of floating beams or object sensitivity, otherwise the user shall verify that floating blanking is being used as intended; and

Note: Fixed and floating blanking creates holes in the light curtain's coverage, which are needed in some applications. If an obstruction does not fill the "holes", then the light curtain is installed at a greater safety distance due to the increased object sensitivity. Without visible indication of the blanked area or the number of floating beams enabled, the configuration may be changed with indication. If only one floating beam is allowed, a single specific floating beam indicator would indicate the number of floating beams. Although the changes would require access, it is desirable to verify that the installation integrity is as expected (see [Figure 4](#)).
- (e) be installed so reflective surfaces shall not cause the device to fail to respond to the presence of personnel.

10.5 Area scanning safeguarding devices

Area scanning safeguard devices shall

- (a) meet the requirements of [Clause 10.3](#);
- (b) be installed for a safety distance and detecting plane height that accounts for the detection zone's maximum object sensitivity and also includes the device's total range measurement tolerance in the safety distance calculation (see [Clause 10.11](#));
Note: Object sensitivities greater than 70 mm may not detect ankles, so the height above floor is an important installation consideration.
- (c) have a visibly identifiable detection area;
Note: Some installations should have the detection area visibly marked on the floor.
- (d) be tested to ensure that the device is able to detect all objects and personnel entering the detection area; and
Note: For example, dark clothing may be detected only with devices having specific diffused reflectance detection capabilities. These devices operate on a principle of transmitting beams(s) of light to form a detection zone. When an object enters the detection zone, it reflects the transmitted light back to the device, which then evaluates the object's position. The amount of reflected light (degree of reflectance in per cent) that can be reliably detected typically ranges from 1.8% to over 90%.
- (e) have the detection area verified upon installation, replacement, or changes within the detection area for proper size and coverage before the device will allow the hazardous motion to start or restart.
Note: This verification can be accomplished manually by
 - (a) using a programming device;
 - (b) verifying the marked or intended detection area; or
 - (c) using an operation mode commonly called "test-on-startup", which may require an intrusion into the detection area before the device can be reset.
 This verification can also be accomplished automatically if the control system can identify that the device has not been moved, relocated, or replaced.

10.6 Radio frequency (RF)/capacitance safeguarding devices

RF/capacitance safeguarding devices shall

- (a) meet the requirements of [Clause 10.3](#);
- (b) have their sensitivity properly set; and
- (c) be verified, by the user, for proper sensitivity adjustment setting on a routine basis.

10.7 Safety mat systems

Safety mat systems shall

- (a) meet the requirements of [Clause 10.3](#);
- (b) be of sufficient size and geometry to detect intrusion from all places of access;
Note: See [Annex C](#) for examples.
- (c) be securely mounted such that the system cannot be inadvertently moved or removed;
Note: Means to prevent inadvertent movement may include, but are not limited to, secured edging, secured trim, fasteners, recessed, size and weight of large mats.
- (d) be installed to minimize tripping hazards;
Note: Ramped edging is often used to securely mount a safety mat and also helps to minimize tripping hazards. When installing a safety mat with a unidirectional surface pattern, consideration should be given to ensuring that the safety mat is installed such that the surface pattern would reduce slipping towards the hazard.
- (e) not exceed minimum object sensitivity per [Clause 9.4.5.2\(d\)](#) where multiple mats are installed together to form a single sensing surface;
- (f) have a maximum response time that is less than 100 ms over the system operating temperature range;
Note: A total mat system response time of greater than 100 ms may allow a person to step lightly and quickly over the mat's sensing surface without being detected.
- (g) have a construction suitable for the application and environment;
- (h) be routinely inspected and function tested in accordance with the manufacturer's recommendations;

10.12 Minimum distance from hazard

Table 3 and Figure 5 show the distances that guards shall be positioned from the nearest point-of-operation hazard. The various openings are such that for average-size hands, an operator's fingers will not reach the point of operation. After installation of point-of-operation guards, and before a job is released for operation, a check should be made to verify that the guard will prevent the operator's hands or other body parts from reaching the point of operation.

Table 3
Minimum distance from hazard as a
function of barrier opening size*

(See [Clauses 6.2.2.2.2, 6.2.3.1.2, 10.2.1, 10.2.3, 10.7, 10.9, 10.12, and 13.1.3](#) and [Figure 5](#).)

Barrier opening size (smallest dimension)		Minimum distance from hazard	
mm	in	Slotted opening	Square opening
0.0– 6.0	0.000–0.250	≥13.0 mm† 0.5 in	≥ 13.0 mm† 0.5 in
6.1– 11.0	0.251–0.375	≥64.0 mm 2.5 in	≥ 48 mm 1.9 in
11.1– 16.0	0.376–0.625	≥89.0 mm 3.5 in	≥ 66 mm 2.6 in
16.1– 32.0	0.626–1.250	≥166.0 mm 6.5 in	≥ 166.0 mm 6.5 in
32.1– 49.0	1.251–1.875	≥445.0 mm 17.5 in	≥ 445.0 mm 17.5 in
49.1–132.0‡	1.876–5.000‡	≥915.0 mm 36.0 in	≥ 915.0 mm 36.0 in

* Based on data presented in Donald R. Vaillancourt and Stover H. Snook, "A Review of Machine-Guarding Recommendations," *Applied Ergonomics*, Vol. 26, No. 22, pp. 141–145, The Liberty Mutual Research Center for Safety and Health; and *Standard Drawing 2063-2*, ©1998 Liberty Mutual Group. Used with permission.

† Barriers shall not be located less than 13.0 mm (0.5 in) from the hazard.

‡ Barrier openings shall not be greater than 132.0 mm (5.0 in) unless a risk assessment is performed.

Note: These criteria are for new installations only.

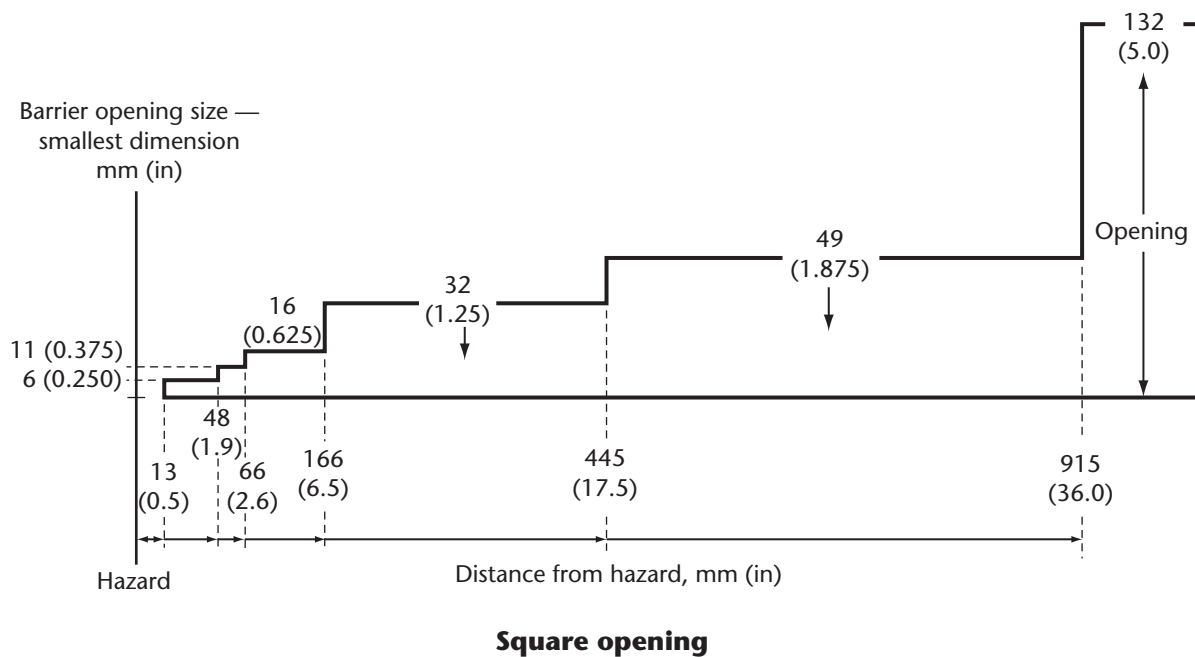
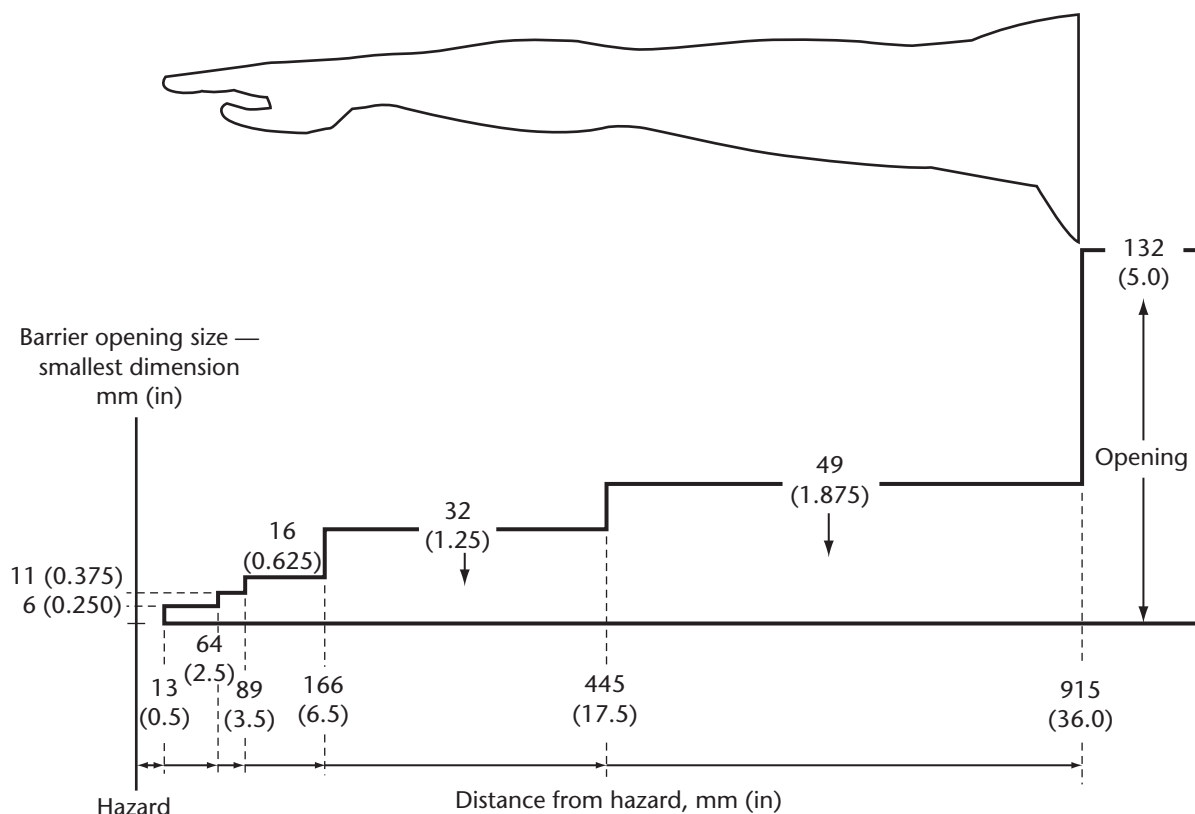
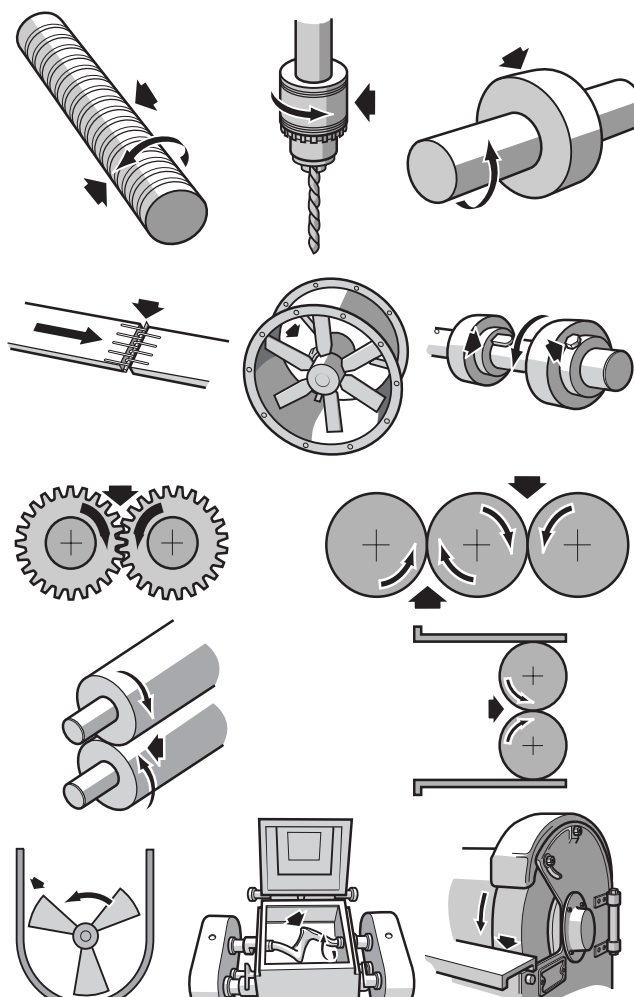


Figure 5
Graphical illustration of Table 3
 (See [Clause 10.11.](#))

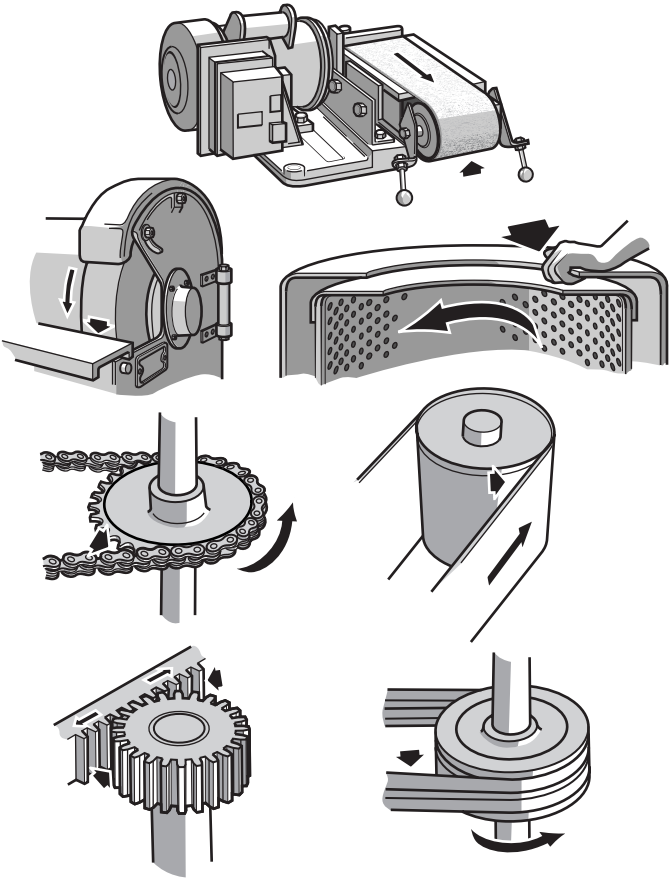
Table A.7
Mechanical hazards and controls
(See [Clause 6.1.3.2.](#))

Name	Description	Control
(a) Entanglement 	Bodily contact with the following features may lead to entanglement. (a) Contact with a single rotating surface, e.g., couplings, spindles, chucks, leadscrews, mandrels, bars, or rotating workpieces. These, even when rotating slowly, are a source of danger. (b) Catching on projections or in gaps, e.g., fan blades, spoked pulleys, chain wheels, gear wheels and flywheels, mixer and beater arms, spiked cylinders, belt fasteners, projecting keys, set screws, cotter pins on shafts or slat conveyors. (c) By catching between two parts (see Clause 6.1.3.2.) (i) Between counter-rotating parts, e.g., gear wheels, rolling mills, mixing rolls and calenders, or material being drawn between two rolls. (ii) Between rotating and tangentially moving parts, e.g., a power transmission belt and its pulley, a chain and chain wheel, a rack and pinion, metal, paper, rope, etc. and a reeling drum or shaft, batch-up, reel-up, etc., or a conveyor belt and its driving pulley or any bend pulley. Some mechanisms contain a combination of sliding and turning movement such as those used in certain cam gear designs, e.g., the mechanism on the side of some flatbed printing machines, or baling machines. (iii) Between rotating and fixed parts, e.g., spoked hand-wheels or flywheels and the machinery bed, screw or worm conveyors and their easing, revolving mixer and mincing mechanisms in casings having unprotected openings, Z-blade and ribbon-blade mixers, extruder scroll and barrel, or the periphery of an abrasive wheel and an incorrectly adjusted work rest.	Entanglement hazards may be reduced by reducing speed or distance of movement, by avoiding projections and recesses, by restricting force, torque and inertia, and by aiming for smooth polished surfaces. These measures apply both to machinery and process material. It helps also if the process material and any by-product is discrete rather than continuous. Every projection such as a setscrew, bolt or key on any exposed revolving part of machinery should be sunk, shrouded, or otherwise effectively guarded. Guards for rotating shafts should preferably be fixed guards of solid construction. However, guards of the loose tube type or of bellows construction may also be used satisfactorily in some applications (see also Clause 6.2.2.). The ergonomic criteria given in Clause 12.4 and Annex C should not be regarded as giving complete protection against entanglement. Note: For additional illustration of controls, see Annex B.

