



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

**PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE
RECUBRIMIENTO DE MANÍ CON CHOCOLATE**

Álvaro Enrique Ávila Girón
Asesorado por Ing. Álvaro Antonio Ávila Pinzón

Guatemala, agosto de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE
RECUBRIMIENTO DE MANÍ CON CHOCOLATE**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ÁLVARO ENRIQUE ÁVILA GIRÓN
ASESORADO POR ING. ÁLVARO ANTONIO ÁVILA PINZÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, AGOSTO DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I:	Inga. Glenda García Soria
VOCAL II:	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III:	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV:	Br. Kennet Issur Estrada Ruiz
VOCAL V:	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO:	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR:	Ing. Carlos Estuardo Rodríguez Pazos
EXAMINADOR:	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
EXAMINADOR:	Ing. José Ismael Véliz Padilla
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

propuesta de automatización del proceso de recubrimiento de mani con chocolate,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 22 de marzo de 2006.


ÁLVARO ENRIQUE AVILA GIRÓN

Guatemala, 10 de Julio de 2006

Ingeniero
Fredy Mauricio Monroy Peralta
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ing. Monroy

Por medio de la presente informo a usted, que he procedido a revisar el trabajo de graduación elaborado por el estudiante, Álvaro Enrique Ávila Girón, con carné universitario 1999-10709, de la carrera de Ingeniería Mecánica cuyo título es: **“PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE RECUBRIMIENTO DE MANÍ CON CHOCOLATE”**.

Considero que el trabajo presentado por el estudiante Álvaro Enrique Ávila Girón, ha sido desarrollado cumpliendo con los requisitos reglamentarios y siguiendo las recomendaciones de la asesoría, por lo que doy mi aprobación y solicito el trámite correspondiente.

Sin otro particular me suscribo de usted,

Atentamente,



Ing. Álvaro Antonio Ávila Pinzón
Asesor
Colegiado No. 2262

Ing. Álvaro Antonio Ávila Pinzón
Colegiado 2262



El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE RECUBRIMIENTO DE MANÍ CON CHOCOLATE, del estudiante Álvaro Enrique Ávila Girón , recomienda su aprobación.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador de Área

Guatemala, julio de 2006.

/s/ehdel.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

"Fidei per te Carolaggio nisi"
Dr. Carlos Mariano Barón
2006: Centenario de su Nacimiento

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con el visto bueno del Coordinador del Área Complementaria, al trabajo de graduación **Propuesta de automatización del proceso de recubrimiento de mani con chocolate**, del estudiante Alvaro Enrique Avila Girón, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Fredy Mauricio Monroy Peralta
DIRECTOR



Guatemala, agosto de 2006

/schdei

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG. 290-2006.

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería mecánica, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE RECUBRIMIENTO DE MANÍ CON CHOCOLATE**, presentado por el estudiante universitario **Alvaro Enrique Avila Girón**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olimpo Raiz Recinos
DECANO

Guatemala, agosto 21 de 2,006

/demf+

Fidei per a. Benedictus M.
Dr. Carlos Martínez Durán
2006. Centenario de su Nacimiento

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Padre eterno, que me dio la sabiduría y la fortaleza para superarme en todo momento.

MIS PADRES

Álvaro Antonio Ávila Pinzón y María Celia Girón Márquez, por darme su amor y apoyo incondicional en cada momento de mi vida.

MI HERMANA

Laura Ávila, por su cariño y su apoyo.

MI FAMILIA EN GENERAL

MIS AMIGOS

MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. PROCESO ACTUAL	
1.1 Proceso de Chocolate Actual	1
1.1.1 Horneado del maní	1
1.1.2 Producción de jarabes	1
1.1.3 Producción de chocolate	2
1.1.4 Proceso de extracción del chocolate de la marmita	3
1.1.5 Recubrimiento de chocolate del maní	3
1.1.6 Proceso de afinación	4
1.1.7 Proceso de brillo	4
1.2 Equipos Utilizados en el Proceso Actual	
1.2.1 Horno	5
1.2.2 Mezclador y Refinador	6
1.2.3 Tubería de conducción	6
1.2.4 Marmitas	7
1.2.5 Robot	8
1.2.6 Bombos	10
1.2.7 Compresores para aire comprimido	11

1.2.7.1	Tipos de compresores	13
1.2.7.2	Sistema de aire comprimido	21
1.2.7.3	Compresor de Tornillo	24
2.	PROPUESTA DE PROCESO AUTOMATIZACIÓN	
2.1	Automatización	27
2.2	Proceso de Chocolate Automatizado	29
2.2.1	Proceso de chocolate	29
2.3	Equipos propuestos	31
2.3.1	Bomba	31
2.3.2	Tuberías de conducción	32
2.3.3	Modificación de Robot	34
2.3.4	Sistemas de Automatización	36
2.3.5	Controladores en el Robot	36
2.3.5.1	Controladores de temperatura	36
2.3.5.2	Controladores de presión	38
2.3.5.3	Controladores de nivel	39
2.3.5.4	Válvula Electroneumática	40
2.3.6	Panel de control	41
2.4	Análisis Económico y Especificaciones Técnicas del Equipo Propuesto	43
2.4.1	Análisis Económico	43
2.4.2	Especificaciones técnicas	45
2.4.2.1	Bomba	45
2.4.2.2	Tubería de conducción del chocolate caliente de 2½"	45

2.4.2.3	Tubería para el precalentamiento del chocolate de 3½" de diámetro	45
2.4.2.4	Chaqueta para la tubería del cuarto frío	45
2.4.2.5	Tubería de agua caliente para alimentar el robot	45
2.4.2.6	Empaque para sellar el robot	46
2.4.2.7	Controlador de temperatura	46
2.4.2.8	Controlador de presión	47
2.4.2.9	Controlador de Nivel Ultrasónico	48
2.4.2.10	Válvula Electroneumática	49
2.4.2.11	Panel de control	50
2.4.2.12	Manguera para Aire Comprimido	51
CONCLUSIONES		53
RECOMENDACIONES		55
BIBLIOGRAFÍA		57

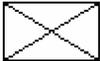
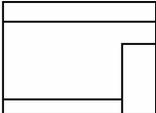
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Diagrama de Ubicación	4
2. Horno	5
3. Mezclador y Refinador	6
4. Tubería de Conducción	7
5. Marmita	8
6. Robot Actual	9
7. Bombo de Atomizado	10
8. Bombo de Afinado	11
9. Diagrama p-V de un Compresor Reciprocante	16
10. Diagrama de Compresión	17
11. Diagrama de Descarga	18
12. Diagrama de Expansión	19
13. Clasificación de Compresores	20
14. Sistema de Aire Comprimido	23
15. Compresor de Tornillo	25
16. Sistema de Aire de un Compresor de Tornillo	26
17. Tubería de conducción -área exterior	33
18. Tubería de conducción -interior de cuarto frío	33
19. Instalación de tubería de conducción	34
20. Modificación de Robot	35
21. Medidores de Temperatura	37
22. Medidores de Presión	38
23. Medidores de Nivel	39
24. Posición y Vías de una Válvula Neumática	40
25. Ubicación del Panel de Control	42

- 26.** Controlador de temperatura
- 27.** Controlador de presión
- 28.** Controlador de Nivel Ultrasónico
- 29.** Válvula Electroneumática
- 30.** Panel de control
- 31.** Display

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolos	Significado
	Marmitas
	Bombos
	Bombos de área de frío
	Tablero eléctrico
	Robot
	Bomba
	Horno
	Mezclador-Refinador

GLOSARIO

Afinado	Operación de eliminar impurezas contenidas en la capa exterior del maní y dejarlo liso.
Atomizar	Dividir en partículas sumamente pequeñas. Atomizar, especialmente un líquido.
Batch	Unidad utilizada en la producción por lote.
Bombo	Tambo muy grande, con fondo chato.
Marmita	Olla de metal, con tapadera.
Mecanismo de transmisión de potencia	Este tipo de mecanismo es el que utiliza una cadena, faja, engranaje o eje para transmitir potencia.
Instrumentos Transmisores	Capta la variable del proceso a través del elemento primario y la transmite a distancia en forma de señal neumática o electrónica.
Controlador de temperatura sólido	Termómetro de elemento bimetálico, el cual al contacto con la temperatura, se contrae o expande.
Robot	Equipo en el cual se mantiene el chocolate a temperatura y presión para ser atomizado.
AISI	Norma establecida por el Instituto Americano del Hierro y Acero.
NEMA	Normas de Medidas de Protección para cada Equipo Eléctrico Instalado

RESUMEN

La empresa dedicada a la producción de alimentos conocidos como “snack” -entremes, boquitas ligeras; cuenta con una línea de producción denominada “Línea de Chocolate”

Este trabajo de graduación consiste en una propuesta para la mejora del proceso de la línea de chocolate, el cual, en la actualidad, presenta ciertas dificultades por la antigüedad del equipo, retardando el proceso y obligando a los operarios a utilizar métodos inadecuados que van en contra de las normas de seguridad e higiene industrial. Otro factor es el desperdicio de chocolate que le ocasiona a la empresa costos adicionales debido a la falta de equipo básico que se debería utilizar para el aprovechamiento de todo el chocolate sin que se tenga que desechar los residuos.

Además, el mal procedimiento de llenado y vaciado de la marmita de chocolate y del robot, utilizando cubetas provoca derrames y pérdidas de tiempo, el cual se puede eliminar si se contará con un mejor equipo y proceso adecuado.

La propuesta consiste en implementar la automatización en la línea de chocolate, la cual conlleva el uso de una válvula neumática y una bomba reciprocante para la extracción automática de chocolate hacia el robot, el cual mantendrá el chocolate a temperatura adecuada y presurizado para su posterior uso en la atomización del maní. Aprovechando, así, las ventajas del uso de la automatización en la línea.

Gracias a la tecnología actual, se pueden transformar procesos complicados y difíciles en procesos simples, de esta manera, apoyando a las empresas a la agilización en sus procesos, mejorar su competitividad en el mercado y aumentar sus ganancias.

OBJETIVOS

- **General**

Proponer un proyecto para implementar la automatización de la extracción de chocolate en una línea para el recubrimiento de maní.

- **Específicos**

1. Utilizar un procedimiento adecuado que cumpla con las leyes de seguridad e higiene industrial de alimentos.
2. Aumentar la eficiencia de producción de la línea.
3. Aprovechar la tecnología de la automatización.

INTRODUCCIÓN

El tema de automatización nos ayuda a tener una visión mucho más amplia de lo que puede ayudar a una empresa a reducir tiempo y mano de obra en realizar procesos industriales. Porque ayuda en simplificar el trabajo para que, de manera automática, se realice un proceso más rápido y eficiente.

La apertura ha mostrado que, a pesar de existir en el país, un elevado número de industrias en todos los campos de la producción, la gran mayoría no está en capacidad de competir en los Mercados Internacionales, tanto en cantidad como en calidad. La explicación salta a la vista cuando se observa y analiza el parque de máquina y equipo empleados. Este, está formado por una amplia gama de maquinaria, la mayoría de ellas con una alta participación manual en sus procesos. Como resultado, su rendimiento es mínimo y no hay homogeneidad en los bienes producidos.

El pretender reponer el parque industrial por aquel de alta tecnología de punta, es una tarea que raya en lo imposible para la casi totalidad de las empresas debido a los altos costos que ello representa. Sin embargo, lo anterior, no debe ser una razón para permanecer en el actual estado de atraso.

Principalmente, las empresas que trabajan con alimentos deben cumplir con todos los requerimientos internacionales establecidos en el manejo de la materia prima, proceso de elaboración, empaque y almacenamiento. Esto lleva a las empresas a mejorar la eficiencia sin dejar a un lado la integridad y sanidad de sus productos.

En la actualidad, la línea de chocolate, que, recientemente se instaló, trabaja con un procedimiento no adecuado, incumpliendo con los objetivos de máxima calidad. La instalación se realizó tal como funcionaba en un país vecino y no se realizaron muchos cambios para que trabajara mejor, desde luego, se proyecta hacerle modificaciones para alcanzar la eficiencia y cumplir con las normas internacionales, desde este punto, hay muchos procedimientos que se pueden mejorar utilizando la automatización.

Existen soluciones viables para que cada empresa aproveche sus propias máquinas, equipos e implanten una automatización acorde a sus condiciones y necesidades.

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas, habitualmente, por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos, equipos y maquinarias.

1. PROCESO ACTUAL

1.1 Proceso de Chocolate Actual

Para la elaboración del maní recubierto de chocolate, en la actualidad se llevan a cabo por medio de procedimientos que serán explicados en los siguientes apartados.

1.1.1 Horneado del Maní

Antes de empezar el proceso de horneado del maní, el horno se precalienta y la cantidad de maní que se hornearán se pesan en una báscula. Este maní se introduce al horno utilizando costales, desde una plataforma de 2 metros de altura y se sacan del horno hasta que estén al punto de tueste deseado. El maní horneado se recibe en canastos que luego se trasladan a los bombos de jarabe para darles la base.

1.1.2 Producción de Jarabes

Hay dos tipos de Jarabes,

- Jarabe de Base:

Este jarabe se utilizara como base en el maní que fue horneado, sobre el cual se atomizara el chocolate. Para producir este jarabe, se introduce en la marmita agua por medio del uso de cubetas, azúcar y saborizantes. Desde esta marmita se saca el jarabe, siempre con cubetas y es rociado sobre las manías utilizando tasas, el maní se encuentra en los bombos de base en constante rotación y calentados por hornillas para que tengan cierta temperatura.

