

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**Diseño preliminar de un sistema automático para el cerrado,
etiquetado y almacenamiento de envases clamshell (125g) con
arándanos**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE
BACHILLER EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERA MECATRÓNICA**

AUTOR:

José Carlos León Torres

ASESOR:

César Ernesto Coasaca Apaza

Lima, Mayo de 2020

RESUMEN

Durante los últimos años hay una tendencia en el consumo de arándanos en países extranjeros tales como China, Estados Unidos y Chile. Este consumo incentiva a industrias peruanas a ingresar a este mercado. Sin embargo no existen muchas máquinas que realicen varios procesos en la elaboración del producto.

En este trabajo, se presenta el diseño preliminar de una máquina mecatrónica, el cual permite la automatización de los procesos de cerrado, etiquetado y el almacenamiento de los envases clamshell en cajas de cartón. Las materias que se deben ingresar a la máquina son envases clamshell (125g) abiertos con arándanos, cinta de etiquetas y cajas de cartón vacías, y como producto final se obtiene la caja de cartón con doce envases clamshell etiquetados. La máquina consta principalmente de fajas transportadoras, una barra curvada, un sistema de rodillos y pistones neumáticos. Las fajas se utilizan para transportar los envases clamshell desde el proceso de cerrado hasta el proceso de almacenamiento. El proceso de cerrado utiliza una barra curvada, la cual permite que la tapa del envase ajuste con el envase para cerrarlo. En el proceso de etiquetado se utilizan un sistema de rodillos para mantener la cinta de etiquetas adhesivas tensada y mediante el uso de una cuña despegar la etiqueta y adherirla al envase. Finalmente para el proceso de almacenamiento, se utilizan pistones neumáticos para empujar los envases y poder almacenarlas en una caja de cartón. El cambio de etiquetas es manual, el ingreso de envases clamshell y cajas de cartón pueden ser ingresados de manera manual o colocar un faja transportadora para suministrar estos materiales.

INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	i
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
1 Capítulo 1.....	2
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Descripción de la propuesta	6
1.3 Objetivos	6
1.3.1 Objetivo general.....	6
1.3.2 Objetivos específicos	6
1.3.3 Alcance	7
1.3.4 Metodología	7
2 Capítulo 2.....	11
2.1 Estado del arte.....	11
2.1.1 Mercado	13
2.1.2 Implementación.....	14
2.1.3 Tecnología.....	15
2.1.3.1 Sistema integrado.....	16
2.1.3.1.1 Arándanos: De las empacadoras a las tiendas.....	16
2.1.3.2 Cerrado del envase.....	18
2.1.3.2.1 Patentes – Sistema de cerrado	18
2.1.3.2.2 Modelos comerciales – Sistema de cerrado	20
2.1.3.3 Etiquetado del envase.....	23
2.1.3.3.1 Patentes – Sistema de etiquetado	23
2.1.3.3.2 Modelos comerciales – Sistema de etiquetado.....	25
2.1.3.4 Almacenamiento de los envases	28
2.1.3.4.1 Cantilever palletizing machine.....	28

2.1.3.4.2	Gripper attachment for robot.....	29
2.2	Lista de exigencias	30
3	Capítulo 3.....	35
3.1	Black Box.....	35
3.1.1	Entradas.....	35
3.1.2	Salidas	36
3.2	Estructura de funciones	37
3.2.1	Dominio de Control	39
3.2.1.1	Lista de funciones	39
3.2.2	Dominio Electrónico	39
3.2.2.1	Lista de funciones	39
3.2.3	Dominio Mecánico.....	40
3.2.3.1	Lista de funciones	40
3.3	Matriz Morfológica.....	41
3.3.1	Dominio de control	42
3.3.2	Dominio electrónico.....	42
3.3.2.1	Energía	42
3.3.2.2	Sensores	43
3.3.2.3	Actuadores	43
3.3.3	Dominio mecánico	45
3.4	Conceptos de solución	46
3.4.1	Concepto 1	46
3.4.2	Concepto 2	51
3.4.3	Concepto 3	56
3.5	Evaluación de conceptos – Perfil de Harris	67
3.6	Diagrama de operaciones.....	69
4	Conclusiones	69
5	Bibliografía.....	70

ANEXOS:

ANEXO 1: Aplicador de Etiquetas Serie 3000 Evolution 160/240

ANEXO 2: Aplicador Etiquetas Serie 1000 Basic 120

ANEXO 3: ES 1 - Equipo para Etiquetado de Envases Cilíndricos

ANEXO 4: Etiquetadora automática (Bizerba GLM-E)

ANEXO 5: FK811 Automatic Labeling Machine for Food Containers

ANEXO 6: Cerradora de cajas semiautomática

ANEXO 7: Etiquetado automático frutícola, Demarka

ANEXO 8: KR AGILUS: Hygienic Machine

ANEXO 9: Concepto de solución 4

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1 Lista de exigencias	31
Tabla 3.1 Indicadores para cada alternativa	41
Tabla 3.2 Dominio de control	42
Tabla 3.3 Dominio electrónico – Energía	42
Tabla 3.4 Dominio electrónico - Sensores	43
Tabla 3.5 Dominio electrónico - actuadores	44
Tabla 3.6 Dominio mecánico	45
Tabla 3.7 Llenado de la caja de cartón.....	67
Tabla 3.8 Perfil de Harris.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Exportación anual de arándanos	3
Figura 1.2 Tamaño del arándano.....	3
Figura 1.3 Caja clamshell llena de arándanos	4
Figura 1.4 Medidas del envase clamshell para 125g (107x107x40 mm).....	4
Figura 1.5 Caja de cartón corrugado.....	5
Figura 1.6 Modelo lineal.....	8
Figura 1.7 Modelo iterativo	9
Figura 2.1 Mercado, Implementación y Tecnología.....	12
Figura 2.2 Sistema de cerrado de la máquina integrada.....	17
Figura 2.3 Cinta de etiquetas de la máquina integrada	17
Figura 2.4 Despegado de las etiquetas de la máquina integrada.....	18
Figura 2.5 Apparatus for closing and sealing telescoping boxes	19
Figura 2.6 Sistema empacador de objetos.....	20
Figura 2.7 Precintadora AT4003.....	21
Figura 2.8 Método de cerrado	21
Figura 2.9 Dobladora y pegadora de cajas AUTO GLUE 145 E.....	22
Figura 2.10 Automatic labeling machine	23
Figura 2.11 Bottle labeling machine and method	24
Figura 2.12 Cuña para el despegado de las etiquetas.....	25
Figura 2.13 Etiquetadora con pistón neumático.....	26
Figura 2.14 Etiquetadora automática	27
Figura 2.15 Máquina etiquetadora Manual Rs 360.....	28
Figura 2.16 Etiquetado del sistema	28
Figura 2.17 Cantilever palletising machine	29
Figura 2.18 Accesorio de agarre para robots	30
Figura 3.1 Black Box.....	37
Figura 3.2 Estructura de funciones	38
Figura 3.3 Concepto de solución 1.....	47

Figura 3.4 Barra curvada.....	48
Figura 3.5 Faja transportadora con guías	48
Figura 3.6 Sistema de etiquetado – Concepto 1	48
Figura 3.7 Recepción de la cinta sin etiquetas	49
Figura 3.8 Detección de presencia del envase para el etiquetado	49
Figura 3.9 Cuña utilizada para despegar las etiquetas	49
Figura 3.10 Soporte para las etiquetas	50
Figura 3.11 Sistema de apilamiento – Concepto 1.....	50
Figura 3.12 Conjunto de grippers	50
Figura 3.13 Parte de la faja transportadora que ordena seis envases	51
Figura 3.14 Método para realizar el arreglo de envases clamshell	51
Figura 3.15 Concepto de solución 2.....	53
Figura 3.16 Método para el cerrado de envases	54
Figura 3.17 Faja transportadora	54
Figura 3.18 Sistema de etiquetado 3D – Concepto 2.....	54
Figura 3.19 Sistema de etiquetado 2D detallado – Concepto 2	55
Figura 3.20 Rodillos controlados por un motor	55
Figura 3.21 Envase para recibir cinta sin etiquetas.....	55
Figura 3.22 Sistema de apilamiento – Concepto 2.....	56
Figura 3.23 Concepto de solución 3.....	59
Figura 3.24 Sistema de cerrado – concepto 3	60
Figura 3.25 Faja transportadora con paletas	60
Figura 3.26 Estructura de la faja transportadora	60
Figura 3.27 Transmisión de potencia.....	61
Figura 3.28 Polea de transmisión.....	61
Figura 3.29 Sistema de etiquetado – concepto 3.....	61
Figura 3.30 Sistema de etiquetado 2D – concepto 3.....	62
Figura 3.31 Soporte de las etiquetas	62
Figura 3.32 Cuña con soporte	62
Figura 3.33 Etiquetado del envase clamshell.....	63
Figura 3.34 Recipiente con cinta sin etiquetas.....	63

Figura 3.35 Sistema de apilado – Concepto 3.....	64
Figura 3.36 Sistema de apilado - Detalle a	64
Figura 3.37 Estructura – Detalle a	65
Figura 3.38 Proceso de llenado - Detalle a	65
Figura 3.39 Llenado del siguiente proceso de apilamiento.....	65
Figura 3.40 Sistema de apilado – Detalle b	65
Figura 3.41 Estructura – Detalle b	66
Figura 3.42 Soporte de la estructura – Detalle b.....	66
Figura 3.43 Proceso de llenado - Detalle b.....	66
Figura 3.44 Diagrama de operaciones.....	69



INTRODUCCIÓN

En la actualidad el Perú está creciendo constantemente en el sector agrícola, teniendo cada vez más países a los cuales exportar sus productos. Uno de ellos es el arándano, el cual debido a su rentabilidad, muchas empresas intentan ingresar a ese mercado. Sin embargo, las máquinas que automatizan algunos procesos de este producto tienen una capacidad mayor a la producción peruana o que se necesite comprar más de una máquina para lograr una línea de producción. Estos son algunos motivos del por qué las empresas utilizan mano de obra para realizar los procesos, lo que ocasiona fatiga y daños físicos en el trabajador ya que deben operar a condiciones poco favorables tales como la baja temperatura.

En consecuencia, se realizará un diseño preliminar de una máquina mecatrónica que pueda realizar tres subprocesos: cerrado, etiquetado y almacenamiento de envases clamshell lleno de arándanos. Se utilizará la metodología de la norma VDI 2221 y el proceso de innovación de la MIT (Massachusetts Institute of Technology) (Fitzgerald, Wankerl, & Schramm, Inside Real Innovation: How the Right Approach Can Move Ideas from R&D to Market — and Get the Economy Moving, 2010).

Se evaluarán los conceptos de solución mediante el perfil de Harries (A.G.C. van Boejen, J.J. Daalhuizen, J.J.M. Zijlstra, & R.S.A. van der Schoor, 2013), el cual es la representación cualitativa de un concepto, para elegir el concepto óptimo.

1 Capítulo 1

1.1 Descripción del problema

Actualmente la actividad económica del Perú se incrementa año a año, debido al desarrollo de los sectores primarios y no primarios, entre los cuales se destaca la agroexportación. Este sector ha tenido un incremento del 7.5% con respecto al año anterior en productos como la uva, palta y arándano, según Scotiabank (2018).

Entre estos productos de agroexportación, los arándanos han tenido un crecimiento significativo cada año respecto al anterior según García (2018) y Andina (2019), ver Figura 1.1. “Esta evolución estaría sustentada en diversos factores, el principal, el incremento de 60% en el volumen exportado debido principalmente a la apertura de nuevos mercados, y considerando que, a la fecha, el Perú exporta arándanos a 24 países” (García, 2019). Este autor también menciona que este crecimiento es debido al incremento anual de hectáreas de este producto, llegando a tener un crecimiento promedio de 1300 hectáreas por año. Este crecimiento es debido a que su rentabilidad incita a grandes compañías y a pequeños productores a participar en este ámbito. En el año 2017, llegó a la cantidad de 200 productores de arándanos en todo el país según Redagícola (2017).

A nivel mundial existe una gran competencia en el mercado de arándano, siendo Canadá, Chile y Estados Unidos algunos de los mayores exportadores de este producto. No obstante, se proyecta que el Perú se volverá el mayor productor de arándanos en el 2021, según Rosales (2018).

Los países que más consumen de arándanos son: Estados Unidos, China y países bajos, siendo Estados Unidos uno de los mayores consumidores debido a su sabor y beneficios para la salud, tales como prevenir cáncer de colon, mejorar la ceguera nocturna, entre otras según Botanical online (2019).

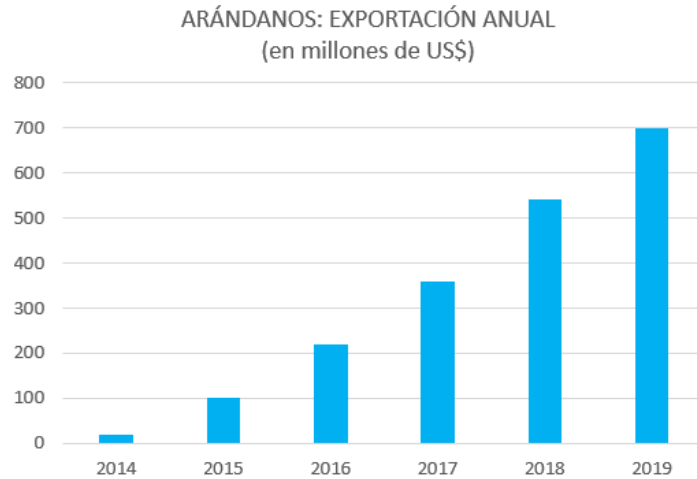


Figura 1.1 Exportación anual de arándanos

En la producción de arándanos existen una gran variedad, entre ellas están los arándanos negros, rojos y agrios. El tamaño de estos varía según el tipo y el lugar del cultivo. Para el caso de los arándanos negros cultivados en el Perú, se considera 10mm de diámetro, ver Figura 1.2.



Figura 1.2 Tamaño del arándano

Para la venta de arándanos, se utilizan envases de plásticos llamados clamshell para almacenarlas, existiendo varias medidas y capacidades. También se cuenta con otro tipo de envase llamado Pet ventilado clamshell (SAMBRAMEX, 2019) (ver Figura 1.3), el cual tiene agujeros para su ventilación. Estos envases son mayormente utilizados para productos que requieran refrigeración. Este envase tiene varios tamaños, en particular, para el de 125 gramos, tiene las siguientes dimensiones: 107x107x40mm, ver Figura 1.4.

En la actualidad, existe una tendencia mundial en almacenar los arándanos en los envases para el clamshell, existiendo envases específicamente almacenamiento de estos. En cuyo caso se cambiara el material del envase a uno más amigable para el ambiente, este aún conservaría la misma forma geométrica.



Figura 1.3 Caja clamshell llena de arándanos



Figura 1.4 Medidas del envase clamshell para 125g (107x107x40 mm)

Estos envases clamshell son almacenados en cajas de cartón corrugado (AGRICOM, 2019) (ver Figura 1.5) cuando son vendidos a empresas o mercados. Otros medios para almacenar estos envases son cajas de madera. Sin embargo, se incrementan los precios al utilizarlo como material.

Estas cajas de cartón tienen varias capacidades, pero la más usada son las que almacenan seis o doce envases clamshell.



Figura 1.5 Caja de cartón corrugado

Actualmente existen máquinas capaces de automatizar ciertos procesos en la producción de arándanos, tales como el cultivo, control de calidad, etiquetado, entre otras. Sin embargo, la mayoría de las máquinas tienen una mayor capacidad en comparación a la producción de compañías pequeñas, además esas máquinas están adaptadas para condiciones ajenas a la producción peruana.

Debido a esos inconvenientes, las empresas optan por el uso de mano de obra para realizar los procesos para la producción. Sin embargo, las condiciones en las que trabajan estos operarios son perjudiciales para su salud.

Los operarios deben laborar a bajas temperaturas ya que los arándanos necesitan estar bajo esas condiciones para crecer de manera correcta. “Dependiendo de la variedad, requieren entre 400 y 1200 horas frío con un umbral de 7 °C para cumplir su receso invernal” (Undurraga & Vargas, 2013). Si este producto no se mantiene a esa temperatura, el tiempo de vida útil del arándano disminuye.

Dependiendo de la cantidad de producción, la empresa tendrá que adquirir una mayor cantidad de mano de obra, las cuales tendrán que realizar las labores bajo condiciones perjudiciales. Además, al ser un trabajo realizado de manera manual es propensa a los errores. Los trabajos que pueden llegar a ser los más trabajosos son: el cerrado de envases, el etiquetado y su apilado en cajas de cartón.

En el proceso de cerrado, al ser un trabajo repetitivo, algunos de estos no se cerrarán correctamente, dejando la posibilidad de que los arándanos se caigan del envase. De igual manera, el proceso de etiquetado llega a ser un trabajo repetitivo, dando la posibilidad de perder la precisión con la que el operario coloca la etiqueta, perjudicando la imagen de la empresa. Finalmente, para el proceso de apilado se necesita de varios trabajadores para colocar los envases clamshell dentro de cajas de cartón para su distribución. Todos estos trabajos, al ser repetitivos, provocan daños físicos a la persona a largo plazo, tales como la artritis, el trastorno musculotendíneo, entre otros.

1.2 Descripción de la propuesta

Se propone el diseño preliminar del sistema automático para el cerrado, etiquetado y almacenamiento de envases clamshell (125g) con arándanos. Este sistema cuenta con 3 subsistemas.

- El primero es el cerrado de las cajas de clamshell para arándanos.
- El segundo es el etiquetado de los envases.
- El tercero es el almacenamiento de los envases clamshell en cajas de cartón.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Diseño preliminar del sistema automático para el cerrado, etiquetado y almacenamiento de envases clamshell (125g) con arándanos.

1.3.2 Objetivos específicos

- Diseño preliminar de un sub-sistema automático para el cerrado de envases clamshell con arándanos.

- Diseño preliminar de un sub-sistema automático para el etiquetado de envases clamshell.
- Diseño preliminar de un sub-sistema automático para el almacenamiento de envases clamshell en cajas de cartón.
- Disminuir el contacto físico entre el operario y los envases clamshell.

1.3.3 Alcance

- El suministro de la máquina y retiro del producto será por medio de un operario.
- El cambio de etiquetas será realizado manualmente por un operario.

1.3.4 Metodología

Para el presente documento se utilizará la metodología de diseño basada en la norma VDI 2221 y el proceso de innovación de la MIT (Massachusetts Institute of Technology) (Fitzgerald, Wankerl, & Schramm, Inside Real Innovation: How the Right Approach Can Move Ideas from R&D to Market — and Get the Economy Moving, 2010). Se procederá a explicar en qué consiste este último.

“La definición de innovación es la realización de una idea útil en el mercado” (Fitzgerald, Wankerl, & Schramm, The Iterative Innovation Process [Curso Online], 2019). Este proceso se basa en la constante interacción de tres elementos: el mercado, la implementación y la tecnología. El mercado tiene como perspectiva las necesidades del usuario, tales como, el uso, precio, deseo y ergonomía. La tecnología abarca aquellos aspectos que son objetivamente verificables por algún método científico. Finalmente, la implementación incluye todo lo que debe suceder para conectar los otros dos elementos, moviendo la tecnología de la innovadora al ámbito del Mercado, se analiza la propiedad intelectual, leyes, inversiones, la geografía de la zona, los costos, el modelo de negocios, entre otros (Fitzgerald, Wankerl, & Schramm, Inside

Real Innovation: How the Right Approach Can Move Ideas from R&D to Market — and Get the Economy Moving, 2010).

Teniendo esto en cuenta, para realizar una innovación es necesario estar interrelacionando estos elementos fundamentales continuamente, es decir, que este proceso no es lineal, sino es un proceso iterativo. El proceso lineal (ver Figura 1.6) se trata de cómo el mercado requiere de un producto, la tecnología lo realiza y la implementación lo ejecuta. Este proceso solo está forzando una idea a ser realizada y como solo se consideró lo que necesita el mercado, la solución no resulta ser muy viable, lo que provoca una gran pérdida de dinero. En cambio, el iterativo (ver Figura 1.7) es un proceso repetitivo, en la cual interaccionan los tres elementos ya mencionados. Estos elementos al relacionarse, dan una mejor perspectiva de lo que necesita el mercado y de cómo implementarlo en la realidad. De esta manera se puede llevar a cabo la innovación para que esta tenga un impacto en el mercado.

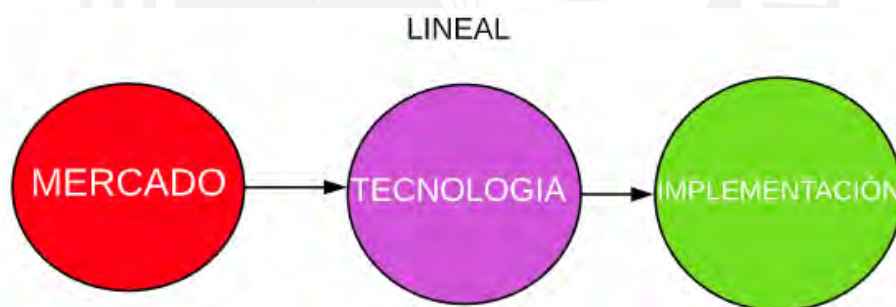


Figura 1.6 Modelo lineal

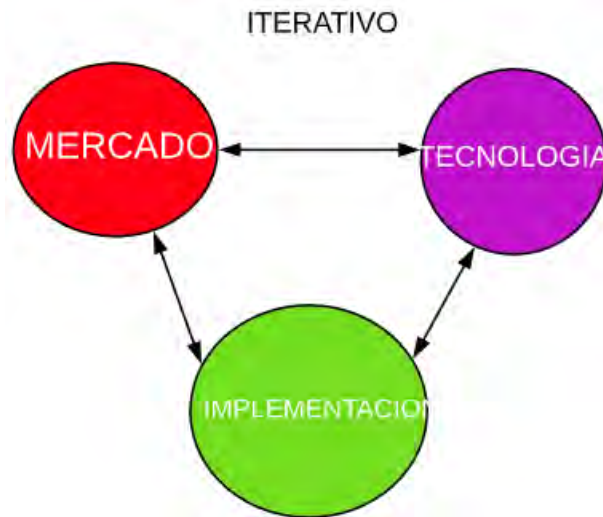


Figura 1.7 Modelo iterativo

Al inicio de todo proceso, existen una gran cantidad de opciones para realizar la idea que se desea introducir al mercado. La manera para reducir estas opciones es mediante el aprendizaje y la abstracción. Se aprende la suficiente información de alguno de los tres elementos y se abstrae lo aprendido para entrar a las otras dos áreas. Al momento de relacionar lo aprendido con los otros dos elementos, se comienza a descartar más opciones. Después, se vuelve abstraer lo aprendido y se vuelve a interactuar con las áreas. En conclusión, para realizar una innovación se tiene que relacionar iterativamente los tres elementos.

Estas opciones también se pueden reducir si se tiene un contacto con la empresa a la que se desea brindar el producto final o, de ser posible, de contactos que cuenten con experiencia en el área de interés.

La razón principal de este proceso es reducir las opciones iniciales de la forma ya explicada, para ocasionar la menor cantidad de errores a la hora de implementar el diseño a la realidad, lo que provoca un ahorro de tiempo y de dinero.

Los pasos a seguir para el desarrollo de este sistema mecatrónico son:

- Descripción de la problemática.

- Planteamiento de objetivo general, objetivos específicos y alcances.
- Revisar el estado del arte (mercado, tecnología, implementación).
- Realizar una lista de exigencias y establecer los requerimientos que requiere el diseño para determinar las funciones de la máquina
- Elaborar la matriz morfológica con los mecanismos, componentes y algoritmos necesarios para diseñar la posterior máquina.
- Proponer conceptos de solución en base a la matriz morfológica y encontrar el concepto de solución óptimo considerando un análisis técnico-económico.
- Realizar un diseño preliminar con el dimensionamiento del sistema analizando geometría, esquemas y planos de la propuesta de solución escogida.
- Elaborar estrategias de control y cálculos preliminares mecánicos, eléctricos y/o electrónicos, planos de la propuesta de solución escogida.
- Seleccionar de forma aproximada y preliminar los materiales mecánicos, eléctricos (sensores y actuadores) y de control que cumplan con las exigencias del proyecto y los resultados de los cálculos y estrategias de control.
- Realizar los cálculos finales (mecánicos, eléctricos y/o electrónicos)
- Elaborar los planos mecánicos, eléctricos y/o electrónicos, y diagrama de flujo del sistema.
- Elaborar el documento final.

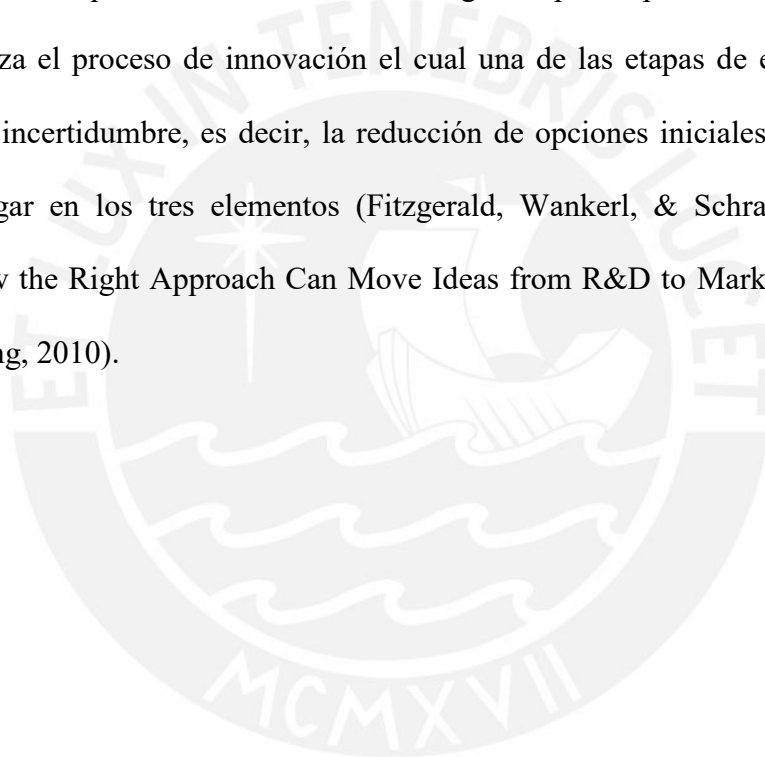
El proceso de innovación va a afectar a la metodología de diseño (VDI 2221) en el estado del arte y en los conceptos de solución. El estado del arte se basa en la investigación realizada por el proceso de innovación, de misma manera para los conceptos de solución.