(Continued)

Table A.7 (Continued)

Name	Description	Control
(a) Entanglement (Continued)	(d) Catching in materials in motion, e.g., in centrifuges, tumble driers, dough mixers, or swarf from machining operations. The risk of entanglement is increased by loose clothing, gloves, neck-ties, jewellery, hair, cleaning brushes or rags, medical dressings, or materials being handled.	
(b) Friction and abrasion	The distinction between abrasion and cutting by a saw, for example, is one of degree. Friction burns can be caused by relatively smooth parts operating at high speed, e.g., the rim of a centrifuge basket at the edge of the easing opening. Other examples of friction or abrasion hazards include the periphery of an abrasive wheel, belt sanding machines, material running on to a reel or shaft, a conveyor belt, and its drums or pulleys (see Clause 6.1.3.2), and fast moving ropes or belts.	Friction and abrasion hazards are reduced by reducing speed or distance of movement, force, torque, and inertia, and by use of surfaces that are as smooth as possible. Damage due to any particular moving surface can be aggravated by abutting surfaces preventing removal of the hand, etc. from the danger zone, e.g., a badly adjusted work rest on an abrasive wheel.



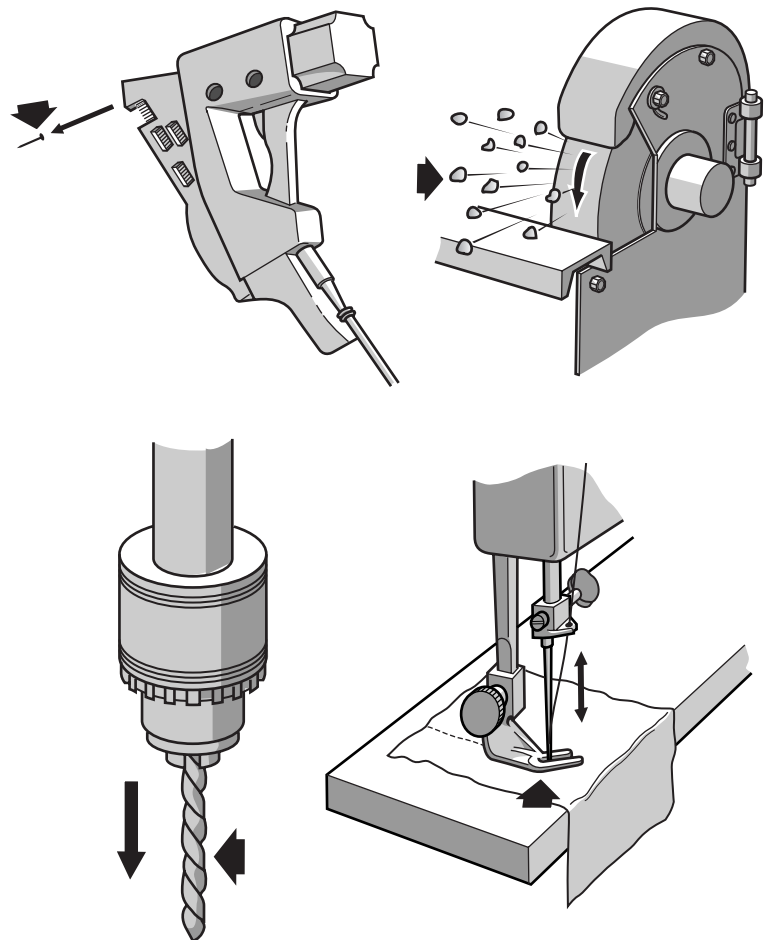
(Continued)

Table A.7 (Continued)

Name	Description	Control
(c) Shear	Parts of the body may be sheared in the following ways: (a) between two machine parts, e.g., the table of a metal planing machine and its bed, the blade of a guillotine, nip points between connecting rods or links and rotating wheels, or oscillating pendulum movements; (b) rapidly moving parts of machinery or pieces of material, e.g., sewing machines, drilling machines.	The principal measures, which may be adopted to eliminate shear traps, are as follows: (a) filling the gaps, such that the shear trap is minimized; (b) reducing the maximum clearance between the relatively moving parts so that parts of the body cannot enter the gap, e.g., by reducing the stroke of the machine; and (c) increasing the minimum clearance between the shearing parts, such that parts of the body can enter the gap safely. When the technique of separating the shearing parts is used, consideration should be given to the body parts, which it is possible to insert in the trap. Since it relies on pushing body parts out of the way, it is not appropriate except on low-speed machinery, and detailed consideration of other hazards will often rule it out. It should be noted that the technique is not effective against double shear traps. Guidance on safety distances is given in Annex C. When it is not possible to avoid the creation of a shear trap, it may still be possible to restrict reach past the trap, so that injury is reduced. It may also be possible to adjust speed and force of movement of parts creating the shear action. Note: These techniques are not generally applicable to tools whose prime purpose is to shear, e.g., guillotines or press tools.

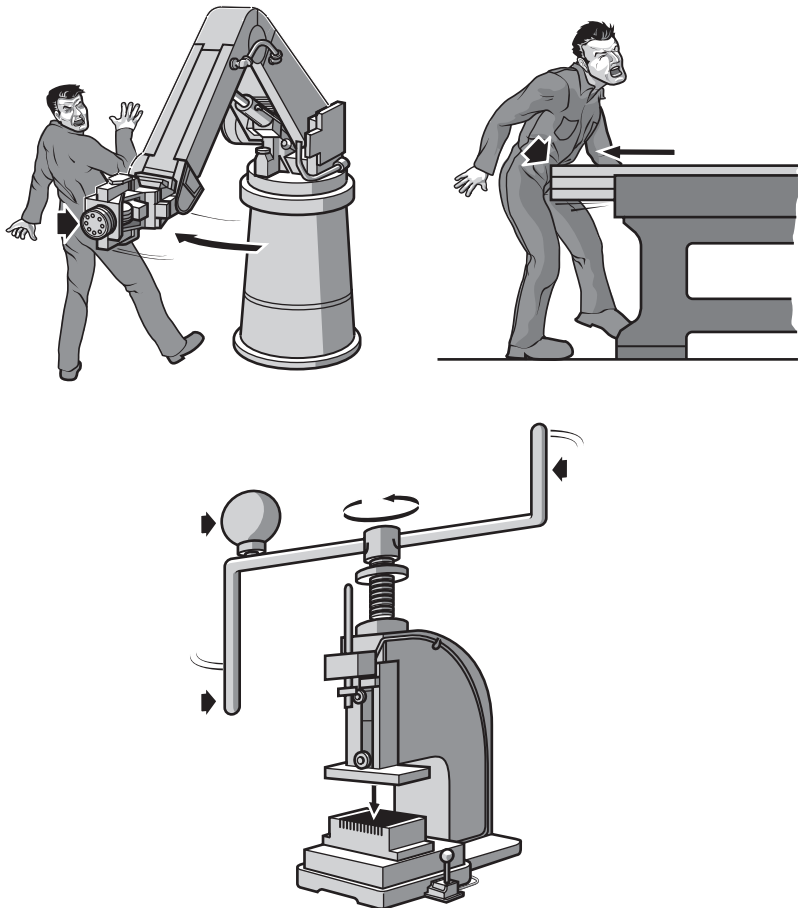
(Continued)

Table A.7 (Continued)

Name	Description	Control
(d) Stabbing or puncture 	The body may be penetrated by the following: (a) flying objects: (i) ejection of parts of machinery, e.g., the flying shuttle of a loom, a loose cutter on a vertical spindle moulding machine, broken tooling on a press, or the bursting of an abrasive wheel; and (ii) ejection of material, e.g., flying swarf, ejection of a workpiece, molten metal ejection from a die-casting machine, sparks generated in a welding process, cartridge tools, or debris from rotary mowers and hedge-cutters; and (b) rapidly moving parts of machinery or pieces of material, e.g., sewing machines, drilling machines.	Stabbing or penetration injuries are affected by sharpness, speed, force or torque, and inertia of machine parts, process material, by-products, etc., in their normal places or on ejection from the machinery. The presence of a surface preventing the body or body part moving away may aggravate the effect. Where there is a risk of small or sharp ejected objects that may penetrate the skin, sheet material should be considered in lieu of mesh for guards.

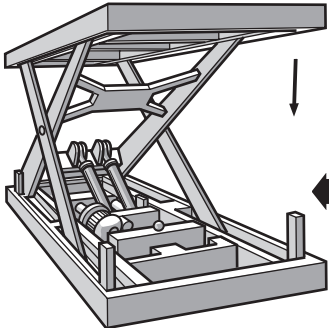
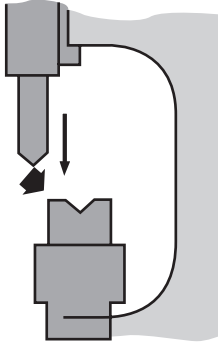
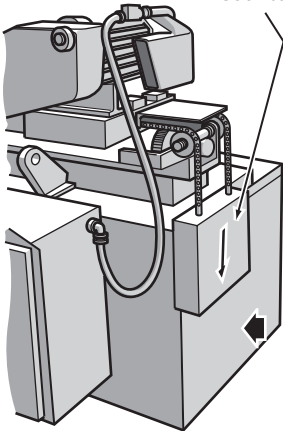
(Continued)

Table A.7 (Continued)

Name	Description	Control
(e) Impact 	Impact hazards are caused by objects that act against the inertia of the body but do not penetrate it, e.g., the traversing motion of a machinery part, oscillating pendulum movements, striking by projections or moving counterweights.	The considerations for impact injuries are much the same as for stabbing or penetration injuries.

(Continued)

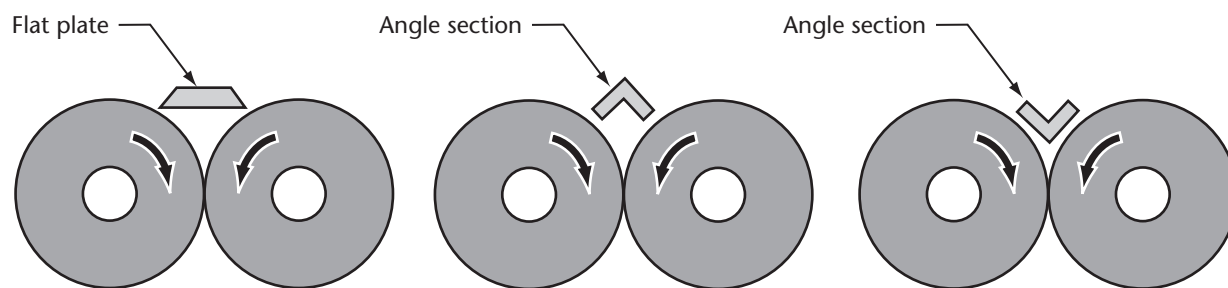
Table A.7 (Continued)

Name	Description	Control
(f) Crushing     Counterweight	Crushing occurs when one part of machinery moves against another with a part of the body in between, e.g., the ram of a forging hammer, the tools of power presses, the calipers of spot welding machines, garment press closure, the closing nip between two platen motions, hand-fed platen machines, foundry moulding machines, counterweights. The traversing motion of a machinery part, e.g., the table of a machine tool, and a fixed structure not being part of the machinery may also create this type of hazard.	Crushing injuries, like shear injuries, are due to the relative motion of two objects with a body part in between, and are affected by similar considerations.

(Continued)

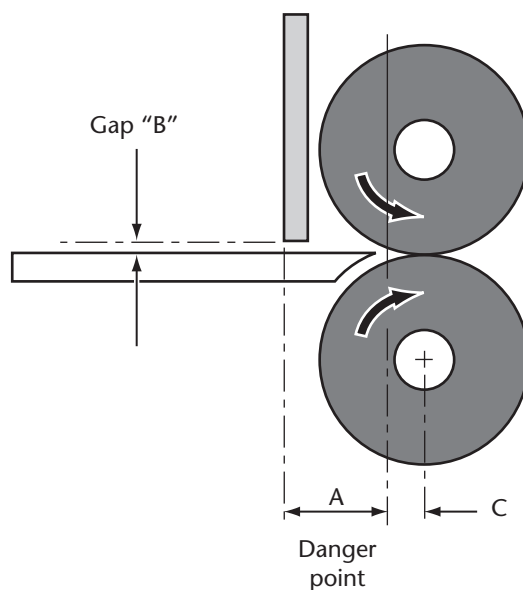
Table A.7 (Concluded)

Name	Description	Control
(g) Drawing-in	Shearing or crushing injuries can be caused when a part of the body is drawn into a running or in-running nip formed in the following ways: (a) in-running nips between two counter-rotating parts, e.g., meshing gears, rolling mills, mixing rolls, press rolls, reel and carriage rolls, dough brakes and moulders or calenders; (b) in-running nips between a rotating surface and a tangentially moving surface, e.g., power transmission belt and pulley, chain and chain wheel, rack and pinion; and (c) running nips between a rotating surface and a tangentially moving surface where material, e.g., metal, paper, cable and rope, runs on to a reel, drum or shaft.	Drawing-in, leading to entanglement, shear or crushing, is aggravated by speed or distance of movement, force, torque, inertia, weight, or tension, e.g., in a belt or in material being reeled up. Surface roughness and any tendency to adhesion will have a similar effect. Adjacent parts of structures may increase injuries.