Cuando el maní es rociado con el jarabe se les debe de dar un tiempo para que el jarabe se adhiera al maní. Luego este maní se almacena en costales dentro de un cuarto frío hasta que sea necesario su uso.

- Jarabe de Brillo:

Dado que, la manía no tiene una apariencia liza después del atomizado del chocolate, se pasa al proceso de afinación. Donde al terminar el proceso de afinado, se rocía el jarabe que tiene un colorante especial para darle el brillo y tono característico al chocolate. Este jarabe también se saca de la marmita con cubetas y se rocía sobre el maní utilizando una tasa.

1.1.3 Producción de Chocolate

Para producir el chocolate se realiza el llenado del Mezclador – Refinador, desde una parte alta donde es introducido cada ingrediente, hasta donde el personal debe de cargar los costales de cocoa, leche en polvo, azúcar y saborizantes.

Este problema debe de considerarse porque el operador debe subir alrededor de 20 quintales para cada Batch hasta una altura de 3 metros.

En el Mezclador – Refinador también se introduce aceite vegetal, este aceite se obtiene de introducir manteca vegetal en trozos en la marmita y a determinado tiempo se derrite y por medio de cubetas se saca de la marmita desde la parte inferior y se vierte en el Mezclador – Refinador.

Este Mezclador - Refinador se caracteriza por tener dos etapas, después de mezclar pasa a una fase de refinado, dándole las características físicas al chocolate.

Cuando el proceso del chocolate ha finalizado, se extrae del Mezclador – Refinador utilizando cubetas y el chocolate se pasa a la Marmita de Chocolate, el llenado de la marmita se realiza desde la parte superior, donde se mantendrá en constante movimiento y a una temperatura de 52 °C, evitando de esta manera su solidificación hasta el momento de su uso.

1.1.4 Proceso Extracción del Chocolate de la Marmita

Es en este proceso donde se enfoca este trabajo de graduación. Debido que para realizar la extracción del chocolate de la marmita, se realiza de la misma forma que se hizo para llenarla, con cubetas, solo que desde la parte inferior abriendo una llave de paso. Esto se hace para llenar un robot con chocolate, el chocolate se introduce con cubetas desde la parte superior, se debe mantener a una temperatura de 52 °C para evitar que el chocolate se solidifique dentro de él. Pero este procedimiento es engorroso, hay que destapar una tubería y dejar que fluya fuera el agua tibia que esta dentro del robot, luego volver a llenarlo de agua caliente por medio de una manguera cada vez que se saca el robot del cuarto frío se debe de realizar este procedimiento.

1.1.5 Recubrimiento de Chocolate del Maní

Después de que el robot se llena de chocolate, se cierra procurando que no tenga aberturas o fugas y se pasa al cuarto frío, donde se le conecta aire comprimido, lo cual ayuda para que el chocolate salga por una manguera hasta una boquilla que es conectada también a una alimentación de aire comprimido que hará el atomizado.

En este momento los bombos se encuentran en rotación y contienen el maní ya con la base de jarabe y se le atomiza el chocolate a determinada presión y temperatura. Obteniendo finalmente el maní recubierto de chocolate, pero aun sin una buena apariencia.

1.1.6 Proceso de Afinación

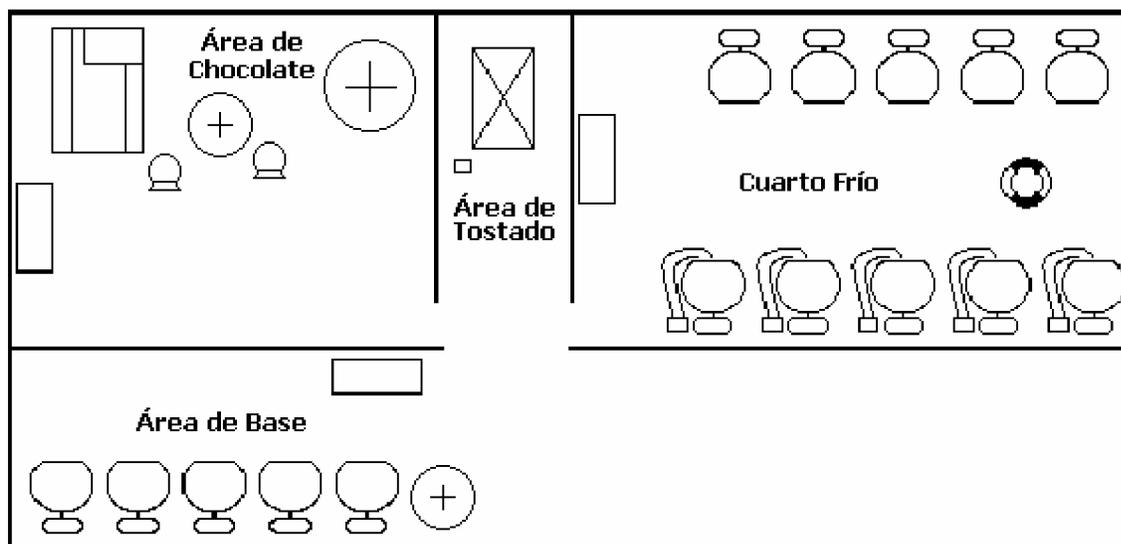
Para quitarle la apariencia que deja el atomizado sobre el maní, para ello, el maní se extrae de los bombos de atomizado (ver figura 7) y se coloca en los bombos de afinado (ver figura 8), dándoles un tiempo para que la apariencia del atomizado cambie a una forma lisa, esto se realiza por una simple rotación constante del bombo y ello se le añade talco industrial para impedir que se adhieran.

1.1.7 Proceso de Brillo

Como ultimo procedimiento el maní, con su recubierta lisa, que se encuentra en los bombos de afinado se somete a un rociado de jarabe que le dará el brillo y tono característico. De donde se obtiene el producto final listo para empaque.

Todos estos procesos se desarrollan en una distribución de la siguiente manera, ver figura 1.

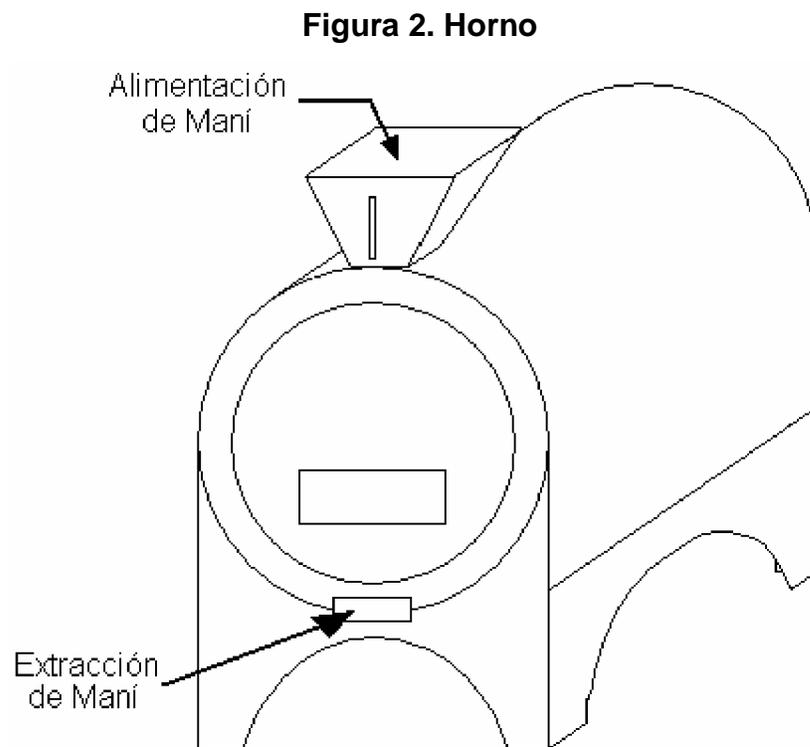
Figura 1. Diagrama de Ubicación



1.2 Equipos Utilizados en el Proceso Actual

1.2.1 Horno

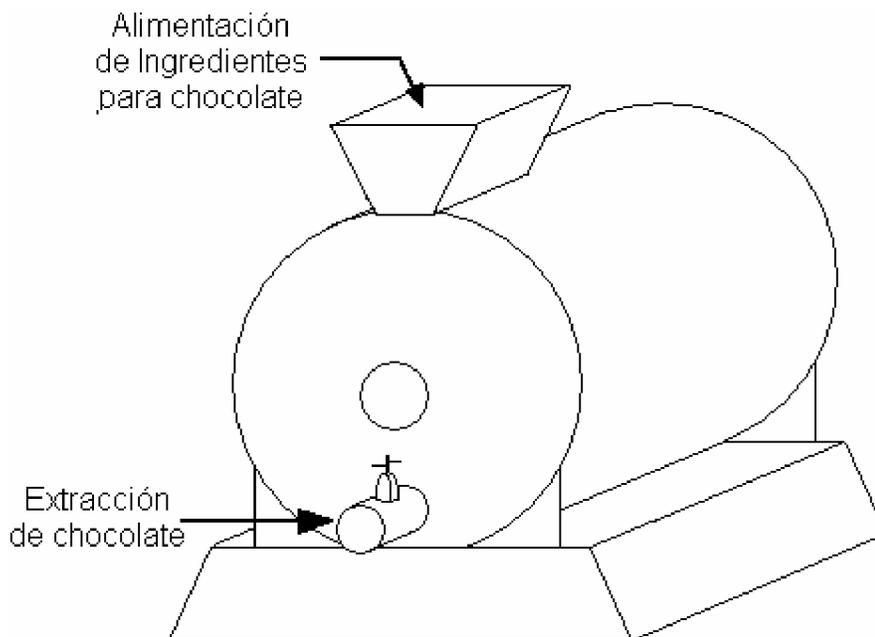
Horno Rotativo, marca BAUER BROS. Co. Patentado el 13 de abril de 1943 en Springfield, Ohio, USA. Cuenta con 12 hornillas de gas propano, con dos motores eléctricos, uno de ellos produce el movimiento rotativo del horno y el otro mueve un inyector de aire. La forma para la alimentación del horno es desde la parte superior y para su extracción es desde la parte baja por medio de una compuerta, ver figura 2.



1.2.2 Mezclador y Refinador

Mezclador – Refinador, marca LLOVERAS INTER, año de fabricación 1921. Cuenta con dos motores; uno de ellos, el más grande sirve en la etapa de mezclado de los ingredientes, y el segundo sirve para hacer el refinado del chocolate. Este se encuentra encaquetado donde recircula agua caliente para evitar el enfriamiento de la mezcla y su endurecimiento, ver figura 3.

Figura 3. Mezclador y Refinador



1.2.3 Tubería de Conducción

La tubería que actualmente se encuentra instalada, es tubería de acero inoxidable y con un encaquetado que permite la recirculación de agua caliente, para evitar que el chocolate se enfríe y endurezca. Esta tubería cuenta con uniones rápidas, para su rápido desacople, montaje y mantenimiento, ver figura 4.

Figura 4. Tubería de Conducción



1.2.4 Marmitas

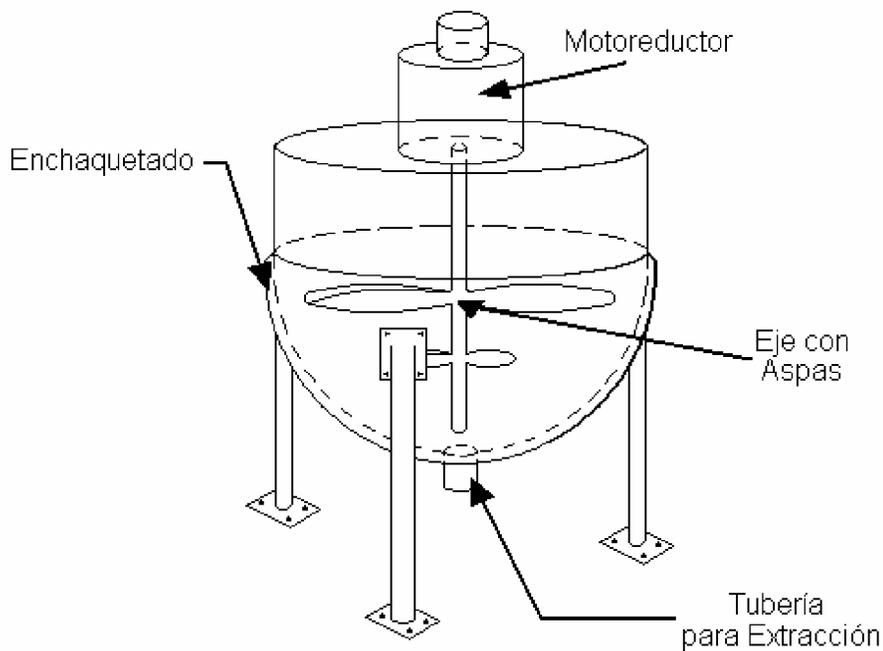
Las marmitas son ollas de acero inoxidable, las cuales tienen un enchaquetado que permite que se mantenga una temperatura alta por medio de la recirculación de agua caliente, en la parte inferior se cuenta con una salida para que salga el chocolate. Para desarrollar todo el proceso se utilizan tres marmitas:

- **Marmita de Jarabes:**
Tiene un grupo de aspas conectadas en un eje y este eje es puesto en funcionamiento por medio de un motoreductor que sirve para mezclar los ingredientes deseados. La tubería de extracción, la cual se encuentra en la parte inferior, tienen conectada una llave de paso con la cual se controla la extracción del jarabe. Ver figura No. 5. Esta es igual a la de chocolate.
- **Marmita de Aceite:**
Esta simplemente se utiliza para derretir grandes trozos de manteca vegetal y se tapa para hacer el proceso más rápido.