2 Capítulo 2

2.1 Estado del arte

Para el desarrollo de este diseño se buscará información de cada acción que va a realizar el sistema automático. Este diseño se puede dividir en tres subsistemas, la primera es el cerrado de los envases clamshell. La segunda es el etiquetado de estos envases después de ser cerrados. Finalmente, el almacenamiento de los envases después de ser etiquetados.

En este proceso de búsqueda se realizará una investigación previa para descartar opciones. Al hacerlo, se realiza el proceso de innovación el cual una de las etapas de este proceso es la reducción de la incertidumbre, es decir, la reducción de opciones iniciales. Para lograrlo se necesita investigar en los tres elementos (Fitzgerald, Wankerl, & Schramm, Inside Real Innovation: How the Right Approach Can Move Ideas from R&D to Market — and Get the Economy Moving, 2010).



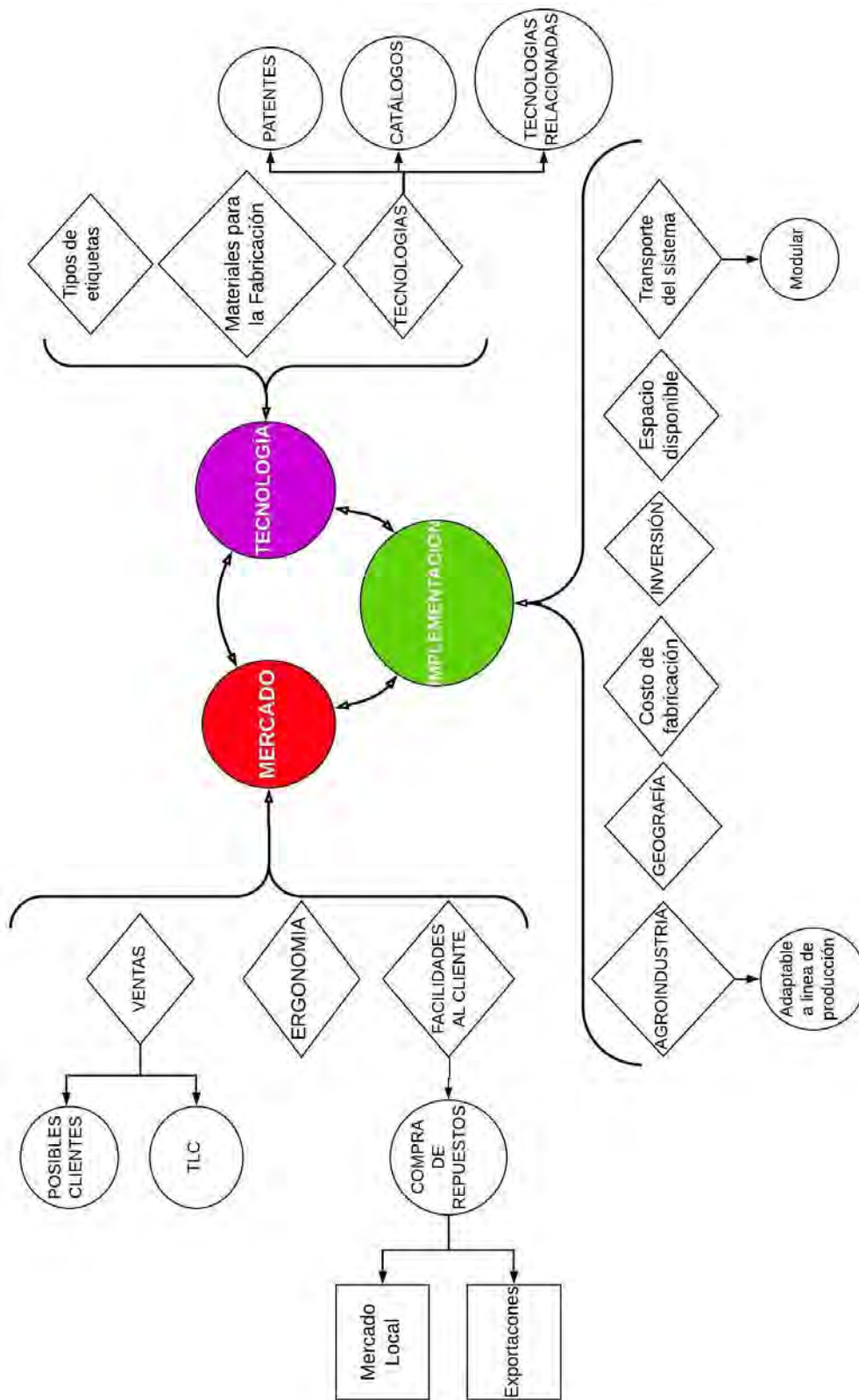


Figura 2.1 Mercado, Implementación y Tecnología

En la Figura 2.1, se muestra una variedad de opciones que se deben considerar para eliminar la incertidumbre. Se ha considerado las opciones que tendrán un mayor impacto en el diseño preliminar del sistema automático. A continuación, se explicará el significado de esta figura parte por parte.

2.1.1 Mercado

En este elemento se considerarán tres puntos importantes, estos son las ventas, la ergonomía y las facilidades al comprador.

El primero hace referencia a dos incisos: Posibles clientes y el TLC. Los posibles clientes hacen referencia a los posibles adquirentes de la máquina. Los arándanos, al ser muy consumidos por países extranjeros, tienen una gran rentabilidad. Para poder responder a esta demanda se necesita de un sistema automático que pueda acelerar ciertos procesos. Los posibles adquirentes de esta máquina son empresas ubicadas en: Perú, Chile, Estados Unidos, entre otros países más. El segundo inciso es el Tratado de Libre Comercio (TLC), esto hace referencia a los tratados que tiene el Perú con otros países. Actualmente, el Perú cuenta con beneficios arancelarios con Estados Unidos (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, Acuerdos Comerciales del Perú, 2009), Australia (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 2017), Singapur (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, Acuerdos comerciales del Perú, 2009), China (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 2009), entre otros. Esta reducción o exoneración del pago arancelario hace que el Perú tenga una mayor rentabilidad en la venta de arándanos.

El segundo es la ergonomía, el cual se refiere a adaptar el lugar de trabajo al operario. En el diseño de la máquina es necesaria la participación de operarios para poder utilizarla correctamente y por eso la interacción de la máquina con el operario no debe perjudicarlo a corto o largo plazo. Uno de los elementos con los que el operario tendrá que interactuar es con

la cinta de etiquetas. Es por eso que el cambio de etiquetas debe ser rápido y accesible (altura adecuada).

Finalmente, para las facilidades al comprador se refiere a las ventajas que tiene el comprador al adquirir el sistema. Este sistema usara elementos que pueden ser obtenidos en el mercado nacional o de ser exportados, no tomara más de dos meses en obtenerse. Además, se tiene la ventaja de reducir tiempos con el uso del sistema.

2.1.2 Implementación

En este elemento se consideran seis puntos. El primero (Agroindustria) se refiere a que el sistema automático que se va a diseñar debe ser capaz de adaptarse a lo que requiera la empresa, es decir, que se adapte a su línea de producción o que funcione independientemente de las otras máquinas que existan en esa agroindustria.

El segundo (Geografía) hace referencia a donde va a estar ubicado la máquina. Este sistema debe ser capaz de aguantar el ambiente geográfico que existe en el Perú, tales como la humedad, temperatura, etc.

El tercero (Costo de fabricación) se refiere a todo el dinero que se debe gastar para tener el sistema fabricado, tales como: el costo de materiales, mano de obra, manufactura, etc.

El cuarto (Inversión) tiene relación con el anterior tema, pero sin llegar a ser dependiente de ese mismo. La inversión se refiere a la cantidad de dinero inicial que permitirá el desarrollo de este producto. Este fondo de dinero se puede obtener por medio de empresas que les interesa entrar al mercado de los arándanos. Uno de los métodos para incentivar a las empresas a invertir en el diseño es por medio de prototipos.

El quinto es el espacio disponible, el adquirente de esta máquina tendrá una industria por lo que el espacio en ella es esencial para su continua mejora. Por ejemplo, usar el espacio para comprar otras máquinas.

Finalmente, el transporte del sistema hace referencia a como este sistema será transportado a la industria que adquirirá la máquina. Hay varias formas de trasladar una máquina, ya sea llevando todo el sistema o que esta sea modular, es decir, que el sistema puede separarse en partes para transportar cada una de ellas por separado para finalmente instalarlas en donde se requiera. Otra ventaja de ser modular es que esta se puede adaptar a otras máquinas de la industria. También se puede trasladar todo el sistema dentro de la industria mediante ruedas.

2.1.3 Tecnología

Este elemento hace referencia a tres puntos. El primero es el tipo de etiqueta a usar, principalmente existen dos, los cuales son el adhesivo en frío y en caliente. Al ser una etiqueta que se va a adherir a un envase con arándanos frío se necesita un adhesivo que no perjudique a los arándanos, por lo que el tipo de etiqueta a utilizar es el adhesivo en frío, por lo que se debe buscar un dispositivo que sea capaz de etiquetar este tipo de adhesivo en específico o en todo caso, uno en el que no se necesite de calor.

El segundo son los materiales para la fabricación. Se tiene que considerar materiales que sean inoxidable o que no sean perjudiciales para la salud, ya que estos materiales estarán en contacto y/o cerca de los frutos. Además, estos materiales no deberán lastimar al operario cuando se encuentre operando la máquina.

El tercero es la tecnología, el cual es una investigación de todas las máquinas que existen hasta el momento. Estas máquinas se pueden obtener de varios modos, algunos de ellos son por medio de patentes, catálogos comerciales y tecnologías relacionadas, es decir, a tecnologías que realicen una función similar a lo que se desea.

Para realizar una mejor investigación de las máquinas existentes se dividió el sistema automático en tres subsistemas (cerrado, etiquetado y apilado), para obtener tecnologías que puedan realizar dichos sistemas de forma separada para posteriormente integrarlas en un solo sistema integrado.

2.1.3.1 Sistema integrado

En el mercado se pueden encontrar líneas de producción las cuales tienen algunos de los procesos a investigar.

2.1.3.1.1 Arándanos: De las empacadoras a las tiendas

Existe una máquina la cual es capaz de realizar varios procesos. Entre ellos están: selección de arándanos, llenado de arándano en envases clamshell, cerrado de los envases, etiquetado y apilamiento en cajas de cartón. En este sistema es necesaria la mano de obra para realizar el proceso de selección de arándanos y para el apilamiento de los envases clamshell en las cajas de cartón. Sin embargo, solo se mostrarán los procesos automatizados de cerrado y etiquetado para la investigación (marcelinaguillen82, 2013).

Para el transporte de los envases llenos con arándanos, a través del proceso de cerrado, se utiliza una faja transportadora con paletas (ver Figura 2.2(a)). Estas paletas cumplen con la función de mantener alineadas los envases clamshell. Para el proceso de cerrado de la máquina se utiliza una barra curvada (ver Figura 2.2(b)), la cual guía a la solapa del envase a cerrarse cuando este va avanzando por acción de la faja con paletas.

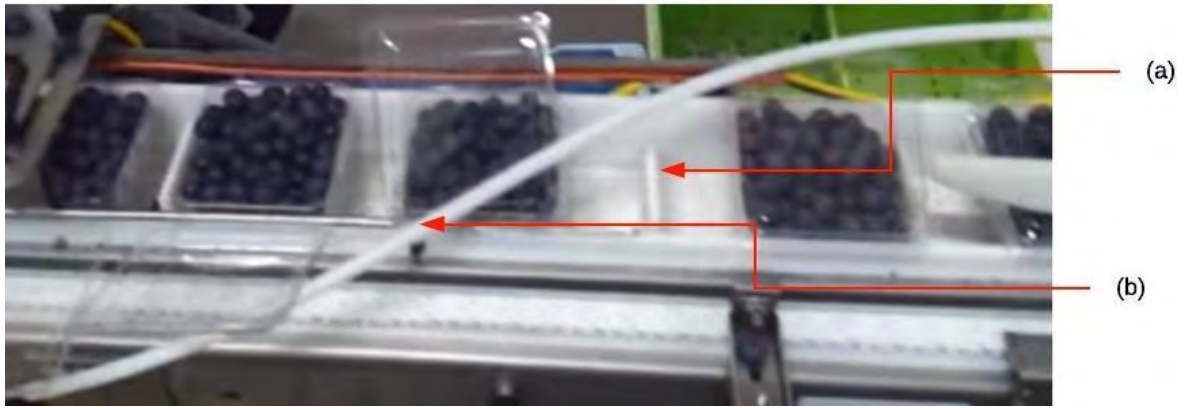


Figura 2.2 Sistema de cerrado de la máquina integrada

Para el sistema de etiquetado (ver Figura 2.3) se utiliza un sistema de rodillos para colocar la cinta de etiquetas y para mantener tensa la cinta de etiquetas. Se tiene una tapa atornillada a una brida para mantener fija la cinta de etiquetas y esta evita que se desvíe o se mueva de su posición. Se debe mantener la cinta de etiquetas tensa para despegar la etiqueta de la cinta. Para ello se utiliza una cuña (ver Figura 2.4), cuando la cinta pasa por la cuña, las etiquetas se despegan de la cinta para adherirse al clamshell que pasa debajo de ella. La etiqueta se despega debido a la geometría de la cuña.



Figura 2.3 Cinta de etiquetas de la máquina integrada

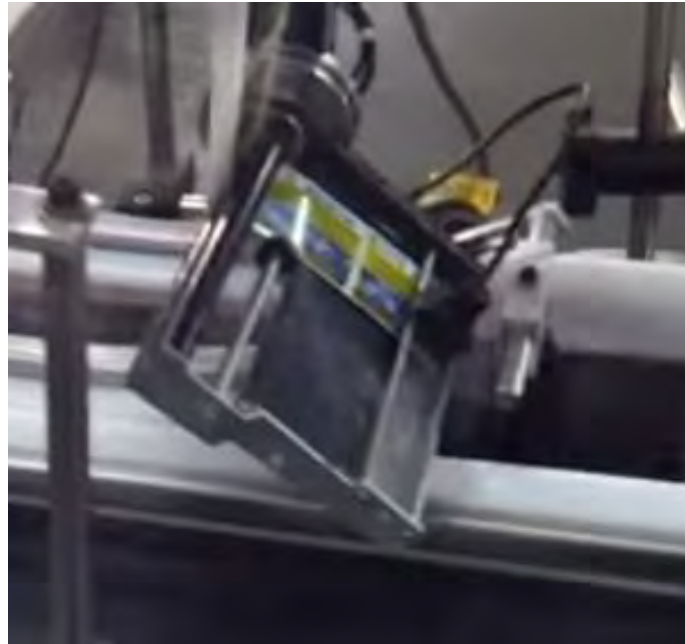


Figura 2.4 Despegado de las etiquetas de la máquina integrada

2.1.3.2 Cerrado del envase

Para el sistema de cerrado se ha investigado sobre cómo cerrar cajas parecidas en geometría al envase clamshell.

2.1.3.2.1 Patentes – Sistema de cerrado

2.1.3.2.1.1 Apparatus for closing and sealing telescoping boxes

Este es una patente para un sistema automático para el cerrado de cajas telescópicas mediante el uso de un pistón neumático (Estados Unidos Patente nº 4592189 (A), 1986).

Este sistema automático (ver Figura 2.5) es para cerrar y sellar cajas telescópicas (ver Figura 2.5(a)), las cuales son transportadas por una faja de rodillos (ver Figura 2.5(b)). El método que se usa para cerrar las cajas es mediante el uso de un pistón neumático (ver Figura 2.5(c)), el cual está apoyado en una base (ver Figura 2.5(d)). Este pistón tiene acoplado una placa de presión (ver Figura 2.5(e)) para tener más área de contacto con la caja y poder cerrarla.

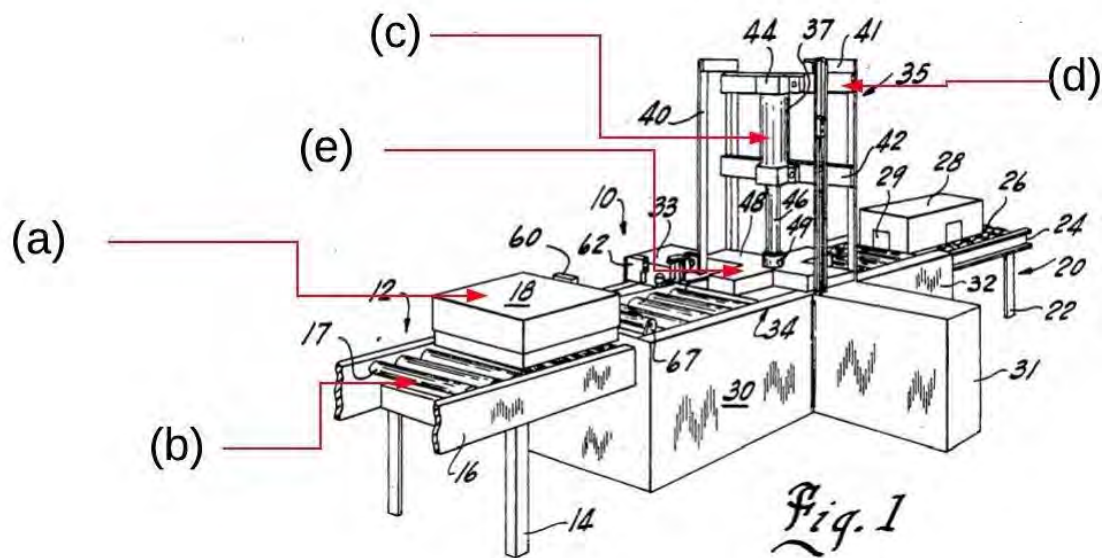


Figura 2.5 Apparatus for closing and sealing telescoping boxes

2.1.3.2.1.2 System for packaging items in a custom sized box

Este es una patente de un sistema que puede plegar una caja de cartón mientras un objeto se encuentra en el interior. Lo que logra esta máquina es doblar una caja con los objetos dentro de ella. Lo que se resaltara, es uno de los procesos intermedios que realiza este sistema (ver Figura 2.6), el cual es el cerrado de una parte de la caja (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO) Patente n° 2014118594A1, 2014).

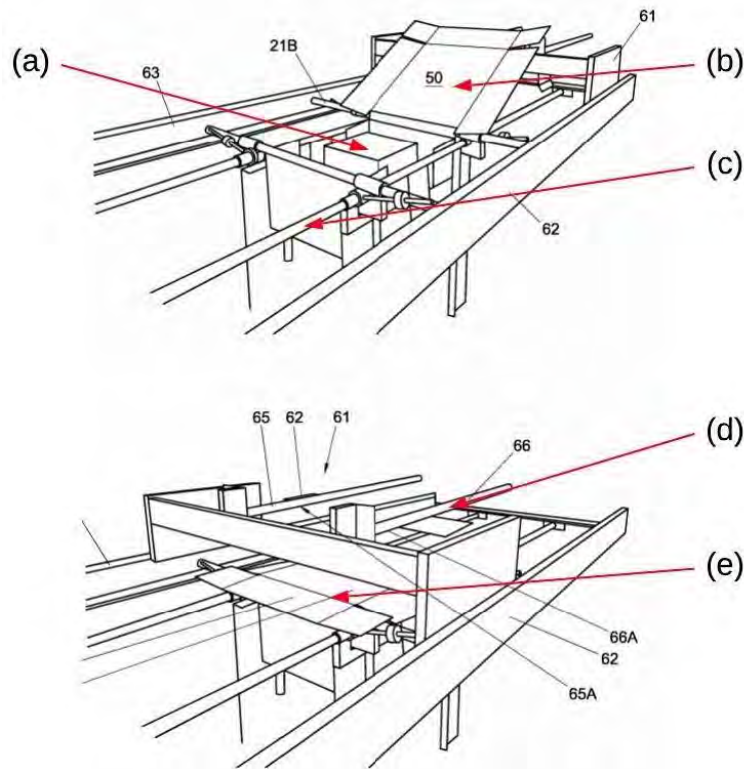


Figura 2.6 Sistema empacador de objetos

En esta parte del proceso del sistema se tiene un objeto (ver Figura 2.6(a)) dentro de una caja, la cual ya ha sido doblada hasta tenerla con la parte superior abierta (ver Figura 2.6(b)). El sistema tiene unas barras (ver Figura 2.6(c)) que sirven como guías para evitar que las cajas se desalineen y que sirvan de soporte para las solapas para que estas puedan ser cerradas correctamente. Para realizar el último doblado para cerrar la caja, se activa un pistón (ver Figura 2.6(d)), el cual puede ser accionado con electricidad, hidráulica o neumática. Este pistón tiene un acople para realizar el doblado de la última solapa (ver Figura 2.6(e)).

2.1.3.2.2 Modelos comerciales – Sistema de cerrado

2.1.3.2.2.1 AT 4003 Precintadora de formato fijo con cierre de solapas automático

Este es un sistema semiautomático desarrollado por la empresa Reiso pack (2019) (ver Figura 2.7) para el cerrado de cajas con cinta adhesiva. Aunque este sistema este orientado a sellar la

caja con cinta, uno de sus subprocesos es el cerrado de la caja. Este subproceso es el que se detallara más adelante.



Figura 2.7 Precintadora AT4003

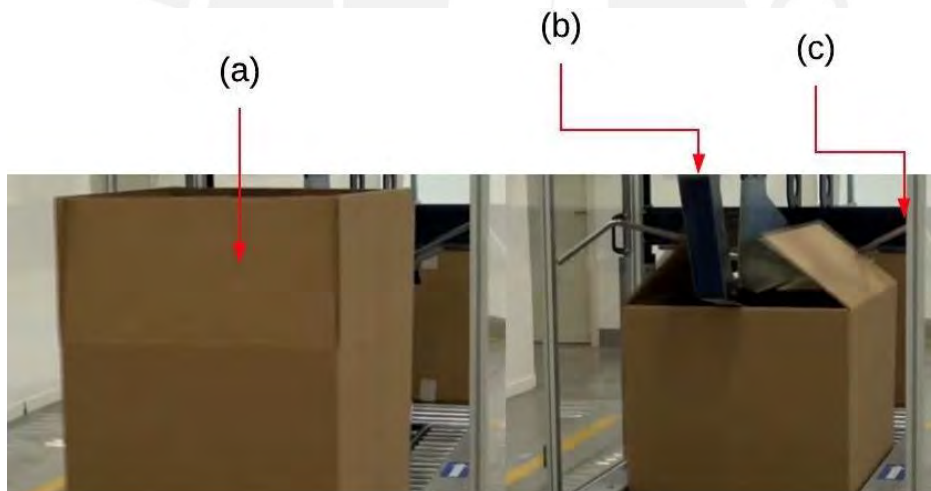


Figura 2.8 Método de cerrado

El material que se ingresa a la máquina (ver Figura 2.8) son cajas abiertas de cartón (ver Figura 2.8(a)). Para asentar la solapa se usa un mecanismo (ver Figura 2.8(b)) el cual baja cuando la caja se encuentra justo debajo de ella, de esta manera se cierra correctamente esa parte de la caja. Para doblar las otras solapas de la caja se usan unas varas de metal (ver Figura 2.8(c))

para dirigir el movimiento de estas solapas mientras la caja va avanzando, para finalmente colocar la cinta que sellara la caja.

2.1.3.2.2.2 Dobladora y pegadora de cajas AUTO GLUE 145 E

Este sistema desarrollado por Marvi International (2014), puede doblar y pegar las cajas plegadizas de gramajes altos y cartón corrugado, ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

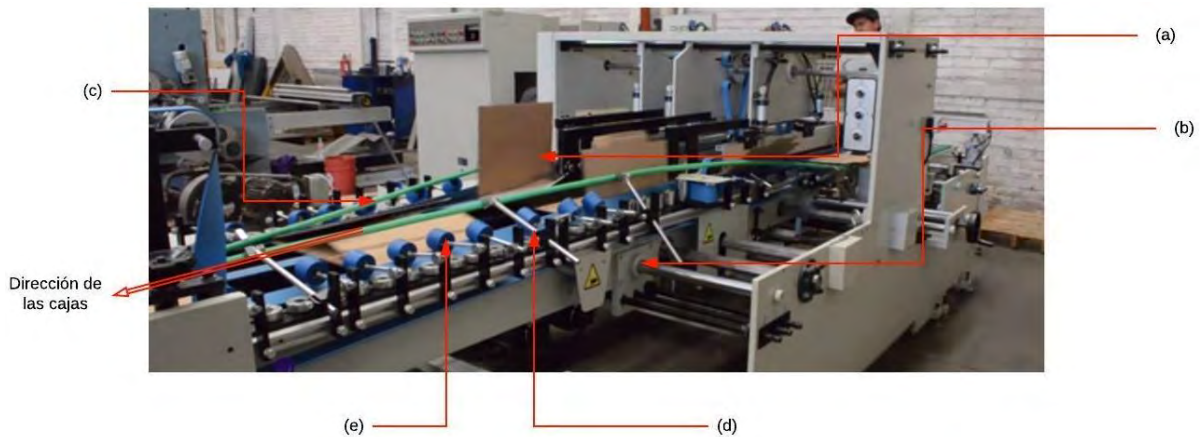


Figura 2.9 Dobladora y pegadora de cajas AUTO GLUE 145 E

El proceso de la máquina inicia con el ingreso de una caja de cartón con sus solapas abiertas (ver Figura 2.9(a)), la cual es transportada por una faja transportadora (ver Figura 2.9(b)). Para cerrar las cajas de cartón se utilizan unas barras curvadas (ver Figura 2.9(c)), las cuales permiten que las solapas se vayan cerrando mientras la caja va avanzando por la faja transportadora. Estas barras tienen un soporte (ver Figura 2.9(d)) para evitar que estas se desalineen. Para doblar completamente la caja se utilizan un juego de rodillos (ver Figura 2.9(e)) los cuales permiten un mejor cerrado debido a que con ellos se pueden guiar las solapas hasta que estas se doblen completamente.

2.1.3.3 Etiquetado del envase

Para el proceso de etiquetado, se investigó sobre los distintos métodos para etiquetar un objeto, ya sea si tiene la misma forma al envase clamshell o no. Esto es para observar los métodos de etiquetado.