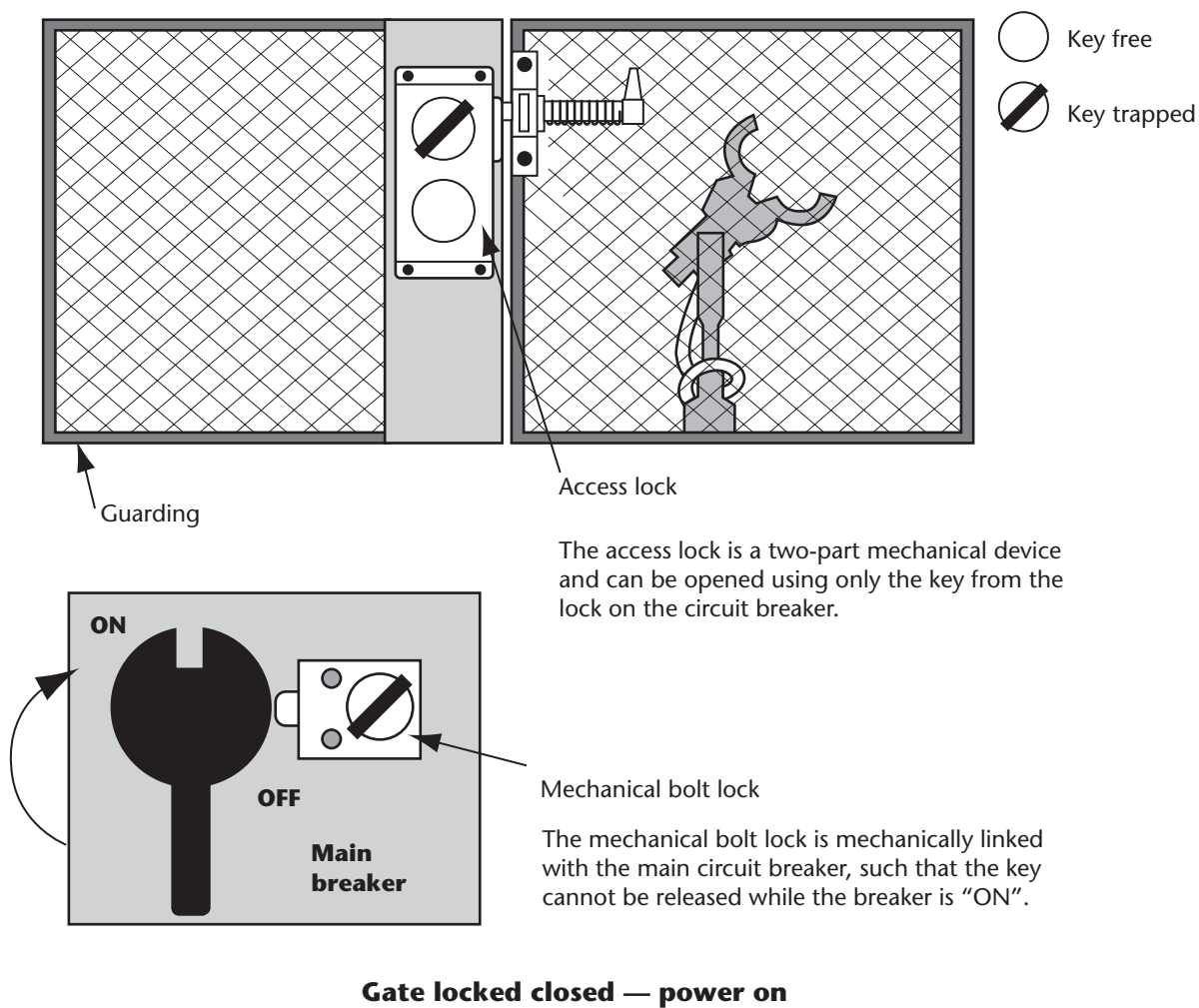
Note: Access to a running nip can be prevented by means of a flat plate or angle section as shown.

Figure B.2
Use of flat plate or angle section to
prevent access to in-running nips
 (See Figure B.5.)



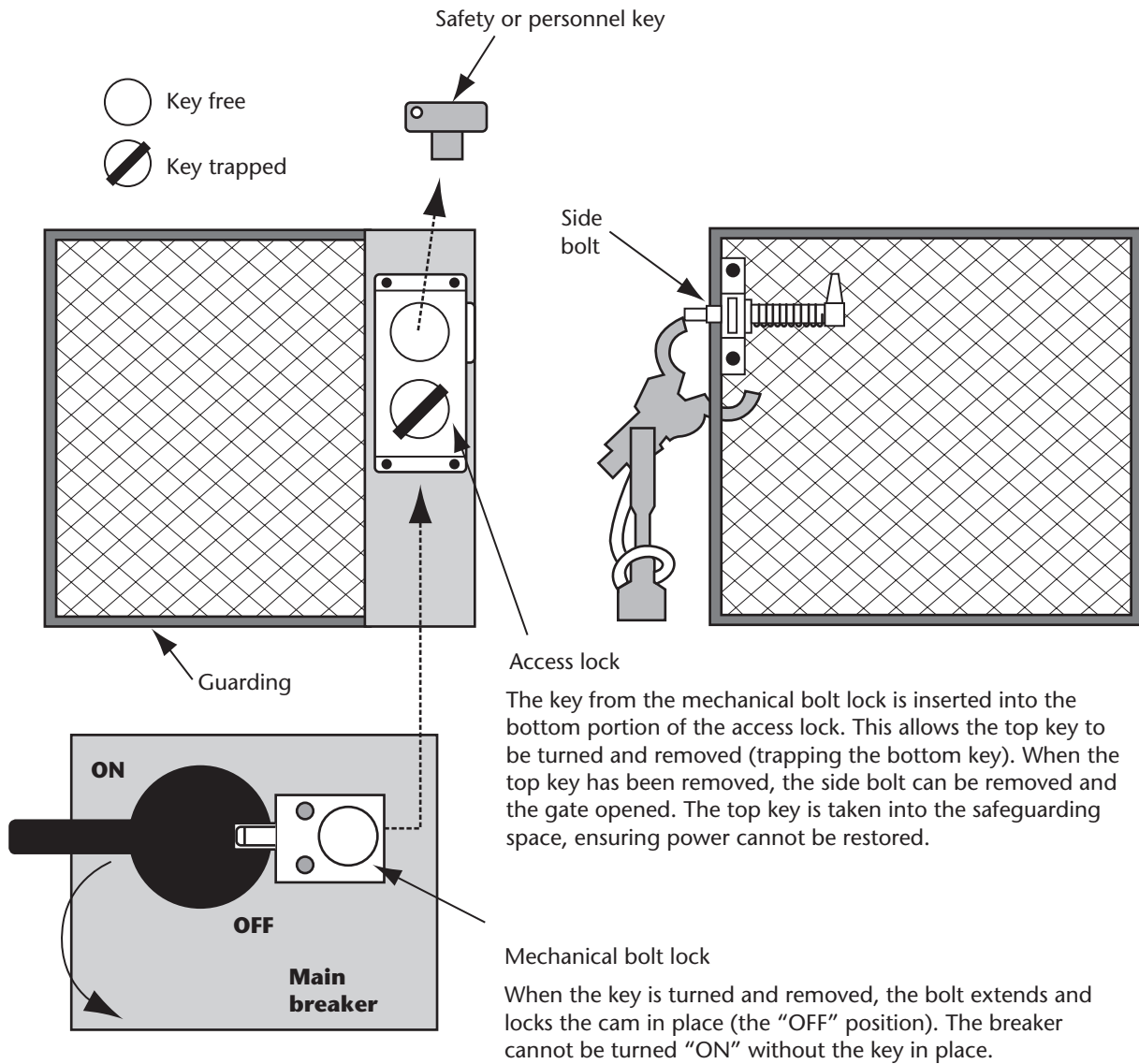
Note: When material such as cardboard has to be fed to a pair of rollers, and a gap is necessary to permit the free flow of the material, the relationship of distance A to gap B should be in accordance with this Standard, so that a person cannot reach the intake. The dimensions C will vary with the size of the rollers. As the roller diameter increases, C will need to be increased.

Figure B.3
Feeding material to a pair of rollers
 (See Figure B.5.)



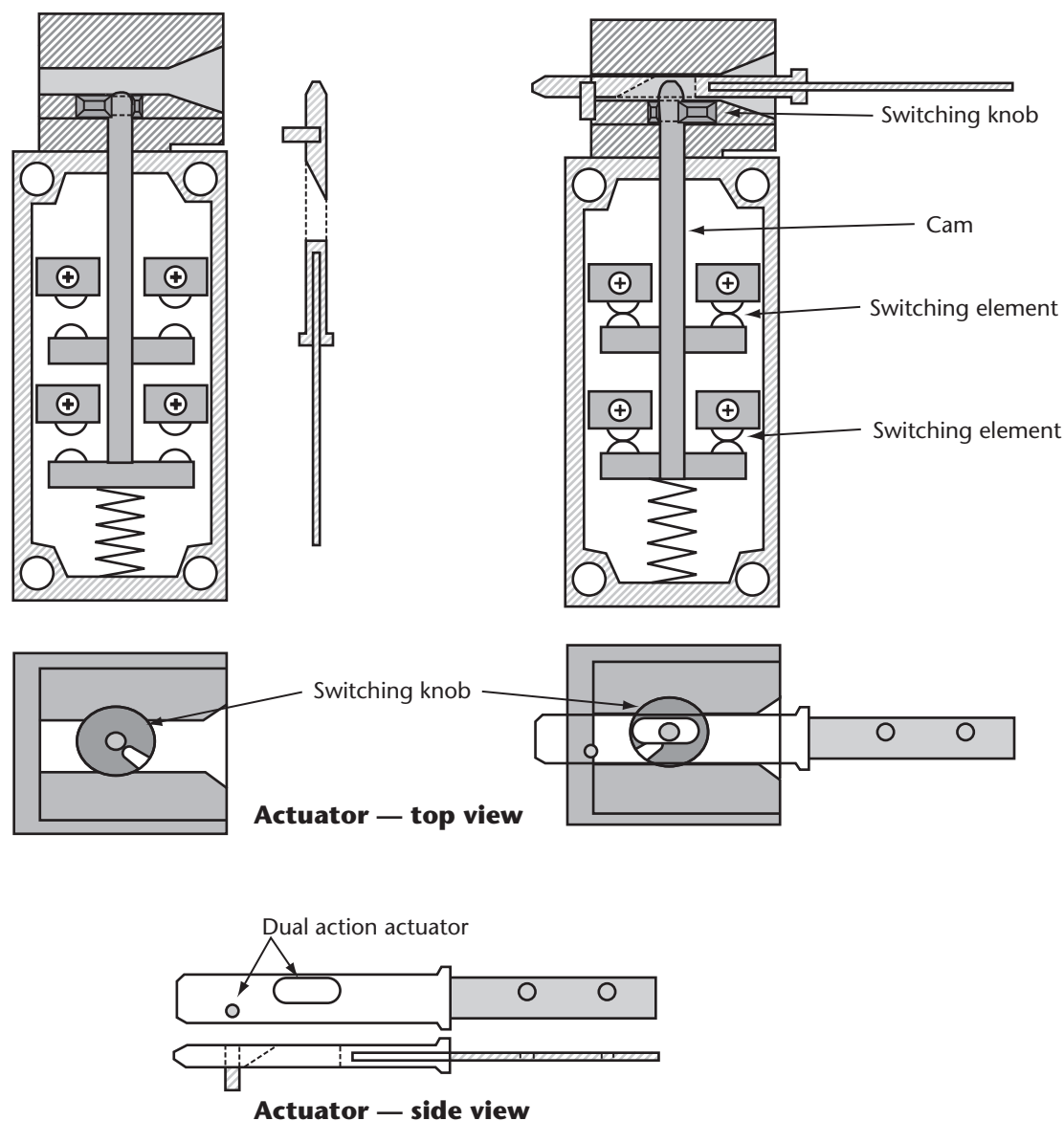
(Continued)

Figure B.12
Example of trapped key interlocking system
 (See [Clauses 9.3.2, 9.3.3, and 10.2.4.](#))



Gate open — power off

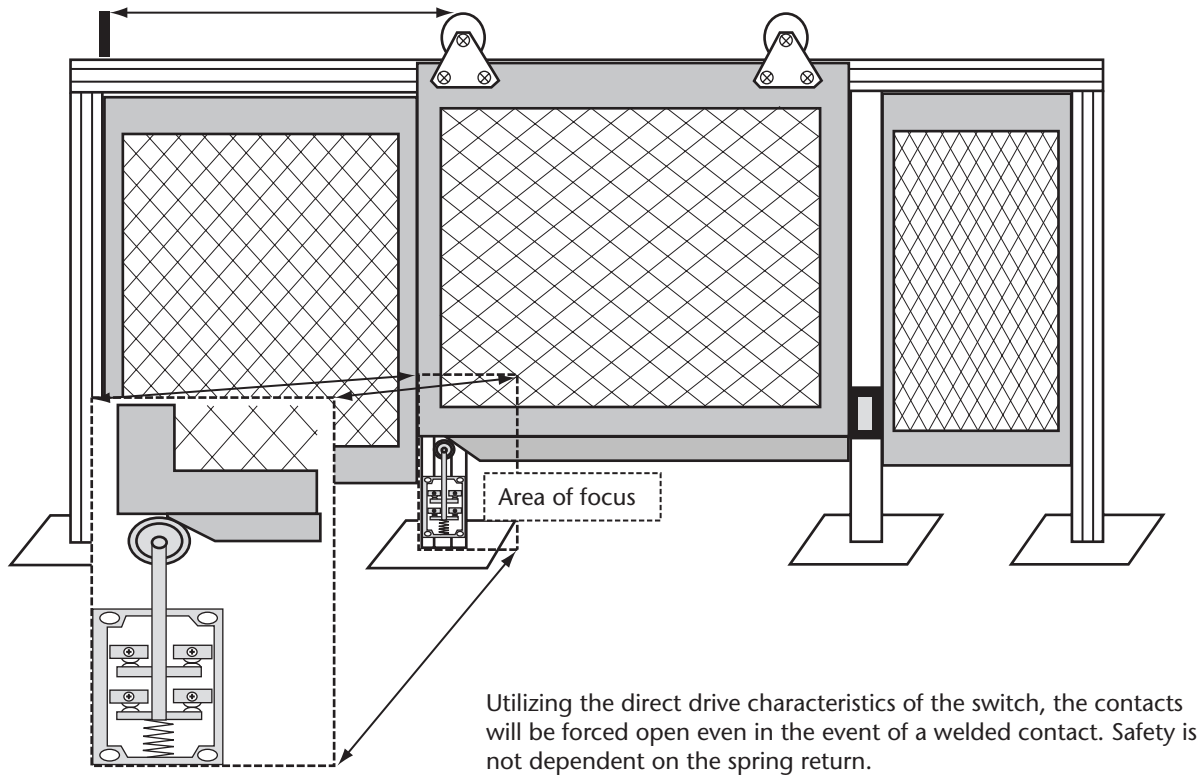
Figure B.12 (Concluded)



Safety interlock switches

The positively opening switching element is directly driven by a cam. The cam and the switching element are structurally connected, forming one functional unit in the switching process. An actuator (key) operates the switch through a positive interlocking switching mechanism at the switching knob. Dual action design is preferred for tamper-resistance purposes and required for operation.

Figure B.13
Safety interlock switches
 (See [Clauses 9.3.3](#) and [10.2.4](#).)