- Marmita de Chocolate:

Esta marmita es más grande que las dos mencionadas anteriormente; y tiene un grupo de aspas conectadas a un eje, y este eje es puesto en funcionamiento por un motoreductor, y su función es mantener el chocolate en movimiento ya preparado y listo para su uso. La extracción del chocolate es a través de una tubería la cual esta controlada por una válvula electroneumática, ver figura 5.

Figura 5. Marmita

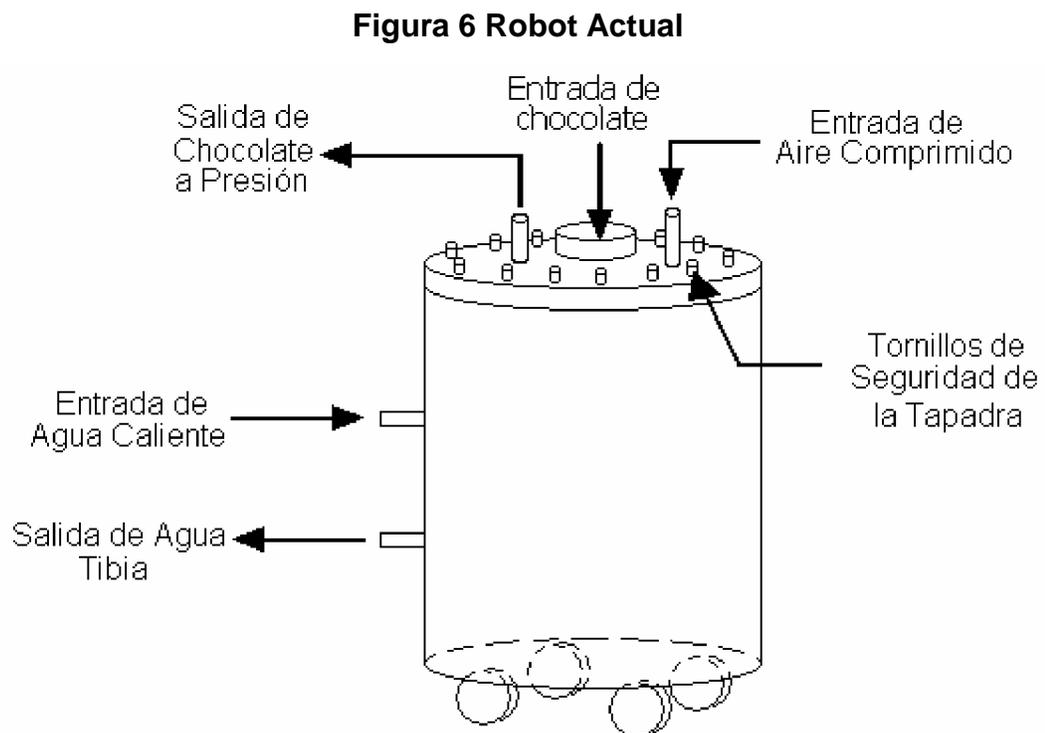


1.2.5 Robot

El Robot es un cilindro que su interior es de acero inoxidable y su parte exterior es de hierro negro. Cuenta con una entrada de aire comprimido, y con una entrada y salida de agua caliente con el objetivo de mantener una

temperatura de 52 °C dentro del Robot, todo esto con la finalidad de mantener el chocolate caliente y a presión, además cuenta con una tapadera de acero inoxidable sostenida con tornillos donde se utiliza un empaque de hule para evitar las fugas de aire.

Este robot tiene muchos años de uso y bastantes arreglos ya realizados, esto ha provocado que tenga demasiados desperfectos, por ejemplo; en los puntos de soldadura tiene fugas tanto de aire como de agua, aparte de esto, se encuentra agrietado en su pared exterior. Otro gran problema es que no cuenta con ningún tipo de indicador de temperatura, nivel y presión. Ver figura 6.



1.2.6 Bombos

Los bombos son maquinas rotatorias de acero inoxidable, muy parecidas a un cascaron, cuenta con una abertura en su lado frontal y en su parte posterior tiene un mecanismo de potencia. Hay varios tipos de bombos, uno de ellos trabaja con quemadores de gas propano en su base para mantener una temperatura en el proceso del jarabe de base y otros cuentan con sistema de introducción de aire frió para el proceso de afinado. Ver figura 7 y 8.

Figura 7. Bombo de Atomizado

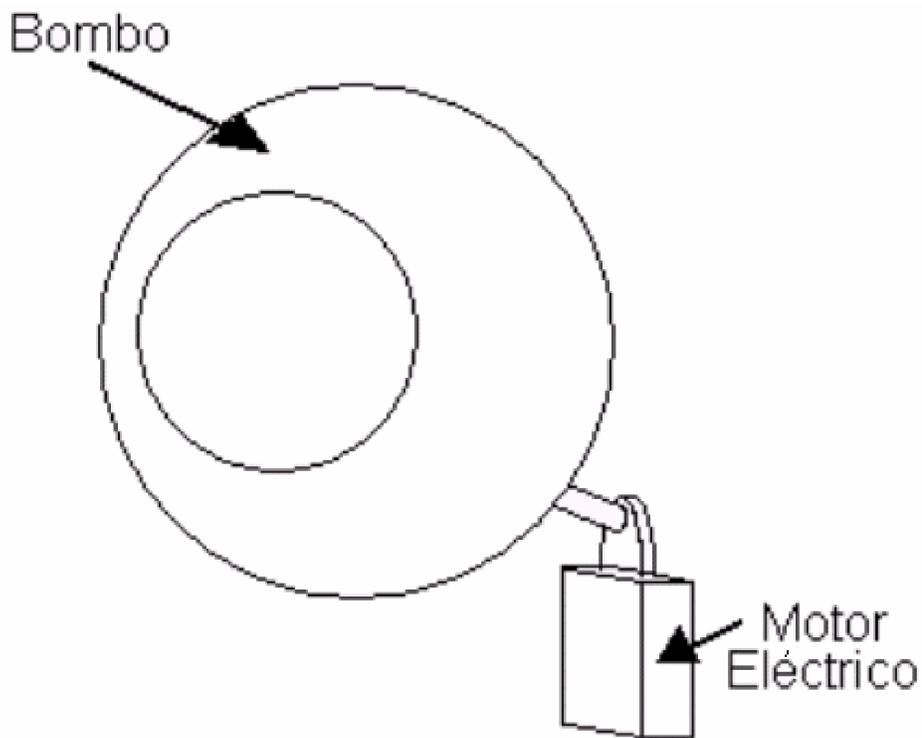
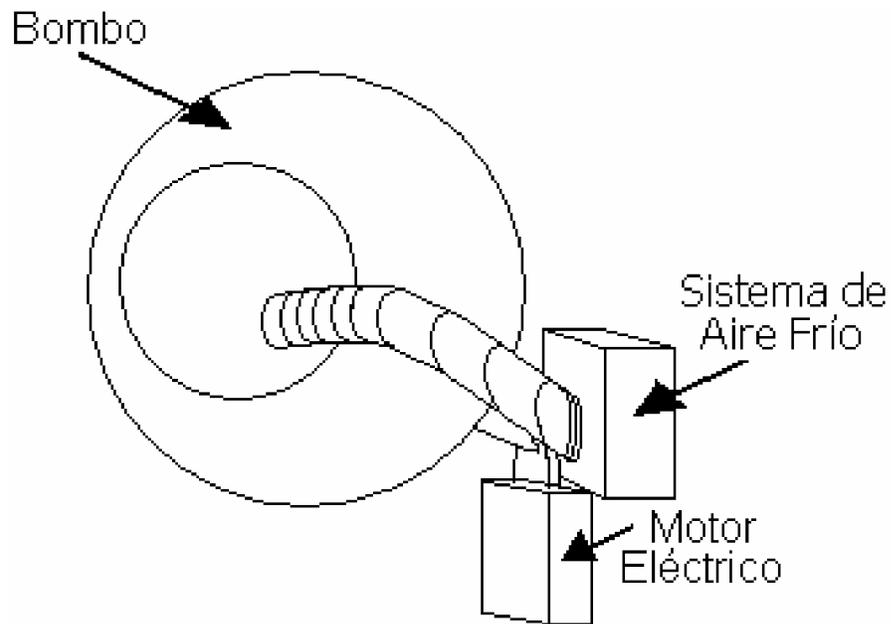


Figura 8. Bombo de Afinado



1.2.7 Compresor de aire comprimido

Máquina que eleva la presión de un gas, un vapor o una mezcla de gases y vapores. La presión del fluido se eleva reduciendo el volumen del mismo durante su paso a través del compresor o cambiando la velocidad del aire por presión. Los compresores de acuerdo a su funcionamiento pueden clasificarse en dinámicos y de desplazamiento positivo. Los de desplazamiento positivo son aquellos que incrementan la presión por reducción del volumen de gas mediante medios mecánicos; mientras que los dinámicos, son máquinas de flujo continuo donde se transforma la energía cinética (velocidad) en presión.

Métodos de Compresión

Se utilizan cuatro métodos para comprimir un gas. Dos son de Flujo Intermitente, y los otros dos de Flujo Continuo. Estos métodos consisten en:

Desplazamiento Positivo (Flujo Intermitente)

- Atrapar cantidades consecutivas de gas en una cámara, reducir el volumen (incrementando así la presión) y empujar luego el gas comprimido fuera de la cámara.
- Atrapar cantidades consecutivas de gas en un espacio cerrado, trasladarlo sin cambio de volumen a la descarga de un sistema de alta presión y, comprimir el gas por contraflujo del sistema de descarga; finalmente, empujar el gas comprimido fuera de la cámara.

Flujo Continuo

Compresores Dinámicos

- Comprimir el gas por la acción mecánica de un impulsor o rotor con paletas en rápida rotación, el cual imparte velocidad y presión el gas que está fluyendo (la velocidad se convierte en presión en difusores estacionarios o paletas).

Eyectores

- Utilizar un chorro de gas o vapor que arrastre el gas a comprimir para luego convertir la alta velocidad de la mezcla en presión en un difusor localizado corriente abajo. Los eyectores normalmente operan con una presión de admisión inferior a la atmosférica.

1.2.7.1 Tipos de compresores

Desplazamiento Positivo (Flujo Intermitente)

Son aquellos en los cuales los volúmenes sucesivos de gas son confinados dentro de un espacio cerrado y elevados a una mayor presión.

Compresores reciprocantes.

Son máquinas en las cuales el elemento que comprime y desplaza el gas en un pistón que efectúa un movimiento recíprocante dentro de un cilindro.

Compresores Rotativos de desplazamiento positivo.

Son máquinas en las cuales la compresión y el desplazamiento son efectuados por la acción de desplazamiento de elementos que están en rotación.

- a. Compresores de paletas deslizantes, son máquinas rotativas en las cuales paletas axiales se deslizan radialmente en un rotor excéntrico montado en una carcasa cilíndrica. El gas atrapado entre las paletas es comprimido y desplazado.
- b. Compresores de pistón, son máquinas rotativas en las cuales, agua u otro líquido hace las veces de pistón para comprimir y desplazar el gas que se maneja.
- c. Compresores de lóbulo recto, son máquinas en las cuales dos impulsores rotativos de lóbulos rectos encajados atrapan el gas y lo trasladan desde la admisión hasta la descarga. En Estos no hay compresión interna; el aumento de presión se debe al contraflujo.

- d. Compresores de tornillo rotativo de lóbulos helicoidales, son máquinas en las cuales dos rotores de forma helicoidal encajados entre sí, comprimen y desplazan el gas.

Flujo Continuo

Compresores Dinámicos

Son máquinas rotativas en las cuales un impulsor en rápida rotación acelera el gas que pasa a través de este; la cabeza de velocidad es convertida en presión, parcialmente en los difusores estacionarios o paletas.

- a. Compresores centrífugos, son máquinas en las cuales uno o más impulsores aceleran el gas; la energía cinética adquirida se transforma en presión en un difusor corriente abajo. El flujo es radial.
- b. Compresores axiales, son máquinas en las cuales el gas se acelera y desacelera por la acción conjunta de paletas móviles montadas sobre un rotor y paletas fijas montadas en un estator; este cambio continuo de momentum genera un aumento en la presión. El flujo principal es axial.
- c. Compresores de flujo mixto, son máquinas con un impulsor que combina características de los tipos centrífugo y axial.

Eyectores

Son aparatos que se valen de un chorro de gas vapor a alta velocidad para arrastrar hacia su interior el gas que quiere comprimir; un difusor localizado corriente abajo convierte la velocidad de la mezcla en presión.

Principios de Operación

Un compresor básico consta de una etapa de compresión, la cual está a su vez conformada por uno o más elementos básicos; sin embargo, muchas aplicaciones involucran condiciones que están fuera de la capacidad práctica de una sola etapa, debido a que se presenta una relación de compresión (relación entre las presiones absolutas de descarga y de admisión) muy alta, lo cual puede causar una temperatura de descarga muy alta, lo cual puede causar un a temperatura de descarga excesiva u otros problemas de diseño. En estos casos se hace necesario utilizar dos o más etapas de compresión. Normalmente el gas es enfriado entre etapas para reducir su temperatura y volumen antes de entrar a la siguiente etapa; el interenfriamiento aumenta también la eficiencia del proceso de compresión.