2.1.3.3.1 Patentes – Sistema de etiquetado

2.1.3.3.1.1 Automatic labeling machine

Este es una patente de un sistema automático para etiquetar envases (China Patente n° 207725806, 2014), ver Figura 2.10. Este sistema se enfoca en la disposición de objetos y facilidades al usuario que brinda el sistema.

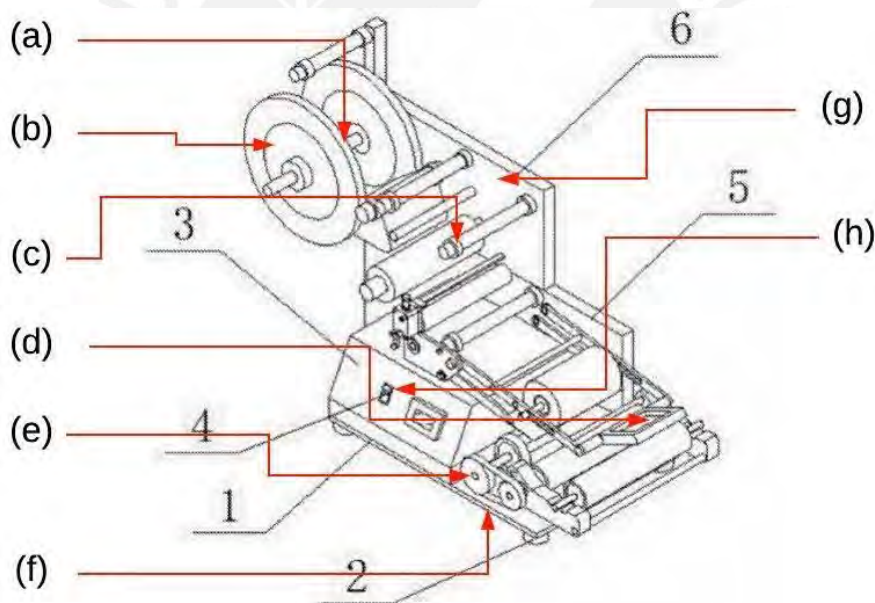


Figura 2.10 Automatic labeling machine

Para iniciar el proceso de etiquetado primero se coloca de manera manual una cinta de etiquetas en un rodillo (ver Figura 2.10(a)), el cual tiene un tope circular (ver Figura 2.10(b)) que evita que la cinta se mueva en de su posición. Luego se pasa la cinta a través de varios rodillos (ver Figura 2.10(c)). Estos rodillos tienen la función de tensar la cinta y evitar que esta se quede amontonada en un sitio. Existe un reflector (ver Figura 2.10(d)) para poder observar algún error

que pueda ocurrir en el etiquetado. Para poder mover la cinta se utiliza un motor, el cual tiene una transmisión por fajas (ver Figura 2.10(e)). Todo el sistema se coloca encima de una base (ver Figura 2.10(f)) para un mejor traslado del dispositivo. Los rodillos tensores y el rodillo para las etiquetas se colocan en unas bases (ver Figura 2.10(g)) para mantener su posición. Encima de la base se tiene una carcasa (ver Figura 2.10(h)) el cual contiene un sistema para alimentar al motor y un botón de encendido y apagado.

2.1.3.3.1.2 Bottle labeling machine and method

Este sistema se enfoca en el transporte de botellas de vidrio y de cómo utiliza sistemas rotativos para su etiquetado (ver Figura 2.11). Esta patente fue creada en Estados Unidos Patente n° 4306926^a (1981).

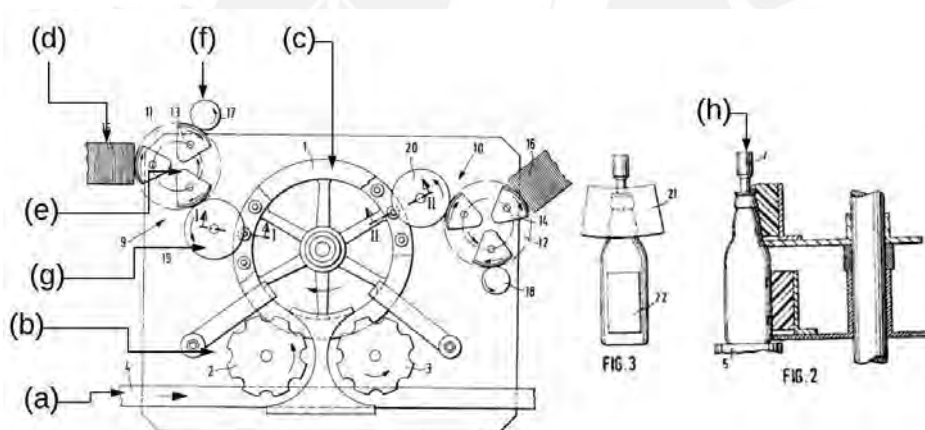


Figura 2.11 Bottle labeling machine and method

El proceso de etiquetado empieza por el ingreso de las botellas por una faja transportadora (ver Figura 2.11(a)), y mediante un engranaje dentado (ver Figura 2.11(b)) la posiciona en una base giratoria (ver Figura 2.11(c)), la cual gira en el sentido indicado en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** En este sistema existe una caja con etiquetas (ver Figura 2.11(d)), las cuales son recogidas por una base giratoria con levas (ver Figura 2.11(e)), estas levas llevan dos etiquetas, la superior entra en contacto con un rodillo con pegamento (ver Figura 2.11(f)).

Después, estas etiquetas entran en contacto con un rodillo de agarre (ver Figura 2.11(g)), y esta se presiona con la botella para adherir la etiqueta. La botella tiene un agarre (ver Figura 2.11(h)) para evitar que se desalinee.

2.1.3.3.1.3 Component for a labeler machine

Esta pieza (ver Figura 2.12) es un componente para las máquinas etiquetadoras. Cumple con la función de separar la etiqueta de la cinta. Esto se debe a la parte plana de la cuña, la cual al estar en contacto con la cinta, la etiqueta se despegue de ella. Esta patente fue creada en Estados Unidos Patente nº D855104 (2019).

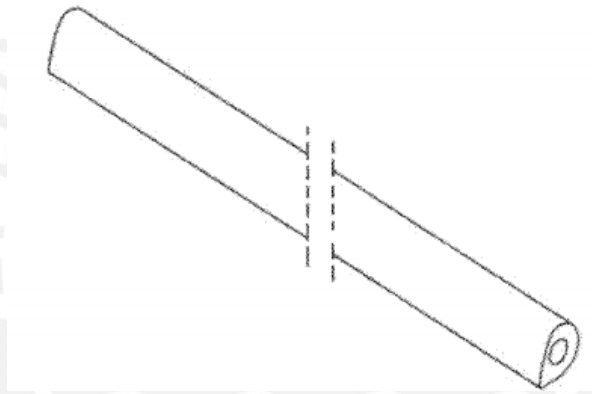


Figura 2.12 Cuña para el despegado de las etiquetas

2.1.3.3.2 Modelos comerciales – Sistema de etiquetado

2.1.3.3.2.1 Etiquetadora con pistón neumático

Este sistema utiliza rodillos para transportar la cinta con etiquetas y mantenerlas tensas. Este sistema cuenta con dos rodillos uno para colocar la cinta con etiquetas y otra para la cinta sin etiquetas. El método que se utiliza para colocar las etiquetas es por un pistón neumático, que mediante la ayuda de sensores de posición, este se activa para colocar la etiqueta en la posición indicada (VideoJet, 2019).

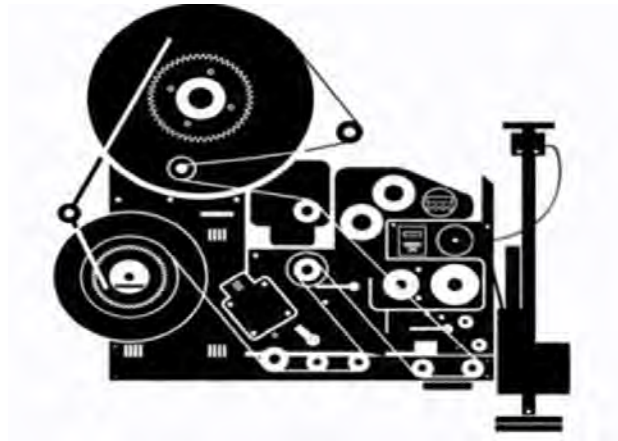


Figura 2.13 Etiquetadora con pistón neumático

2.1.3.3.2.2 Etiquetadora automática

Este sistema desarrollado por la empresa Novexx Solutions GmbH (2019) utiliza el método de contacto de superficie para pegar la etiqueta en la superficie de los paquetes. En la máquina de la Figura 2.14 se observan dos ejes principales, uno de ellos contiene la cinta con etiquetas autoadhesivas (ver Figura 2.14(a)) y la otra recibe la cinta sin las etiquetas (ver Figura 2.14(b)). El transporte de la cinta con etiquetas esta tensada debido a los ejes guía (ver Figura 2.14(c)). Se debe tensar la cinta para evitar el acumulamiento de esta en algún punto del traslado de esta. Finalmente se adhiere la etiqueta al paquete junto con un rodillo (ver Figura 2.14(d)) para acertarlo correctamente. Este sistema está hecho para colocar las etiquetas en paquetes que tengan superficie plana (ver Figura 2.14(e)).

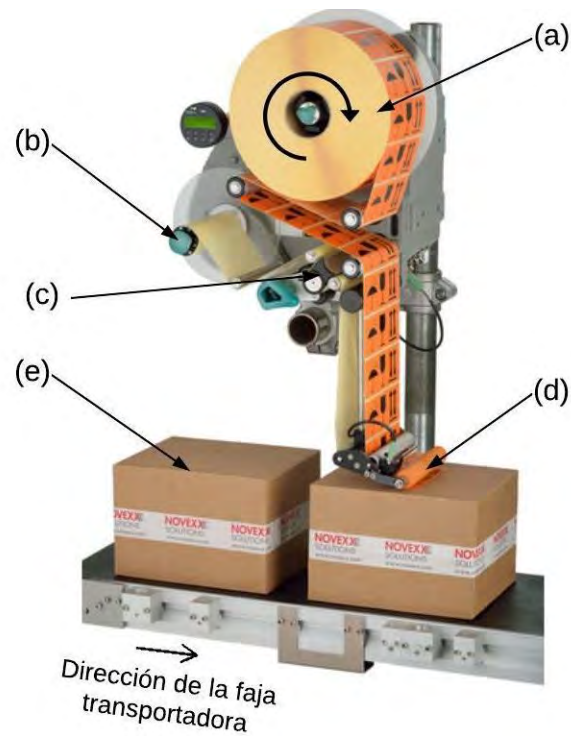


Figura 2.14 Etiquetadora automática

2.1.3.3.2.3 Máquina Etiquetadora Manual Rs 360

La máquina RS 360 es una etiquetadora manual para el etiquetado de botellas. Aunque el objetivo de esta tesis es el etiquetado de envases clamshell, se analizará el método de etiquetado que utiliza (Peña, Máquina Etiquetadora Manual Rs 360, 2019).

El objetivo de este sistema manual es para etiquetar botellas, ver Figura 2.15. Sin embargo, se detallará en cómo el sistema logra el etiquetado. Este sistema tiene un eje para colocar una cinta con etiquetas (ver Figura 2.15(a)), el cual es tensado por un sistema de rodillos. El objeto a etiquetar (ver Figura 2.15(b)) se coloca encima de sistema que hará despegar la etiqueta de la cinta. Finalmente hay un eje para colocar las cintas sin etiquetas (ver Figura 2.15(c)). Para el sistema de etiquetado (ver Figura 2.16) se usa una reglilla (ver Figura 2.16(a)) que presiona la etiqueta con un eje haciendo que esta salga de la cinta (ver Figura 2.16(b)), para posteriormente se adhiera al objeto.

Este sistema cuenta con las siguientes dimensiones: 38 cm x 36 cm x 23 cm

Esta máquina funciona con una velocidad promedio de 360 etiquetas por hora.



Figura 2.15 Máquina etiquetadora Manual Rs 360

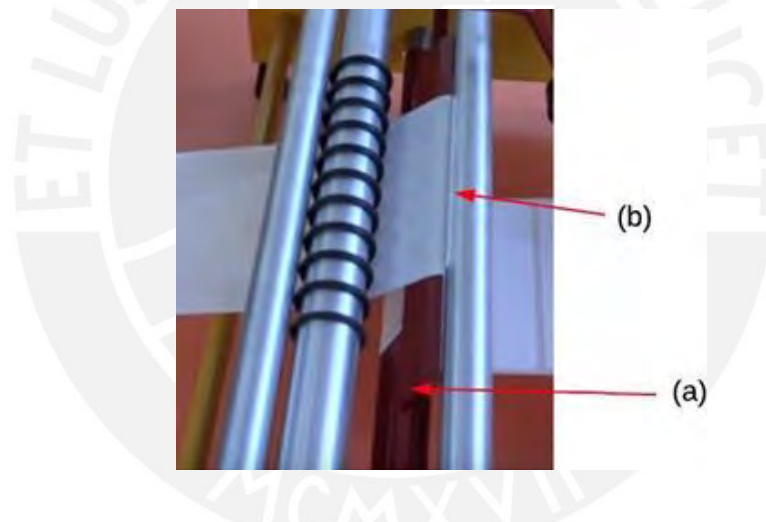


Figura 2.16 Etiquetado del sistema

2.1.3.4 Almacenamiento de los envases

Para realizar el estudio de la tecnología para el almacenamiento de los envases de clamshell, se mantuvo en consideración el espacio utilizado por la máquina.

2.1.3.4.1 Cantilever palletizing machine

Este sistema apilador consiste principalmente de un dispositivo de sujeción el cual está sujeto a unos bastidores. Estos bastidores tienen rieles guía para dirigir el movimiento del dispositivo

de sujeción, además, tienen una transmisión de potencia con motores para realizar el movimiento vertical y horizontal, de esta forma se logra una mayor área para apilar. La ventaja de este método es que se pueden apilar una gran cantidad de objetos de manera ordenada y tiene la posibilidad de adaptarse según requiera el diseño, ya sea cambiando la cantidad de objetos que puede cargar o cambiando el área de trabajo (disminuyendo su tamaño) en que opera el dispositivo.

Este diseño fue patentado en China, Patente nº 208843323U (2019).

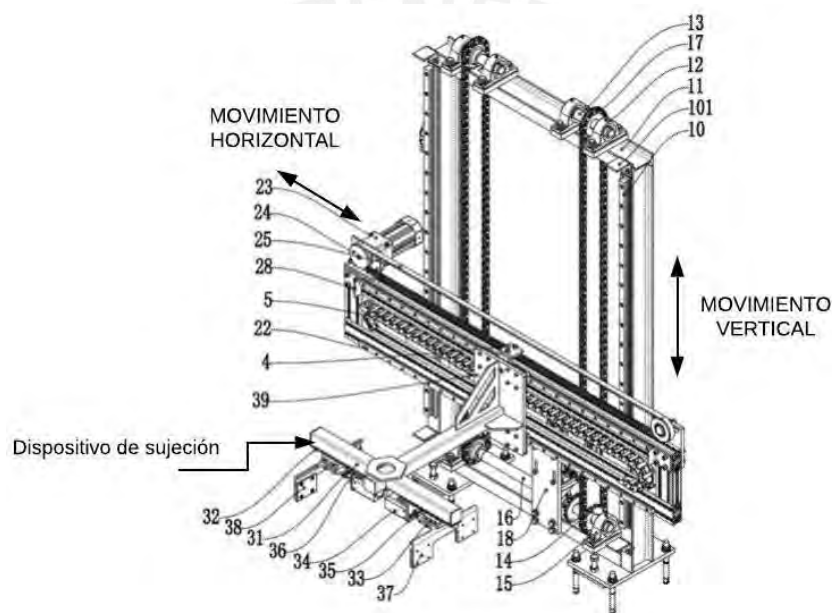


Figura 2.17 Cantilever palletising machine

2.1.3.4.2 Gripper attachment for robot

En la Figura 2.18, se muestra una patente de un acople (gripper) para robots industriales, la cual fue patentada en Estados Unidos Patente nº 20120286533A1 (2012)

Este acople es una pinza que sirve para recoger y colocar objetos. Este sistema está conformado por un sistema de control (ver Figura 2.18(a)), el cual tiene un motor para mover las barras sujetas a este (ver Figura 2.18(b)). Estas barras tienen unos pines (ver Figura 2.18(c)) que sirven

para pivotar las garras sujetadoras (ver Figura 2.18(d)), de esta manera, las garras tienen un movimiento hacia adentro y hacia afuera con respecto al eje central. Estas garras tienen una superficie plana e inclinada (ver Figura 2.18(e)) para sujetar distintos objetos. La superficie de contacto de la garra con el objeto (ver Figura 2.18(f)) tiene un coeficiente de fricción que evita que los objetos se desprendan de las garras. Este sistema también tiene un sensor de distancia (ver Figura 2.18(g)) sujeta en la garra para ver cuál es la distancia entre el objeto y la garra.

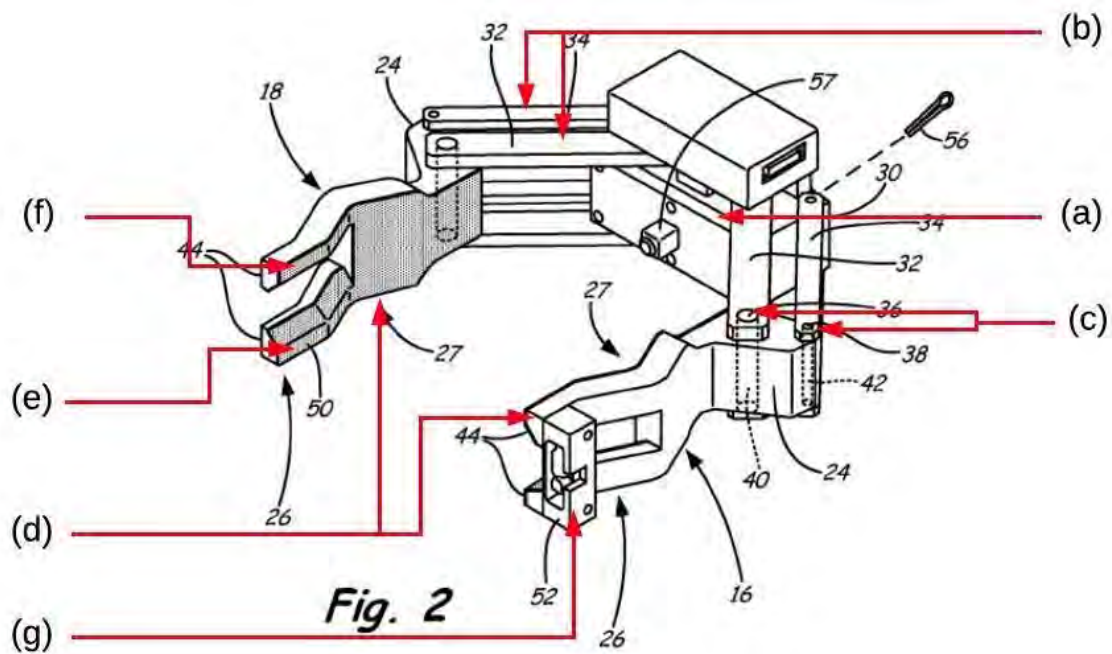


Figura 2.18 Accesorio de agarre para robots

2.2 Lista de exigencias

En la presente tabla se muestran los requerimientos necesarios para el desarrollo del futuro sistema, tales como función principal, geometría, cinemática, fuerzas, energía, materia prima, señales, electrónica, seguridad, ergonomía, fabricación, transporte, entre otras más. En cada requerimiento se colocará una característica del sistema, el cual se clasificara como deseo (D) y exigencia (E).

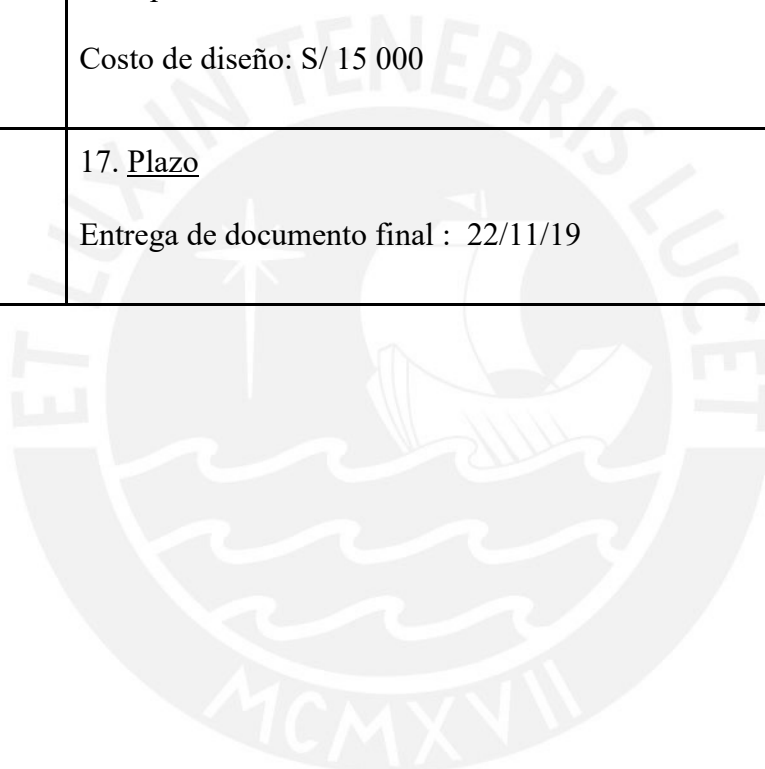
Tabla 2.1 Lista de exigencias

Lista de exigencias		
PROYECTO:		Diseño preliminar del sistema automático para el cerrado, etiquetado y almacenamiento de envases clamshell (125g) con arándanos.
	Deseo o Exigencia	Descripción
	E	<p>1. <u>Función Principal</u></p> <p>Cerrar los envases clamshell (125g), etiquetarlos y almacenarlos en cajas de cartón.</p>
	E	<p>2. <u>Geometría</u></p> <p>Dimensiones generales máximas: 1m de ancho, 1.5 m de largo y 1.8 m de alto</p>
	E	<p>Se puede dividir el sistema en varios subsistemas (Conexiones modulares)</p>
	E	<p>3. <u>Cinemática</u></p> <p>La velocidad de transporte no debe ser mayor a 4m/s ya que puede llegar a perjudicar al envase clamshell y/o al fruto.</p>
	E	<p>4. <u>Fuerzas</u></p> <p>La fuerza de los actuadores debe garantizar el cerrado de los envases con arándanos sin llegar a dañar al envase y al fruto.</p>
	D	<p>El peso de la máquina no debe superar los 200 kg para facilitar el transporte.</p>

		<p>5. <u>Energía</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Entradas: <p>E El suministro es con energía eléctrica a 60Hz.</p> <p>D La máquina puede funcionar con energía eléctrica entre 220 - 400 con 50-60Hz.</p> <p>D La máquina puede utilizar neumática – (6 bar - 6 L/min)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Salidas: <p>Calor, vibraciones, ruido</p>
		<p>6. <u>Materia</u></p> <p>E Entradas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Envases abiertos clamshell llenos de arándanos - Cinta con etiquetas - Cajas de cartón <p>E Salidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Envases cerrados clamshell con etiquetas y almacenados en cajas de cartón. - Cinta sin etiquetas
		<p>7. <u>Señales</u></p> <p>E Indicadores de estado que muestren si la máquina está operando o está en parada.</p> <p>D Indicador sonoro que indica cuando se enciende el sistema.</p>
		<p>9. <u>Seguridad</u></p> <p>E El sistema de transmisión de potencia estará aislado y no habrá contacto con el usuario. (ISO 27001 y 27002)</p>

		10. <u>Ergonomía</u>
	E	Manejo del funcionamiento por el usuario mediante una interfaz.
	E	El usuario estará a una altura adecuada para operar la máquina.
	D	No emisión de contaminantes al medio ambiente, ruido y vibraciones.
		11. <u>Fabricación</u>
	E	La mayoría de materiales deberán encontrarse en el mercado nacional.
	E	Las piezas exportadas deberán ser obtenidas en un tiempo no mayor a 2 meses.
		12. <u>Transporte</u>
	E	Ruedas
	D	Cáncamos
	D	Manillas de sujeción
		13. <u>Uso</u>
	E	La temperatura media debe estar entre 4 - 25 °C
	D	El ruido no debe exceder los 75 dB.
		14. <u>Interfaz</u>
	E	El sistema tendrá botones de encendido, parada y parada de emergencia.
	E	Se mostrará la cantidad de envases procesados
		15. <u>Mantenimiento</u>
	E	Se ejecutará un mantenimiento general mensualmente.
	E	

	E D	<p>Se realizara una limpieza diaria de las piezas que estén cerca de los arándanos.</p> <p>Se realizará una revisión de los controladores cada 6 meses.</p> <p>Limpieza, mantenimiento preventivo y correctivo de acuerdo a la norma EASA AR100-2015.</p>
	E E	<p>16. <u>Costo</u></p> <p>Presupuesto máximo de fabricación: S/ 12 000</p> <p>Costo de diseño: S/ 15 000</p>
	E	<p>17. <u>Plazo</u></p> <p>Entrega de documento final : 22/11/19</p>



3 Capítulo 3

3.1 Black Box

Se mostrará las señales de entrada y de salida del sistema, sin tener en cuenta su funcionamiento interno.

3.1.1 Entradas

- Materia
 - Envases clamshell abiertos con arándanos
 - Cinta con stickers
 - Cajas de cartón
 - Polvo, humedad
- Energía
 - Energía mecánica
 - Energía eléctrica
- Señales
 - Señal de encendido: Esta señal sirve para iniciar el funcionamiento de la máquina.
 - Señal de apagado: Esta señal sirve para detener el funcionamiento de la máquina paulatinamente.
 - Señal de apagado de emergencia: Esta señal sirve para detener el funcionamiento de la máquina.

3.1.2 Salidas

- Materia
 - Envases clamshell cerrados, etiquetados y apilados en cajas de cartón.
 - Cinta sin etiquetas
- Energía
 - Energía mecánica (ruido, vibraciones)
- Señales
 - Señal de estado de encendido: Esta señal sirve para indicar que la máquina está operando.
 - Señal de estado de parada de emergencia: Esta señal sirve para indicar que la máquina está en parada de emergencia.
 - Cantidad de cajas de cartón con envases clamshell: Esta señal indica cuantas cajas de cartón han sido llenadas con envases clamshell.
 - Señal de estado para el cambio de etiquetas: Esta señal sirve para indicar si es necesario cambiar la cinta de etiquetas.
 - Señal de estado de las cajas de cartón: Esta señal indica si no hay alguna caja de cartón para apilar los envases clamshell.