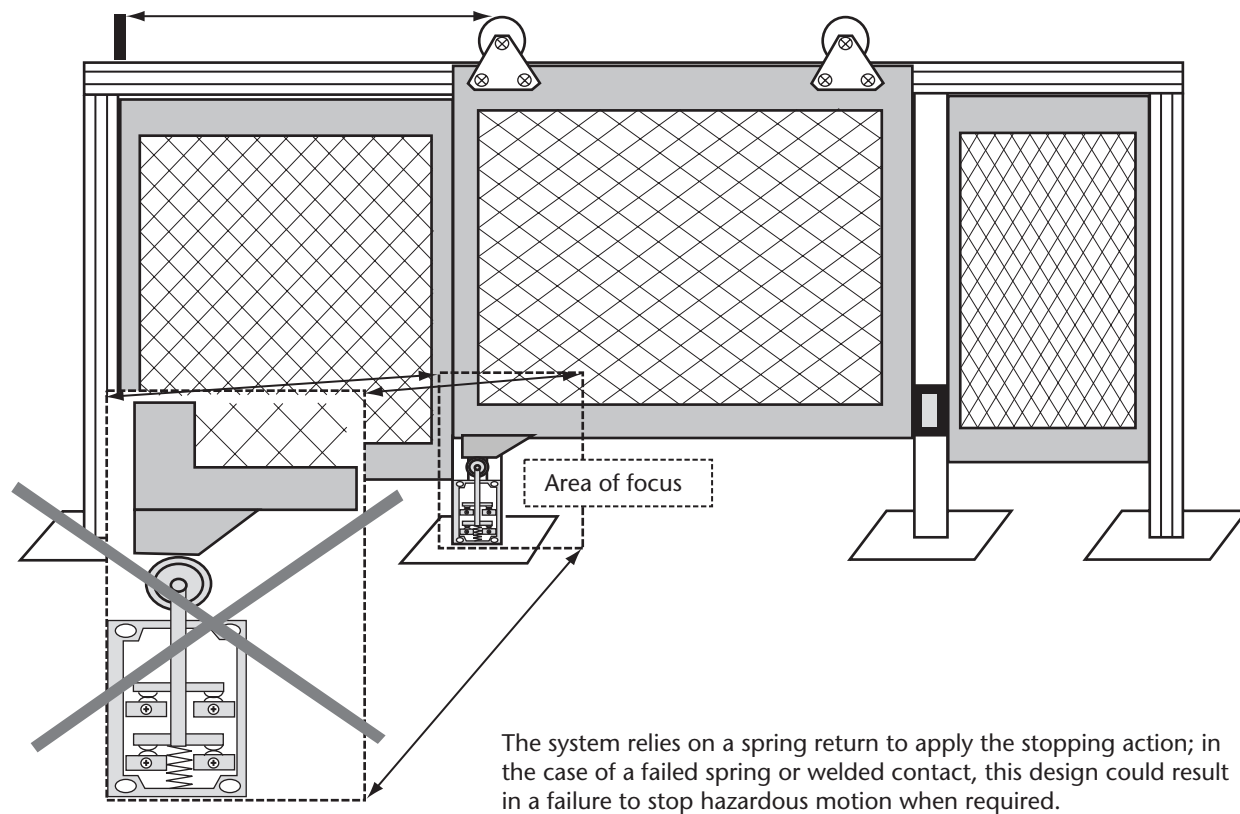
(a) Preferred method

Notes:

- (1)** The movable portion of the barrier guard should be guided to ensure that contact with the switch actuator is maintained.
- (2)** The switch should be permanently mounted or monitored so that a loose or detached switch will not cause an unsafe operation. A keyed actuator or redundant switches should be considered if not achievable. (See Figures B.12 and B.13.)

(Continued)

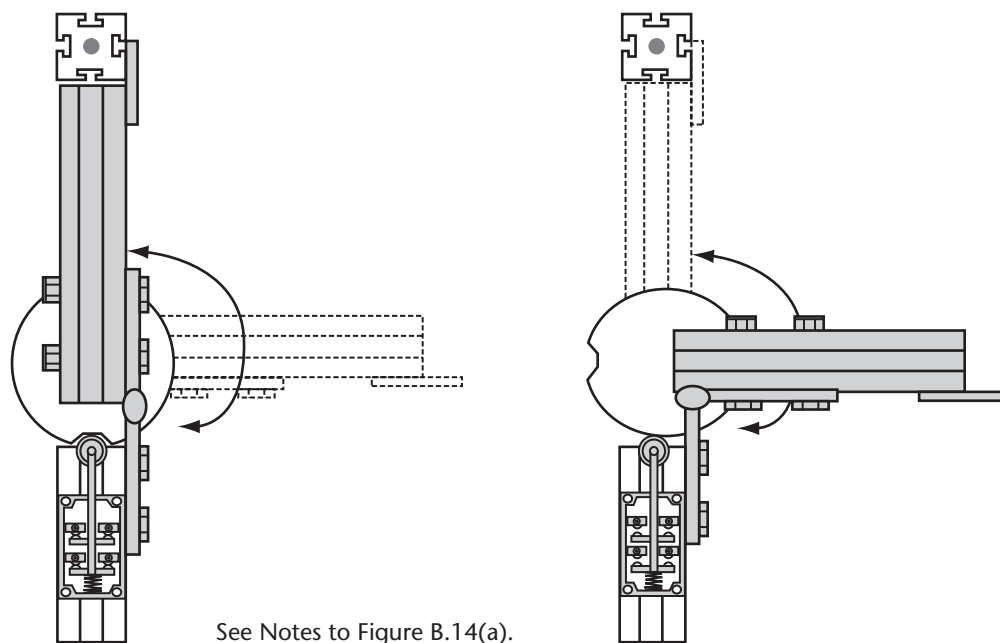
Figure B.14
Switch illustrations



(b) Not recommended

(Continued)

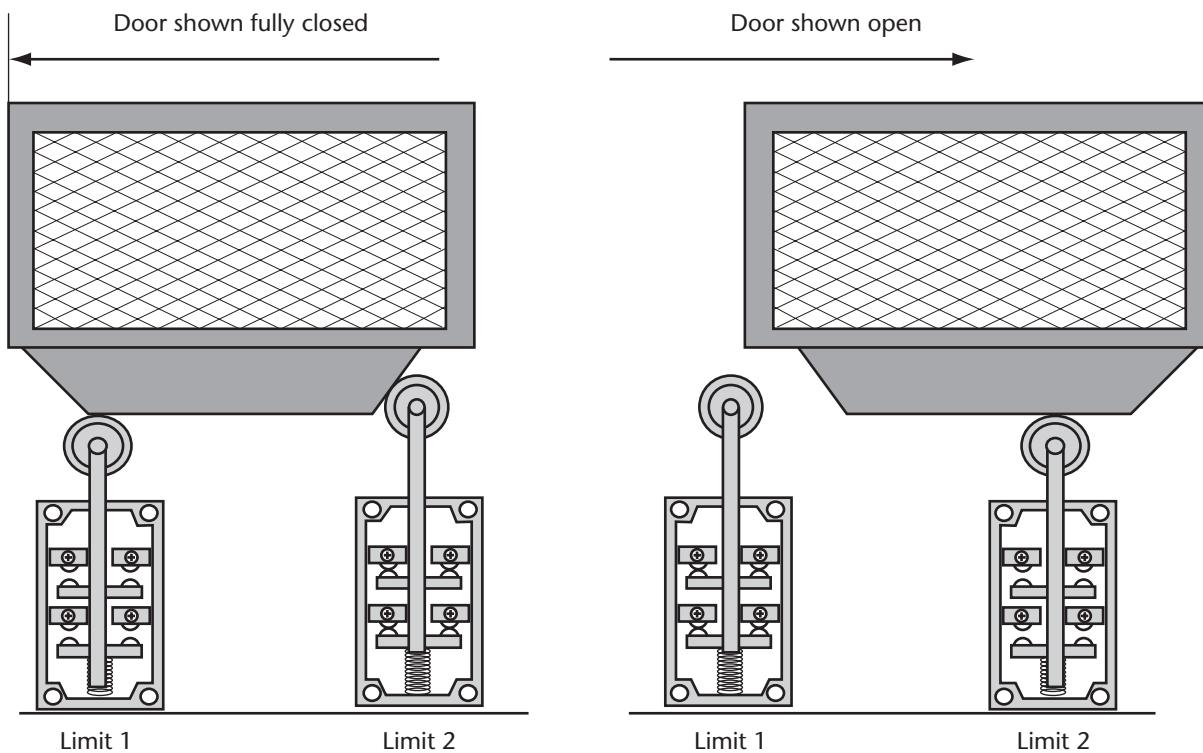
Figure B.14 (Continued)



(c) Roller type limit shown utilizing direct drive or positive opening for machine stop

(Continued)

Figure B.14 (Continued)



(d) Redundant limit switches used in a complementary fashion

Figure B.14 (Concluded)

Although light curtains are shown, the dimensions illustrated are applicable to all optical PSSDs (single beams and scanners).

Dpf determined by Os and installation

(Assumes there are no other safeguards and no physical obstructions limiting access to the hazard)

"Reach through"	"Reach over"
First beam at 0.3 m (12 in) max	First beam at 0.3 m (12 in) max
Top beam at 1.2 m (48 in) min	Top beam at 0.9 m (36 in) min

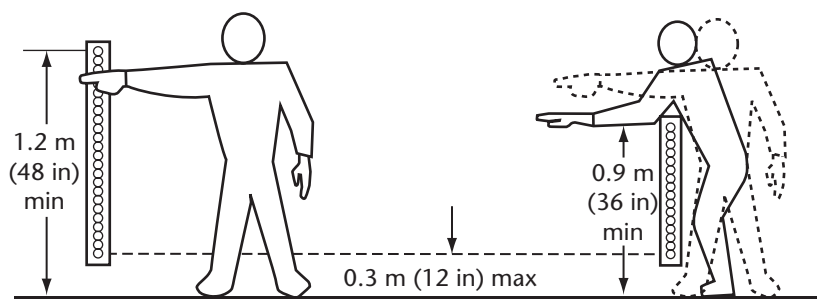
Object sensitivity (*Os*) is less than 64 mm (2.5 in)

$$Dpf = 3.4 \times (Os - 6.875 \text{ mm})$$

$$Dpf = 3.4 \times (Os - 0.275 \text{ in})$$

but not less than 0

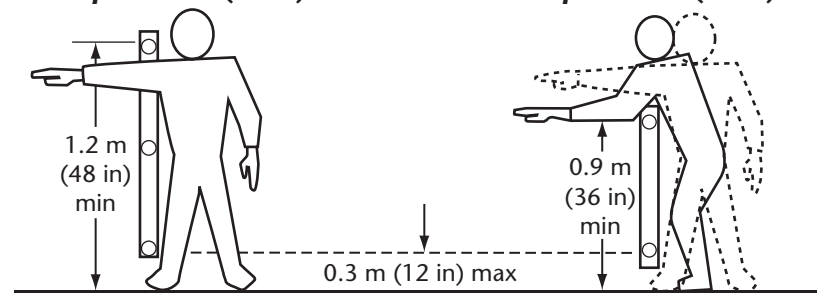
$$Dpf = 1.2 \text{ m (48 in)}$$



Os is equal to or greater than 64 mm (2.5 in) AND does not exceed 0.6 m (24 in)

$$Dpf = 0.9 \text{ m (36 in)}$$

$$Dpf = 1.2 \text{ m (48 in)}$$



(a) Optical PSSDs — Vertical field

(Continued)

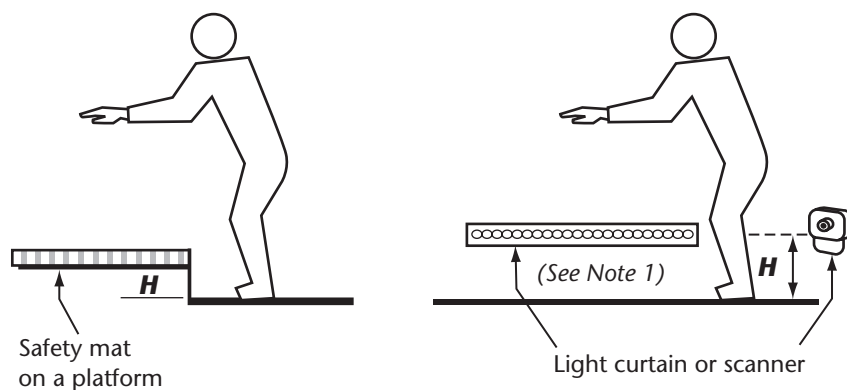
Figure B.15
Anthropomorphic safety distances
(See [Clauses 6.2.2.3.3](#) and [10.12.](#))

**Horizontal detection field
when PSSD is used to signal a stop
 $Dpf = 1.2 \text{ m (48 in)}$**

(Assumes there are no other safeguards and no physical obstructions limiting access to the hazard)

Depth of field = **Dpf**
Depth of detection (but depth of field is not
 (depth of mat, length of light curtain, scanner coverage) to be less than 0.9 m [36 in])

If physical obstructions exist, depth of field may be reduced to 0.9 m (36 in), even though the Dpf remains 1.2 m (48 in).



Notes:

- (1) With optical PSSDs mounted horizontally, supplemental safeguarding may be needed if $H \geq 0.3 \text{ m (12 in)}$ and there are no physical obstructions limiting access to the hazard. See Figure B.15(g), about O_s and H .
- (2) H is the height above the adjacent walking surface.
- (3) Horizontal-sensing PSSDs are installed such that personnel cannot lean or leverage themselves such that their presence is not sensed by the PSSD.

(b) PSSD depth penetration factor (Dpf)

(Continued)

Figure B.15 (Continued)

Annex C (informative)

Ergonomic data

Notes:

- (1) This Annex is not a mandatory part of this Standard but is written in mandatory language to accommodate its adoption by anyone wishing to do so.
- (2) The information given in this Annex is based on that given in ISO 13852.
- (3) This data does not apply to situations in which children have access to machinery.

C.1 Reaching upwards (See Figure C.1)

If there is a low risk from the danger zone, then the height of the danger zone h shall be 2500 mm or more.

If there is a high risk from the danger zone, then

- (a) either the height of the danger zone h shall be 2700 mm or more; or
- (b) other safety measures shall be used.

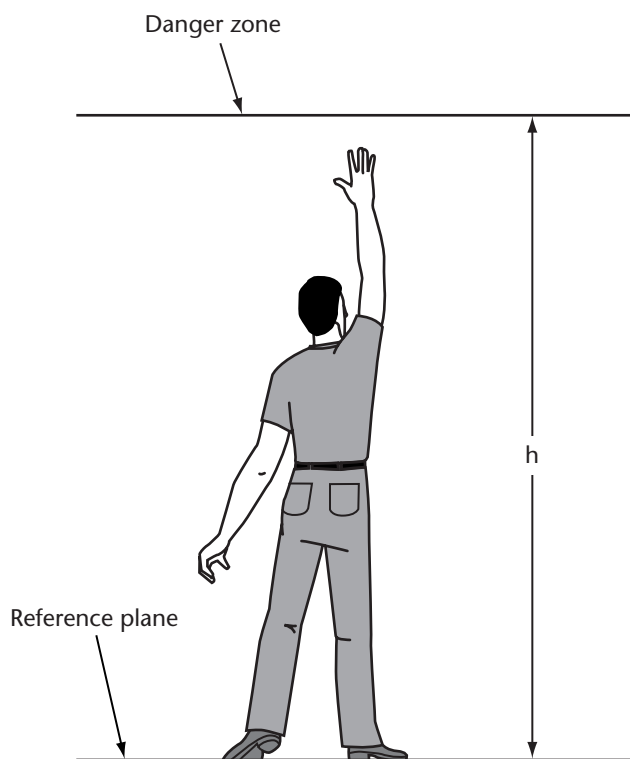


Figure C.1
Safety distance for reaching upwards
(See [Clause C.1](#).)

C.2 Reaching over protective structures

C.2.1 General

Distance guards used as perimeter fences should be at least 1800 mm high. The data given in [Clause C.2.2](#) for barriers less than 1800 mm high should only be used where the 1800 mm height is not reasonably practicable.