A continuación se introducen los principios de operación del compresor reciprocante:

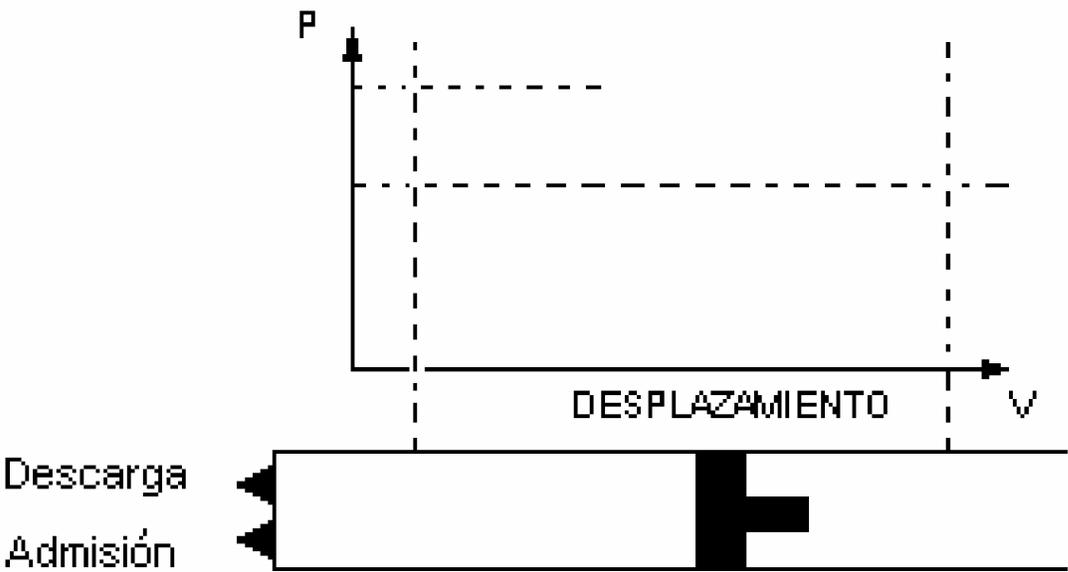
Compresor Reciprocante

Un compresor reciprocante está compuesto básicamente por un cilindro dentro del cual el gas es comprimido por un pistón que efectúa un movimiento reciprocante en dirección axial. El aumento de presión se consigue mediante una reducción de volumen.

La admisión y la descarga del gas se hacen a través de válvulas automáticas, las cuales se abren únicamente cuando existe una presión diferencial adecuada a través de la válvula. Las válvulas de admisión se abren cuando la presión en el cilindro es ligeramente menor que la presión de admisión. Las válvulas de descarga se abren cuando la presión en el cilindro está un poco por encima de la presión de descarga.

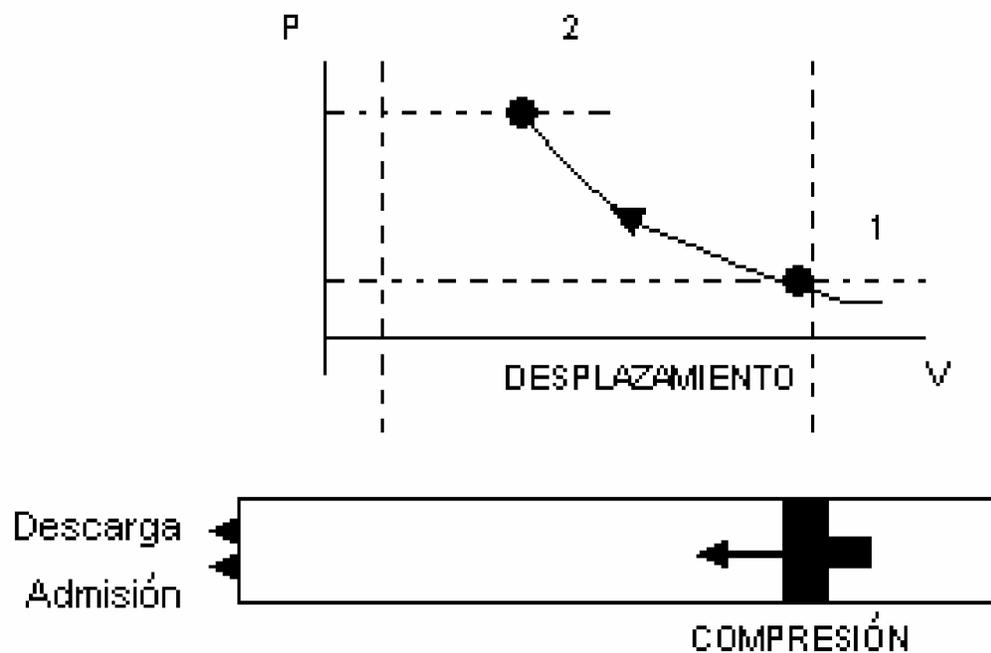
En la figura 9, se demuestra el elemento básico con el cilindro lleno de aire atmosférico. En el diagrama teórico pV (Presión vrs. Volumen), el punto 1 es el inicio de la compresión. Ambas válvulas están cerradas.

Figura 9. Diagrama p-V de un Compresor Reciprocante



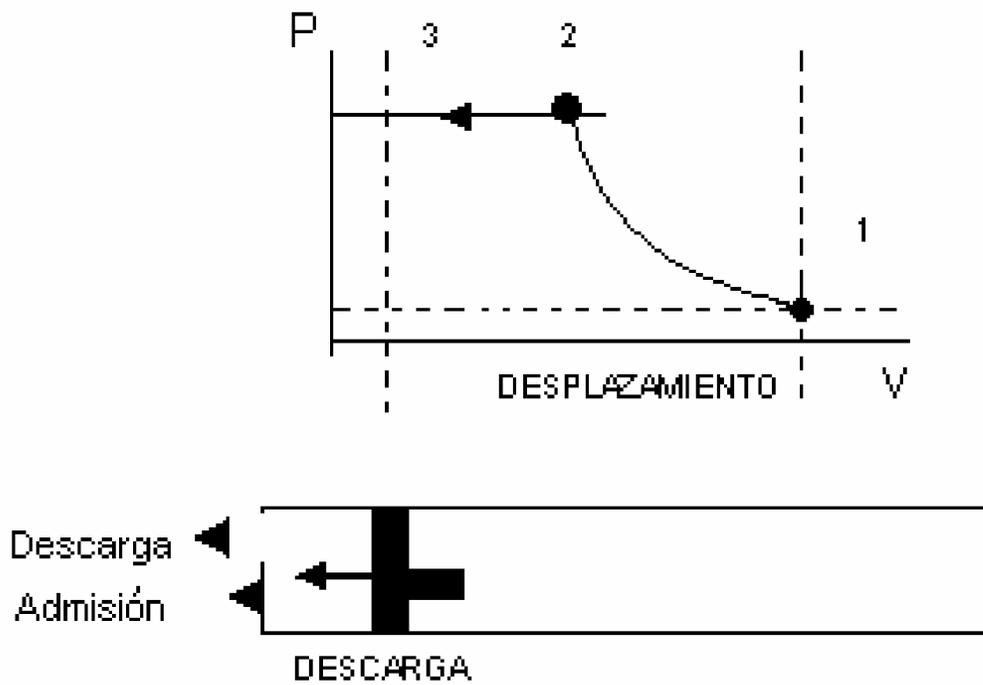
En la figura 10 se muestra la carrera de compresión; el pistón se mueve a la izquierda reduciendo el volumen original de aire; esta reducción de volumen viene acompañada por un aumento en la presión. Las válvulas permanecen cerradas. El diagrama pV ilustra el proceso de compresión en el interior del cilindro iguala la presión de descarga al sistema

Figura 10. Diagrama de Compresión



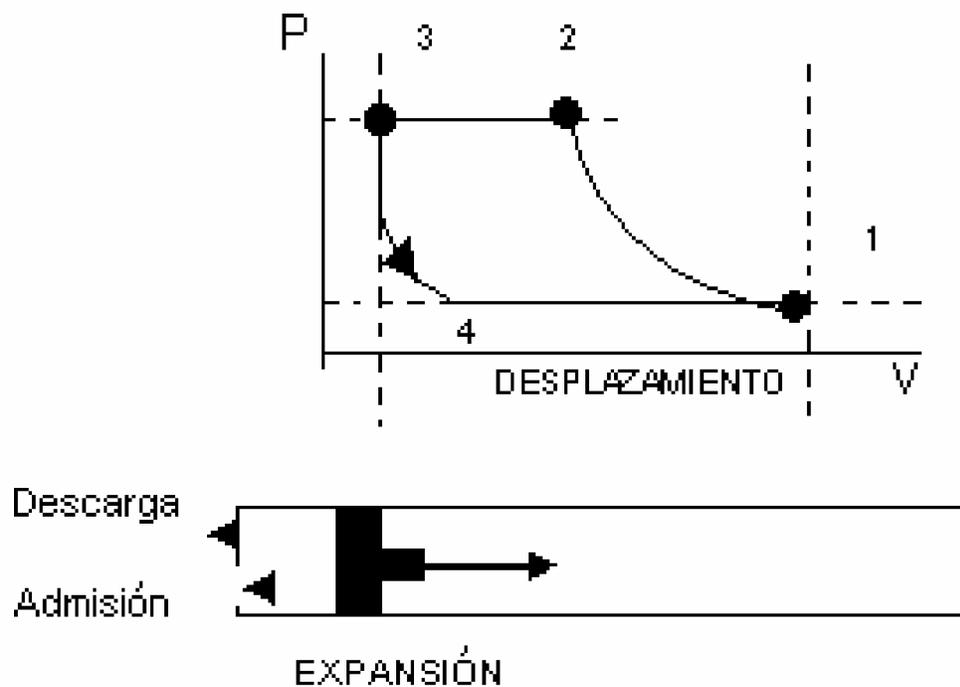
En la figura 11 muestra el pistón completando la carrera de descarga. Las válvulas de descarga se abren justo después de que el ciclo alcanza el punto 2, y el aire comprimido fluye a través estas hacia el sistema.

Figura 11. Diagrama de Descarga



Después de que el pistón alcanza el punto 3 las válvulas de descarga se cierran dejando el espacio muerto lleno de aire a la presión de descarga. Durante la carrera de expansión. Ver Figura 12.

Figura 12 Diagrama de Expansión

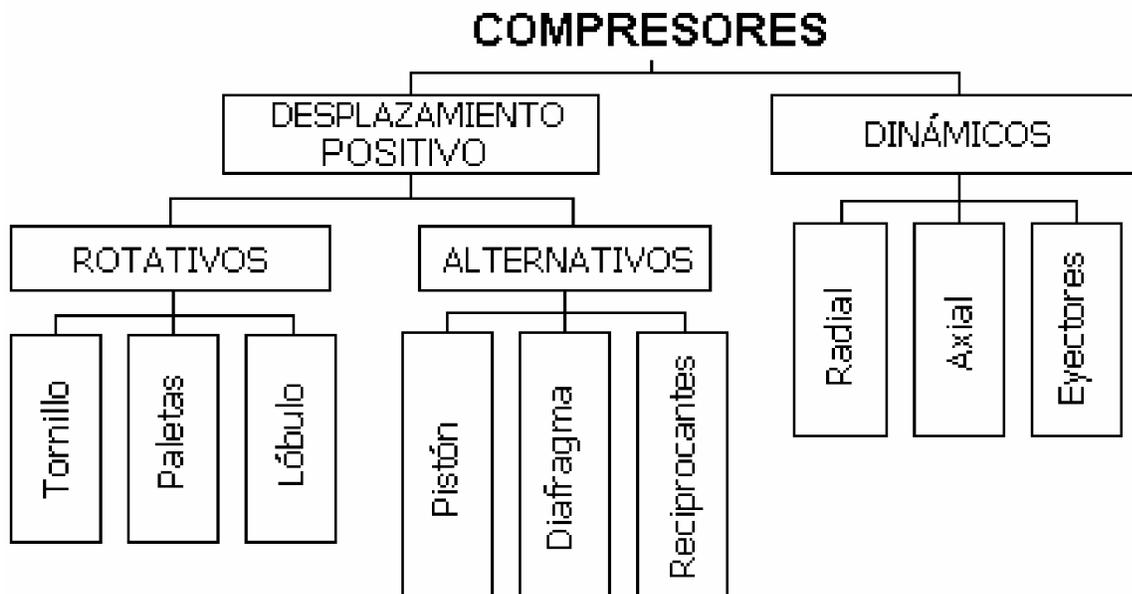


Descarga permanece cerradas y el aire atrapado en el espacio muerto aumenta de volumen causando una reducción en la presión. La reducción continúa a medida que el pistón se mueve a la derecha, hasta que la presión en el cilindro queda por debajo de la presión de admisión en el punto 4; en este punto, las válvulas de admisión se abren y el aire fluye hacia el cilindro hasta que la carrera de admisión.

En un compresor recíprocante de dos etapas, los cilindros están proporcionados de acuerdo con la relación de compresión total; la segunda etapa es más pequeña que la primera debido a que el gas, habiendo sido parcialmente comprimido y enfriado, ocupa menos volumen que en la primera etapa de admisión.