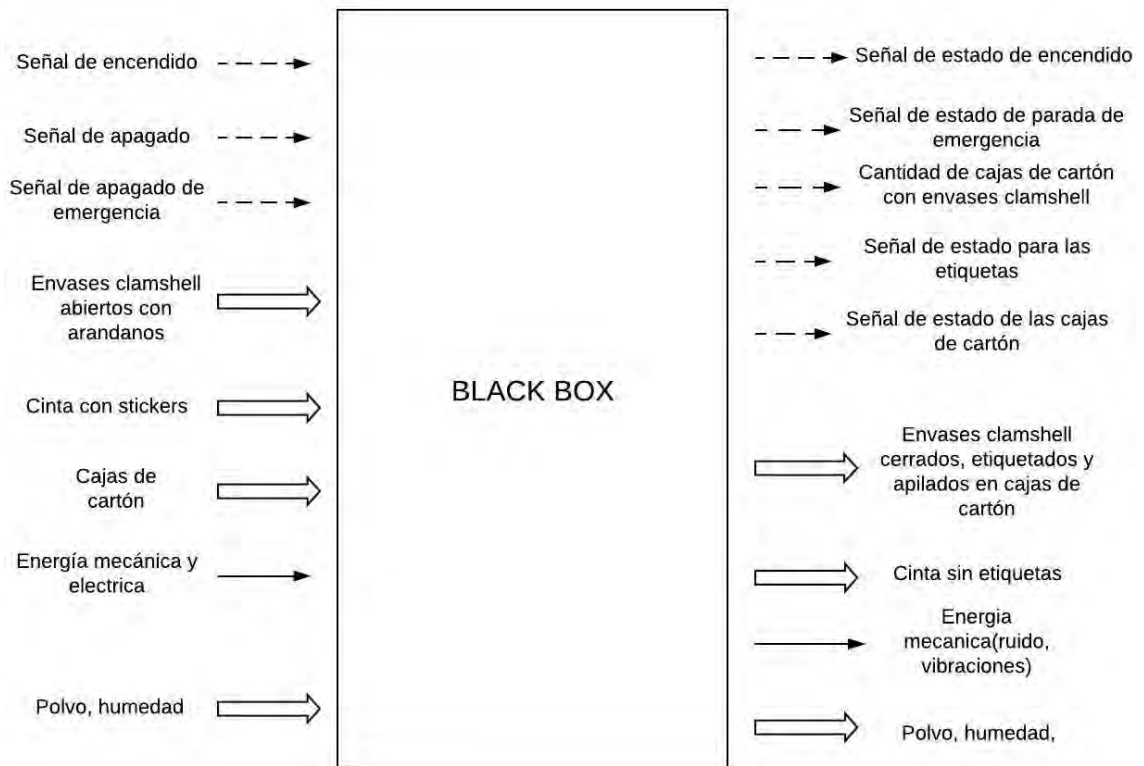


Figura 3.1 Black Box

3.2 Estructura de funciones

Se ha separado las funciones de la máquina en tres dominios: Control, Electrónico y Mecánico (ver Figura 3.2).

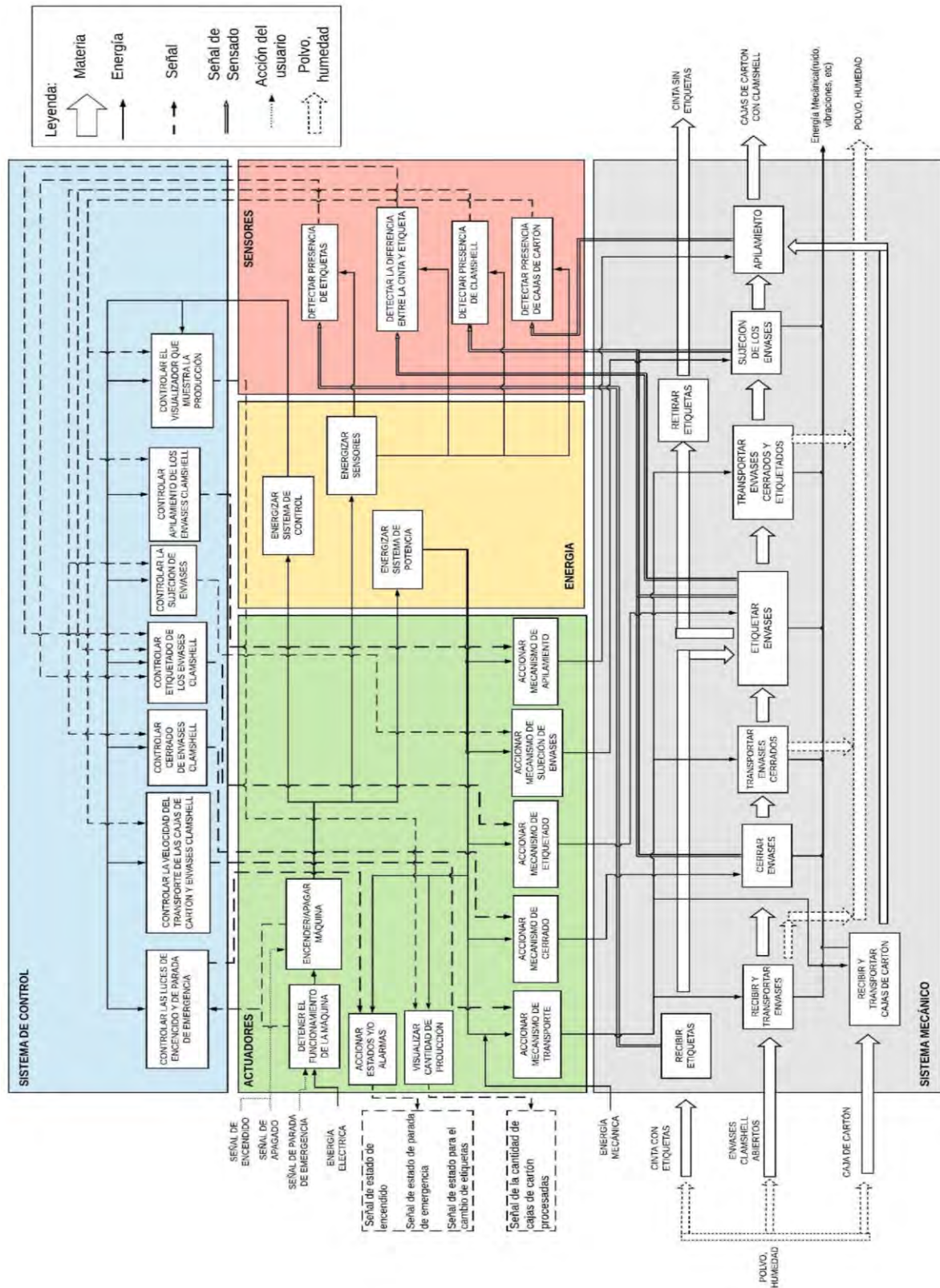


Figura 3.2 Estructura de funciones

3.2.1 Dominio de Control

Para el funcionamiento de la máquina se necesita tener el control de varios dispositivos (indicadores, mecanismos, etc).

3.2.1.1 Lista de funciones

- Controlar las luces de encendido y de parada de emergencia
- Controlar la velocidad del transporte de las cajas de cartón y envases clamshell
- Controlar cerrado de envases clamshell
- Controlar etiquetado de los envases clamshell
- Controlar la sujeción de envases
- Controlar el apilamiento de los envases clamshell
- Controlar el visualizador que muestra la cantidad de producción

3.2.2 Dominio Electrónico

Para el funcionamiento de la máquina se tienen actuadores, energía eléctrica y sensores.

3.2.2.1 Lista de funciones

- **Actuadores**
 - Detener el funcionamiento de la máquina
 - Encender/apagar la máquina
 - Accionar estados y/o alarmas
 - Visualizar cantidad de producción
 - Accionar mecanismo de transporte

- Accionar mecanismo de cerrado
- Accionar mecanismo de etiquetado
- Accionar mecanismo de sujeción de envases
- Accionar mecanismo de apilamiento
- **Energía**
 - Energizar sistema de control
 - Energizar sensores
 - Energizar sistema de potencia
- **Sensores**
 - Detectar presencia de etiquetas
 - Detectar la diferencia entre la cinta y etiquetas
 - Detectar presencia de clamshell
 - Detectar presencia de cajas de cartón

3.2.3 Dominio Mecánico

Para el funcionamiento de la máquina se utilizan varios mecanismos para realizar las funciones del sistema.

3.2.3.1 Lista de funciones

- Recibir etiquetas
- Recibir y transportar envases
- Recibir y transportar cajas de cartón




- Cerrar envases
- Transportar envases cerrados
- Etiquetar envases
- Retirar etiquetas
- Transportar envases cerrados y etiquetados
- Sujeción de envases
- Apilamiento

3.3 Matriz Morfológica

Para cada función descrita en la estructura de funciones (ver), se plantean como máximo cuatro alternativas de solución basadas en las tecnologías estudiadas en el Estado del arte. Estas alternativas permitirán el desarrollo de los conceptos de solución.




A partir de un seguimiento por flechas en la matriz se proponen tres soluciones. En la siguiente tabla se detalla el significado de cada tipo de flecha.

Tabla 3.1 Indicadores para cada alternativa

INDICADOR	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
FLECHA			

3.3.1 Dominio de control

Tabla 3.2 Dominio de control

Función	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
CONTROLAR LA VELOCIDAD DEL TRANSPORTE / CERRADO / ETIQUETADO / VIZUALIZADOR QUE MUESTRA LA PRODUCCIÓN / LUCES DE ENCENDIDO Y DE PARADA DE EMERGENCIA	 Arduino  	 PLC	 Rapsberry PI 

Arduino: Tomado de <https://www.elektor.com/arduino-uno-r3>

PLC: Tomado de <https://es.rs-online.com/web/p/cpus-para-automatas-programables/8624477/>





Rapsberry PI: Tomado de <https://www.raspberrypi.org/>

3.3.2 Dominio electrónico

El dominio electrónico se divide en tres partes: Energía, sensores y actuadores.

3.3.2.1 Energía

Tabla 3.3 Dominio electrónico – Energía

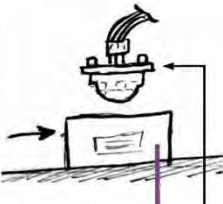
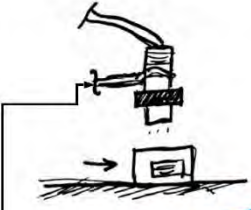
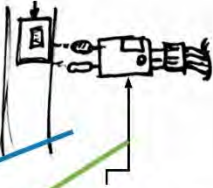


Función	Alternativa 1	Alternativa 2
ENERGIZAR EL SISTEMA DE CONTROL	 Fuente Switching	 Transformador de voltaje
ENERGIZAR EL SISTEMA DE SENSORES Y POTENCIA	 Fuente Switching	 Transformador de voltaje

Fuente switching: Tomado de https://shopdelta.eu/fuente-conmutada-12v10ap_16_p3961.html

Transformador de voltaje: Tomado de <https://www.bigtronica.com/centro/12-fuentes-de-alimentacion?p=2>

3.3.2.2 Sensores

Tabla 3.4 Dominio electrónico - Sensores

Función	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
DETECTAR PRESENCIA DE ETIQUETAS / ENVASES CLAMSHELL / CAJAS DE CARTÓN	 <p>Sensor PIR</p>	 <p>Sensor Capacitivo</p>	 <p>Sensor Infrarrojo</p>
SENSAR EL CONTRASTE ENTRE LA CINTA Y ETIQUETA	 <p>Sensor de color</p>	 <p>Sensor fotoelectronico</p>	

3.3.2.3 Actuadores

Botón de parada de emergencia: Tomado de <https://makershopbcn.com/es/producto/boton-parada-emergencia>









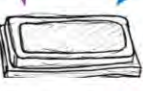




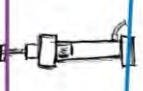










Botón eléctrico: Tomado de <https://gyрмаquinaria.com.mx/?product=boton-para-control-electrico>

Luces de neón: Tomado de <https://www.amazon.es/Baoblaze-AD16-22DS-Terminales-Instalaci%C3%B3n-El%C3%A9ctrica/dp/B07HCG44ZN>

HMI: Tomado de <https://es.rs-online.com/web/p/displays-hmi-de-pantalla-tactil/6889165/>

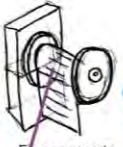










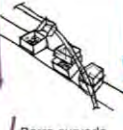
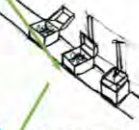
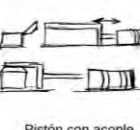

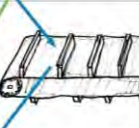

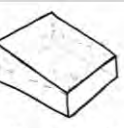
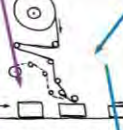





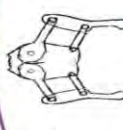
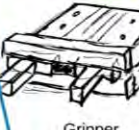

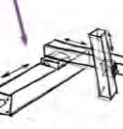


Electroválvula: Tomado de <https://www.amazon.es/Solenoide-Electrov%C3%A1lvula-Neum%C3%A1tica-Posiciones-Rendimiento/dp/B07SNTHKVF>

Tabla 3.5 Dominio electrónico - actuadores

Función	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
DETENER EL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA	 Botón de parada de emergencia	 Parada de emergencia por tirón de cable	
ENCENDER/APAGAR MÁQUINA	 Botón eléctrico	 Switch de palanca	 Interrupción
ACCIONAR ESTADOS Y/O ALARMAS	 Luces de neón	 Torreta de luces	 Bocina
VISUALIZAR CANTIDAD DE PRODUCCIÓN	 Pantalla LCD	 HMI	 Display de 7 segmentos
ACCIONAR MECANISMO DE TRANSPORTE	 Motor DC con driver	 Motor Monofásico 220 V con reductor	
ACCIONAR MECANISMO DE CERRADO	 Pistón neumático	 Actuador Lineal	
ACCIONAR MECANISMO DE ETIQUETADO	 Motor DC con driver	 Motor DC y un pistón neumático	 Motor a pasos
ACCIONAR MECANISMO DE SUJECCION	 Servomotor	 Motor a pasos	 Electrovalvula
ACCIONAR MECANISMO DE APILAMIENTO	 Motor a pasos	 Pistón neumático	 Servomotor

3.3.3 Dominio mecánico

Tabla 3.6 Dominio mecánico

Función	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
RECIBIR ETIQUETAS	 <p>Eje con soporte</p>	 <p>Eje con topes</p>		
RETIRAR ETIQUETAS	 <p>Tubo con motor</p>	 <p>Dos rodillos y una caja</p>	 <p>Tubo con apoyos con motor</p>	
RECIBIR Y TRANSPORTAR ENVASES CLAMSHELL	 <p>Faja transportadora</p>	 <p>Faja con paletas</p>	 <p>Pistón con plano inclinado</p>	 <p>Plano Inclinado</p>
RECIBIR Y TRANSPORTAR CAJAS DE CARTÓN	 <p>Faja transportadora</p>	 <p>Faja transportadora de rodillos</p>		
CERRAR ENVASES CLAMSHELL	 <p>Barra curvada</p>	 <p>Actuador lineal</p>	 <p>Pistón con acople</p>	
TRANSPORTAR ENVASES CERRADOS	 <p>Faja transportadora</p>	 <p>Faja con paletas</p>	 <p>Faja transportadora de rodillos</p>	 <p>Plano Inclinado</p>
ETIQUETAR ENVASES	 <p>Sistema de rodillos</p>	 <p>Rodillos</p>	 <p>Sistema de rodillos con pistón neumático</p>	
TRANSPORTAR ENVASES CERRADOS Y ETIQUETADOS	 <p>Faja transportadora</p>	 <p>Faja transportadora de rodillos</p>	 <p>Plano Inclinado</p>	
SUJECCION DE ENVASES	 <p>Gripper</p>	 <p>Gripper electrico</p>	 <p>Eyector de vacio</p>	
APILAMIENTO	 <p>Tonillo sin fin (sistema xyz)</p>	 <p>Pistón neumático</p>	 <p>Brazo controlado por servomotores</p>	

3.4 Conceptos de solución

Para cada solución trazada en la matriz morfológica se realizará un bosquejo general de todo el sistema y, además, se mostrarán sus respectivos detalles para mostrar el funcionamiento de cada subsistema de la máquina (cerrado, etiquetado y apilado).

3.4.1 Concepto 1

El primer concepto (ver Figura 3.3) plantea el cerrado del envase clamshell mediante el uso de una barra curvada (ver Figura 3.4), el cual debido a su geometría va cerrando gradualmente la tapa del envase hasta cerrarla completamente. Este envase es transportado por los tres subsistemas por una faja transportadora (ver Figura 3.5), esta faja tiene unas guías para evitar que los envases se desvíen de su trayectoria.

Para el sistema de etiquetado se utiliza el método de pegado mediante el contacto superficial (ver Figura 3.6), para mantener tensada la cinta se utilizan unos rodillos fijos y para su recepción se utiliza un rodillo (ver Figura 3.7) el cual tiene un motor para enrollar la cinta con el rodillo. Se utiliza un sensor de presencia (ver Figura 3.8) para detecta el momento para colocar la etiqueta. Para despegar la etiqueta de la cinta, se utiliza una cuña (ver Figura 3.9). La base que sostiene a la cinta de etiquetas (ver Figura 3.10) está sujeta a una plancha y se tiene una tapa roscada para evitar que la cinta se salga por un lado.

Para el sistema de apilamiento (ver Figura 3.11) se utiliza un sistema de tornillos sin fin, el cual está acoplado a la faja transportadora. Este sistema sujetará seis envases clamshell mediante el uso de grippers (ver Figura 3.12). Para que este sistema pueda sujetar seis envases al mismo tiempo, se ordenan mediante el uso de un servomotor (ver Figura 3.13), el cual tiene acoplado una placa (ver Figura 3.14).

Además, se tiene un panel con una pantalla LCD, luminarias, botones de encendido, apagado y parada de emergencia.