Note: Barriers are not foolproof and they cannot prevent access to persons intent on gaining access. Therefore, as a person's intent on reaching a hazardous part increases, e.g., by climbing on chairs, ladders, or the barrier itself, the protection provided by a barrier erected in accordance with [Table C.1](#) will decrease.

C.2.2 Reaching over

When reaching over an edge, e.g., on machine frames or barriers, the safety distance is found in [Figure C.2](#) and [Tables C.1](#) and [C.2](#).

If there is a low risk from a danger zone, the values given in [Table C.1](#) shall at least be used. There shall be no interpolation of the values in this table (see examples). Consequently, when the known values of a , b , or c are between two values in the tables, the values to be used shall be those that provide the highest level of safety.

If there is a high risk from the danger zone, then either the values in [Table C.2](#) or other safety measures should be used.

There should be no interpolation of the values in [Table C.1](#) or [Table C.2](#).

See the following examples where values of [Table C.1](#) have been used:

EXAMPLE 1:

The height of the danger zone, a , is 1500 mm and its horizontal distance, c , from the proposed protective structure is 700 mm.

Using [Table C.1](#), the height of the protective structure, b , should be at least 1800 mm.

EXAMPLE 2:

The height of the protective structure, b , is 1300 mm and the height of the danger zone, a , is 2300 mm. Using [Table C.1](#), the horizontal distance, c , of the protective structure from the danger zone shall be at least 600 mm.

EXAMPLE 3:

The height of the protective structure, b , is 1700 mm and the horizontal distance, c , from the danger zone is 550 mm.

Using [Table C.1](#), the danger zone should not be between 1200 mm and 2200 mm high.

Table C.1
Low risk values of *a*, *b*, and *c* for Figure C.2
 (See [Clause C.2](#) and [Figure C.2](#).)

Height of danger zone*	Height of fixed barrier or protective structure†								
	1000	1120	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2500
	Horizontal distance to danger zone								
2500	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2400	100	100	100	100	100	100	100	100	—
2200	600	600	500	500	400	350	250	—	—
2000	1100	900	700	600	500	350	—	—	—
1800	1100	1000	900	900	600	—	—	—	—
1600	1300	1000	900	900	500	—	—	—	—
1400	1300	1000	900	800	100	—	—	—	—
1200	1400	1000	900	500	—	—	—	—	—
1000	1400	1000	900	300	—	—	—	—	—
800	1300	900	600	—	—	—	—	—	—
600	1200	500	—	—	—	—	—	—	—
400	1200	300	—	—	—	—	—	—	—
200	1100	200	—	—	—	—	—	—	—
0	1100	200	—	—	—	—	—	—	—

* Protective structures less than 1000 mm in height are not included because they do not sufficiently restrict movement of the body.

† For danger zones above 2500 mm, see [Clause C.1](#).

Note: Dimensions are in millimetres.

Table C.2
High risk values of *a*, *b*, and *c* for Figure C.2
 (See [Clause C.2.2](#) and [Figure C.2](#).)

Height of danger zone*	Height of protective structure†									
	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2500	2700
	Horizontal distance to danger zone‡									
2700	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2600	900	800	700	600	600	500	400	300	100	—
2400	1100	1000	900	800	700	600	400	300	100	—
2200	1300	1200	1000	900	800	600	400	300	—	—
2000	1400	1300	1100	900	800	600	400	—	—	—
1800	1500	1400	1100	900	800	600	—	—	—	—
1600	1500	1400	1100	900	800	500	—	—	—	—
1400	1500	1400	1100	900	800	—	—	—	—	—
1200	1500	1400	1100	900	700	—	—	—	—	—
1000	1500	1400	1000	800	—	—	—	—	—	—
800	1500	1300	900	600	—	—	—	—	—	—
600	1400	1300	800	—	—	—	—	—	—	—
400	1400	1200	400	—	—	—	—	—	—	—
200	1200	900	—	—	—	—	—	—	—	—
0	1100	500	—	—	—	—	—	—	—	—

* Protective structures less than 1000 mm in height are not included because they do not sufficiently restrict movement of the body.

† For danger zones above 2500 mm, see [Clause C.1](#).

‡ Protective structures lower than 1400 mm should not be used without additional safety measures.

Note: Dimensions are in millimetres.

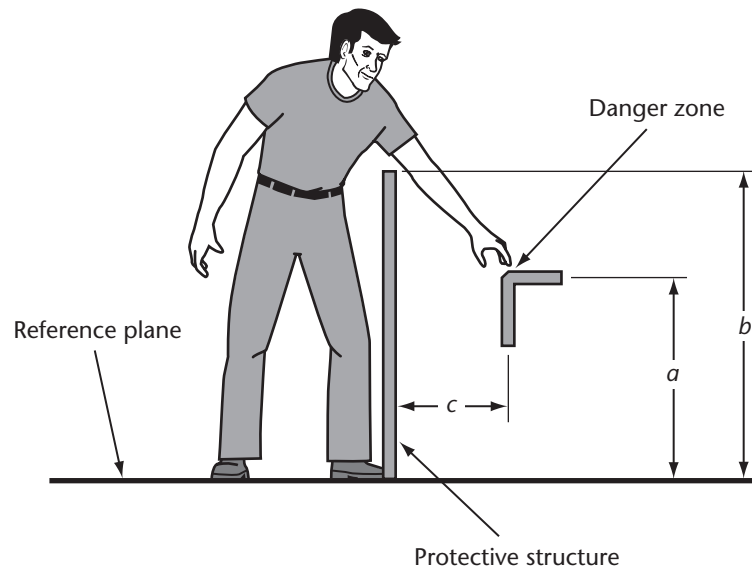


Figure C.2
Dimensions a , b , and c used in Table C.1 and Table C.2
 (See Clause C.2.2 and Tables C.1 and C.2.)

C.3 Reaching round

When reaching round edges in any position the safety distance of freely articulating body parts of persons over the age of 14 is given in Table C.3.

The radius of the movement about a fixed edge is determined by the reach of given body parts. The safety distances assigned should be respected as a minimum if the body part concerned is not to be allowed to reach a danger zone.

Of special importance is the danger zone which can be reached when these body parts are introduced through slots.

When applying safety distances, it is to be assumed that the basic joint component of the relevant body part is in fixed contact with the edge. The safety distances apply only if it is ensured that further advance or penetration of the body part towards the hazard is excluded.

Table C.3
Safety distances
(See [Clause C.3.](#))

Limitation of movement	Safety distance s_r , mm	Illustration
Limitation of movement only at shoulder and armpit	≥ 915	
Arm supported up to elbow	≥ 550	
Arm supported up to wrist	≥ 230	
Arm and hand supported up to knuckle joint	≥ 130	

A = range of movement of the arm

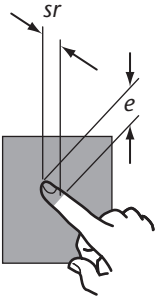
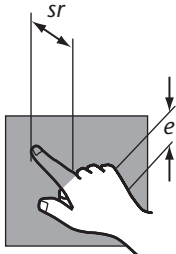
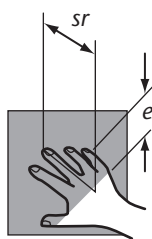
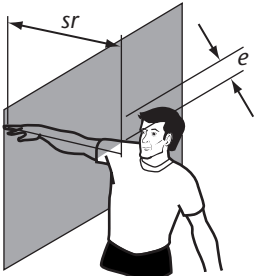
* Either the diameter of the round opening, or the side of a square opening, or the width of a slot opening.

C.4 Reaching through regular openings

Safety distances, s_r , for persons aged 14 and above are given in [Table C.4.](#)

The dimensions of openings, e , correspond to the side of a square, the diameter of a round opening, and the narrowest dimension of a slot opening.

Table C.4
Safety distances, sr , through regular openings of size e
 (See [Clauses C.4](#) and [C.5.](#))

Part of body	Illustration	Opening	Safety distance, sr		
			Slot, mm	Square, mm	Round, mm
Fingertip		$e \leq 4$	≥ 2	≥ 2	≥ 2
		$4 < e \leq 6$	≥ 10	≥ 5	≥ 5
Finger up to knuckle joint or hand	 	$6 < e \leq 8$	≥ 20	≥ 15	≥ 20
		$8 < e \leq 10$	≥ 80	≥ 25	≥ 80
		$10 < e \leq 12$	≥ 100	≥ 80	≥ 120
		$12 < e \leq 20$	≥ 120	≥ 120	≥ 120
		$20 < e \leq 30$	$\geq 850^*$	≥ 120	≥ 120
Arm up to junction with shoulder		$30 < e \leq 40$	≥ 850	≥ 200	≥ 120
		$40 < e \leq 132$	≥ 915	≥ 915	≥ 915

* If the length of the slot opening ≤ 65 mm, the thumb sill acts as a stop and the safety distance can be reduced to 200 mm.

C.5 Openings of irregular shape

To choose a safety distance for an opening of irregular shape, refer to [Table C.4](#) using either the smallest circular aperture, d , that describes the opening, or the narrowest slot with parallel sides, e , that will contain the opening (see [Figure C.3](#)). The smallest safety distance arrived at using this method may be employed.

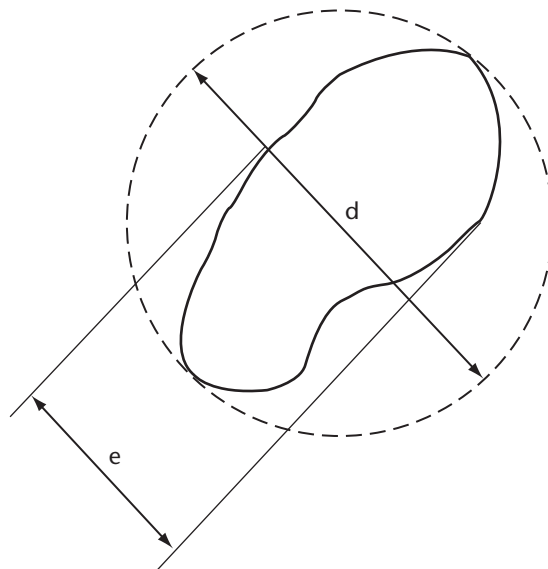


Figure C.3
Safety distances for openings of irregular shape
(See [Clause C.5](#).)



MANUAL DE USUARIO

Furi Machine

Bericap México

Av. Tlaloc s/n Edif. 2, Col. Axotlán, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54719
Tel. (52) 55 8625-8900



Contenido

MANUAL BÁSICO DE USUARIO	2
Aplicación	2
Características	2
Estructura del Equipo	3
Parámetros Técnicos	4
Ajuste y Operación	4
Panel de Control de Operación	9
Operación de Pantalla Táctil	9
Instalación del Equipo	12
Incumplimiento y Recurso	13
Atenciones de Operación	13

MANUAL BÁSICO DE USUARIO

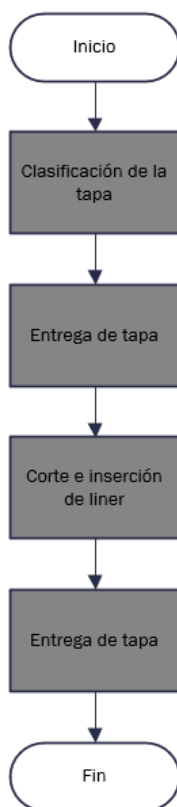
Aplicación

Esta máquina está ampliamente diseñada y utilizada en la industria de tapas plásticas, revestimientos, medicamentos, productos alimenticios, productos químicos para el hogar, envases, entre otros. Es una máquina cuya finalidad es la inserción de sellos y revestimientos para el cierre de las tapas de manera hermética e ideal.

Características

Diagrama de flujo de producción:

Clasificación de la tapa → Entrega de tapa → Corte e inserción de liner → Entrega de tapa.





1. Esta máquina sustituye el trabajo manual, en ella se inserta automáticamente el liner o revestimiento en la tapa plástica y puede aumentar la eficiencia de trabajo en gran medida.
2. Sellado correcto de liner, velocidad rápida, alta eficiencia, producto seguro e higiénico.
3. Esta máquina esta especialmente adecuada para la ocasión de requisitos sanitarios estrictos y severos. Puede evitar la contaminación dentro del material gracias a las guardas de seguridad incorporadas en su estructura y el riesgo de sufrir alguna lesión.
4. El Sistema de clasificación de la tapa tiene la función de eliminar la tapa cuando esta se encuentra en distinta posición, esto con el fin de asegurar que cada tapa este colocada correctamente hacia arriba.
5. Contiene un contador automático en su interior y puede aumentar la eficiencia de trabajo
6. Adopta un mecanismo mecánico de posición de entrega para hacer que la máquina trabaje sin problemas.

Es adecuada para varias especificaciones de tapas.

7. Contiene la adaptación de un PLC, y tiene un sistema de alarma en el cual si el liner o la tapa se encuentra atascada o no cuenta con material dentro de la máquina esta se alarmará en la torreta indicadora de luz. Su sistema de control eléctrico adopta técnicas de conversión de frecuencia.

Tiene la ventaja de contener una configuración libre, amplia aplicación, fácil operación, un trabajo estable, limpieza y un sistema de mantenimiento conveniente y de fácil acceso al igual que una buena durabilidad.

8. La máquina se encuentra en estricta conformidad contando con la Norma Nacional GMP (Good Manufacturing Practices) y requisitos de proceso.

Estructura del Equipo

1. Contiene un mecanismo automático de clasificación de tapas; ordena las tapas de manera correcta y hace que todos se coloquen en una posición hacia arriba.
2. **Mecanismo de colocación de tapa:** Coloca la tapa en el mecanismo de inserción del liner de forma ordenada y correcta.

3. **Mecanismo de corte de liner:** Este cuenta con un troquel que tiene como función realizar el corte ajustado del liner para que sea colocado dentro de la tapa.
4. **Mecanismo de inserción de liner:** Inserta el liner dentro de la tapa para finalizar el procedimiento.

Parámetros Técnicos

PRODUCTIVIDAD (pcs/m)	300 tapas por minuto
FORMATO	Hasta 2 tamaño de tapas
VOLTAJE (V)	220-230 V
POTENCIA (Kw)	2.2 Kw
N.W. (Kg)	1500 kg
MEDIDAS	2300(lenght) x 1500 (width) x 220 (height)

Ajuste y Operación

1. Colocar la máquina en la posición mostrada en la siguiente imagen:



2. Conectar el elevador y la cinta transportadora.



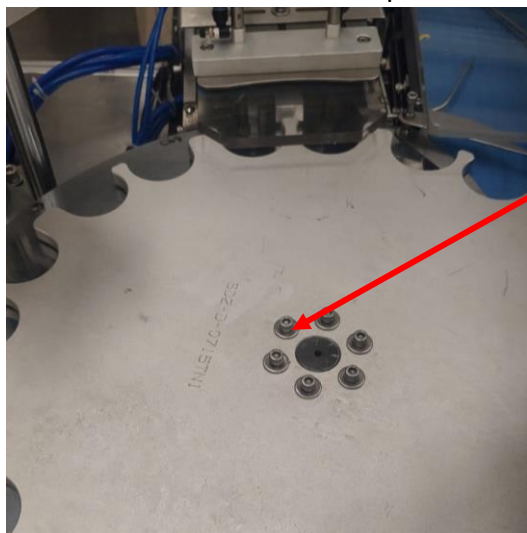
3. Instalar los sensores en la marca 1 y marca 2;



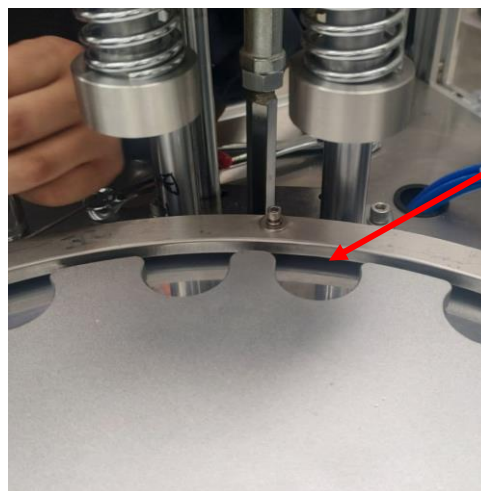
- Si no hay tapas en la marca 1, el elevador funcionará.
- Si no hay tapas en la marca 2, la máquina se detendrá automáticamente esperando detectar la tapa para continuar por la banda transportadora.