Para una mejor apreciación de la clasificación de los compresores ver figura 13

Figura 13. Clasificación de Compresores



1.2.7.2 Sistema de Aire Comprimido

El sistema de aire comprimido es muy similar en todos los casos y se muestra un ejemplo y sus partes. Ver figura 14.

1. Filtros de aire

Sistemas ubicados a la entrada de aire del compresor, que atrapan partículas presentes en el aire, para evitar daños en tuberías y maquinas neumáticas.

2. Sistema de refrigeración del compresor

Intercambiador de calor que regula la temperatura interna del compresor, refrigerando el aceite caliente (si tiene) que es inyectado nuevamente al sistema a menor temperatura.

3. Tanque de almacenamiento

Recipiente a presión que almacena el aire comprimido, para luego ser distribuido a los diferentes consumidores. Poseen válvulas de seguridad y sistemas de control.

4. Filtros separadores de aceite

Cuando los sistemas compresores son lubricados, el aire se contamina con aceite que debe ser retirado, para ser recirculado al sistema.

5. Filtros de aceite

Retiran del aceite de lubricación partículas y suciedad, evitando desgaste del sistema compresor.

6. Filtro de partículas

El aire que proviene de los compresores puede contener cantidades considerables de partículas de suciedad, compuestos volátiles tóxicos y no-tóxicos junto con partículas de aceite que deben ser retiradas.

7. Post-enfriador

Intercambiador de calor que disminuye la temperatura del aire luego de ser comprimido, para condensar la humedad presente en el aire, pueden ser aire-aire o aire-agua

8. Separador de agua

Los separadores agua/aceite reducen el contenido de aceite en los condensados alcanzando hasta un 99,99% de agua pura para ser descargada en forma directa y legalmente aprobada al alcantarillado.

9. Sistema de condensado y secado de aire

El aire contiene vapores de agua que al comprimirse o perder temperatura se condensan. Estos contenidos de agua son extraídos por los sistemas de condensado y secado de aire

10. Unidades F.R.L.

Sistemas ubicados antes de la entrada de aire a las herramientas o maquinas neumáticas. Estas unidades filtran, regulan la presión y lubrican, son indispensables para el correcto funcionamiento de los equipos.

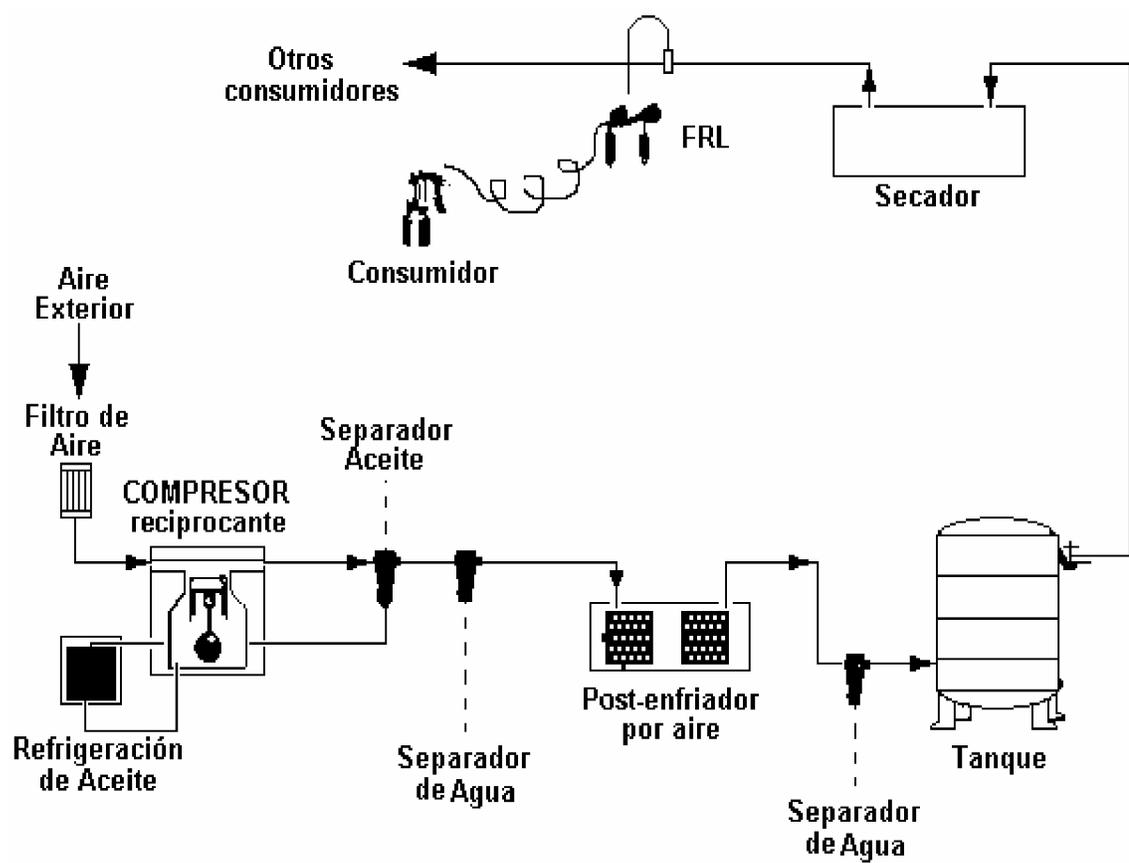
11. Herramientas, maquinas, motores neumáticos o uso directo

Sistemas que requieren de aire comprimido para convertir la energía del aire en algún tipo de movimiento, o para ser utilizado directamente en un proceso.

12. Controles

Equipos que regulan las principales variables del sistema como presión, temperatura, caudal y humedad.

Figura 14 Sistema de Aire Comprimido



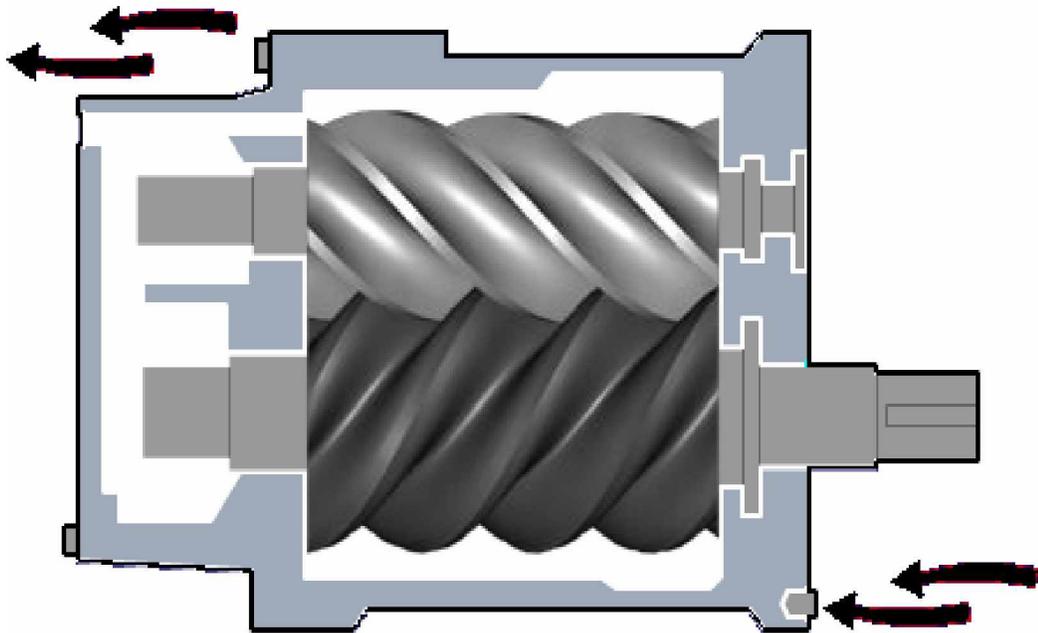
1.2.7.3 Compresor de Tornillo

En la figura 15 se ilustra el corazón de un compresor de tornillo. Consta de dos tornillos en contrarrotación que son girados por el motor, encontrándose confinados en el interior de una cámara que los envuelve. Los lóbulos en los rotores no son idénticos. El rotor macho guía (rotor principal) tiene una forma que coincide en la cavidad del rotor hembra o guiado. Alrededor del 85 a 90 por ciento de la potencia es utilizada por el rotor principal; el guiado requiere entre 10 y 15 por ciento a lo sumo.

Hay dos tipos de mecanismos de tornillo rotativo; uno utiliza piñones acoplados para mantener los dos rotores en fase todo el tiempo; esta clase no requiere lubricación y el sello se consigue mediante tolerancias ajustadas. El segundo tipo usa un baño de aceite a lo largo de la máquina para lubricar, sellar y refrigerar el gas comprimido; en este tipo de mecanismos y los piñones acoplados generalmente son omitidos. El perfil helicoidal de estos tornillos se mecaniza por medio de máquinas especiales de alta precisión sobre aceros de alta calidad, con lo que se consigue una etapa de compresión de alto rendimiento. Este tipo de compresores de tornillo se fabrica en la gama de 5,5 a 350 CV, montándose en unidades compactas que incluyen los controles de mando gracias a sensores de presión, de temperatura, etc., para asegurar el rendimiento del conjunto.

En este tipo de compresores, la estanqueidad entre las superficies helicoidales de los tornillos se asegura mediante la aportación de aceite en la cámara de aspiración, garantizando una lubricación del conjunto giratorio. A la salida de la etapa de compresión el aire sale mezclado con aceite, aceite que se recupera y después de enfriado y filtrado es inyectado de nuevo en la cámara de aspiración, completando el ciclo.

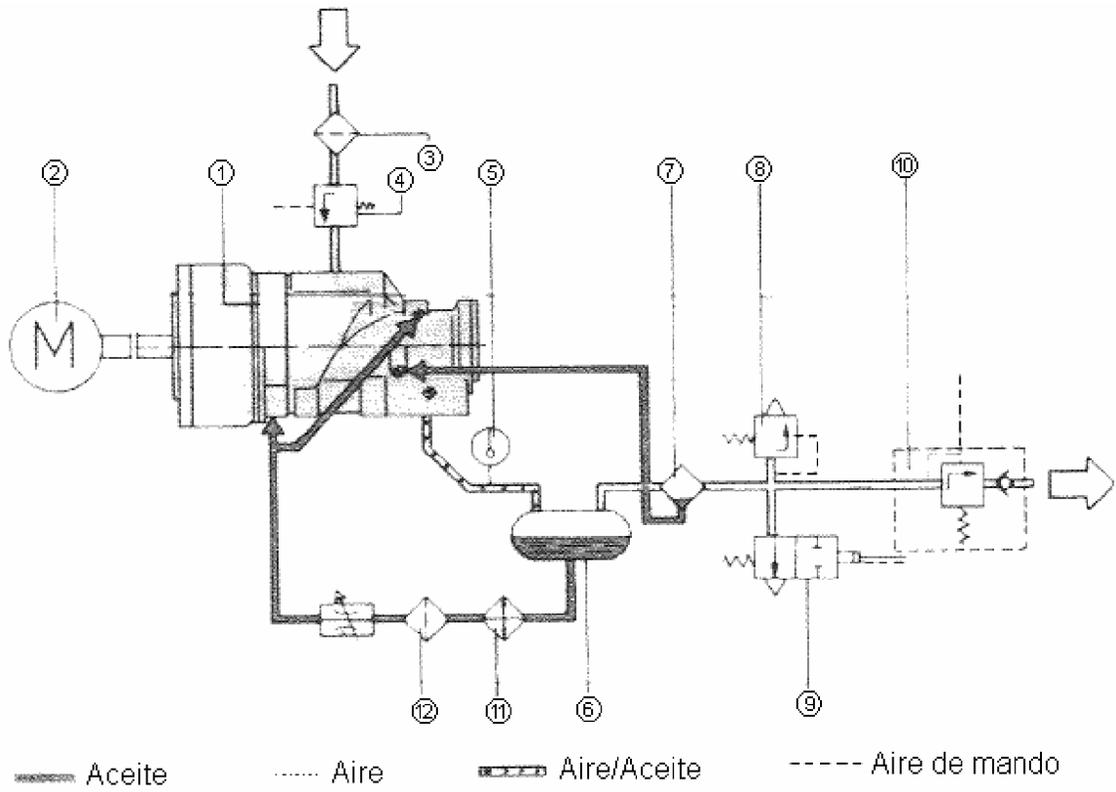
Figura 15. Compresor de Tornillo



El compresor giratorio de tornillo tiene un diagrama de flujo que se presenta simplificado. Ver figura 16.

Los tornillos giratorios se encuentran en la referencia 1 y son movidos directamente o por medio de correas mediante el motor 2 que produce el aporte de energía necesario. El aire es aspirado según indica la flecha, atravesando un filtro previo 3 y un regulador de aspiración 4. El aire impulsado llega a un separador de aceite 7 después de haber sufrido una decantación en el depósito 6, conduciéndose el aceite hacia la cámara de aspiración a través de un enfriador 11 y un filtro 12. El aire ya exento de aceite se conduce hacia la salida, donde se encuentra en derivación de la válvula de seguridad 8, el antirretorno 10 y la válvula de control 9.

Figura 16. Sistema de Aire de un Compresor de Tornillo



2. PROPUESTA DE PROCESO AUTOMATIZACIÓN

2.1 AUTOMATIZACIÓN

Es imposible dar unas normas concretas que respondan a la pregunta bien siguiente:

¿Cómo automatizar?