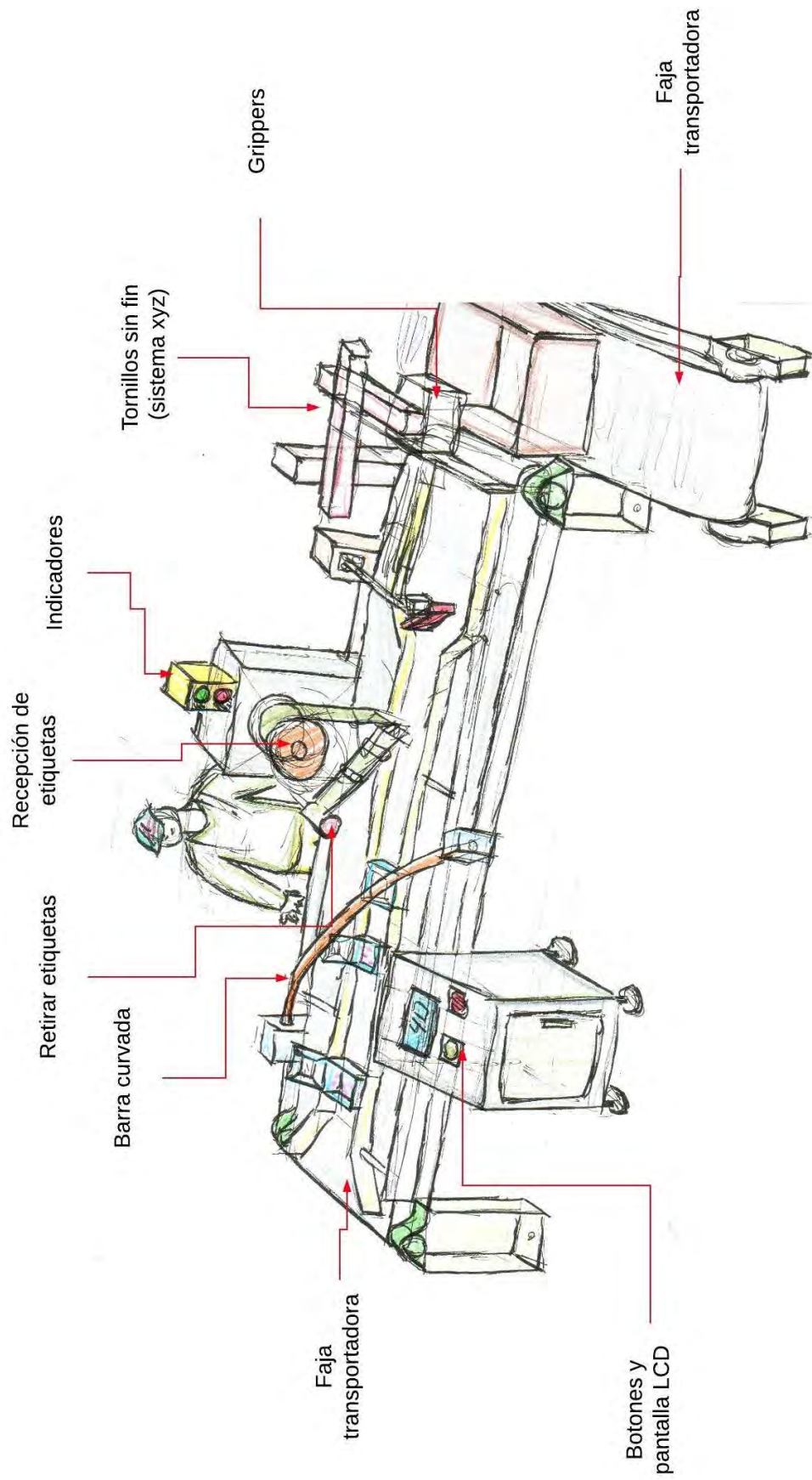


Figura 3.3 Concepto de solución 1

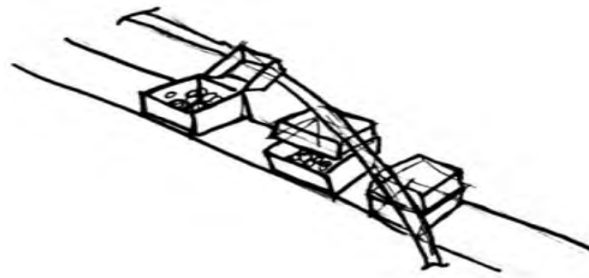


Figura 3.4 Barra curvada

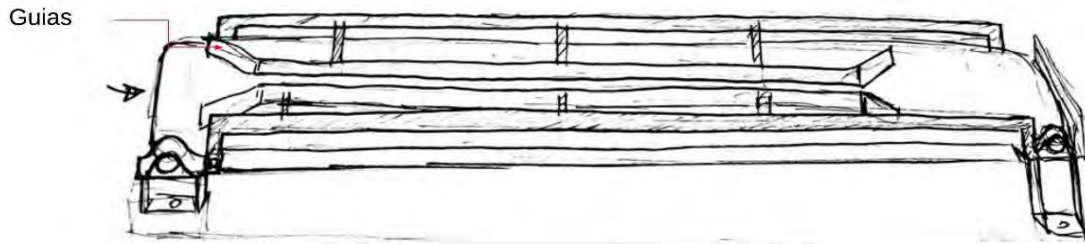


Figura 3.5 Faja transportadora con guías

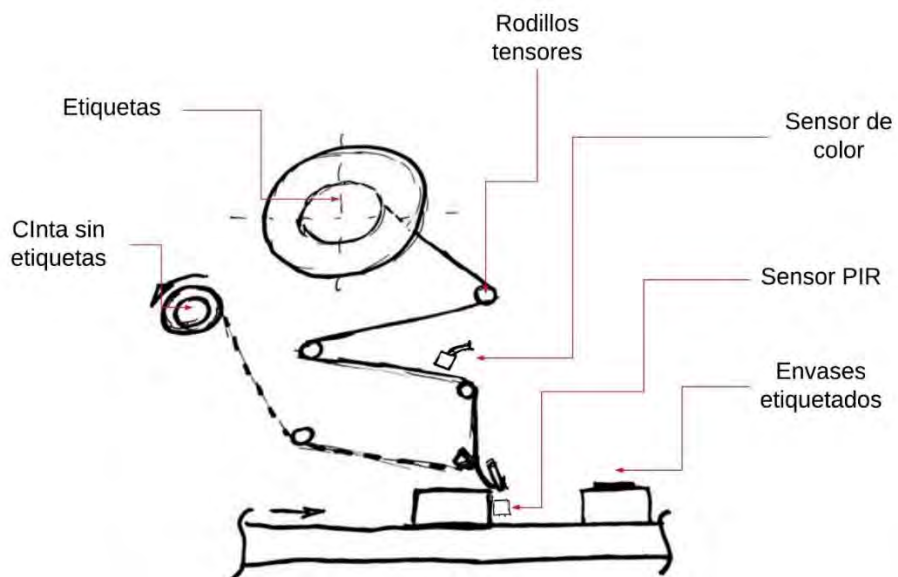


Figura 3.6 Sistema de etiquetado – Concepto 1

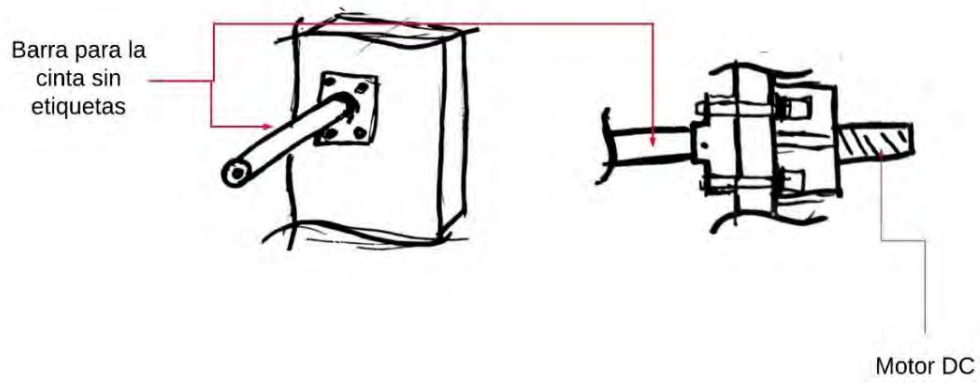


Figura 3.7 Recepción de la cinta sin etiquetas

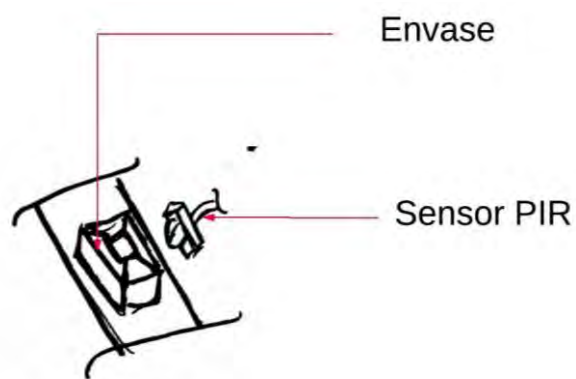


Figura 3.8 Detección de presencia del envase para el etiquetado

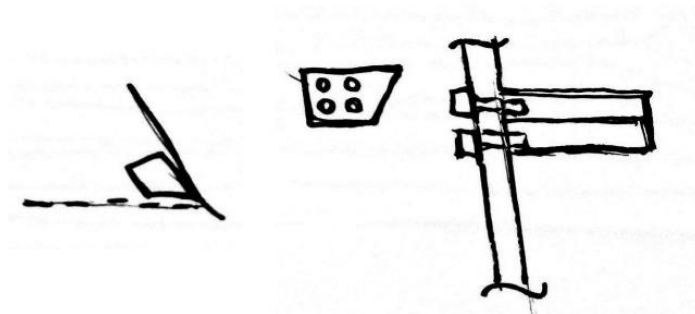


Figura 3.9 Cuña utilizada para despegar las etiquetas

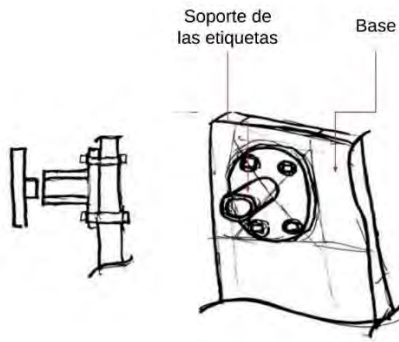


Figura 3.10 Soporte para las etiquetas

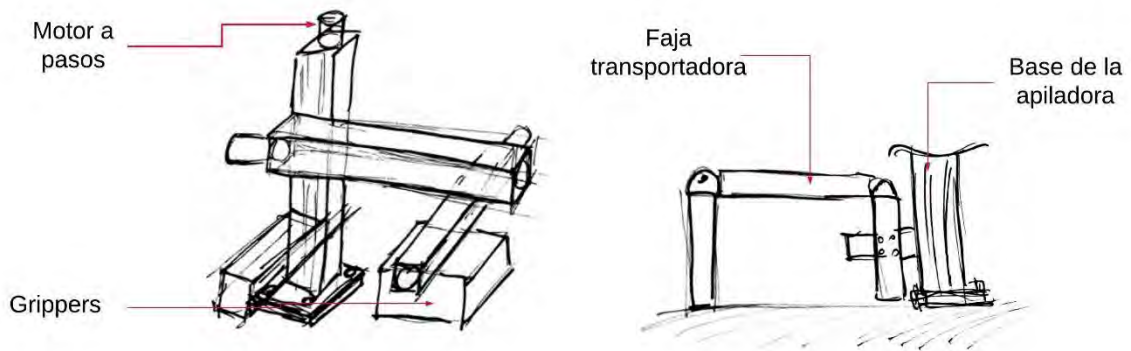


Figura 3.11 Sistema de apilamiento – Concepto 1

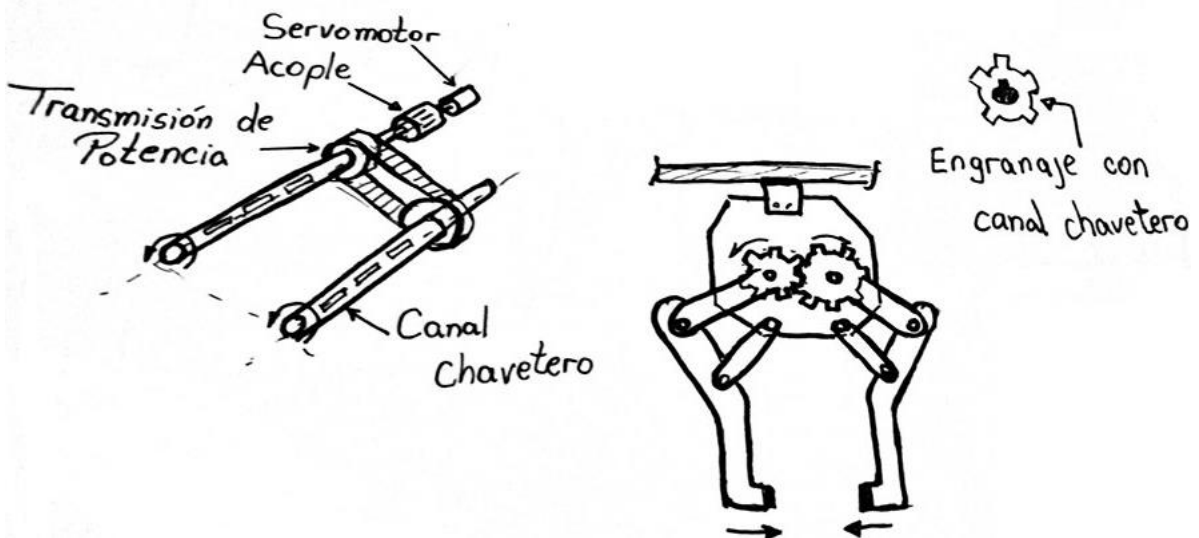


Figura 3.12 Conjunto de grippers

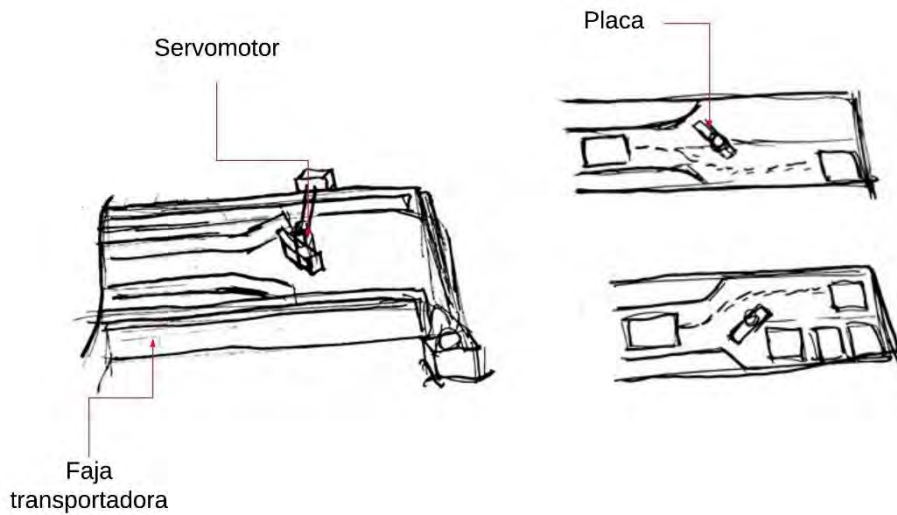


Figura 3.13 Parte de la faja transportadora que ordena seis envases

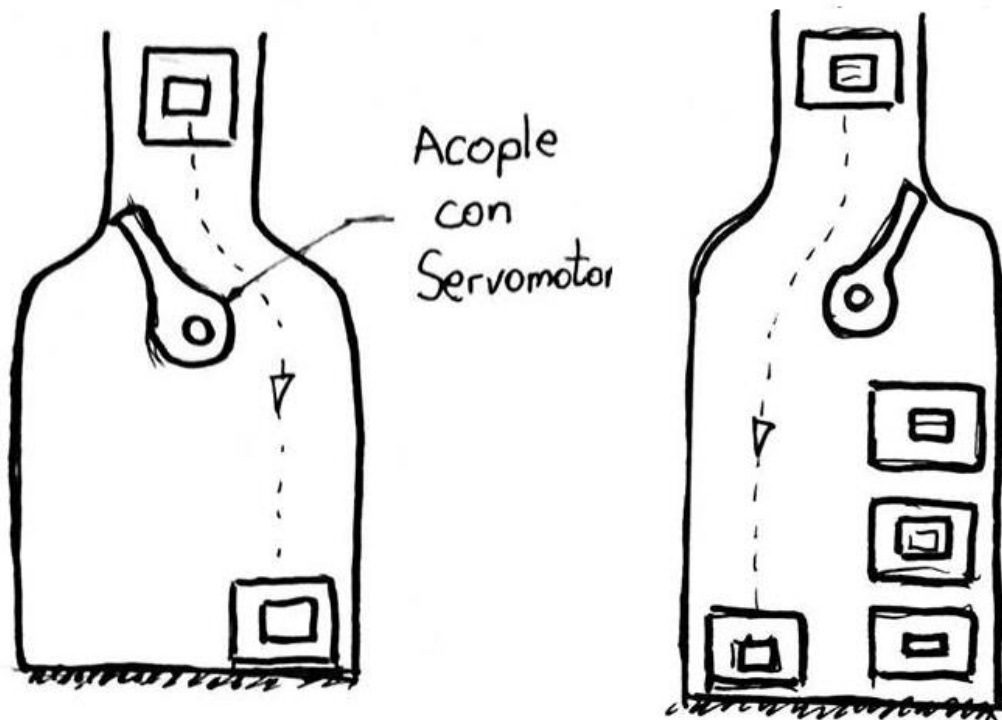


Figura 3.14 Método para realizar el arreglo de envases clamshell

3.4.2 Concepto 2

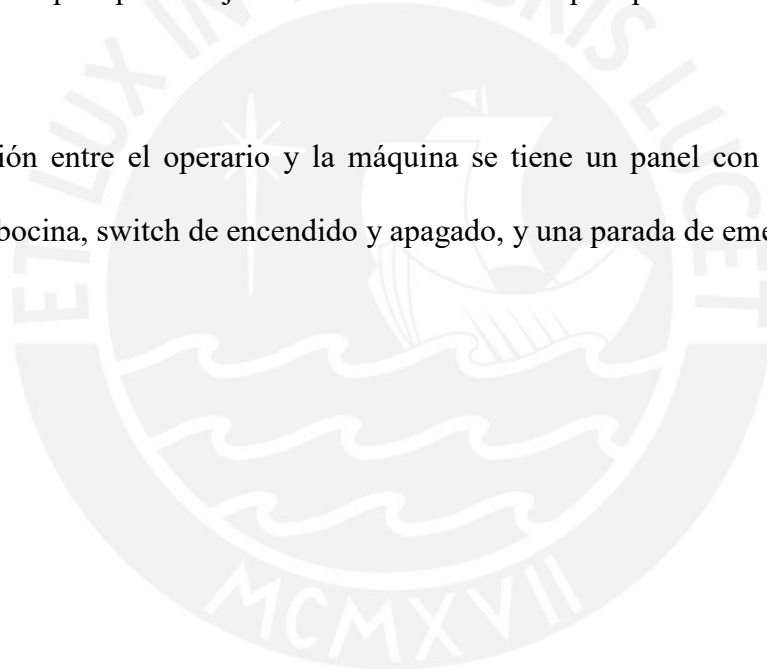
El segundo concepto (ver Figura 3.15) plantea el cerrado del envase clamshell mediante el uso de un actuador lineal (ver Figura 3.16), el cual es accionado cuando se detecta una señal del sensor infrarrojo. Este envase es transportado por los tres subsistemas por una faja

transportadora (ver Figura 3.17), esta faja tiene unas guías para evitar que los envases se desvíen de su trayectoria.

Para el sistema de etiquetado se utiliza el método de pegado mediante el contacto superficial (ver Figura 3.18), para fijar la etiqueta en el envase se utilizan unos rodillos con transmisión por faja y para despegar la etiqueta de la cinta se utiliza una cuña. Para controlar el avance de la cinta se utilizan dos rodillos (ver Figura 3.19), estos rodillos son controlados por un motor (ver Figura 3.20). La cinta sin etiquetas es depositada en una caja (ver Figura 3.21).

Para el sistema de apilamiento (ver Figura 3.22) se utiliza un brazo robótico. Este brazo tiene acoplado un eyector para poder sujetar los envases clamshell para poder colocarlos en una caja de cartón.

Para la interacción entre el operario y la máquina se tiene un panel con un displays de 7 segmentos, una bocina, switch de encendido y apagado, y una parada de emergencia.



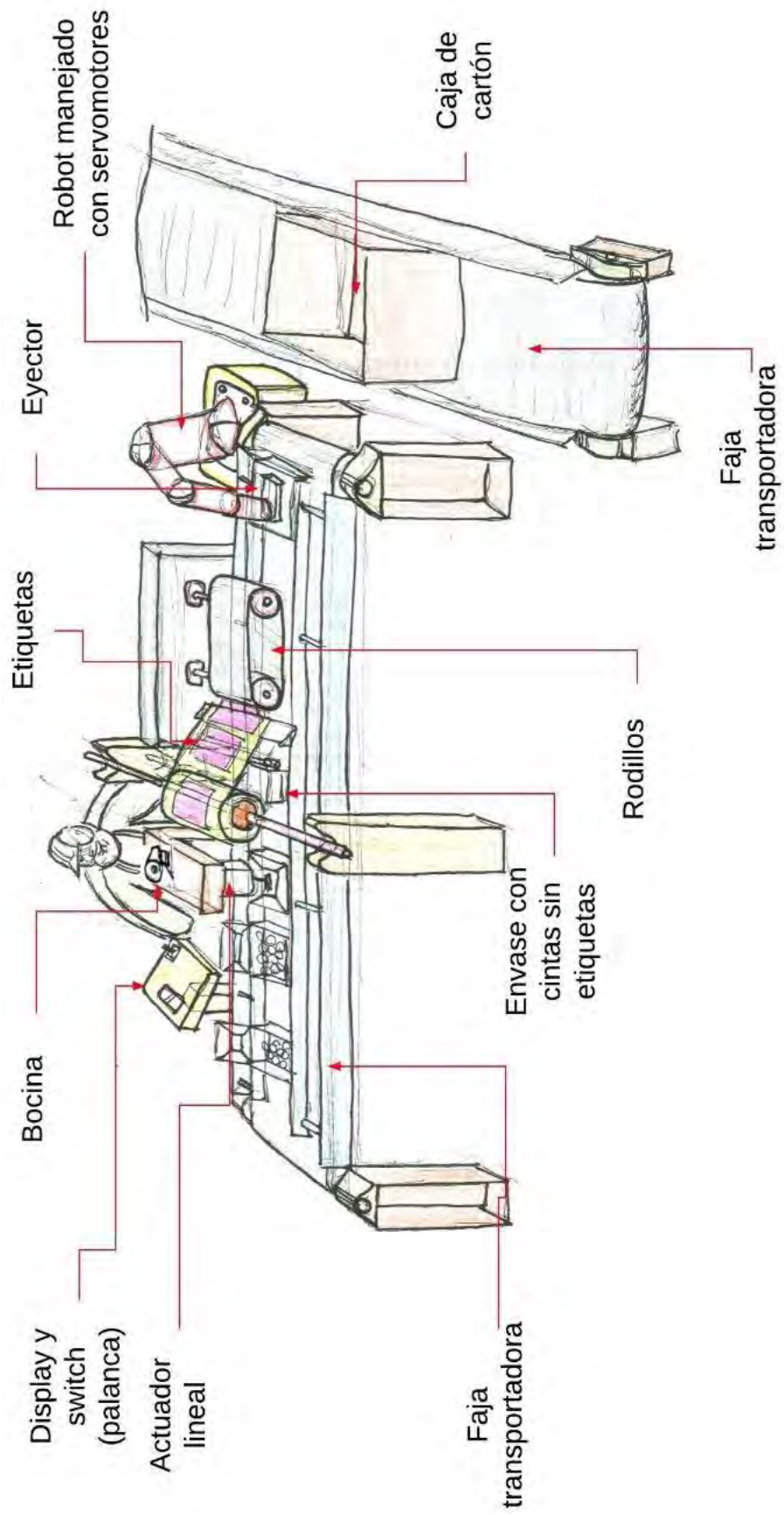


Figura 3.15 Concepto de solución 2

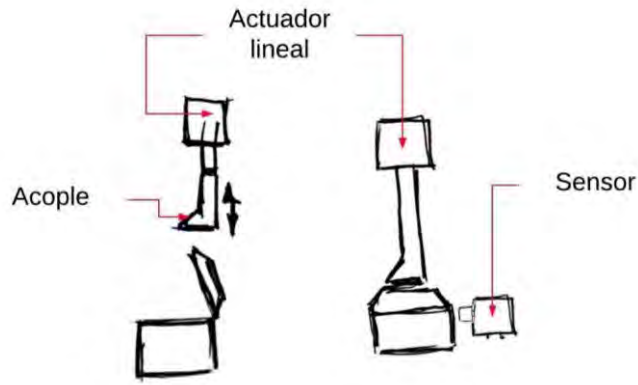


Figura 3.16 Método para el cerrado de envases

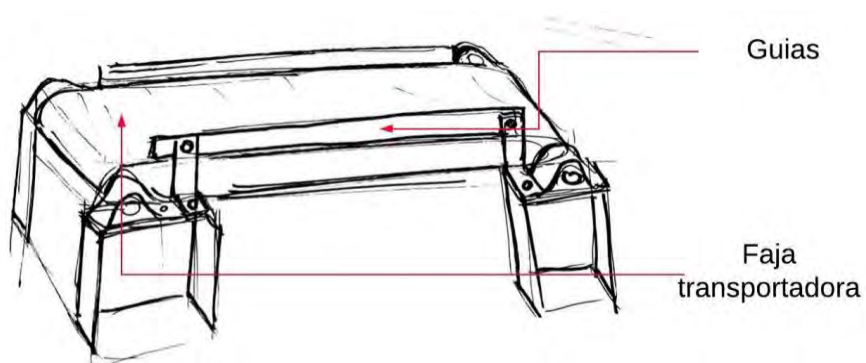


Figura 3.17 Faja transportadora

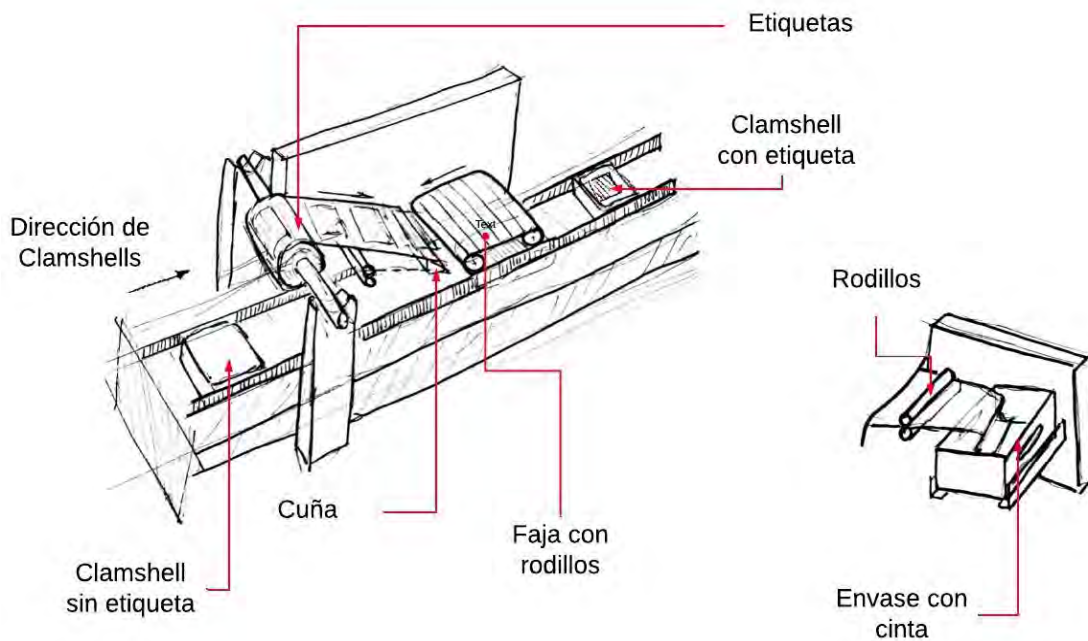


Figura 3.18 Sistema de etiquetado 3D – Concepto 2

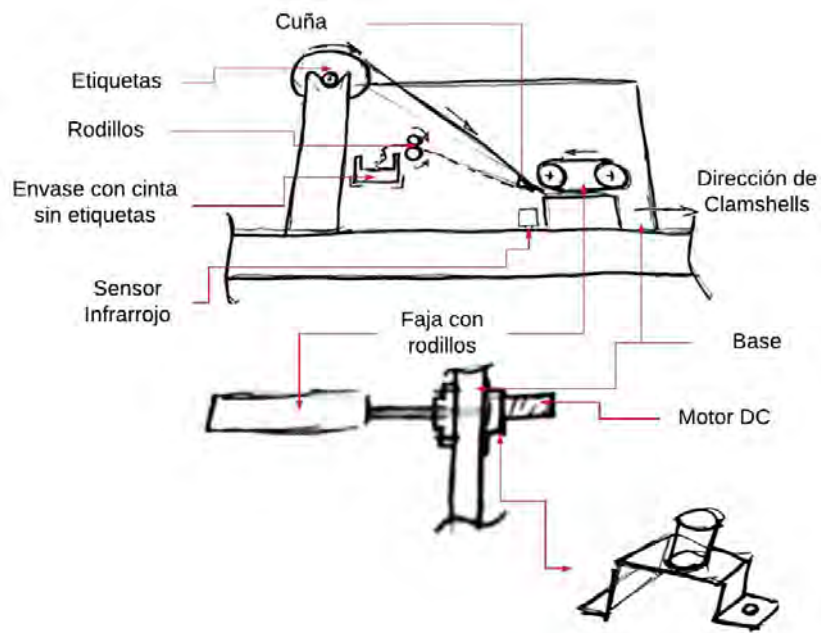


Figura 3.19 Sistema de etiquetado 2D detallado – Concepto 2

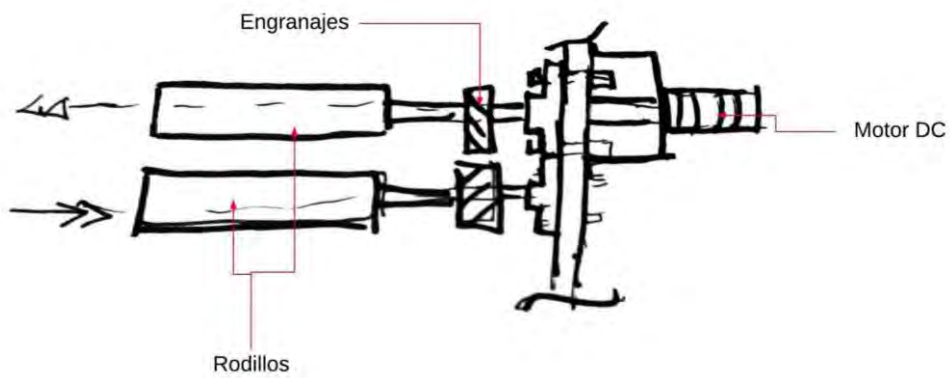


Figura 3.20 Rodillos controlados por un motor

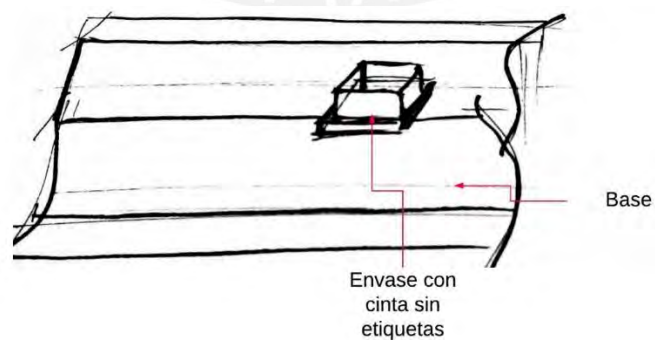


Figura 3.21 Envase para recibir cinta sin etiquetas

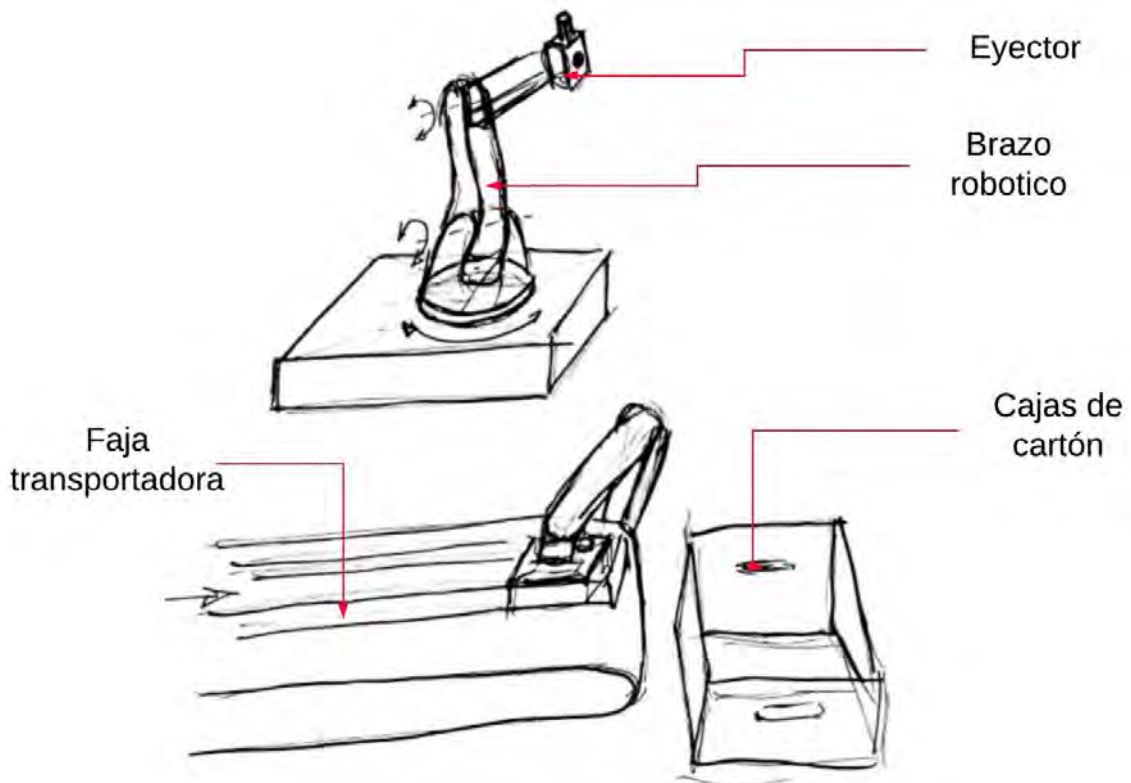


Figura 3.22 Sistema de apilamiento – Concepto 2

3.4.3 Concepto 3

El tercer concepto (ver Figura 3.23) plantea el cerrado del envase clamshell mediante el uso de una barra curvada (ver Figura 3.24), el cual debido a su geometría va cerrando gradualmente el envase hasta cerrarla completamente. Los envases clamshell son transportados por una faja transportadora con paletas (ver Figura 3.25), la cual está montada sobre una estructura (ver Figura 3.26). La faja transportadora tiene una transmisión de potencia accionada por un motor DC (ver Figura 3.27). Para evitar que la polea se mueva en dirección axial, se coloca un prisionero y una chaveta para transmitir potencia al eje (ver Figura 3.28).