4. Ajustar la posición de la plataforma giratoria.

- Alojarse los tornillos del plato giratorio (Marca 1).
- Colocar una tapa en el plato giratorio (Marca 2).
- Alinear el centro de la tapa con el centro del troquel de presión.



MARCA 1



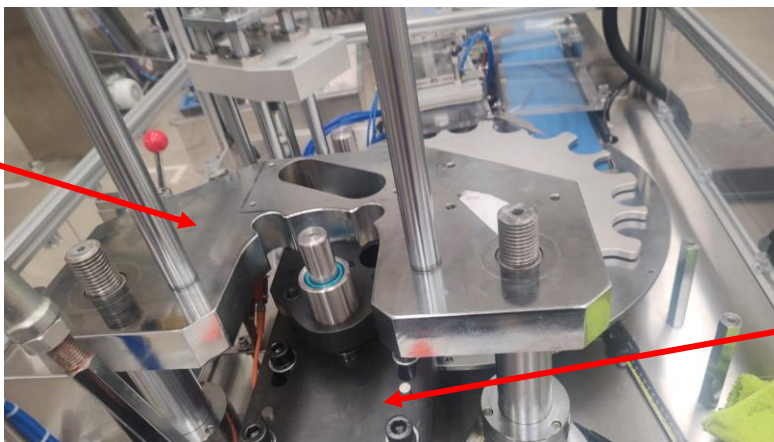
MARCA 2

5. Cambio de herramental de perforación:

- Retirar la placa superior (Marca 1).
- Cambiar el herramental (Marca 2).
- Colocar una tapa en el plato giratorio, hacer que el centro de la tapa y el centro del molde superior estén alineados, luego fijar los tornillos de la placa del molde inferior.

***NOTA:** Para el cambio de herramental véase el anexo de Guía de Usuario – Cambio de Herramientales.

MARCA 1



MARCA 2

6. Ajuste de dimensiones de material:

- Si el tope de la tapa no se encuentra pegado es recomendable acortar la distancia entre los dos topes.

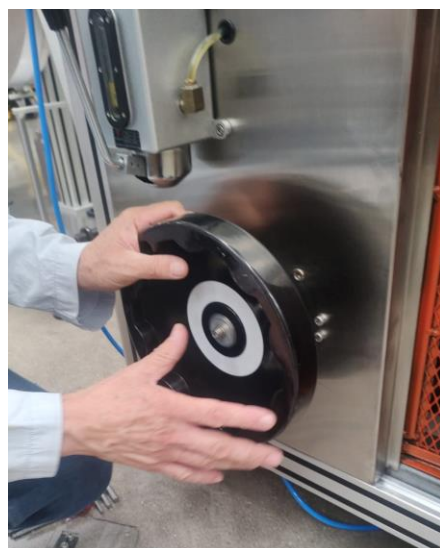
7. Ajuste de cinta transportadora:

- Ajustar los tornillos de las cintas transportadoras una vez instalados para que la cinta no se mueva o se tambalee.

8. Ajuste de Herramental:

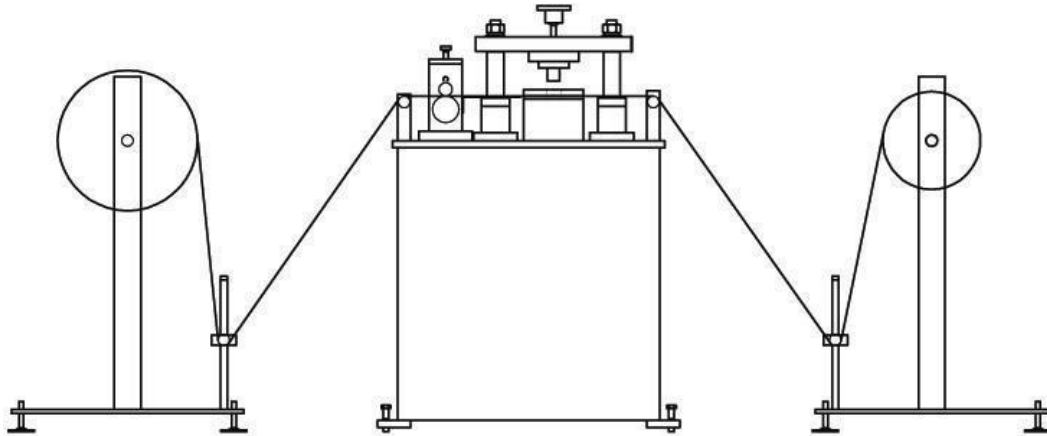
- Después de cambiar el herramental favor de **no arrancar la máquina directamente.**
- Girar la manivela para acomodar bien el molde. Si todo se encuentra bien y gira manualmente de forma correcta iniciar la máquina.
- La manivela (Marca 1) ajusta la altura del herramental.

MARCA 1



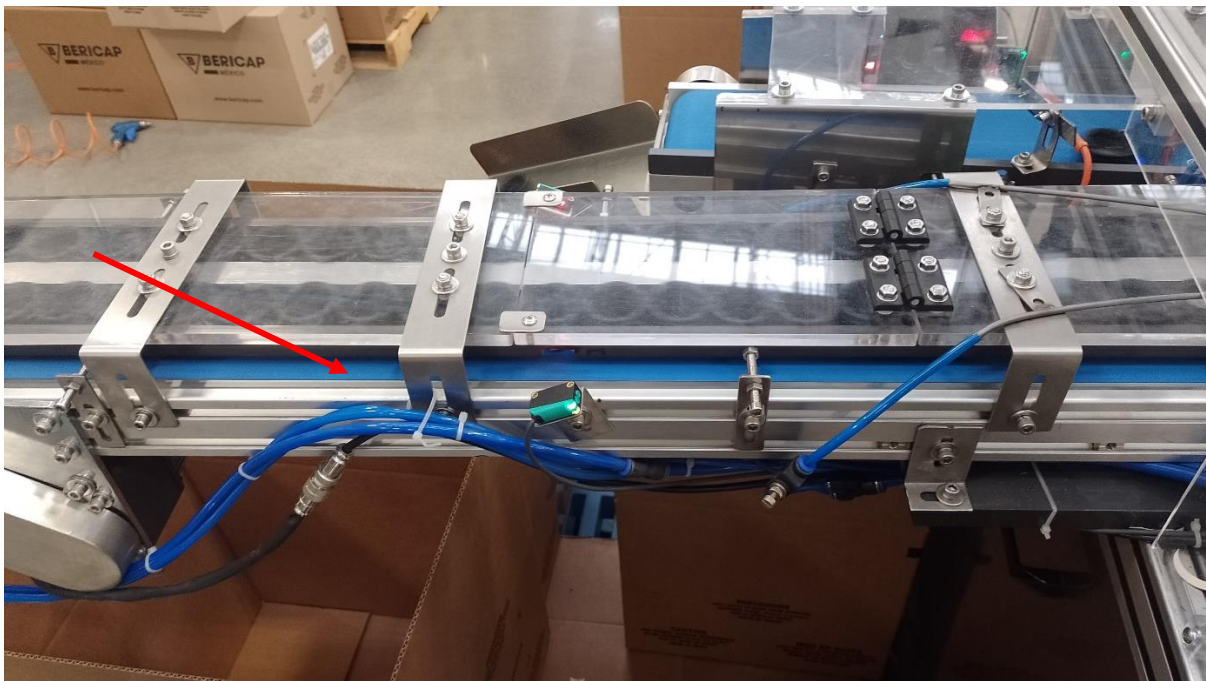
9. Dibujo de colocación de rollos de liner a la máquina:

- Colocar los rollos de forma en que en uno entre el liner dentro de la máquina y el otro realice la recepción del liner perforado.

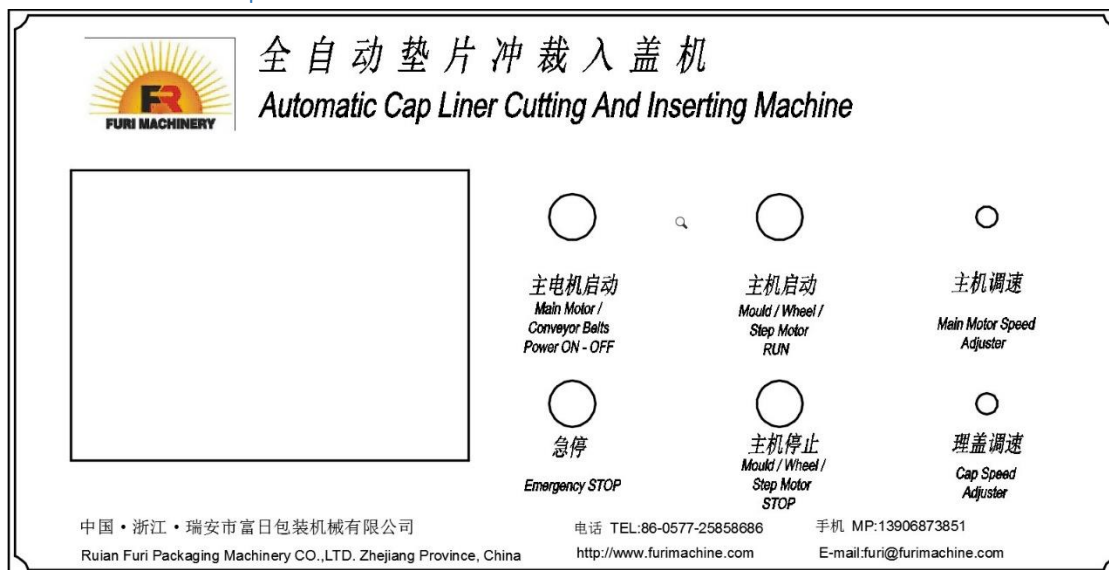


10. Ajuste de cinta transportadora:

- Alinear la cinta de manera que quede centrada entre las paredes.
- Ajustar la cinta a la altura por debajo de la tapa para que de este modo la tapa pueda pasar de manera correcta durante el transporte y no exista riesgo de atorarse o pararse la cinta.



Panel de Control de Operación



Main Motor/Conveyor Belts Power ON-OFF: Encendido/Apagado para arrancar el motor principal.

Emergency: Para la máquina en cualquier situación de emergencia.

Mould/ Wheel/Step Motor RUN: Arranca la máquina principal.

Mould/ Wheel/Step Motor STOP: Para la máquina principal.

Main Motor Speed Adjuster: Ajusta la velocidad de funcionamiento de la máquina.

Cap Speed Adjuster: Ajusta la velocidad del alimentador del elevador de tapas.

Operación de Pantalla Táctil

- a. Al encender la máquina, dirigirse al siguiente icono  en el panel de control. Este icono es el cambio de idioma de la máquina.

- Solo se puede hacer el cambio a chino e inglés.
- Tocar el icono para cambiar el idioma.

b.



The screenshot shows the control interface for Zhejiang Ruian Furi Packaging Machinery Co., Ltd. The interface is divided into several sections:

- Header:** Furi Machinery logo and company name.
- Product counting:** 000000 pcs
- Quantity each batch:** 000000 pcs
- Outlet shift counter:** 000000 pcs
- Pre-set qty/box:** 000000 pcs
- Production rate:** 000 pcs/min
- Buttons:** Home page, Manual, Run, Stop, Capsorting, Clear.
- Status indicators:** Running !, Urgent stop !, Each batch quantity !, Black type !, Safely gate open !, Already stop !, No cap !, No Liner !, Qr codes !.

Product Counting: Muestra automáticamente la cantidad de producto.

Quantity each batch: Se preajusta la cantidad por lote.

Outlet shift counter: El número de tapas producidas en el lote actual.

Pre-set qty/box: Preestablece la cantidad en una caja, el dispositivo de cambio de salida cambiará de dirección hacia la otra caja automáticamente una vez que la primera caja alcance la cantidad.

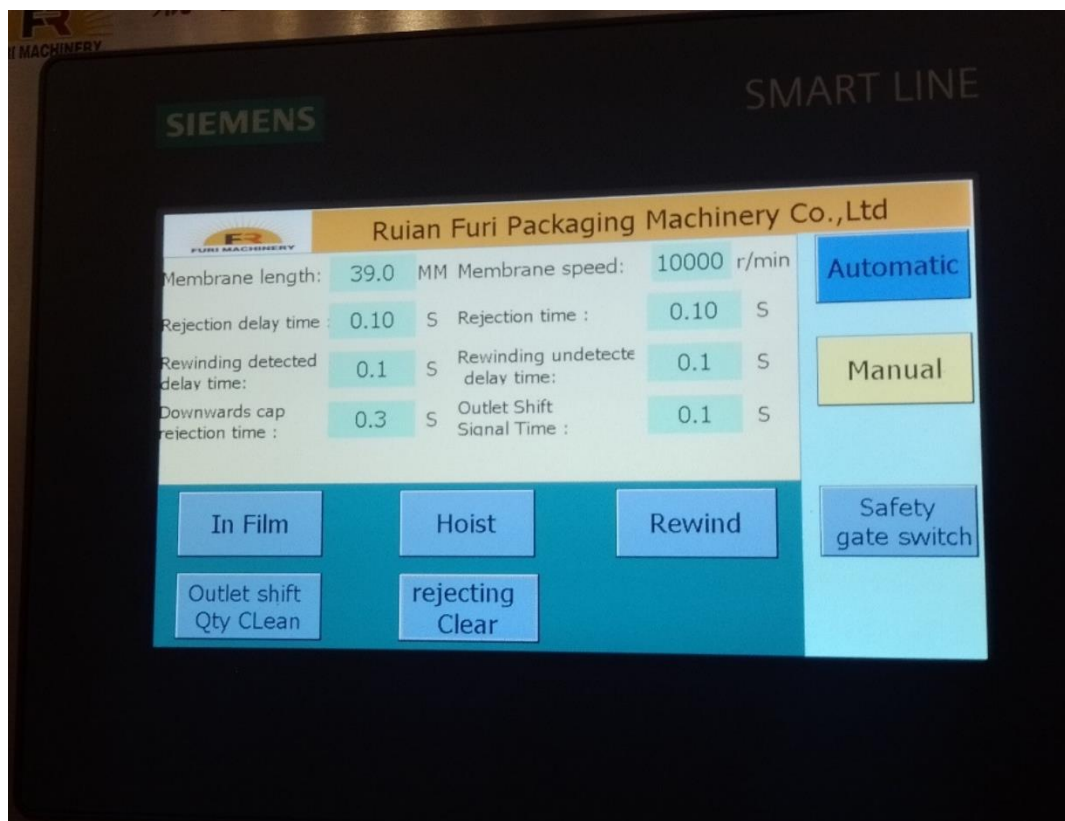
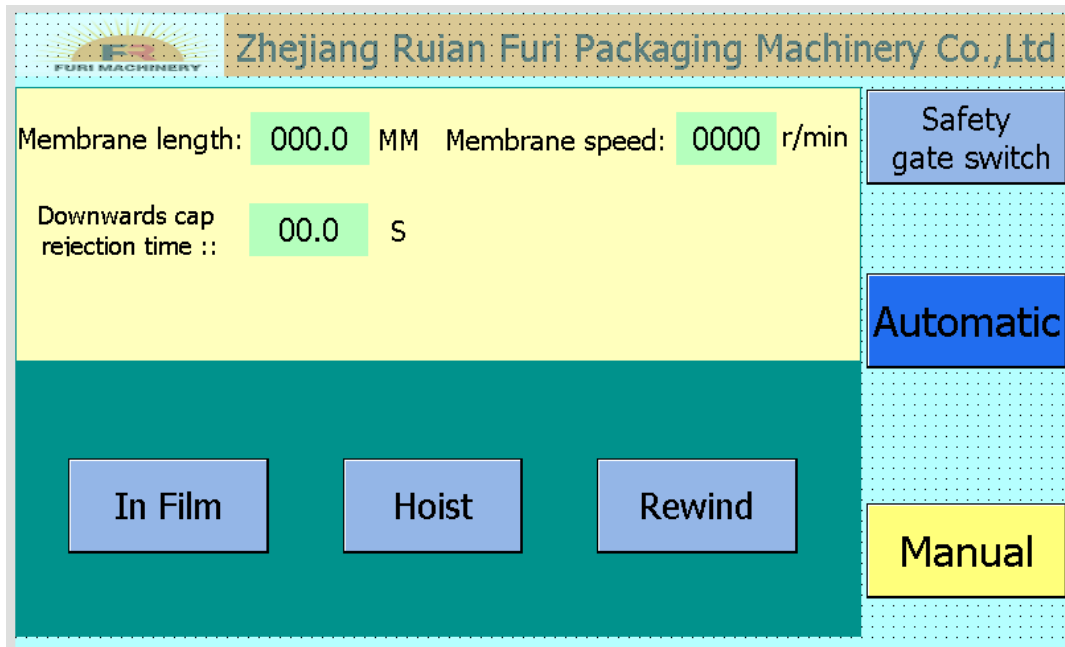
Production Rate: Muestra la velocidad de trabajo de la máquina.