Sí es posible, en cambio, estudiar las diferentes técnicas de automatización, dando la descripción de los elementos generales disponibles, el funcionamiento aislado de cada uno de ellos y los sistemas de coordinación que permiten construir diferentes combinaciones generales operativos para lograr un fin concreto.

Cuando analizamos un problema de automatismo vemos que no hay una técnica única de aplicación. La técnica de automatismo es de muy variadas facetas que es preciso conocer, entre ellas:

Mecánica
Neumática
Oleohidráulica
Electricidad
Electrónica
Robótica

En las modernas fabricas y equipos no faltan las representaciones de estas técnicas concluyentes para lograr el fin que se pretende, como si de una gran orquesta se tratase.

Desde el punto de vista de la calle, cuando oímos hablar de automatización, enseguida se piensa en tremendos mecanismos, controles electrónicos, problemas sociales, paro de obreros, superproducción, y es verdad existe conexión con estos aspectos.

Existe, por tanto, la automatización de alto nivel y existe la pequeña automatización que está cercana a la mejora de métodos de trabajo, y también resuelve pequeños problemas, con pequeñas inversiones fácilmente amortizables, contribuyendo a mejorar el aspecto humano de la producción.

En este trabajo de graduación me ocupare de la automatización neumática, que emplea en sus sistemas un elemento muy versátil y económico, que es aire. Este elemento tan económico es ideal para la transmisión directa de trabajo.

Entre las ventajas del aire comprimido, podemos encontrar las siguientes:

- El aire está a prueba de explosiones porque no existe el riesgo de chispas y no es inflamable.
- Cuando se producen averías estas no dan lugar a suciedad lo cual es muy útil en industrias de alimentos.
- El aire se almacena fácilmente en depósitos para ser empleado en el momento necesario.
- En función de automatización, el aire después de utilizado vuelve a la atmósfera lo cual evita problemas ecológicos.

La energía neumática es idónea para obtener accionamientos lineales de gran velocidad de actuación debido a la baja inercia del fluido motriz. Gracias a esta propiedad los tiempos de respuesta son bajos y permiten controles remotos en los mecanismos.

En los accionamientos neumáticos se utilizan cilindros similares a los hidráulicos pero de una construcción mucho más ligera. Al ser muy baja la presión utilizada en aire comprimido (10 bar máx.), los esfuerzos son considerablemente bajos.

En todo este campo de actuación como es la neumática, es de esperar que no se encuentre solitario, sino íntimamente se encuentra ligado a la energía eléctrica y electrónica. En realidad, en todo el campo de accionamiento, no puede actuar indistintamente, debido que por naturaleza efectúa una selección de aplicaciones.

2.2 Proceso de Chocolate Automatizado

2.2.1 Proceso de chocolate

La propuesta es sencilla; es utilizar equipos y elementos que ayuden a producir de manera eficiente. La automatización propuesta es de tipo económico, porque se implementará solo en un área especial y no en toda la línea de producción. Con ello se evitara utilizar procedimientos inadecuados y engorrosos, estos equipos realizaran y disminuirán el trabajo de la persona.

Entre estas actividades que se realizarán por medio de la automatización se disminuirá, por ejemplo, en desperdicio de chocolate debido a temperaturas inadecuadas, tiempo para llevar a cabo cada batch, a evitar el contacto del producto con contaminantes, todo ello dará como resultado un proceso de producción mas limpio y fácil de manejar. Ver la siguiente tabla para comparar un proceso con o sin automatización.

Sin Automatización	Con Automatización
Sacar el robot del cuarto frío	El robot permanece en el cuarto frío
Limpiar el chocolate endurecido por falta de temperatura	
Vaciar el agua del robot	Controlar la recirculación del agua interna del robot
Llenar el robot de agua caliente	
Llenar el robot de chocolate	Controlar la bomba y el nivel de chocolate dentro del robot
Ingresar el robot al cuarto frío	Controlar la temperatura del robot
Acoplar aire comprimido al robot	Controlar la presión interna del robot
Utilización	Utilización

2.3 Equipos propuestos

2.3.1 Bomba

Las bombas reciprocantes (alternativas) se utilizan en numerosas aplicaciones que exceden la capacidad de las bombas centrífugas o rotativas. Algunos servicios se podrían efectuar con una centrífuga o rotatoria, pero a expensas de un aumento en los requerimientos de potencia y de mantenimiento. Debido a los altos costos de la energía, las bombas reciprocantes de potencia, con su elevada eficiencia mecánica, se utiliza cada vez más en muchas aplicaciones.

Una bomba reciprocante es de desplazamiento positivo, es decir, recibe un volumen fijo de líquido en condiciones casi de succión, lo comprime a la presión de descarga y luego lo expulsa por boquillas de descarga. En estas bombas se logra por el movimiento alternativo de un pistón, émbolo o diafragma.

La bomba reciprocante no funciona por medio de cinética como la centrífuga y no requiere velocidad para producir presión, pues se pueden obtener presiones altas a bajas velocidades. Esta es una de las ventajas de la bomba reciprocante en particular para manejar pastas aguadas abrasivas y líquidos muy viscosos.

La justificación para seleccionar una bomba reciprocante, en vez de una centrífuga o una rotatoria debe ser el costo; no sólo el costo inicial sino el costo total, incluso los costos de energía y mantenimiento.

Otra aplicación donde es casi obligatoria la bomba reciprocante es en materiales muy viscosos a más de unas 500 psig. Por ejemplo la mantequilla de manía, detergentes, plásticos, carbón y minerales pulverizados en procesos y tuberías. Las presiones pueden llegar hasta unas 10,000 psig y las temperaturas a unos 700 °F.

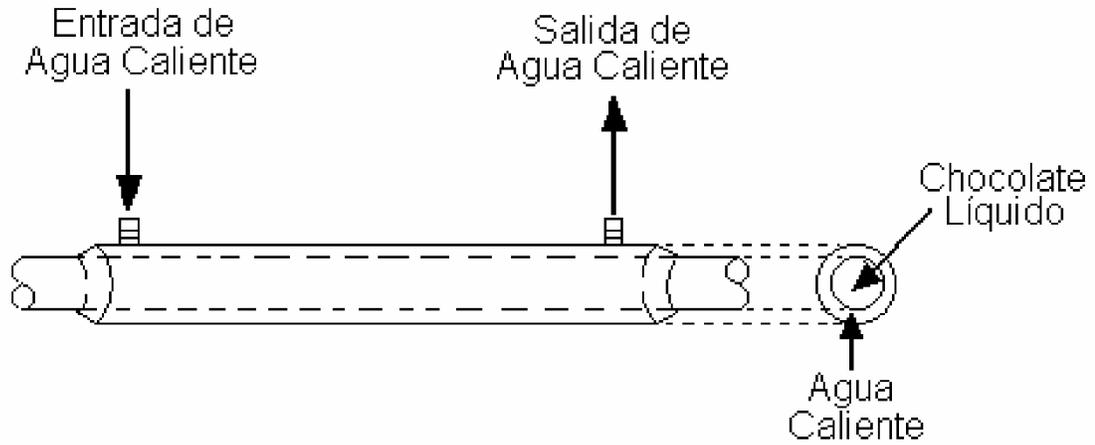
Otra característica de la bomba reciprocante es que la capacidad esta en función de la velocidad y es más o menos independiente de la presión de descarga. Por ello una bomba de potencia de velocidad constate que mueve 100 gpm a 500 psig podrá manejar cerca de 100 gpm a 3,000 psig.

La mayoría de los problemas con las bombas reciprocantes se pueden evitar con la selección de bombas que trabajen a velocidad conservadoras, con diseño cuidadoso del sistema de bombeo y con métodos de mantenimiento que conserven la aleación entre émbolo y el prensaestopas.

2.3.2 Tuberías de conducción

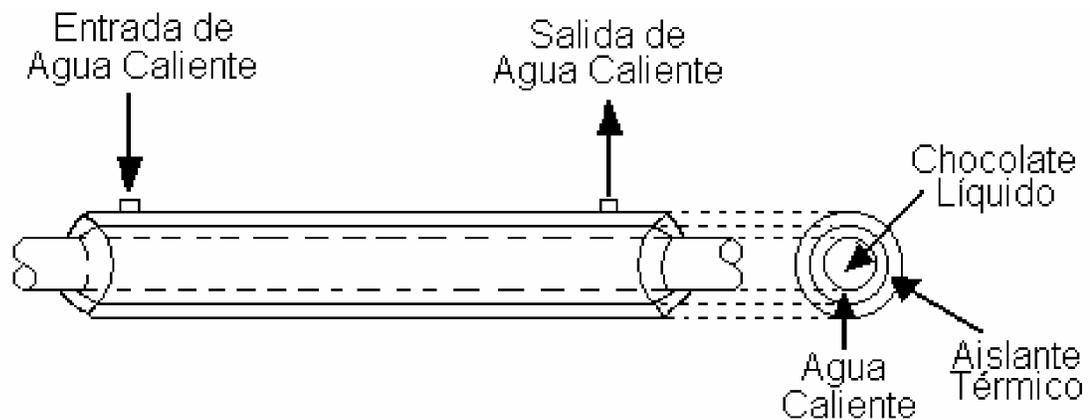
Para evitar problemas con la conducción del chocolate y evitar taponamientos en las tuberías, se recomienda la misma tubería que actualmente se encuentra instalada, ya que su enchaquetado de agua caliente permite que el chocolate se encuentre en estado líquido y no se enfríe y endurezca, ver figura 17. Esta tubería deberá ser colocada desde la parte baja de la marmita, en el área de extracción de chocolate, hasta la entrada superior del robot.

Figura 17. Tubería de conducción (área exterior)



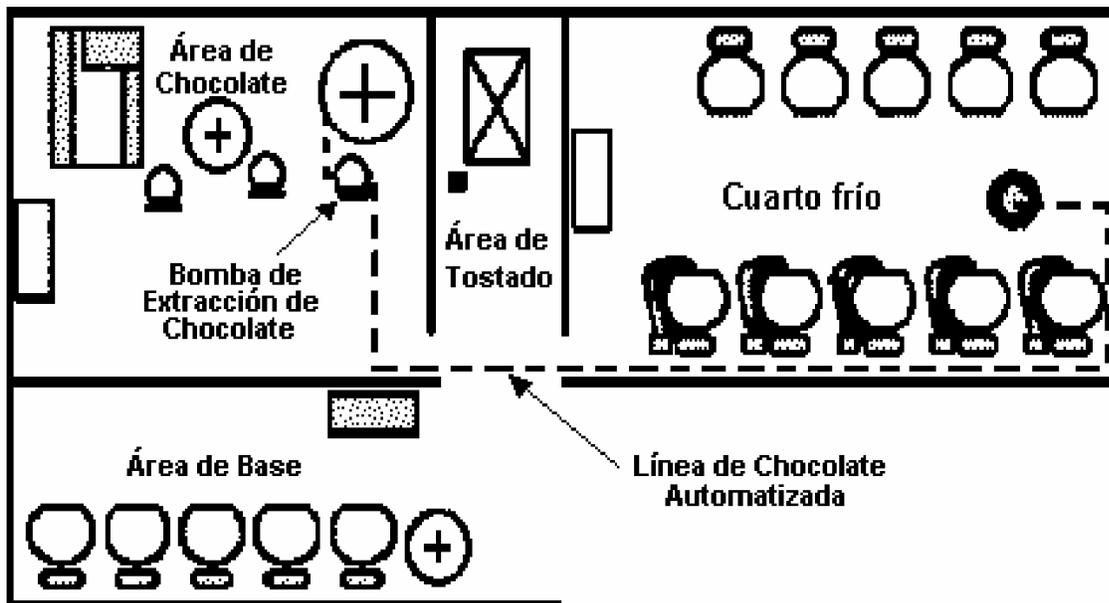
Existe una sección de la tubería que deberá entrar al cuarto frío por lo cual debe tener un aislante exterior para evitar el rápido enfriamiento del agua caliente que circula en la tubería. Ver figura 18.

Figura 18. Tubería de conducción (interior de cuarto frío)



En la siguiente figura 19 se muestra el plano de la instalación donde la línea punteada representa la tubería de conducción de chocolate tanto dentro como fuera del cuarto frío.