Para el sistema de etiquetado se utiliza el método de pegado mediante el contacto superficial (ver Figura 3.29), para mantener tensada la cinta se utilizan unos rodillos fijos y para su recepción se utiliza una caja. Este sistema tiene dos lugares para colocar las etiquetas, una sirve como repuesto en caso de agotarse la primera. La base que sostiene a la cinta de etiquetas está

sujeta a la placa soporte, además tiene una tapa roscada (ver Figura 3.31) para evitar que la cinta se salga por un lado. Para detectar la presencia del clamshell se utiliza un sensor infrarrojo y para despegar la etiqueta de la cinta, se utiliza una cuña (ver Figura 3.32). Para mover la cinta, se usa un rodillo acoplado a un motor a pasos, la cual va jalando la cinta a través de todos los rodillos tensores, cuando la cinta paso la etapa de etiquetado se deposita en un envase(ver Figura 3.34). Además se utiliza un sensor fotoeléctrico el cual mira el contraste entre la cinta y la etiqueta, de esta manera se puede asegurar que toda la etiqueta se adhirió al envase.

Para el sistema de apilamiento se utiliza una estructura (ver Figura 3.35) para almacenar los envases clamshell dentro de la caja de cartón. Esta estructura se divide en dos sub-estructuras, la primera se encarga de ordenar los envases clamshell y enviárselo a la segunda sub-estructura, y mientras que esta almacena los envases clamshell en la caja de cartón.

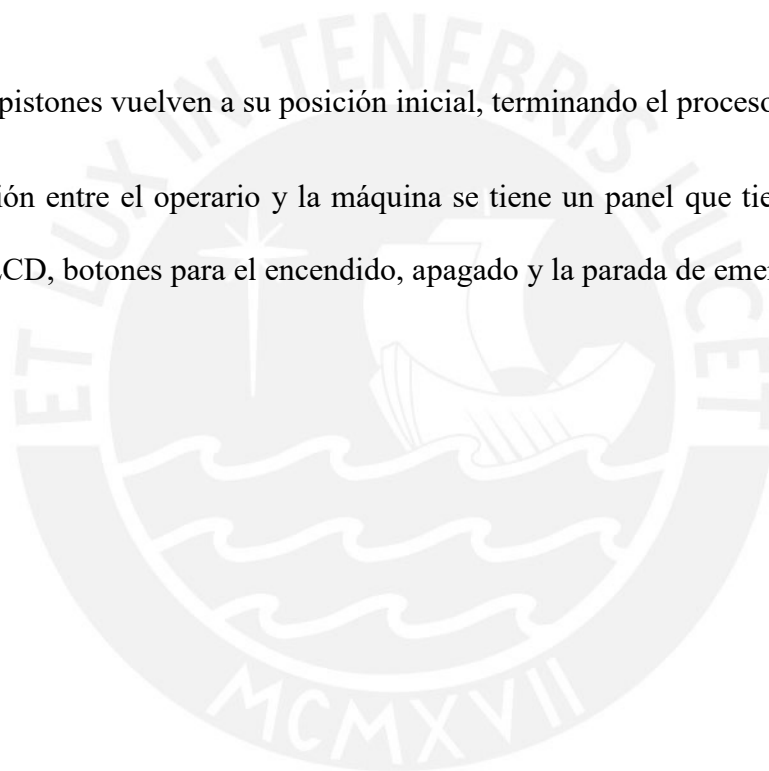
En la primera sub-estructura (ver Figura 3.36) recibe los envases y por la acción de un pistón neumático, envía los envases a la siguiente sub-estructura. El pistón tiene un acople sujetado a un vehículo acoplado a las barras de v-slots (ver Figura 3.37), este pistón empuja tres envases clamshell (ver Figura 3.38). Hay un plano inclinado que permite el ingreso de envases clamshell de una estructura a la siguiente (ver Figura 3.39).

La segunda sub-estructura (ver Figura 3.40) recibe los envases para finalmente, con la ayuda de un pistón neumático, almacenar los envases en la caja de cartón. Este pistón, de manera similar al anterior sub-estructura, tiene un acople sujetado a un vehículo acoplado a las barras de v-slots (ver Figura 3.41). Esta sub-estructura, está apoyada en dos pistones neumáticos, los cuales elevaran la estructura. Para el llenado de la segunda sub-estructura (ver Figura 3.43), se ingresan dos grupos de tres clamshell, los cuales son enviados desde la primera sub-estructura. El proceso para almacenar los envases en la caja de cartón son los siguientes (ver Tabla 3.7).

1. Posición inicial

2. Llenado de la segunda sub-estructura
3. Se acciona el pistón neumático, colocando los envases dentro de la caja de cartón
4. Se regresa el pistón a su posición inicial
5. Se llena nuevamente la segunda sub-estructura
6. Se accionan los pistones que elevan la estructura
7. Se acciona el pistón para ingresar los envases clamshell al segundo nivel de la caja de cartón
8. Los tres pistones vuelven a su posición inicial, terminando el proceso de almacenado.

Para la interacción entre el operario y la máquina se tiene un panel que tiene una torreta de luces, pantalla LCD, botones para el encendido, apagado y la parada de emergencia.