Run: Arranca la máquina.

Stop: Detiene la máquina.

Capsorting: Inicia la clasificación de tapas, hace funcionar el vibrador/disco centrifugo.

Clear: Borra la cuenta a cero.





Membrane length: Ajusta la longitud de la membrana en cada operación.

Membrane speed: Ajusta la velocidad de la membrana en cada perforación.

Downwards cap rejection time: Tiempo preestablecido para el rechaza la tapa colocada hacia abajo.

In Film: Alimenta el film.

Hoist: Alimenta el elevador.

Rewind: Acciona el dispositivo de rebobinado.

Safety gate switch: Para Encender/Apagar la puerta de protección.

Instalación del Equipo

1. Preparación y requisitos antes de la instalación:

Área de instalación:

- Considerar el lugar de trabajo donde se instalará la máquina, que cuente con el espacio suficiente que se requiere para que el operador y el equipo se encuentre de forma íntegra y segura para evitar algún accidente al momento de realizar el trabajo.

A. Cimentación: Considerar que la superficie donde se instalará la máquina debe encontrarse en condiciones que el piso este sólido y liso. Si la instalación y ensamblaje de la maquinaria se encuentra en un segundo piso, el usuario deberá considerar si el piso debe ser reforzado o no de acuerdo con la condición del concreto.

B. Ventilación: Se necesita mantener el equipo con buena ventilación, esto con el propósito de mantener el funcionamiento normal del equipo.



Incumplimiento y Recurso

1. El equipo no funciona:
 - Comprobar que la alimentación es normal y este conectada correctamente.
2. El equipo se detendrá automáticamente después de la producción normal durante un tiempo.
 - Examinar el ajuste del parámetro de producción.
 - Una vez que la maquina alcance los parámetros establecidos se detendrá automáticamente.
3. Si el problema persiste después de los pasos 1 y 2, comprobar si hay atascamiento de tapas, si es así, retirarlas.

Atenciones de Operación

1. En el mantenimiento diario, es necesario agregar aceite con frecuencia al motor de la máquina.
2. Antes de utilizarla, compruebe si la tensión de alimentación se ajusta a los requisitos de la máquina. Si la tensión de salida no es estable y la fluctuación es excesiva, el funcionamiento normal del equipo se verá afectado.
 - **Asegúrese de que la tensión de entrada coincida con los requisitos de la máquina.**
3. **Advertencia:** En el proceso de limpieza y mantenimiento del equipo, está prohibido limpiar la placa principal, la interfaz de alimentación y los sensores del equipo con aceite, alcohol u otros líquidos que puedan resultar en un riesgo o fallo en el equipo.



CAMBIO DE HERRAMENTAL FURI MACHINE

Seguridad

1. Delimitar/acordonar el área.
2. Apagar la máquina.
***Nota:** Punto **3a** comprueba que la máquina esta apagada.
3. Realizar el procedimiento de bloqueo y etiquetado LOTO en el interruptor principal.
 - a. Comprobar que el interruptor principal este marcando (0) como se muestra en la imagen, esto quiere decir que la máquina está apagada.



- b. Si el interruptor marca (I) es que la máquina esta prendida, se procede ir al punto número 3a.



- c. Después de comprobar que el interruptor está en la posición de apagado, se procede a realizar el bloqueo y etiquetado LOTO colocando el candado sobre las ranuras para evitar el arranque accidental de la máquina mientras se está trabajando.



4. Contar con el EPP completo.
***Nota:** Revisar Anexo I. Equipo de Protección Personal (EPP).

Inicio de Cambio de Herramental

1. Abrir puertas superiores.



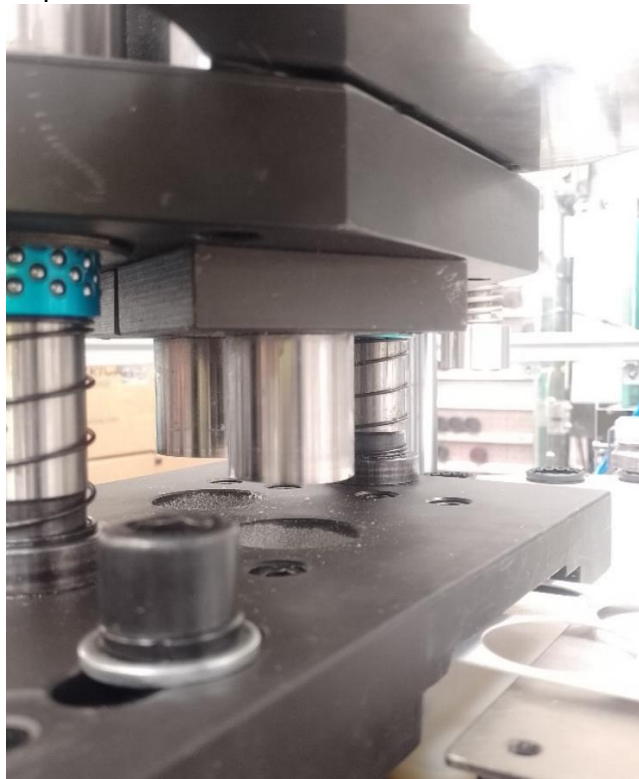
2. Con la llave allen de 5mm se retiran tornillos de tapa inferior y se retira tapa de acrílico.



3. Se coloca manivela.



4. Se gira la manivela hasta que el herramental este en su punto máximo superior, hasta ver en los cortadores queden cubiertos.



5. Con la llave mixta de $\frac{3}{4}$ se aflojan y retiran tuercas y se retira el separador.



6. Con la llave mixta $\frac{15}{16}$ se retira tornillo y tuercas de varilla de cortador.



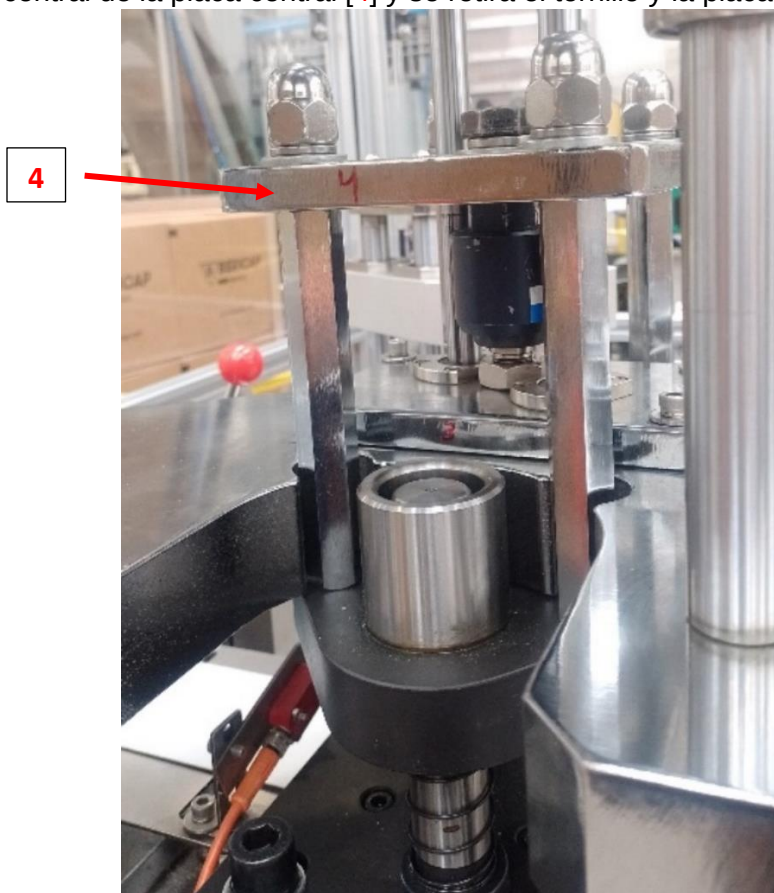
7. Se retiran mangueras neumáticas PUN6 y conexión racor de ambas varillas de los cortadores y el tornillo de rotula tensora.

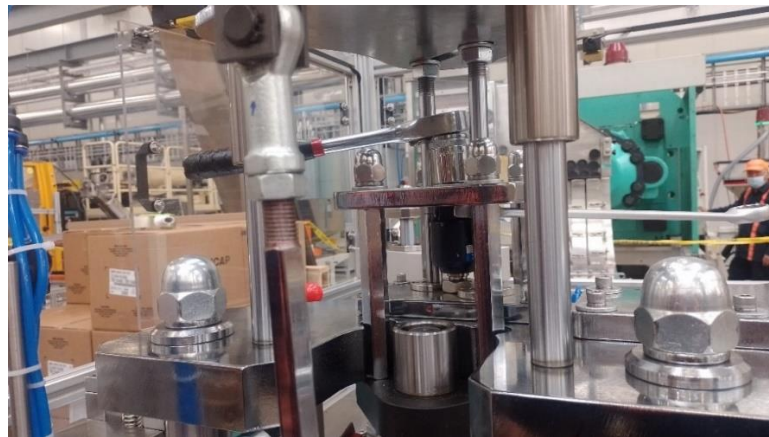


8. Se retira placa.

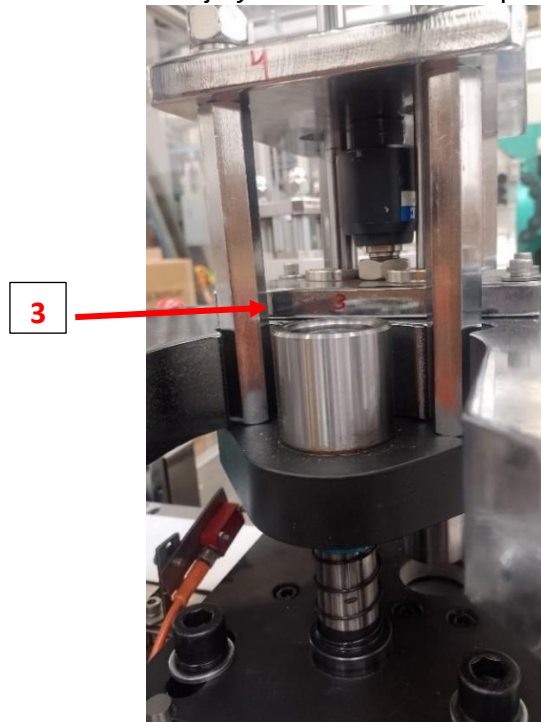


9. Con llave mixta $15/16$ se retiran tuercas de placa central [4], con la matraca y dado de 1-1/16 y la llave por la parte inferior de la placa (como se muestra en las imágenes) se afloja el tornillo central de la placa central [4] y se retira el tornillo y la placa [4].





10. Con la llave allen de 5mm se afloja y retiran tornillos de placa [3] y se retira la placa [3].





11. Con la llave mixta de $\frac{3}{4}$ se retiran postes de base de cortadores.

***Observación:** La posición de los postes de placa de cortadores deben de ir conforme la imagen (señalar foto); se retiran varillas de soplado.



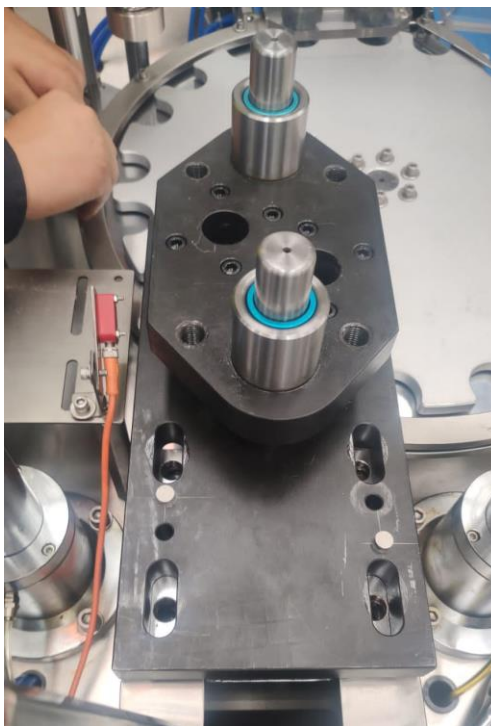
12. Con la llave allen de 6mm se aflojan y retiran tornillos del soporte de pisadores y se retira por completo la base.
13. Con la llave inglesa ajustada a la tuerca de la imagen, se aflojan y retiran tuercas (2 piezas) y se retira la base [2].



14. Con la llave allen de 12mm se aflojan y retiran tornillos de soporte principal de cortadores.



15. Se retiran todas las placas y se coloca el otro herramental con el mismo procedimiento que el anterior, procurando seguir las placas por el orden correspondiente y realizar el ajuste de la tornilleria.





CWI 82301.08

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

RECUERDA USAR DE MANERA COMPLETA Y CORRECTA TU EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL



GUANTES DE NITRILO PARA SANITIZACIÓN DE LAS LÍNEAS Ó CONTACTO CON EL PRODUCTO.
GUANTES HyFlex ANTI-CORTE PARA REALIZAR MOVIMIENTOS DE MATERIALES.

		LECCIÓN DE UN PUNTO (LUP)		Página 1 of 5
Conocimiento:	☒	ÁREA:	PRODUCCIÓN	
Mejora:	☐	TEMA:	PROCESO DE COLOCACIÓN DE ROLLO DE LINER Y ARRANQUE DE MÁQUINA.	
Problema:	☐			

Colocación de Rollo de Liner

Se debe posicionar y colocar el carrete de rollos de liner del lado correspondiente de la máquina, ubicando la salida y la entrada del rollo de liner.