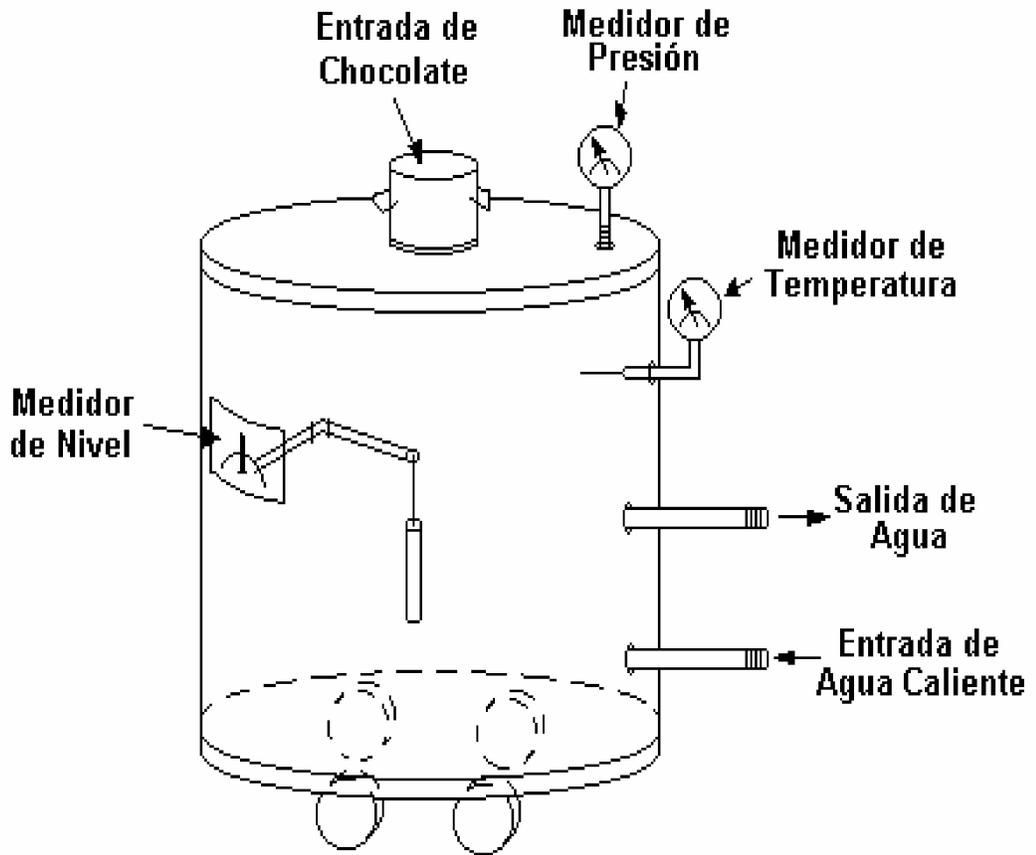
Figura 19. Instalación de tubería de conducción



2.3.3 Modificación de Robot

Para implementar el sistema de automatización se requiere que se realice un arreglo al robot, para que se pueda tomar las mediciones y operar sin contratiempos. El arreglo más importante que debe hacerse es la recirculación de agua caliente, para ello se debe de introducir una tubería desde la parte inferior lateral del robot y salir por la parte superior lateral. Otro arreglo es diseñar una nueva forma de sellar el robot para evitar las fugas de aire, además en la parte superior del robot debe de hacerse una entrada para que se pueda acoplar una tubería desde la parte superior la cual ingresara el chocolate. Y por ultimo se deberá de realizar la adaptación de cada instrumento de medición. Ver Figura 20.

Figura 20. Modificación de Robot



2.3.4 Sistema de Automatización

El sistema de automatización deberá disminuir el trabajo del operador y aumentar la eficiencia en la producción. Para que se realice con éxito la automatización se necesitan instrumentos de medición que lleven a cabo las mediciones en tiempo continuo, entre ellas: temperatura, presión y nivel.

Estos elementos deberán ser tanto instrumentos de medición como instrumentos transmisores y tendrán que ser colocados dentro y fuera del robot. Estos transmitirán una señal eléctrica al panel de control indicando el valor de cada variable, donde el operador podrá activar o desactivar por medio de una señal, también eléctrica, una válvula electroneumática y una bomba con la finalidad de permitir el paso de chocolate.

Este sistema permitirá que se mantenga un nivel de chocolate dentro del robot, que el aire comprimido que se utiliza para atomizar sea siempre el adecuado, y que la temperatura se mantenga en un rango donde el chocolate no se solidifique. La sumatoria de estos factores permitirá trabajar de una manera continua y sin desperdicios.

2.3.5 Controladores en el Robot

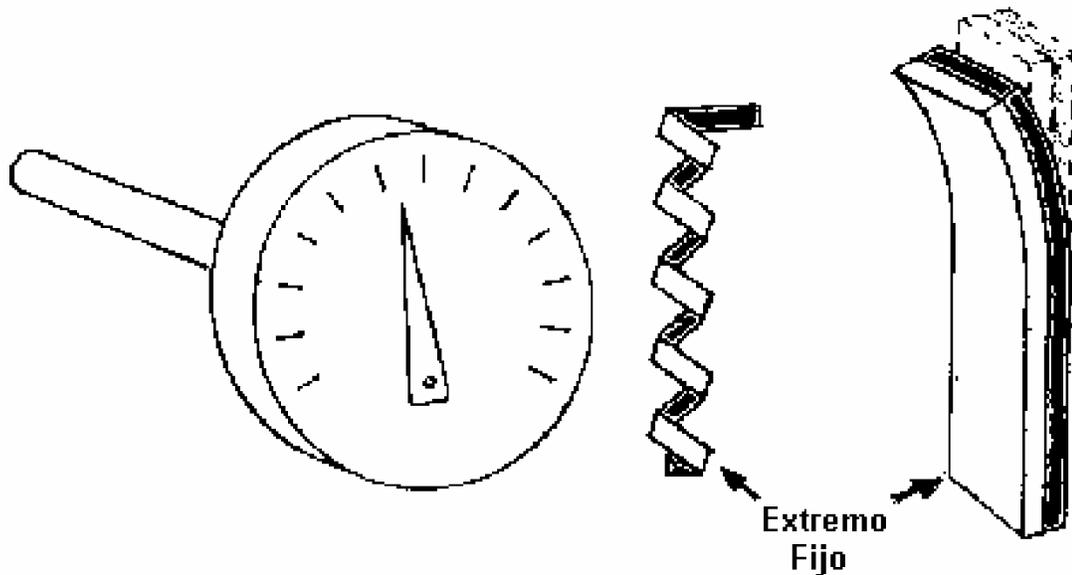
2.3.5.1 Controladores de temperatura

Este instrumento mide la temperatura debido a que es sensible, por lo menos, a uno de los efectos físicos producidos por el incremento de la actividad molecular.

El principio fundamental en la medición de la temperatura para este sistema deberá ser del tipo de dilatación térmica de un elemento líquido o sólido, por lo que recomiendo el controlador de la temperatura sólido, debido a que el controlador de la temperatura líquido es de mercurio y en una empresa alimenticia es muy peligroso trabajar este líquido.

El controlador transmisor mide la temperatura existente dentro del robot, si esta se encuentra por debajo de la temperatura deseada, manda una señal a la válvula electroneumática para que detenga el suministro de chocolate y activa una señal de alarma auditiva y visible en el panel de control, para que la persona que controla el equipo eleve la temperatura del agua que ingresa al robot. En el momento en que se alcance temperatura deseada se apagara la señal de alarma y la válvula permite el paso de chocolate. Ver figura 21.

Figura 21. Medidores de Temperatura

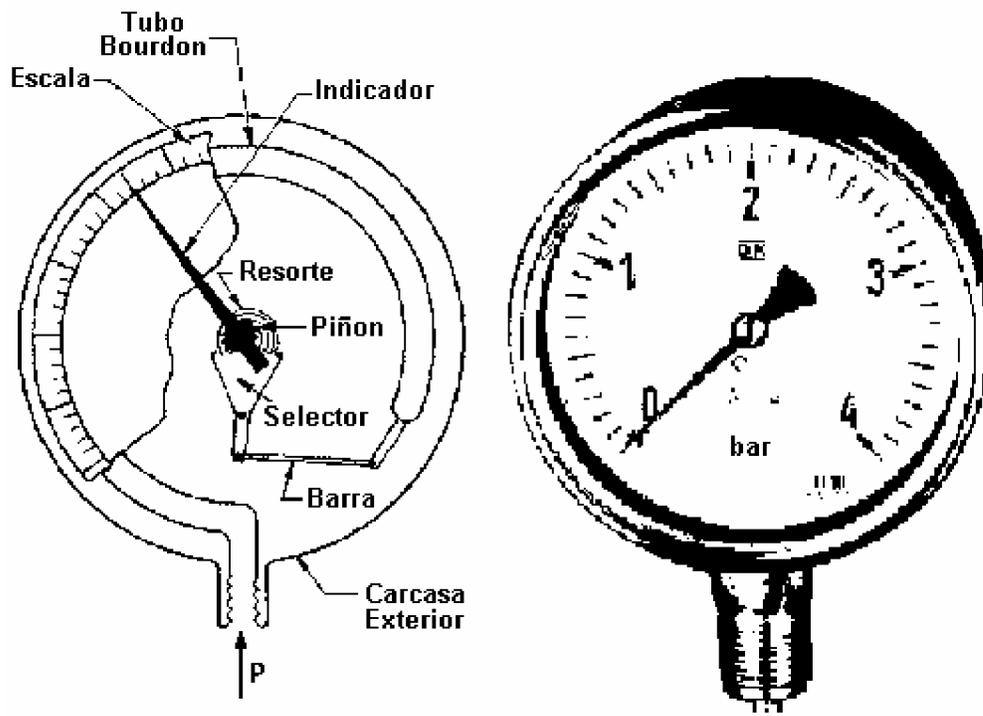


2.3.5.2 Controladores de presión

Para que el atomizado del chocolate sea el adecuado es necesario que exista una alta presión dentro del robot. Por ello debe de existir un controlador de presión dentro del robot. Por medio del mando de una señal permitirá regular la presión dentro del robot.

El controlador transmisor mide la presión existente dentro del robot, si esta se encuentra por debajo de la presión deseada manda una señal para cerrar la válvula electroneumática para que detenga el suministro de chocolate y activa una señal de alarma auditiva y visible en el panel de control. En el momento en que se alcance presión deseada se apagara la señal de alarma y la válvula electroneumática permite el paso de chocolate. Ver figura 22

Figura 22. Medidores de Presión

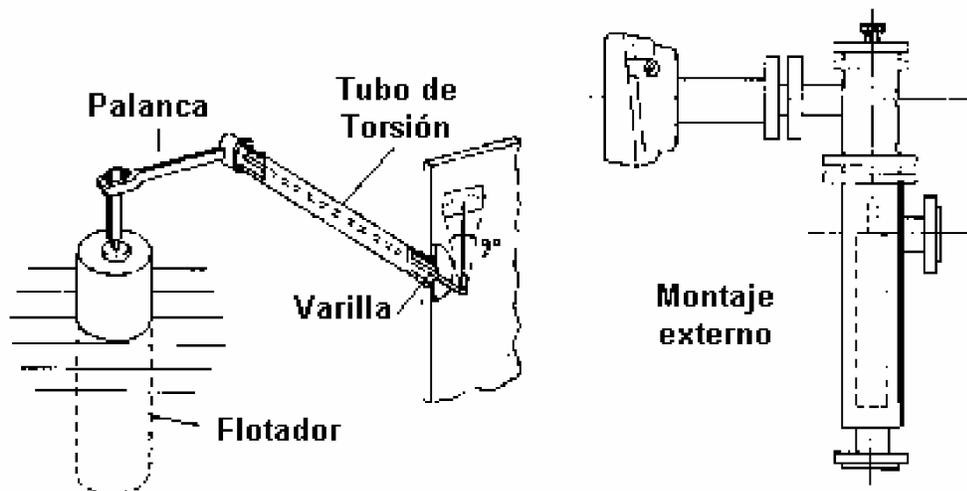


2.3.5.3 Controladores de nivel

El controlador de nivel deberá ser un medidor de nivel de desplazamiento, este consiste en un flotador parcialmente sumergido en el líquido y conectado mediante un brazo a un tubo de torsión unido rígidamente al tanque. Dentro del tubo y unido a su extremo libre se encuentra una varilla que transmite el movimiento de giro a un transmisor exterior al tanque, este tipo de medidor es el mas adecuado, ya que cuenta con las características necesarias para el tipo de liquido y la atmósfera a la cual estará expuesto este instrumento.

Cuando el instrumento censa la falta de chocolate manda una señal a la válvula electroneumática para que permita el pasa del chocolate, y su segunda señal cerrara el paso del flujo. Ver figura 23. Este medidor cuenta con dos posiciones claves, la de nivel bajo y nivel alto, que es el punto donde se mandara la señal.

Figura 23. Medidores de Nivel

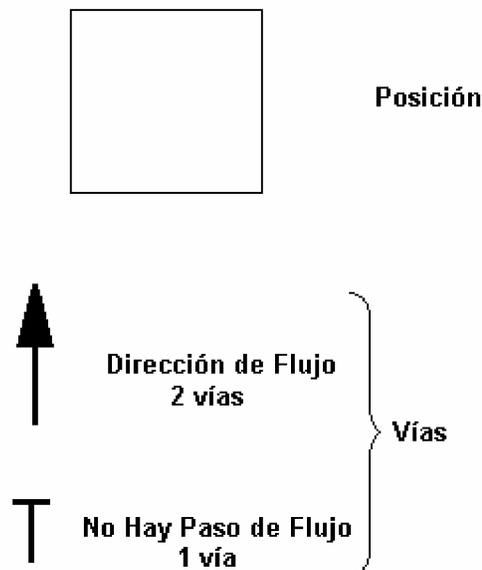


2.3.5.4 Válvula Electroneumática

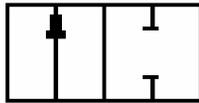
Hay gran variedad de válvulas neumáticas, estos son elementos mecánicos muy sencillos y de fácil utilización. Las válvulas normales pueden ser accionadas por medio de mecanismos, como un botón, una palanca, pedal, resorte o un rodillo, pero para este caso no existe un mecanismo, entonces se recomienda utilizar una válvula electroneumática, ella recibirá la señal eléctrica y actuara dependiendo la orden de mando.

Una válvula se identifica por un número, dado en forma de fracción. Estos números dan a comprender cuantas vías de aire y cuantas posiciones posee una válvula, por ejemplo; una válvula 2/2. Esto significa que tiene dos vías y dos posiciones. Las posiciones están representadas por un cuadro y las vías por una flecha o una T, donde la flecha tiene dos vías, una en la entrada y otra en la salida de la flecha, en cambio la T solo tiene una entrada de aire pero no tiene salida. Ver figura 24.