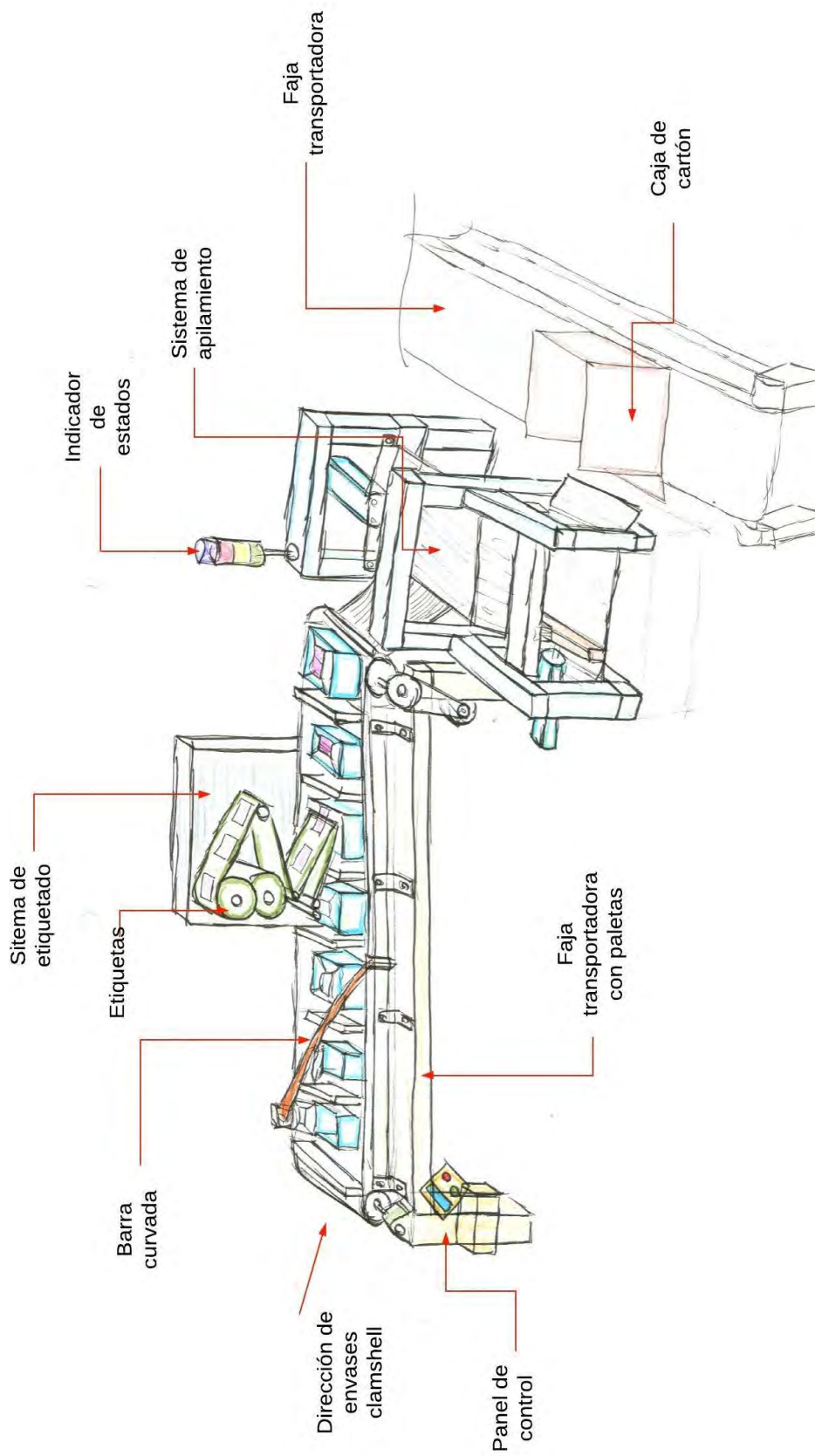


Figura 3.23 Concepto de solución 3

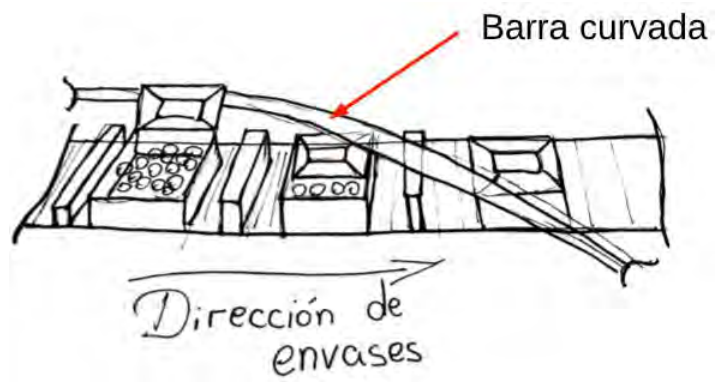


Figura 3.24 Sistema de cerrado – concepto 3

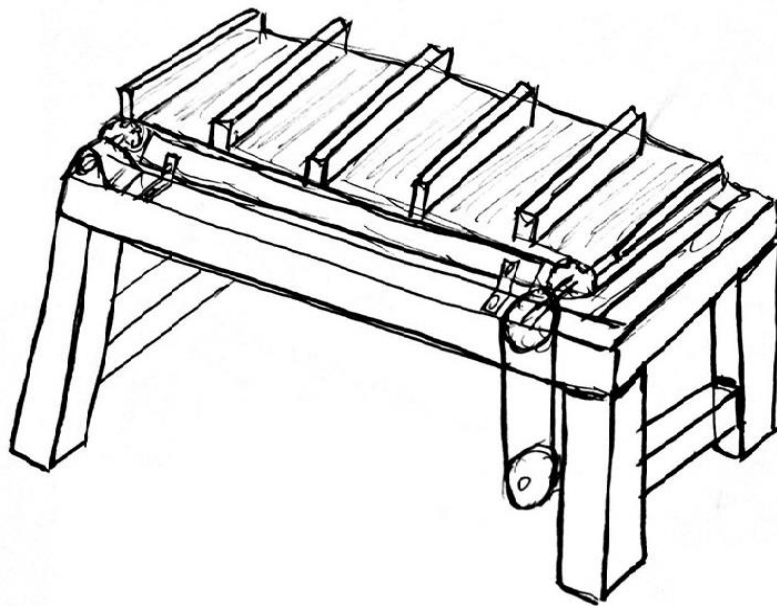


Figura 3.25 Faja transportadora con paletas

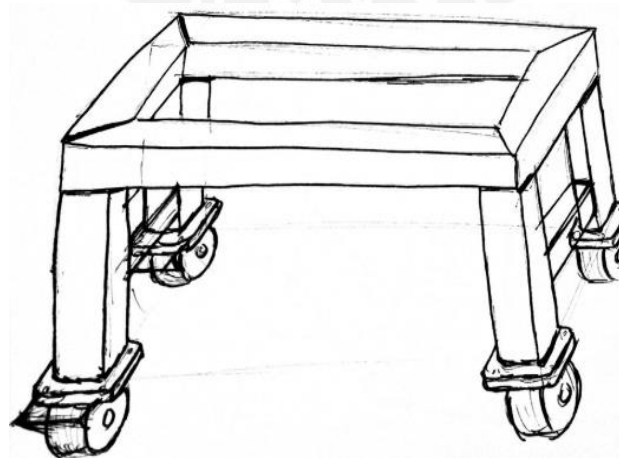


Figura 3.26 Estructura de la faja transportadora

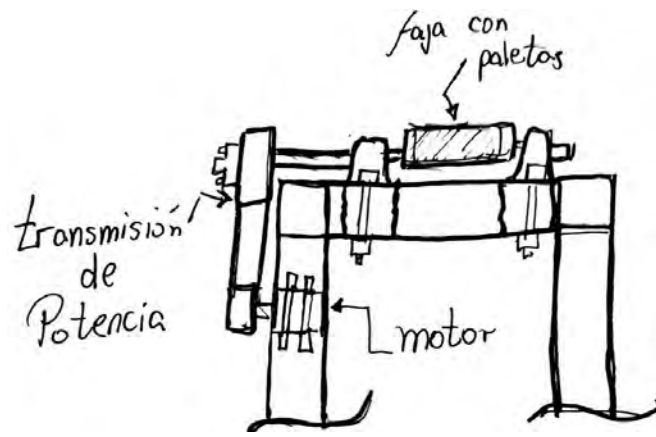


Figura 3.27 Transmisión de potencia

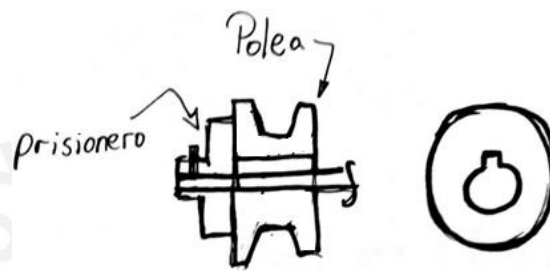


Figura 3.28 Polea de transmisión

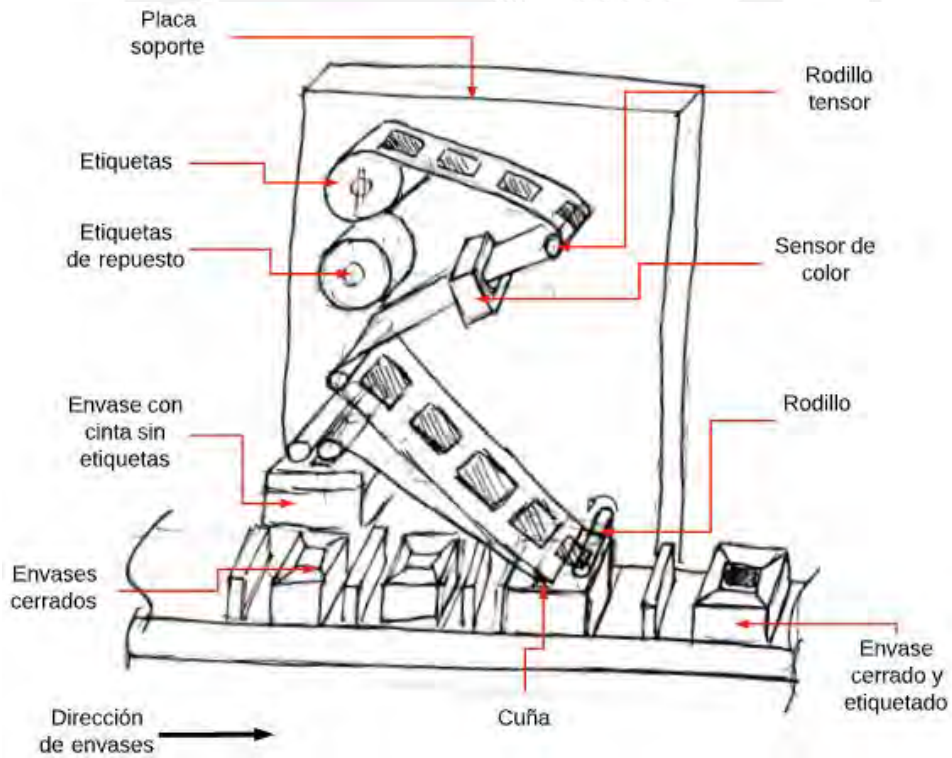


Figura 3.29 Sistema de etiquetado – concepto 3

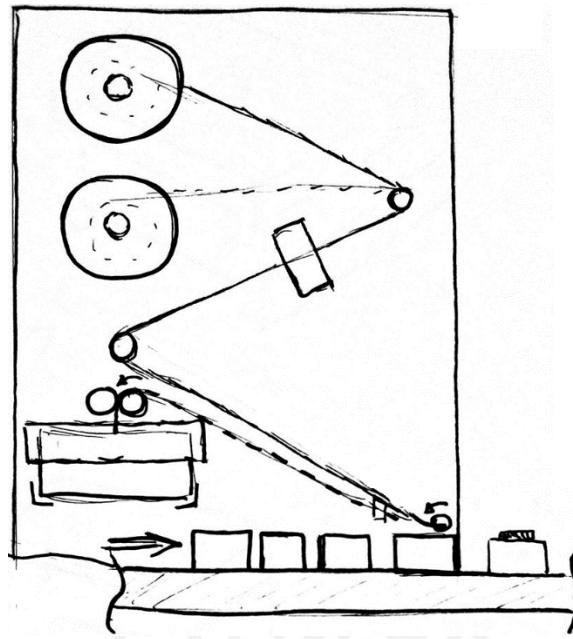


Figura 3.30 Sistema de etiquetado 2D – concepto 3

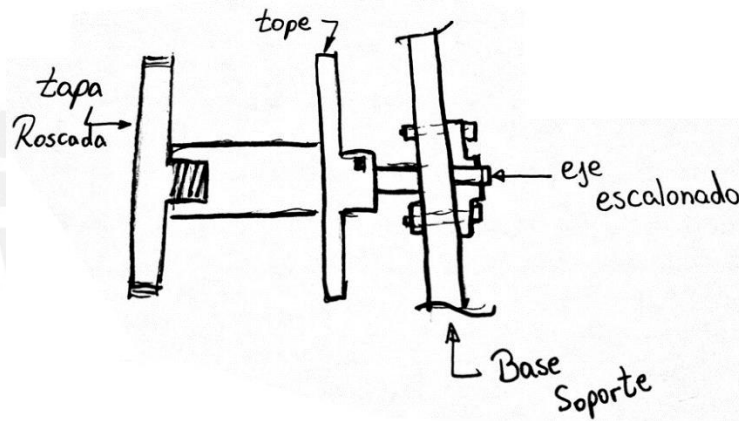


Figura 3.31 Soporte de las etiquetas

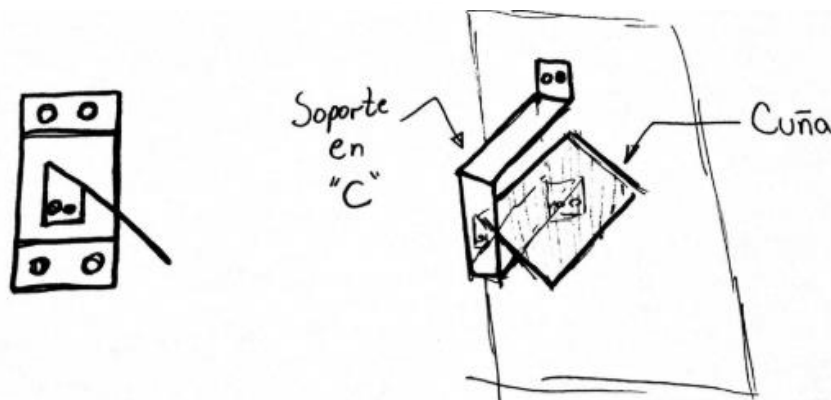


Figura 3.32 Cuña con soporte

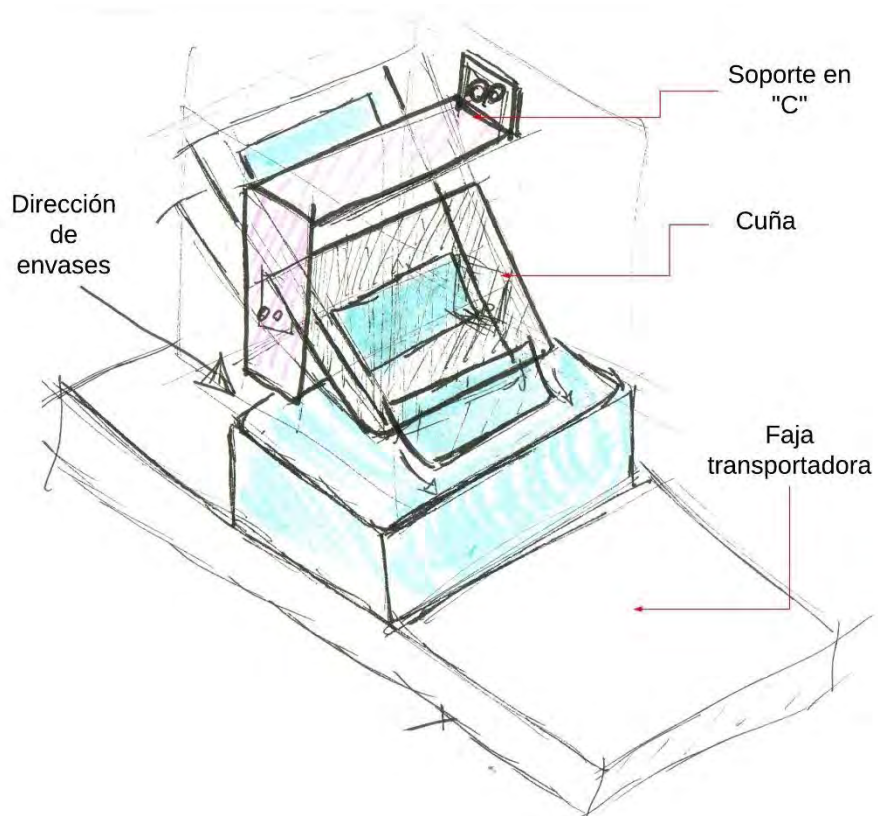


Figura 3.33 Etiquetado del envase clamshell

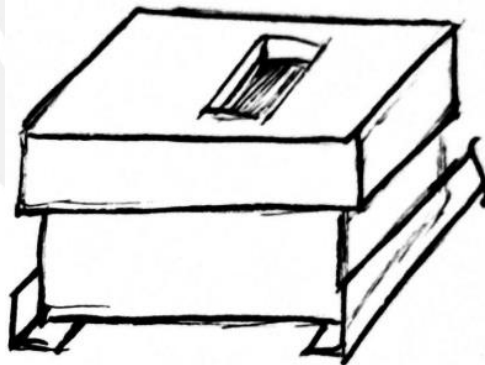


Figura 3.34 Recipiente con cinta sin etiquetas

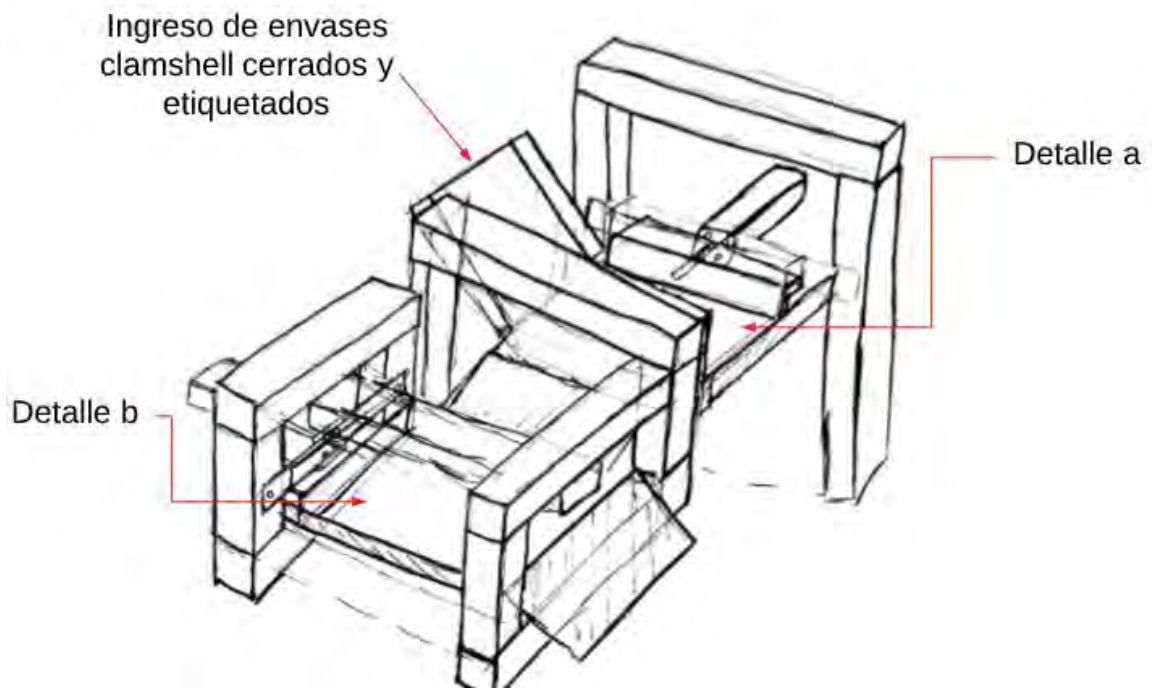


Figura 3.35 Sistema de apilado – Concepto 3

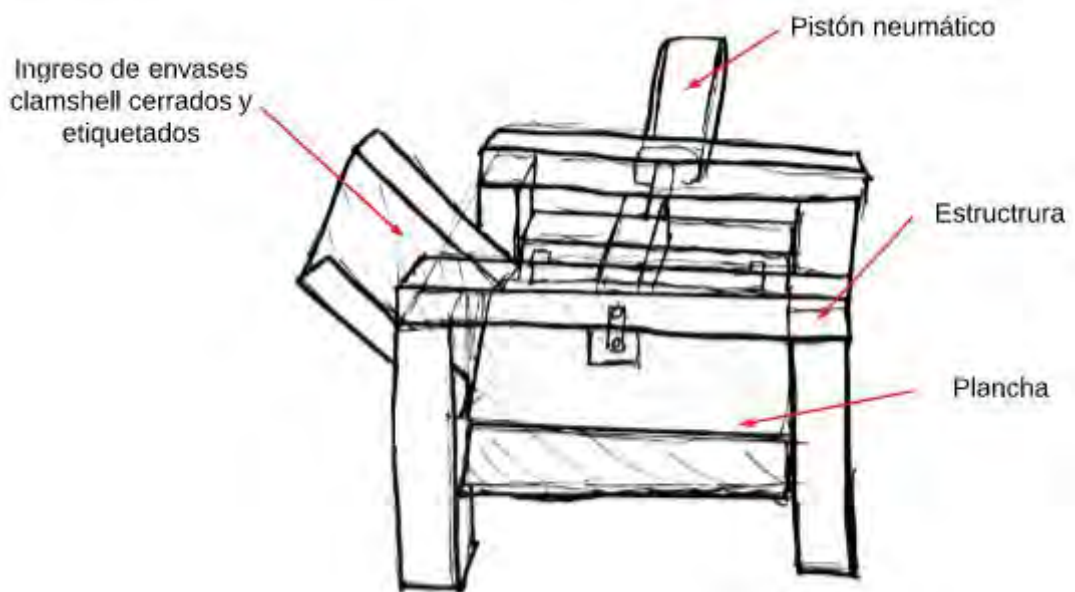


Figura 3.36 Sistema de apilado - Detalle a

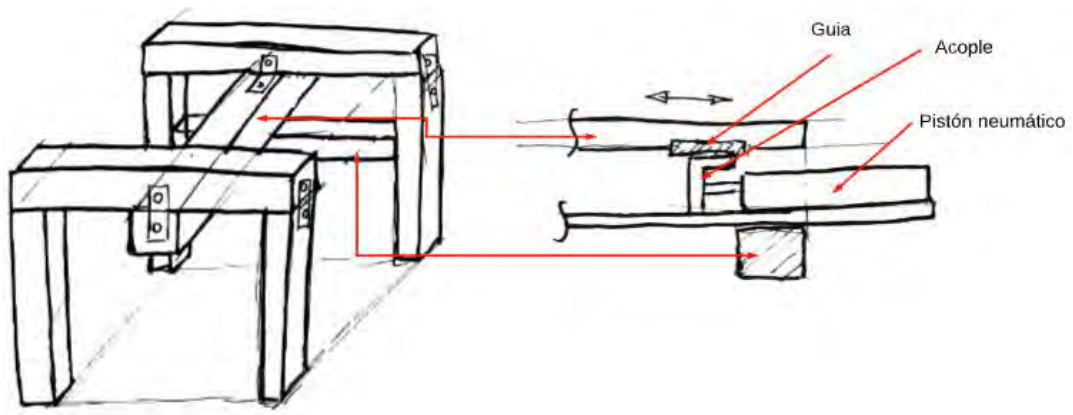


Figura 3.37 Estructura – Detalle a

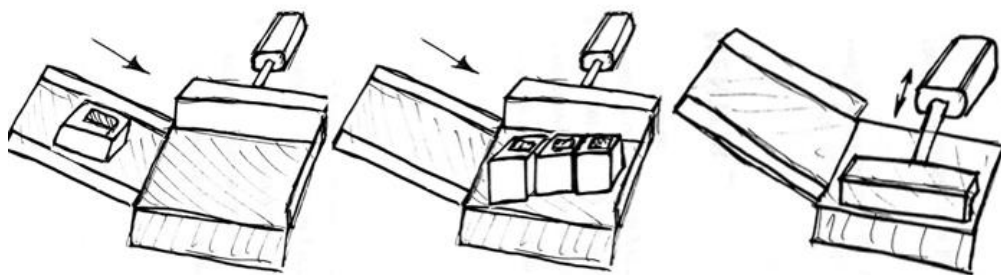


Figura 3.38 Proceso de llenado - Detalle a

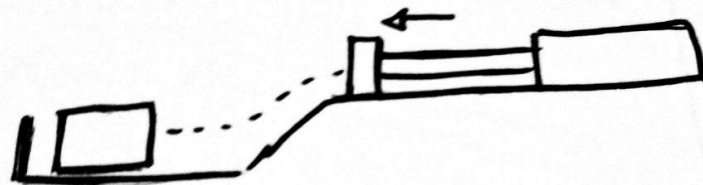


Figura 3.39 Llenado del siguiente proceso de apilamiento

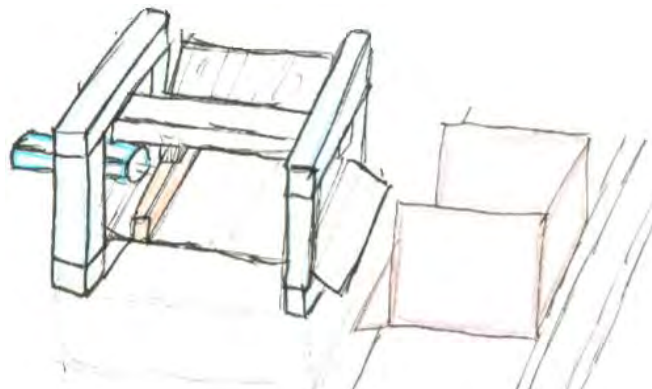


Figura 3.40 Sistema de apilado – Detalle b

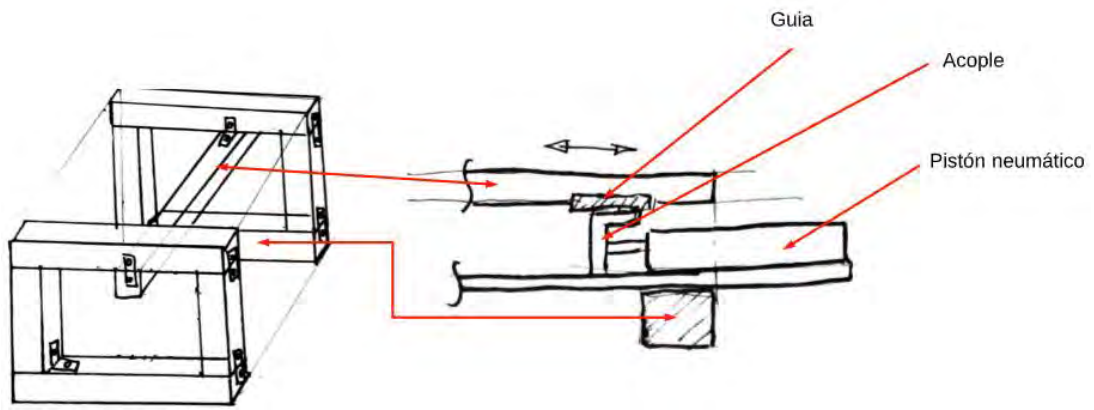


Figura 3.41 Estructura – Detalle b

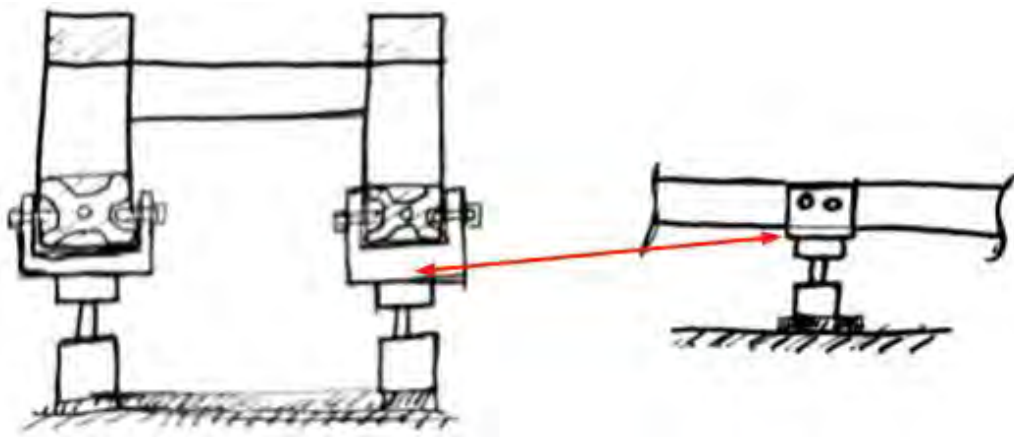


Figura 3.42 Soporte de la estructura – Detalle b

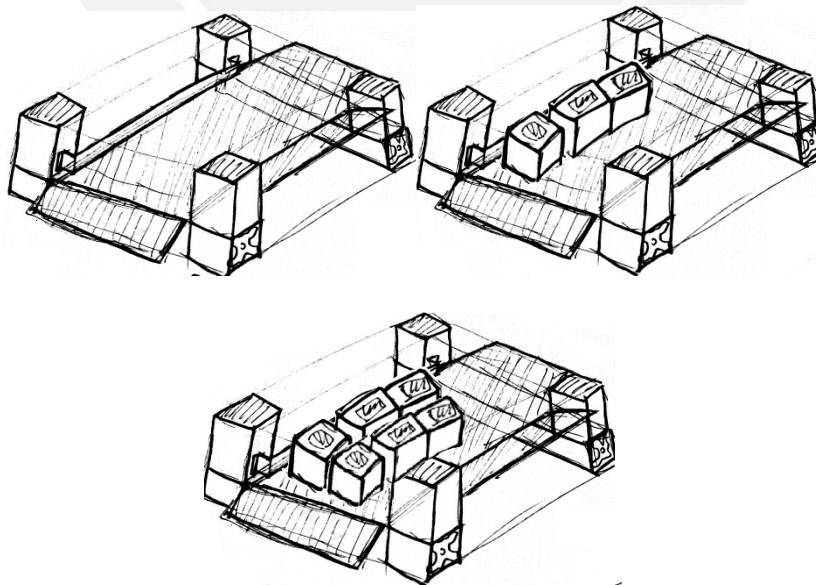
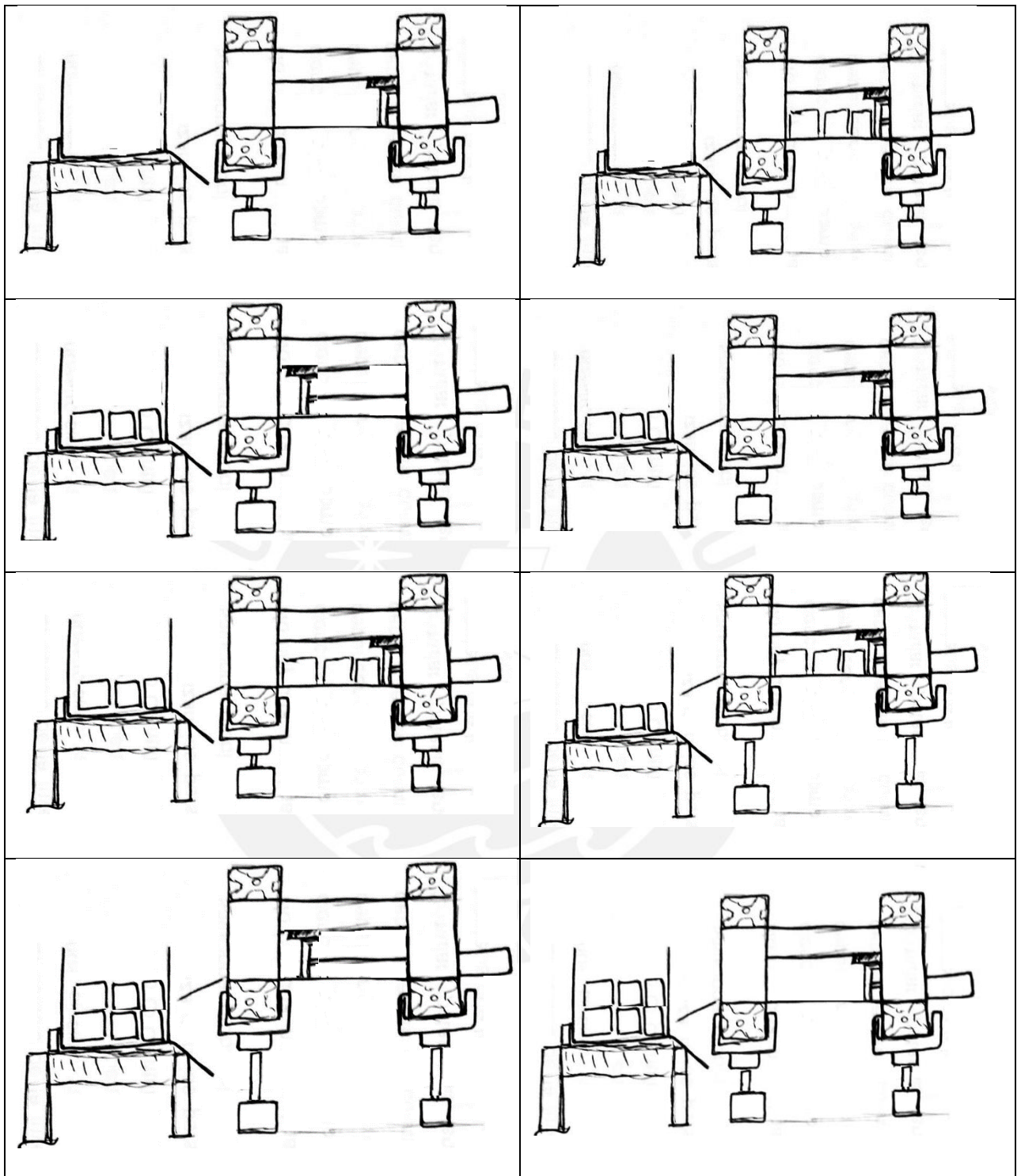


Figura 3.43 Proceso de llenado - Detalle b

Tabla 3.7 Llenado de la caja de cartón



3.5 Evaluación de conceptos – Perfil de Harris

Para la comparación de conceptos se utiliza el perfil de Harris. Este perfil es una representación cualitativa de un concepto. Este medio de comparación tiene los siguientes parámetros:

--: Malo, -: Moderado, +: Bueno y ++: Muy bueno.

Finalmente se hace un conteo de todos los símbolos positivos que se obtuvo por cada concepto.

El diseño con mayor puntaje es el concepto óptimo para su continuo desarrollo. (A.G.C. van Boejen, J.J. Daalhuizen, J.J.M. Zijlstra, & R.S.A. van der Schoor, 2013).

Tabla 3.8 Perfil de Harris

Función	Concepto 1				Concepto 2				Concepto 3			
	--	-	+	++	--	-	+	++	--	-	+	++
Cerrado												
Etiquetado												
Facilidad de cambio de etiquetas manualmente												
Facilidad en retirar la cinta sin etiquetas												
Apilado												
Velocidad de operación												
Menor mantenimiento												
Menor daño a los envases clamshell												
Seguridad al operario												
Indicadores												
Costos												
Total	8				7				10			

El concepto óptimo resulta ser el concepto 3, obteniendo el mayor puntaje.

3.6 Diagrama de operaciones

En la Figura 3.44 se muestra un diagrama de operaciones del sistema con los procesos más importantes que el operario y la máquina deben realizar para que el sistema cumpla con los objetivos requeridos.

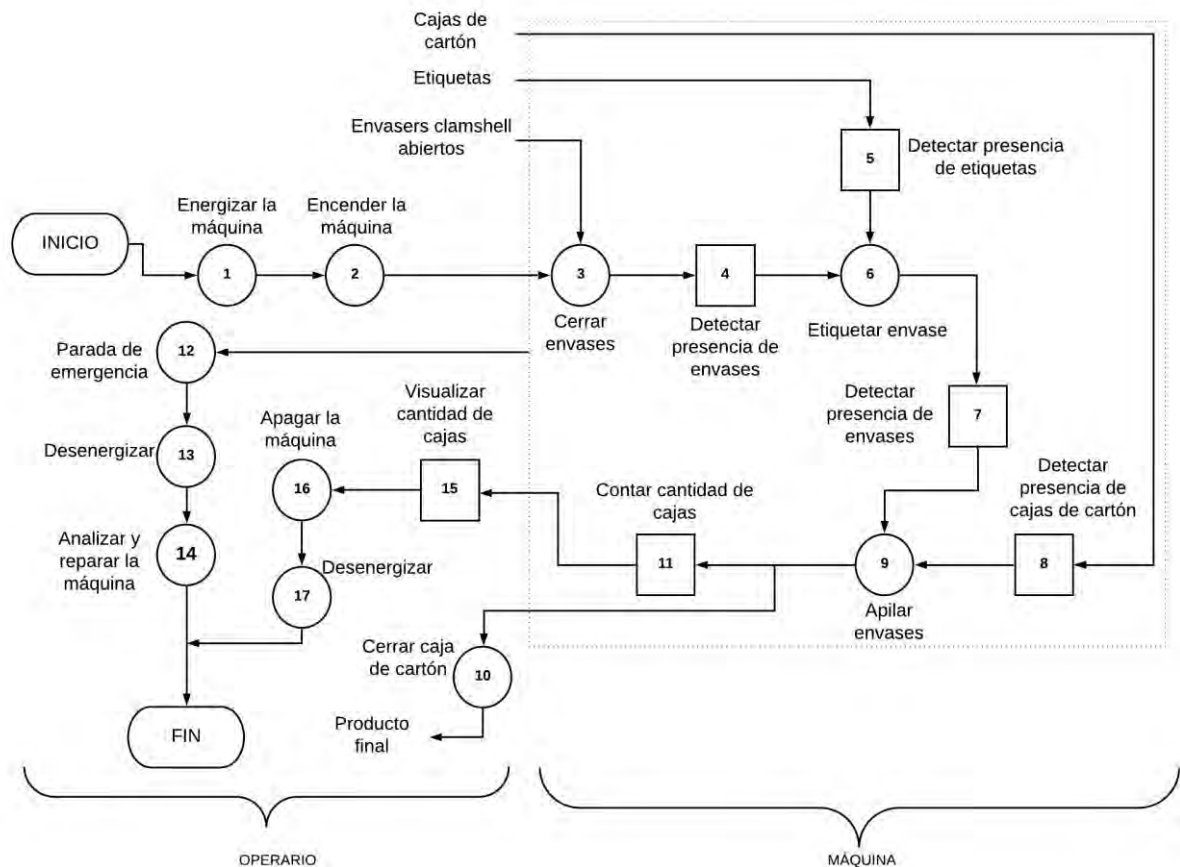


Figura 3.44 Diagrama de operaciones

4 Conclusiones

- Se consiguió realizar un concepto óptimo de una máquina automática para cerrar, etiquetar y almacenar envases clamshell utilizando el proceso de innovación.
- No existe el contacto físico a los envases clamshell por parte del operario. Este solo de la participa en el cambio de etiquetas, el retirado cinta sin etiquetas y el cerrado de la

caja de cartón. Además, de accionar los botones de encendido, apagado y el de emergencia.

5 Bibliografía

A.G.C. van Boejen, J.J. Daalhuizen, J.J.M. Zijlstra, & R.S.A. van der Schoor. (2013). *Delft Design Guide*. Amsterdam: BIS Publishers.

AGRICOM. (2019). *Arándanos*. Obtenido de <http://www.agricom.cl/productos/arandanos/>

Alibaba. (2019). FK811 Automatic Labeling Machine for Food Containers . Obtenido de https://www.alibaba.com/product-detail/FK811-Automatic-Labeling-Machine-for-Food_60766890826.html?spm=a2700.7724857.normalList.2.33524a0afLrUw7

Andina. (24 de Noviembre de 2019). Perú cerraría el 2019 con más de US\$ 700 millones de exportaciones de arándanos. Lima, Perú. Obtenido de <https://andina.pe/agencia/noticia-peru-cerraria-2019-mas-700-millones-exportaciones-arandanos-776072.aspx>

Austermeleer Hövelhof, G. (2019). *Estados Unidos Patente nº D855104*.

Botanical online. (19 de Marzo de 2019). Obtenido de <https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/arandano-propiedades>

Canal Demarka. (26 de Diciembre de 2013). Etiquetado automático frutícola, Demarka. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=mLhp2EUt_Nc

Chufan, C. (2014). *China Patente nº 207725806*.

equitek. (2019). SERIE ES1. Obtenido de <https://equitek.com.mx/etiquetadora-es1/>

Fitzgerald, E., Wankerl, A., & Schramm, C. (2010). *Inside Real Innovation: How the Right Approach Can Move Ideas from R&D to Market — and Get the Economy Moving*. World Scientific.

Fitzgerald, E., Wankerl, A., & Schramm, C. (Julio de 2019). The Iterative Innovation Process [Curso Online]. Massachusetts Institute of Technology, edx.

García, E. (18 de Junio de 2019). Exportaciones de arándanos crecerían 50% en el 2019. *Gestión*. Obtenido de <https://gestion.pe/economia/exportaciones-arandanos-crecerian-50-2019-270522-noticia/>

Grupo cbm. (2019). *Aplicador de etiquetas Serie 3000 Evolution160/24*. Obtenido de <https://www.cbmtecnicos.com/maquinaria-industrial/etiquetadora-automatica/arca-serie-3000-evolution-160-240/>

Grupo cbm. (2019). *Aplicador Etiquetas Serie 1000 Basic 120*. Obtenido de <https://www.cbmtecnicos.com/maquinaria-industrial/etiquetadora-automatica/arca-serie-1000-basic-120/>

KUKA. (2019). *KR AGILUS*. Obtenido de <https://www.kuka.com/es-es/productos-servicios/sistemas-de-robot/robot-industrial/kr-agilus>

Las cajas de cartón generan casi un 70 % menos de CO2 en exportaciones. (29 de Mayo de 2018). *Agencia EFE*. Obtenido de efe.com/efe/comunitat-valenciana/sociedad/las-cajas-de-carton-generan-casi-un-70-menos-co2-en-exportaciones/50000880-3631625

Lu , Q., Qin , L., Liu , H., Lao , D., & Qiao , J. (2019). *China Patente nº 208843323U*.

marcelinaguillen82. (9 de Mayo de 2013). *Arándanos: De las empacadoras a las tiendas*. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=Y2qwD_r9dFM&t=

Martini, P. J. (1986). *Estados Unidos Patente nº 4592189 (A)*.

Marvi Internacional. (12 de Febrero de 2014). *Dobladora pegadora AUTO GLUE 65B III*. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=Z_AP2PGXWH0

Mecalux. (2019). *Bizerba GLM-E*. Obtenido de <https://www.logismarket.es/bizerba/etiquetadora-automatica-glm-e/1492857058-p.html>

Mettler, M., Dyke, D., Bulzomi, M., Landsverk, K., & Neubert, J. (2012). *Estados Unidos Patente nº 20120286533A1*. Obtenido de <https://patentimages.storage.googleapis.com/5a/55/20/4772e68b8af00b/US20120286533A1.pdf>

Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (1 de Agosto de 2009). *Acuerdos comerciales del Perú*. Obtenido de http://www.acuerdoscomerciales.gob.pe/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=65&Itemid=88

Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (1 de Febrero de 2009). *Acuerdos Comerciales del Perú*. Obtenido de

http://www.acuerdoscomerciales.gob.pe/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=55&Itemid=78

Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (28 de Abril de 2009). *Acuerdos Comerciales del Perú*. Obtenido de http://www.acuerdoscomerciales.gob.pe/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=42&Itemid=59

Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (24 de Mayo de 2017). *Acuerdos Comerciales con el Perú*. Obtenido de http://www.acuerdoscomerciales.gob.pe/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=202&Itemid=240

Novexx Solutions GmbH. (2019). *Direct Industry*. Obtenido de <https://www.directindustry.es/prod/novexx-solutions-gmbh/product-179020-1775853.html>

Peña, A. (11 de Junio de 2019). Maquina Etiquetadora Manual Rs 360. Chile. Obtenido de <https://youtube.com/watch?v=HPqb8d1dZ7c>

Peña, A. (2019). *mundochileno*. Obtenido de <https://www.mundochileno.com/maquina-etiquetadora-manual-rs-360-F1A0AC80013D7>

Pfulb, M. (1981). *Estados Unidos Patente nº 4306926A*.

Redagricola. (2017). Arándanos en Perú: Situación actual y perspectivas. *Redagrícola*. Obtenido de <http://www.redagricola.com/cl/arandanos-en-peru-situacion-actual-y-perspectivas/>

Reiso pack. (2019). Obtenido de https://www.reisopack.com/esp/productos_soluciones/productos/precintadoras/at-4003-precintadora-de-formato-fijo-con-cierre-de.html

Rosales, S. (30 de Diciembre de 2018). Perú puede ser primer exportador de arándanos el 2021. *Gestión*.

SAMBRAMEX. (2019). *Embalajes agrícolas*. Obtenido de <https://www.sambramex.com.mx/productos/embalajes-para-berries/embalajes-para-arandanos/>

SCOTIABANK. (2018). *MEMORIA ANUAL*. Lima. Obtenido de <https://scotiabankfiles.azureedge.net/scotiabank-peru/PDFs/acerca-de/2019/informacion-inversionista/MEMORIASBP20181.pdf?t=1556150400061>

Sytema, H. (2014). *Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO) Patente nº 2014118594A1*.

TECNO EMBALAJES S.A.S. (2019). Cerradora de cajas semiautomática. Obtenido de <https://www.revistaalimentos.com/guia/classified/cerradora-de-cajas-semiautomatica-1751.html>

Undurraga, P., & Vargas, S. (2013). *Manual de Arándano*. Chillán, Chile. Obtenido de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR39094.pdf>

VDI-Fachbereich Produktentwicklung un Mechatronik. (1993). VDIStandard: VDI 2221 Systematic approach to the development and design of technical systems and products.