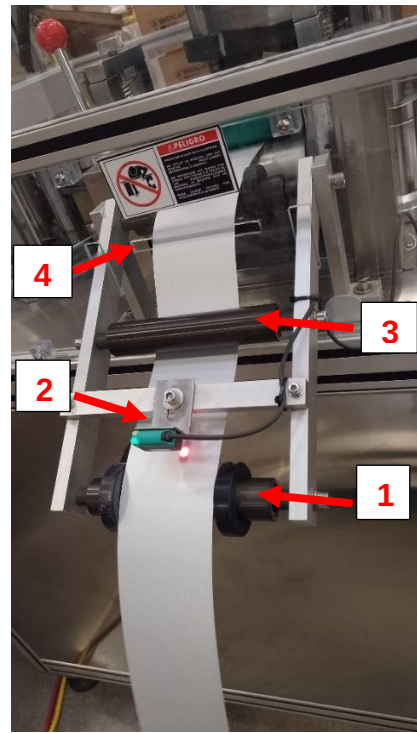
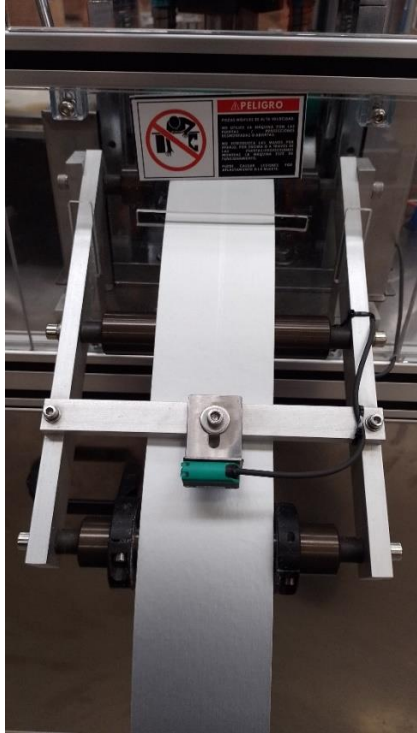


Entrada de liner.

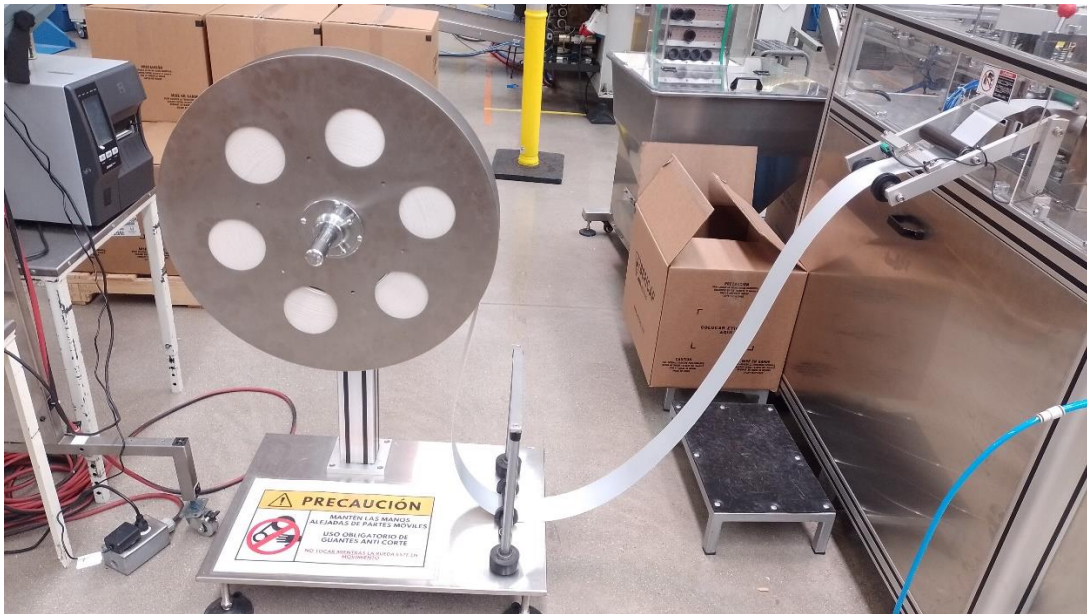


Salida de liner.

		LECCIÓN DE UN PUNTO (LUP)		Página 2 of 5
Conocimiento:	☒	ÁREA:	PRODUCCIÓN	
Mejora:	☐	TEMA:	PROCESO DE COLOCACIÓN DE ROLLO DE LINER Y ARRANQUE DE MÁQUINA.	
Problema:	☐			



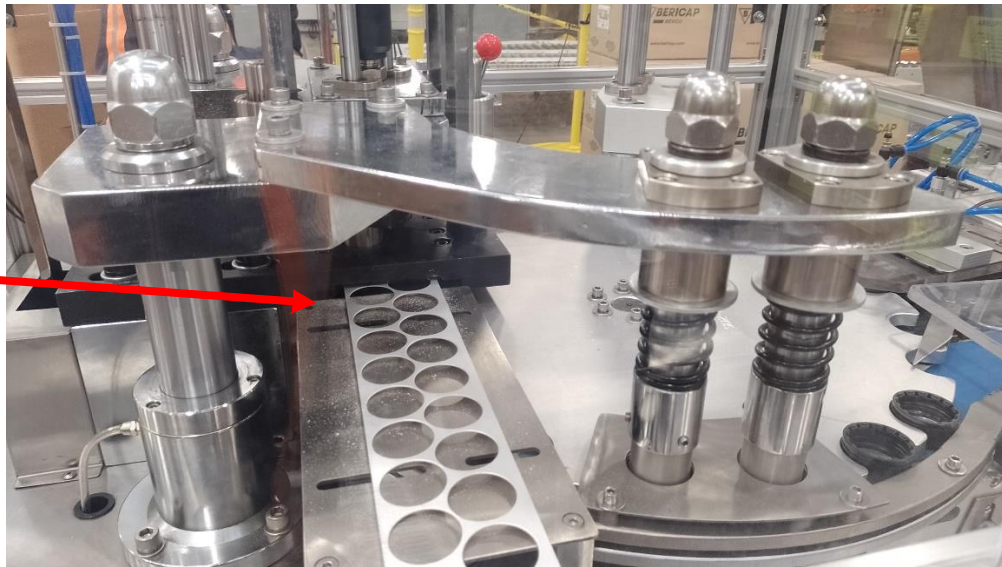
Colocar el rollo de liner por encima del rodillo (1), después de manera que el sensor quede reflejando el liner (2), después por debajo del segundo rodillo (3) y por último por dentro del orificio de acrílico (4).



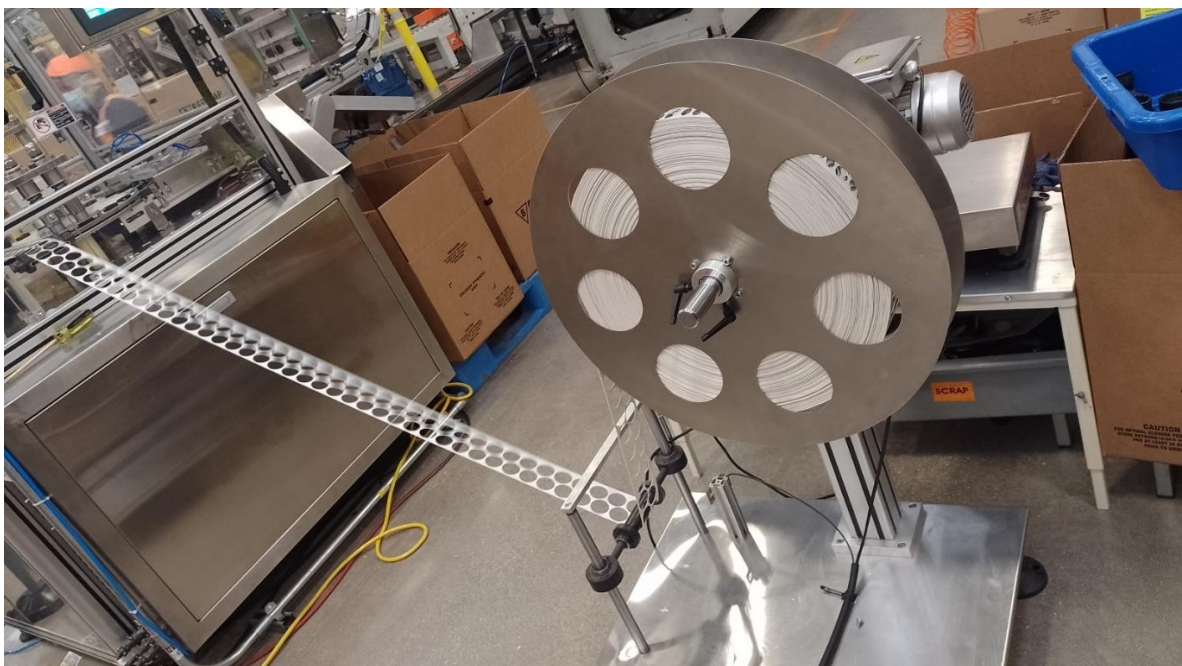
		LECCIÓN DE UN PUNTO (LUP)		Página 3 of 5
Conocimiento:	☒	ÁREA:	PRODUCCIÓN	
Mejora:	☐	TEMA:	PROCESO DE COLOCACIÓN DE ROLLO DE LINER Y ARRANQUE DE MÁQUINA.	
Problema:	☐			

Para la salida del liner, se debe posicionar por debajo del troquel de corte.
***Nota: Acudir a la guía de usuario – cambio de herramental.**

Orientación
del rollo de
salida de liner.



El carrete de salida debe de quedar del lado opuesto al de la entrada, procurando que este en una posición de tensión en la que debe de girar para recibir el rollo de liner recién cortado.



		LECCIÓN DE UN PUNTO (LUP)		Página 4 of 5
Conocimiento:	☒	ÁREA:	PRODUCCIÓN	
Mejora:	☐	TEMA:	PROCESO DE COLOCACIÓN DE ROLLO DE LINER Y ARRANQUE DE MÁQUINA.	
Problema:	☐			

Arranque de Máquina

1.- Si el interruptor principal se encuentra en la posición marcada como (0), es que la máquina se encuentra apagada.



2.- Accionar el interruptor principal girando la palanca hacia el lado derecho hasta que la marca quede en la posición de (I).



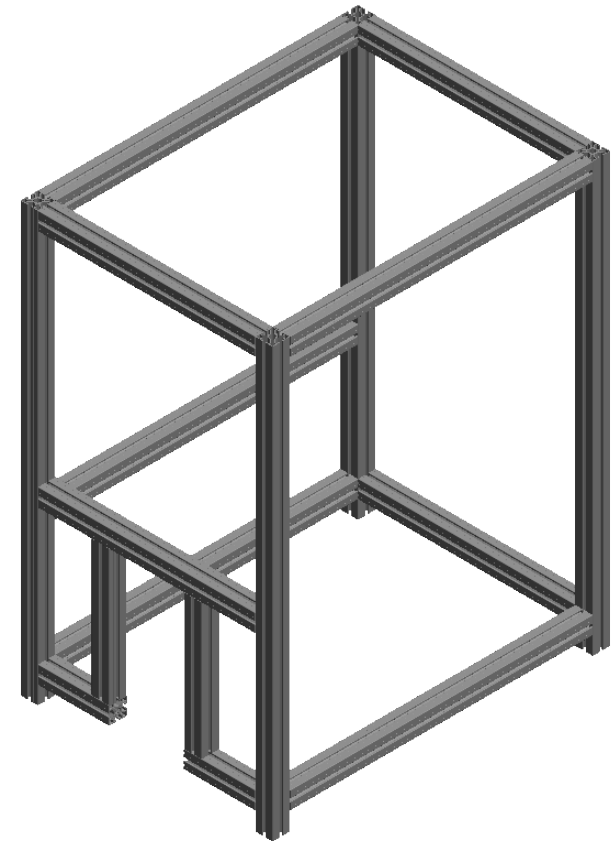
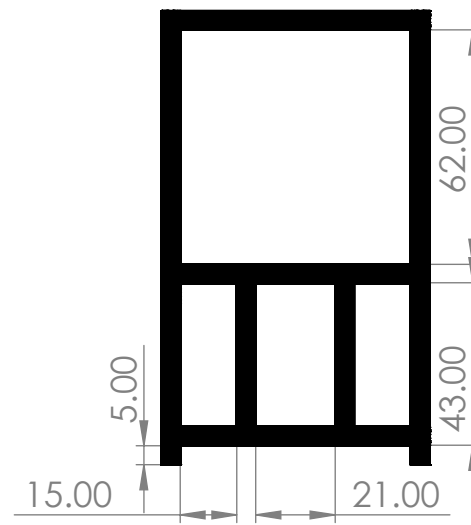
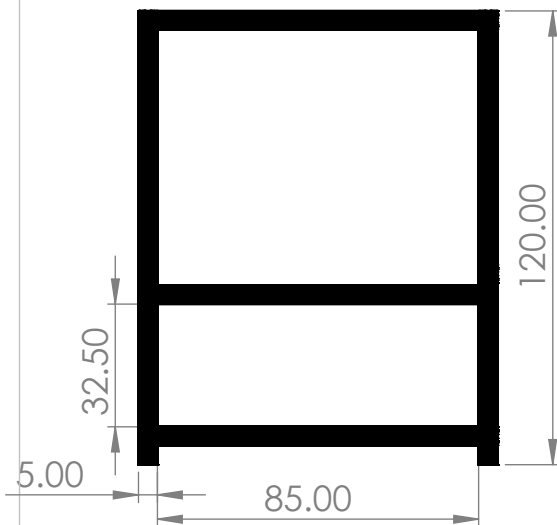
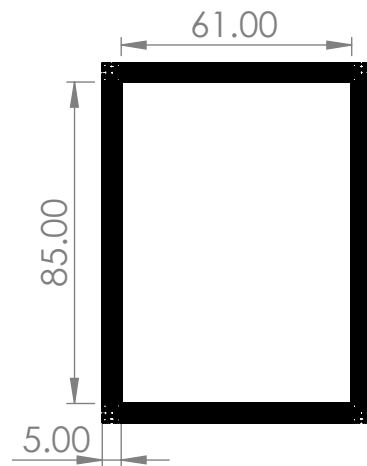
		LECCIÓN DE UN PUNTO (LUP)			Página 5 of 5
Conocimiento:	☒	ÁREA:	PRODUCCIÓN		
Mejora:	☐				
Problema:	☐	TEMA:	PROCESO DE COLOCACIÓN DE ROLLO DE LINER Y ARRANQUE DE MÁQUINA.		

Aprobación:

Título:	Proceso de Colocación de Rollo De Liner y Arranque de Máquina.	Fecha de Vigencia:	Rev:00 Agosto, 2023
Revisado/Revisado Por:		Reemplaza:	Nueva versión
Aprobación:		Fecha de Revisión:	Agosto, 2024
Aprobación de Documentos:		Última Revisión:	Agosto, 2023

Historial de Revisión:

Revision	Fecha de Revision	Motivo de la revision	
00	Agosto, 2023	Todo	Nueva Version



Tecnológico De Estudios Superiores de Coacalco		
Autor: Echenique Ortega Maleny		
No. Control: 201910292	Ingeniería Mecatrónica	
Proyecto: Informe Técnico de Residencias Profesionales		
Pieza: Cubierta de Carrete para Rollos de Liner		Fecha: 08/08/2023
Escala:1/1	Unidades: cm.	Hoja: 1 de 1