Figura 24. Posición y Vías de una Válvula Neumática



Una válvula 2/2 se vería de la siguiente:



Es de notar que la flecha que se encuentra en el lado izquierdo tiene una entrada y una salida, y en el cuadro derecho hay dos T y por cada T una vía, entonces, por cada cuadro tiene dos vías. Dos cuadros, dos posiciones. Entonces es una válvula 2/2.

La válvula recibirá una señal eléctrica desde el panel de control, esta señal eléctrica, hará que abra o cierre una válvula de paso, permitiendo que el chocolate fluya a través de la tubería de succión, donde el chocolate será llevado hasta el robot. Misma señal eléctrica, que dará la orden a la válvula electroneumática, será la que de la orden de arranque a la bomba para que succione chocolate.

2.3.6 Panel de control

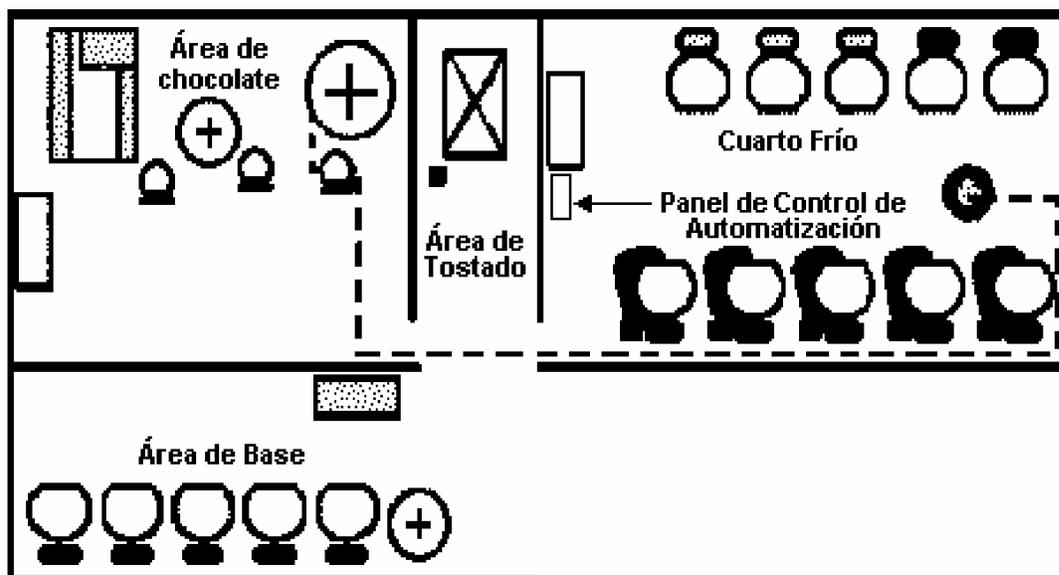
Para controlar el equipo de automatización y conocer las condiciones en el que se encuentra el proceso, se utilizaran un equipo de medición que tendrá la habilidad de transmitir una señal hasta un panel de control. El manejo de este panel de control permitirá realizar operaciones sin necesidad de estar físicamente frente al equipo.

Se tendrá la posibilidad de modificar las condiciones de temperatura, presión del chocolate y nivel, con la finalidad de adecuar su aprovechamiento y mejorar la eficiencia del proceso. Ya que se estarán manejando tres variables

diferentes se utilizara una secuencia lógica para permitir que no se provoquen errores en el momento de realizar una operación.

Contara con alarmas lumínicas y sonoras que notificaran al operario el estado del proceso y las variaciones que se realizan en él. El panel se instalará dentro del cuarto frío, ya que es en este lugar donde se encuentra el robot, y por ende donde es realiza la mayor operación. Ver figura 25

Figura 25. Ubicación del Panel de Control



2.4 Análisis Económico y Especificaciones Técnicas del Equipo Propuesto

2.4.1 Análisis Económico

Equipo	Cantidad	Costos	Totales
Bomba Reciprocante	1	30,000	30,000
Tubos de conducción interior, de 2½" de diametro	30	2,390	71,700
Tubos de conducción exterior de 3½" de diámetro	30	4,500	135,000
Metros de forro para cubrir la tubería del cuarto frío	30	40	1,200
Tubos para agua caliente para alimentar el robot	15	120	1,800
Empaque para sellar el robot	1	200	200

Equipo	Cantidad	Costos	Totales
Controlador de Temperatura	1	3,100	3,100
Controlador de Presión	1	2,500	2,500
Controlador de Nivel	1	4,000	4,000
Valvula Neumática	1	400	400
Panel de Control	1	7,000	7,000
Manguera en metros para Aire Comprimido 1/2" de diametro	6	15	90

2.4.2 Especificaciones técnicas

2.4.2.1 Bomba

Construcción compacta de acero inoxidable bajo las normas AISI-316, caudal de 180 GPM. Presión máxima de 174 Psi. Temperatura máxima de operación de 110°C. Bajo nivel sonoro y alto rendimiento.

2.4.2.2 Tubería de conducción del chocolate caliente de 2½”

Tubería de acero inoxidable, cedula 40 que cumpla con las normas AISI-302.

2.4.2.3 Tubería para el precalentamiento del chocolate de 3½” de diámetro

Tubería de acero inoxidable, cédula 40 que cumpla con las normas AISI-302.

2.4.2.4 Chaqueta para la tubería del cuarto frío

Este forro deberá de cumplir la norma de seguridad e higiene industrial por el lugar donde será instalado.

2.4.2.5 Tubería de agua caliente para alimentar el robot

Tubería de cobre de 3/8” tipo K.

2.4.2.6 Empaque para sellar el robot

Este empaque debe tener la característica de ser para uso alimenticio con un rango de operación máximo de 200°C, con un espesor de 1/8" y debe ser hule Nitrilo.

2.4.2.7 Controlador de temperatura

Construcción de acero inoxidable, con espiral helicoidal conectado a la aguja indicadora que a su vez envía una señal al display localizado en el panel de control, Serie 1000, el cual dará una señal analógica de lectura y control de la variable de este. Rango de medición 0 a 100°C. Con una incerteza de 0.25 a 0.5% y su uso es de 4 -20mA de corriente de salida. Ver figura 26.

Figura 26. Controlador de temperatura



2.4.2.8 Controlador de presión

Manómetro que cumpla las especificaciones AISI 316 L, para garantizar seguridad, trazabilidad con el correspondiente campo de escala, por su uso en procesos alimenticios es necesario la ausencia de hendiduras y la pulimentación electroquímica de sus componentes que garantizan la máxima higiene. Rango de presión de 0 a 150 Psi. Rango de temperatura de operación de -30 a 85°C y una operación de 15 a 30 VDC. Ver figura 27.

Figura 27. Controlador de presión



2.4.2.9 Controlador de Nivel Ultrasónico

Capacidad de trabajo bajo presión hasta 5800 Psi y a una temperatura de 200°C, con un campo de medida de 0.30m con una precisión de $\pm 1\%$. Ver figura 28.

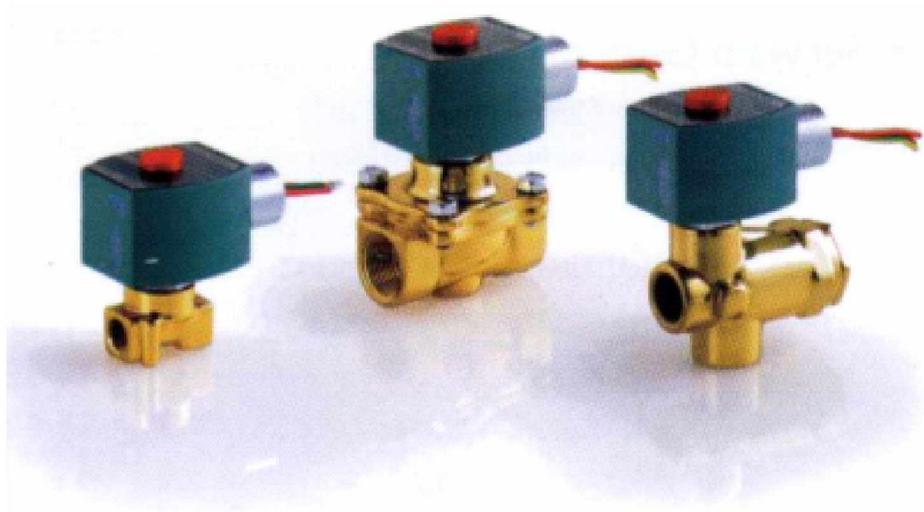
Figura 28. Controlador de Nivel Ultrasónico



2.4.2.10 Válvula Electroneumática

Debe tener puertos de entrada y salida, con su función normalmente cerrada (abre cuando se energiza) y normalmente abierta (cierra cuando se energiza). Para una presión de operación de aire comprimido de hasta 125psi y una temperatura máxima de 25°C con una operación de voltaje de 24/DC y su tamaño de 1½" NPT. Ver figura 29.

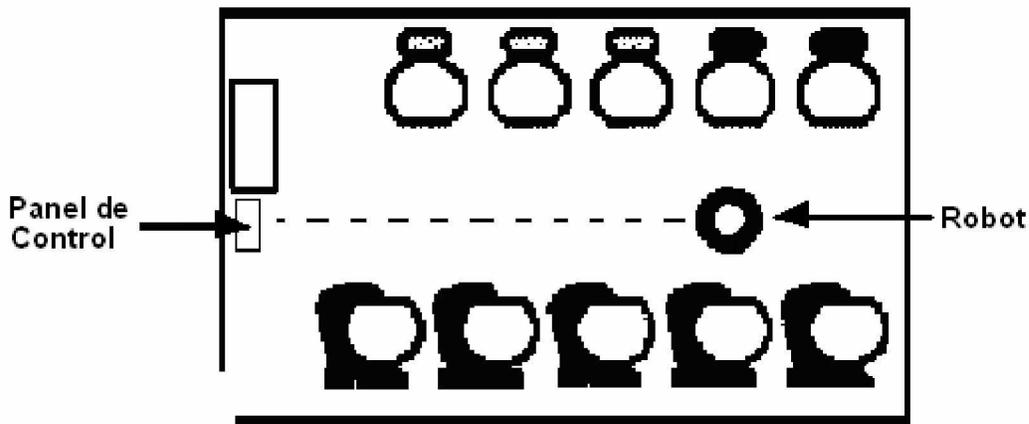
Figura 29. Válvula Electroneumática



2.4.2.11 Panel de control

Deberá cumplir con la norma NEMA 1 y en el estará instalado los displays indicadores de temperatura, presión y nivel, así como las alarmas sonoras y audibles. El panel de control se ubicara como se muestra en la figura 30 dentro del cuarto frío y la línea punteada representa la distancia que habra de separación entre el robot y el panel, esta distancia es de 5 metros.

Figura 30. Panel de control



Dentro del panel recontrol estan instalador los Display. Ver figura 31.

Figura 31. Display



2.4.2.12 Manguera para Aire Comprimido

Esta deberá de soportar una presión máxima de 150 Psi. Con un diámetro de ½”.

CONCLUSIONES

1. Lograr que la empresa mantenga un nivel de competitividad y aceptación en el mercado nacional e internacional dependerá de la automatización que ésta implemente en los procesos de producción.
2. El equipo obsoleto que se utiliza, en la actualidad, no cumple con las normas de seguridad establecidas para una empresa de alimentos, lo que dificulta la capacidad de producción total de esta línea, restándole eficiencia al proceso.
3. El desperdicio que produce el proceso ineficiente de esta línea se ve reflejado en tiempo y costos de producción de la empresa.
4. El tiempo que un obrero utiliza para desempeñar en esta línea de producción puede reducirse considerablemente si utilizara la automatización.
5. El obrero necesita estar capacitado para que pueda operar adecuadamente el equipo a instalar.

RECOMENDACIONES

1. La empresa deberá implementar la automatización de este proceso para mejorar la eficiencia de la línea de producción.
2. Todas las empresas dedicadas a procesos alimenticios deben cumplir con las normas de seguridad e higiene industrial y la automatización es una de las herramientas para cumplir con los requerimientos.
3. Para evitar desperdicios en la línea de producción del proceso de recubrimiento de maní con chocolate, reducir tiempo y costos de producción son ventajas que proporciona la automatización.
4. Será beneficioso implementar la automatización para reducir el tiempo que el obrero utiliza para realizar las tareas.
5. Capacitar y actualizar al obrero en el tema de automatización para que opere el equipo sin dificultad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kenneth McNaughton. **Bombas, selección, uso y mantenimiento**, México: McGraw-Hill, 1992. 152pp
2. **Diccionario enciclopédico ilustrado**, México: OCÉANO UNO, 1990.
3. Salvador Millán Teja. **Automatización, neumática y electroneumática**, México: Alfaomega Marcombo, 1995. 213pp
4. Salvador Millán Teja. **Cálculo y diseño de circuitos en aplicación neumática**, México: Alfaomega Marcombo, 1998. 70pp
5. Álvaro Méndez. **Mandos electroneumáticos**, Guatemala: Instituto Técnico de Capacitación y Productividad No.2, 2005.
6. Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma. **Principios para la medición de presión, nivel y temperatura**, Electrónica; Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

1. www.monografias.com/trabajos, 2006.