VideoJet. (2019). *Mecalux logismarket*. Obtenido de <https://www.logismarket.es/videojet/etiquetadora-industrial/5794842295-p.html>



ANEXOS:

ANEXO 1: Aplicador de Etiquetas Serie 3000 Evolution 160/240

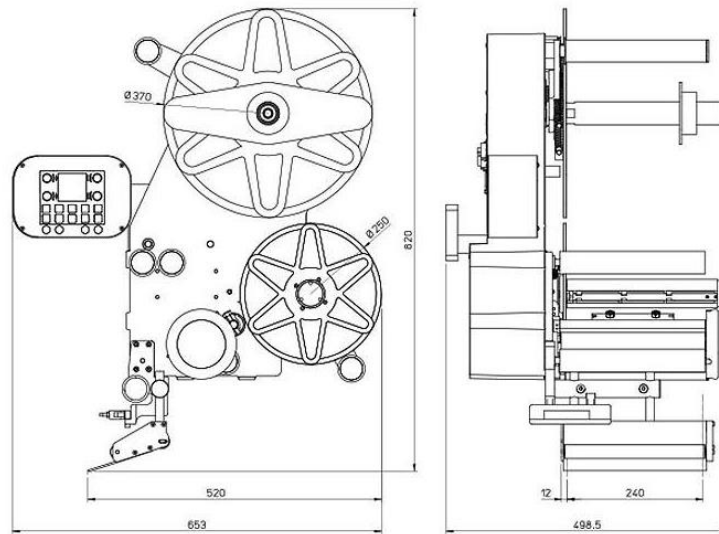


Figura A1- 1. Aplicador de Etiquetas Serie 3000 Evolution 160/240



Figura A1- 2. Modelo de la etiquetadora

Este modelo es una máquina industrial avanzada (ver figura A1-2), versátil y capaz de lograr el objetivo de etiquetado de una manera eficiente. (Grupo cbm, Aplicador de etiquetas Serie 3000 Evolution160/24, 2019)

El modelo cuenta con las siguientes características:

- Hasta 160/240 mm de anchura máxima de etiqueta.
- Hasta 50/40 m/min de velocidad de aplicado.
- Bobina de etiquetas hasta 360 mm de diámetro.

Disponible en dos versiones para abarcar anchura máxima de 160 mm o 240 mm. Soporte construido sobre una fusión sólida de aleación de aluminio. Una máquina segura y robusta, diseñada para una larga duración.

- Ahorro de espacio en la línea de producción gracias a su estructura 'vertical'.
- Estructura para bobina de gran diámetro para mayor autonomía.
- Unidad de control avanzado remota, puede ser colocado en el lado opuesto del cuerpo de la máquina o donde sea más práctico para el operador (longitud del cable: 3 metros).
- Se puede equipar con un 'módulo de impresión' para imprimir y aplicar (Powerkit).

ANEXO 2: Aplicador Etiquetas Serie 1000 Basic 120



Figura A2- 1. Aplicador de Etiquetas Serie 1000 Basic 120

Este es un sistema de peso contenido y estructura ligera, el cual puede ser ubicado donde sea más conveniente para el operador. Este sistema es ideal para la instalación en el interior de máquinas de envasado, desarrollada por la empresa Grupo cbm (2019).

Debido a un diseño especial el aplicador de etiquetas puede tener geometría variable y es posible modificar la posición de la carcasa del carrete en dos posiciones o incluso en posición remota. Este diseño permite facilitar su integración en cualquier línea de producción.

- Hasta 120 mm de anchura máxima de etiqueta.
- Hasta 20 m/min de velocidad de aplicado.
- Bobina de etiquetas hasta 280 mm de diámetro.

ANEXO 3: ES 1 - Equipo para Etiquetado de Envases Cilíndricos



Figura A3- 1. Equipo para etiquetado de envases cilíndricos

La serie ES-1 comprende sistemas de etiquetado para aplicar etiquetas auto-adheribles a envases cilíndricos o cajas. El control del equipo es por medio de un PLC, equipado con pantalla táctil, con manejo de recetas de operación. Además, cuenta con un transportador integral de cadena de tablilla de tres metros de largo. Sobre este transportador se pueden acoplar los diferentes accesorios que se ofrecen para el manejo adecuado de los envases a etiquetar, logrando un equipo robusto, práctico y sencillo de operar.

Una desventaja de este sistema es que no es adecuado para la aplicación de etiquetas a envases de caras planas u ovaladas, las cuales requieren de gran precisión en la colocación de la etiqueta. (equitek, 2019)

ANEXO 4: Etiquetadora automática (Bizerba GLM-E)



Figura A4- 1. Etiquetadora automática

Este producto fue desarrollado por la empresa Mecalux (2019) Este es un dispositivo automático completo con bastidor de aluminio de alta calidad. Se puede emplear como equipo independiente con alimentación manual, pero también se puede integrar en las líneas de producción automáticas existentes para el marcaje de precios totalmente automático.

Su velocidad de impresión es de 150 mm/s como máximo.

ANEXO 5: FK811 Automatic Labeling Machine for Food Containers



Figura A5- 1. Etiquetadora para empaques de fruta FK811

Este sistema está conformado por una etiquetadora, una faja transportadora y sensores para contabilizar los empaques. Este sistema está enfocado para etiquetar envases que contengan frutas. El peso de la máquina es de 200kg y sus dimensiones son: 1930(largo) x695(ancho) x1390(alto) mm. Utiliza stickers adhesivos. (Alibaba, 2019)

ANEXO 6: Cerradora de cajas semiautomática



Figura A6- 1. Cerradora de cajas semiautomática

La máquina centra la cinta adhesiva perfectamente y la corta con precisión dando a las cajas una apariencia organizada y uniforme. Una vez que el operador tenga llenas las cajas de cartón, deberá dirigirlas suavemente hacia la cinta transportadora del equipo donde se cerraran las cajas de forma automática. Permite un sellado completo, seguro y uniforme. Además, reduce el desperdicio de cinta, aumenta la producción, embalaje más rápido, mejor apariencia del producto.

El sistema pesa 150 kg y sus dimensiones son: 1150mm Longitud x 840mm Ancho x 1150mm Alto. (TECNO EMBALAJES S.A.S, 2019)

ANEXO 7: Etiquetado automático frutícola, Demarka

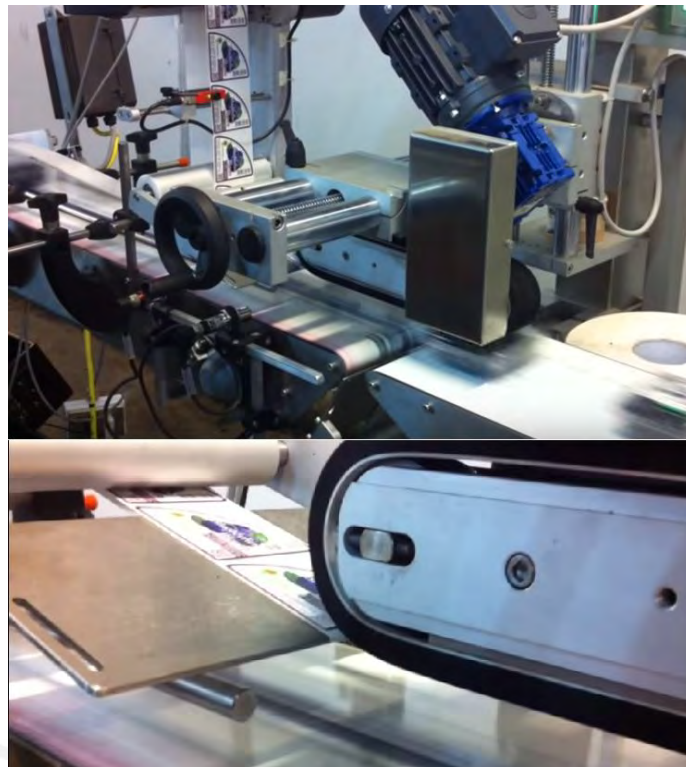


Figura A7- 1. Etiquetado automático frutícola

El sistema de etiquetado Compact TB-140ES está compuesto por una transportadora diseñada para soportar dos aplicadoras de etiquetas para el etiquetado de clamshells superior e inferior a velocidades de línea de hasta cincuenta metros por minuto a un promedio de ciento cuarenta envases por minuto. El sistema está fabricado íntegramente en Italia por Labelpack para ser integrado a las líneas productivas en breves períodos de tiempo. Cada aplicadora tiene un controlador de pantalla táctil que permite establecer los parámetros de trabajo con facilidad. Otro panel permite controlar la velocidad de las correas transportadoras, incluida la correa de estabilización superior. (Canal Demarka, 2013)

ANEXO 8: KR AGILUS: Hygienic Machine



Figura A8- 1. KR AGILUS: Hygienic Machine

Esta máquina destaca por su versatilidad en aportar la máxima precisión en el mínimo espacio. Este producto está diseñado con materiales para aplicaciones con exigencia higiénica tales como el apilamiento de farmacéuticos o alimentos. Este robot tiene una carrera de 706 – 1101 mm, con esta característica el robot puede apilar los envases con arándanos de manera ordenada. (KUKA, 2019)

ANEXO 9: Concepto de solución 4

- Dominio de control

Función	Alternativa
CONTROLAR LA VELOCIDAD DEL TRANSPORTE / CERRADO / ETIQUETADO / VIZUALIZADOR QUE MUESTRA LA PRODUCCIÓN / LUCES DE ENCENDIDO Y DE PARADA DE EMERGENCIA	PLC

- Dominio electrónico

- Energía

Función	Alternativa
ENERGIZAR EL SISTEMA DE CONTROL	Fuente switching
ENERGIZAR EL SISTEMA DE SENSORES Y POTENCIA	Fuente switching

- Sensores

Función	Alternativa
DETECTAR PRESENCIA DE ETIQUETAS / ENVASES CLAMSHELL / CAJAS DE CARTÓN	Sensor Capacitivo
DETECTAR LA DIFERENCIA ENTRE LA CINTA Y ETIQUETA	Sensor fotoelectrico

- Actuadores

Función	Alternativa
DETENER EL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA	Parada de emergencia por tirón de cable
ENCENDER/APAGAR MÁQUINA	Torreta de luces
ACCIONAR ESTADOS Y/O ALARMAS	Luces de neón
VISUALIZAR CANTIDAD DE PRODUCCIÓN	HMI
ACCIONAR MECANISMO DE TRANSPORTE	Motor Monofásico 220 V con reductor
ACCIONAR MECANISMO DE CERRADO	Pistón neumático
ACCIONAR MECANISMO DE ETIQUETADO	Motor DC y pistón neumático
ACCIONAR MECANISMO DE SUJECCION	-----
ACCIONAR MECANISMO DE APILAMIENTO	Pistón neumático

• Dominio mecánico

Función	Alternativa
RECIBIR ETIQUETAS	Eje con topes
RETIRAR ETIQUETAS	Tubo con apoyo con motor
RECIBIR Y TRANSPORTAR ENVASES CLAMSHELL	Pistón con plano inclinado

RECIBIR Y TRANSPORTAR CAJAS DE CARTÓN	Faja transportadora de rodillos
CERRAR ENVASES CLAMSHELL	Pistón con acople
TRANSPORTAR ENVASES CERRADOS	Plano Inclinado
ETIQUETAR ENVASES	Sistema de rodillos con pistón neumático
TRANSPORTAR ENVASES CERRADOS Y ETIQUETADOS	Plano Inclinado
SUJECCION DE ENVASES	-----
APILAMIENTO	Pistón neumático

- Descripción:

El cuarto concepto (ver Figura A9- 1), tiene como entrada envases clamshells en una faja transportadora, estos al llegar al final de la carrera de la faja, un pistón neumático los empuja a un plano inclinado (ver Figura A9- 2). Estos envases son cerrados mediante la acción de un pistón neumático con acople (ver Figura A9- 3), por gravedad, estos envases caerán al proceso de etiquetado (ver Figura A9- 4), el cual usa un pistón neumático para pegar la etiqueta en el envase cerrado (ver Figura A9- 5). Para la recepción de la cinta sin etiquetas se utiliza un rodillo el cual va a jalando la cinta mientras van pegando las etiquetas (ver Figura A9- 6). Para el sistema de apilamiento (ver Figura A9- 7) se utiliza un pistón neumático, el cual va empujando grupos de tres clamshells dentro de la caja de cartón. Para llenar el segundo nivel de la caja de cartón se eleva una base inclinada hasta que esta se acomode en la posición indicada (ver Figura A9- 8). Además, se tiene un panel con una pantalla HMI, torreta de luces, botones de encendido, apagado y una parada de emergencia por tirón de cable.

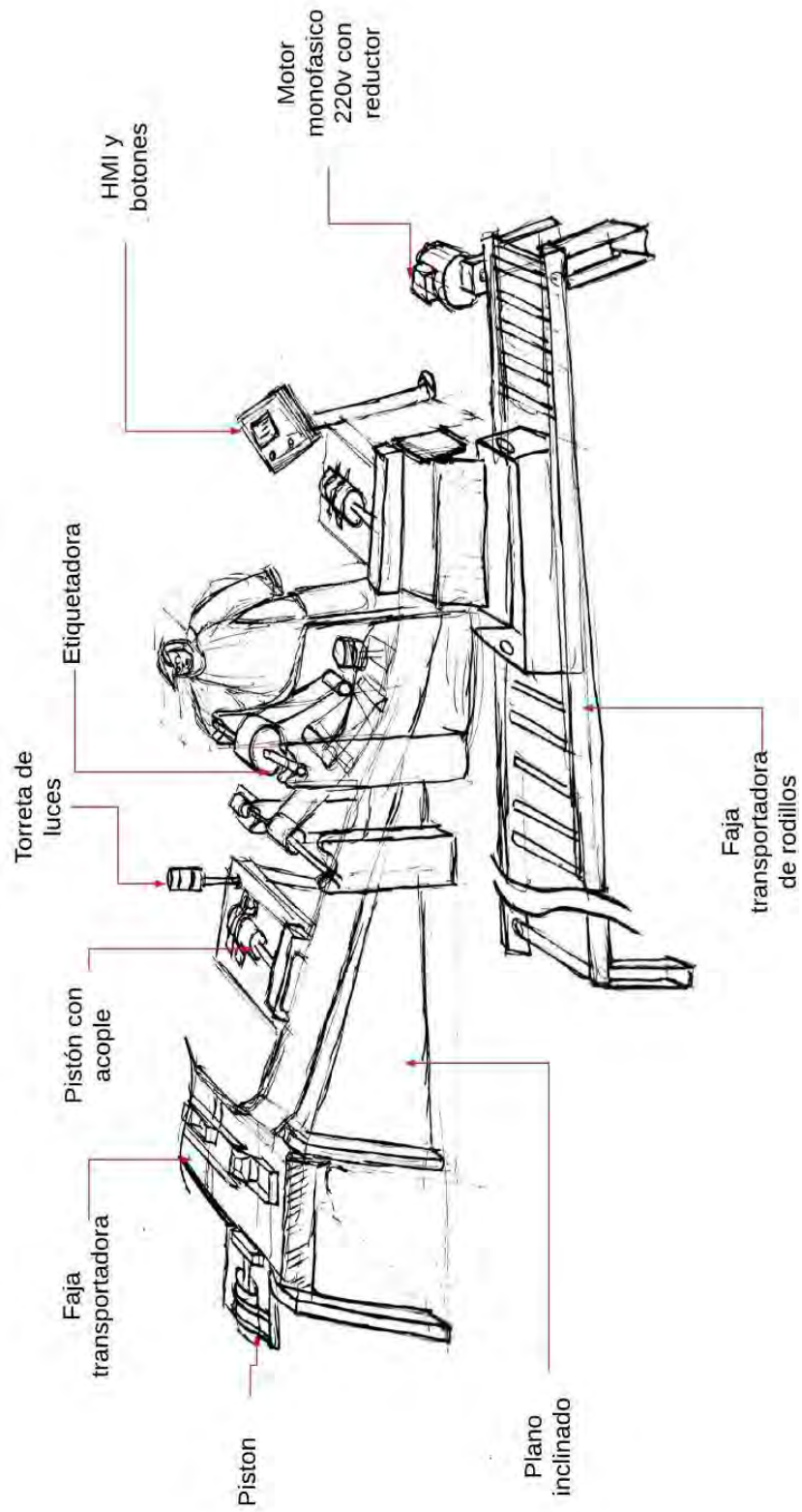


Figura A9- 1. Concepto de solución 4

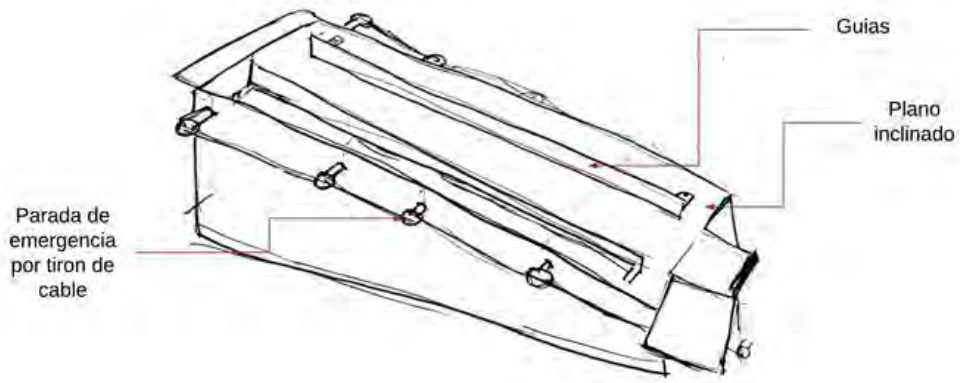


Figura A9- 2. Plano inclinado

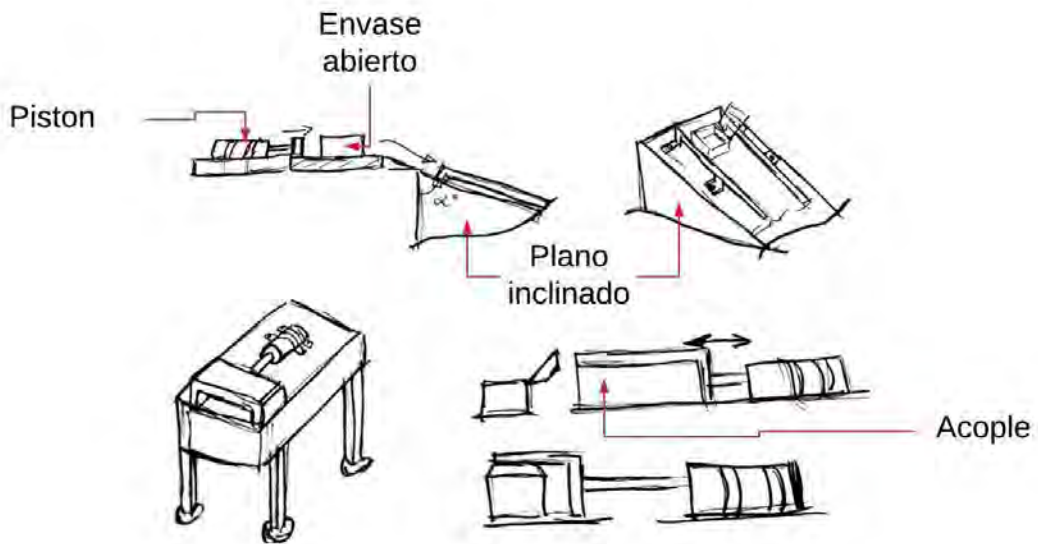


Figura A9- 3. Sistema de cerrado – concepto 4

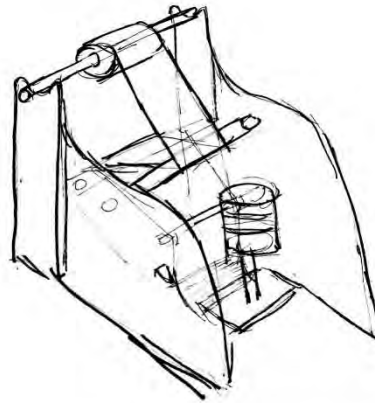
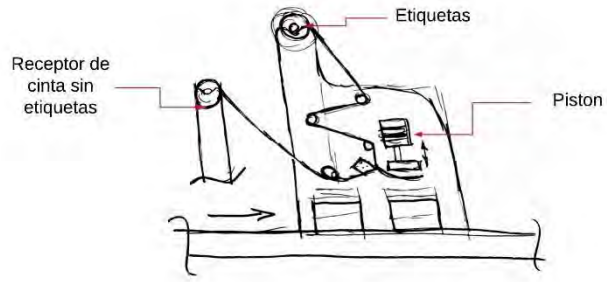


Figura A9- 4. Sistema de etiquetado – concepto 4

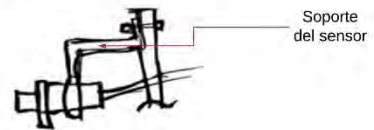
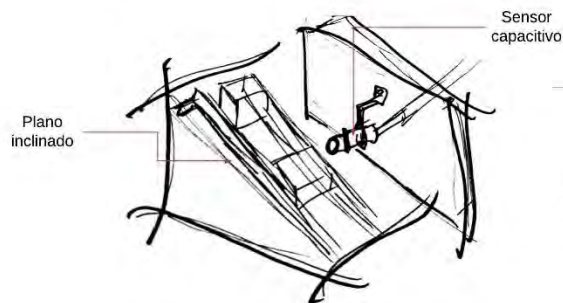
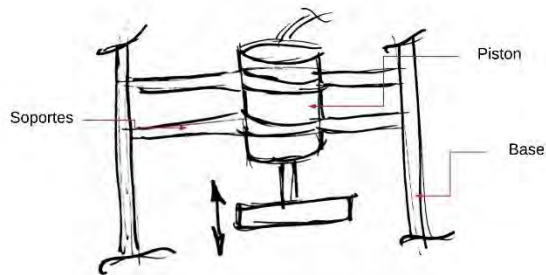


Figura A9- 5. Detalle del sistema de etiquetado

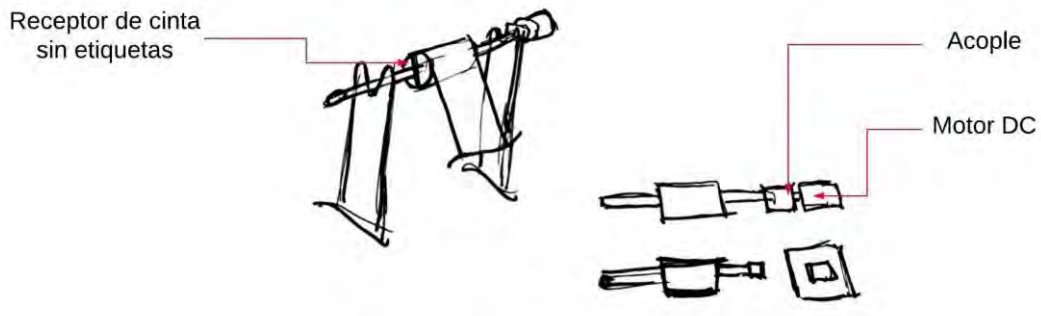


Figura A9- 6. Recepción de cinta sin etiquetas – Concepto 4

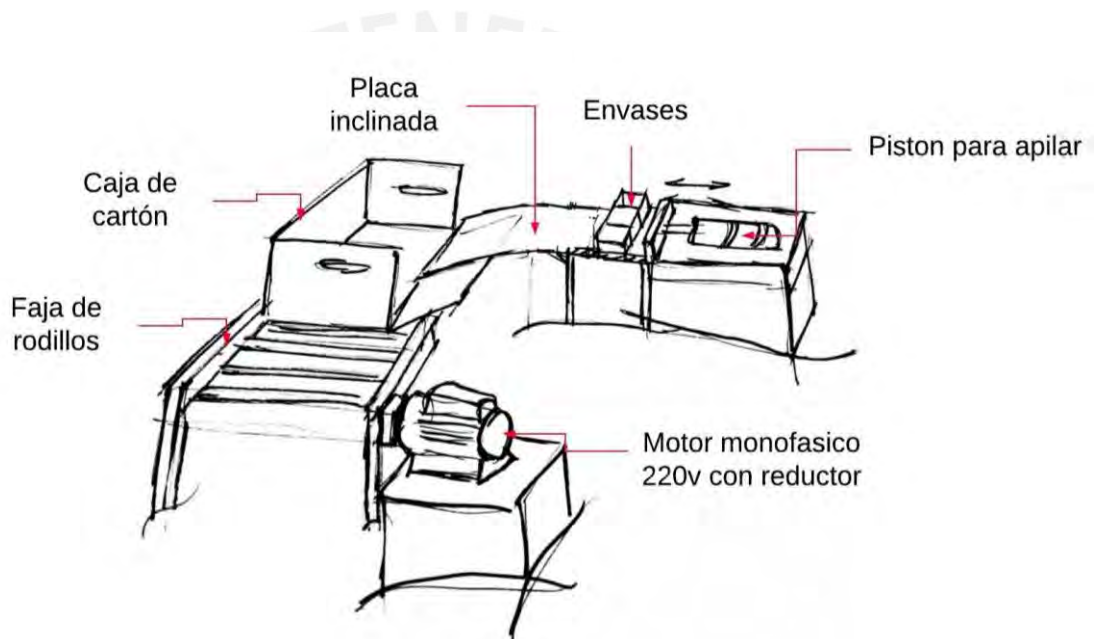


Figura A9- 7. Sistema de apilamiento – Concepto 4

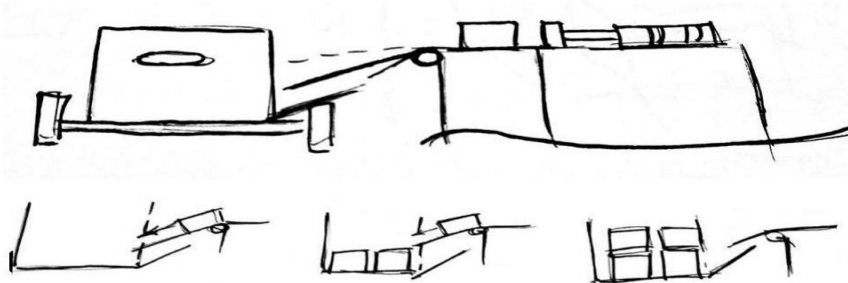


Figura A9- 8. Llenado de la caja de cartón – Concepto 4

- Perfil de Harris:

Tabla A9- 1 Perfil de Harris

Función	Concepto 4			
	--	-	+	++
Cerrado				
Etiquetado				
Facilidad de cambio de etiquetas manualmente				
Facilidad en retirar la cinta sin etiquetas				
Apilado				
Velocidad de operación				
Menor mantenimiento				
Menor daño a los envases clamshell				
Seguridad al operario				
Indicadores				
Costos				
Total		7		