

ADAPTACIÓN Y SIMULACIÓN PARA UNA DOSIFICADORA DE CHOCOLATE

ANDRÉS FELIPE ANGARITA DAZA

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGÍAS
INGENIERÍA MECATRÓNICA
PEREIRA
2015**

**ADAPTACIÓN Y SIMULACIÓN PARA UNA DOSIFICADORA DE
CHOCOLATE**

ANDRÉS FELIPE ANGARITA DAZA

**TRABAJO DE GRADO
Para optar al título de tecnólogo en Mecatrónica**

**DIRECTORES
INGENIERO HERNÁN QUINTERO VALLEJO
INGENIERO SAÚL ALFREDO ERAZO**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGÍAS
INGENIERÍA MECATRÓNICA
PEREIRA
2015**

DEDICATORIA

Quiero agradecer a Dios y a mi familia el apoyo incondicional que me ha brindado llenándome de fortaleza y confianza para avanzar día a día en el proceso profesional.

AGRADECIMIENTOS

A mi director de proyecto Ingeniero Saúl Alfredo Erazo, por su apoyo y dedicación en el proceso, por servir y poner su conocimiento, experiencias que son de vital importancia para el proyecto,

A mis compañeros de estudio por sus aportes y acompañamiento durante esta etapa y por último a mis padres porque durante este proceso fueron el apoyo moral y emocional.

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

RESUMEN	8
OBJETIVOS.....	9
INTRODUCCIÓN	10
1. MARCO CONTEXTUAL	11
1.1. PRODUCCIÓN DEL CHOCOLATE.....	11
1.2. ELABORACIÓN DEL CHOCOLATE	11
1.3. TIPOS DE CHOCOLATE.....	13
1.3.1. Chocolate negro.....	13
1.3.2. Chocolate de cobertura.....	14
1.3.3. Chocolate blanco	14
1.3.4. Chocolate fordant.....	15
1.3.5. Chocolate con leche	16
1.3.6. Chocolate amargo.....	16
1.4. DOSIFICACIÓN	17
1.4.1. Tipos de dosificadoras	17
1.4.2. Dosificadora gravimétrica.....	18
1.4.3. Dosificadora volumétrica.....	19
1.4.4. Dosificador bomba de engranes	20
2. DESARROLLO SISTEMA DE DOSIFICADORA	21
2.1. DISEÑO ESTRUCTURAL	21
2.1.1. Tolva	21
2.1.2. Pistones de dosificación	22
2.1.3. Base y boquillas	23
2.1.4. Conjunto tolva	23
2.1.5. Ensamble dosificadora	24
2.2. SISTEMA NEUMÁTICO	25
2.2.1. Válvula.....	26
2.2.2. SECUENCIA	27
2.3. CONTROL DE TEMPERATURA.....	28
2.4. TERMOCUPLA TIPO J	30
2.4.1. CIRCUITO ELÉCTRICO	31

2.4.2. ETAPAS DEL PROCESO	33
3. SIMULACIÓN Y CÁLCULOS.....	35
3.1. SISTEMA CALENTAMIENTO TOLVA.....	35
3.2. CÁLCULOS SELECCIÓN DEL CILINDRO.....	37
3.2.2. Método control de temperatura	41
3.3. ANÁLISIS Y SIMULACIÓN DE ESFUERZOS	42
3.3.1. Resultado del estudio.....	43
4. ANÁLISIS DE COSTOS	45
CONCLUSIONES	47
BIBLIOGRAFÍA.....	48
LISTADO DE ANEXOS.....	49

LISTADO DE FIGURAS

pág.

Figura 1 Esquema elaboración del chocolate	12
Figura 2 Chocolate negro	13
Figura 3 Chocolate de cobertura	14
Figura 4 Chocolate blanco	15
Figura 5 Chocolate Fordant	15
Figura 6 Chocolate con leche	16
Figura 7 Chocolate amargo	16
Figura 8 Ejemplo dosificadora.....	17
Figura 9 Dosificadora gavimètrica	18
Figura 10 Dosificadora volumetrica.....	19
Figura 11 Dosificador bomba de piñones.....	20
Figura 12 Imagen tolva diseñada en solidworks	22
Figura 13 Pistones dosificacion diseñados en solidworks.....	22
Figura 14 Base boquilla.....	23
Figura 15 Conjunto tolva	24
Figura 16 Ensamble dosificadora de chocolate	25
Figura 17 Cilindro neumático de doble efecto A	25
Figura 18 Cilindro neumático de doble efecto B	26
Figura 19 Electrovalvula neumática 5/2 biestable	27
Figura 20 Simulación diagrama espacio fase	27
Figura 21 Circuito neumático	28
Figura 22 Termocupla tipo J.....	29
Figura 23 Control de temperatura.....	31
Figura 24 Configuración control de temperatura	30
Figura 25 Circuito eléctrico	31
Figura 26 Flujo perdida de calor en la tolva.....	35
Figura 27 Propiedades físicas Solidworks	38
Figura 28 Gráfica de pandeo	40
Figura 29 Cargas y sujeciones.....	42
Figura 30 Malla solida	43
Figura 31 Maxima tension en la pieza	44
Figura 32 Minima tension en la pieza	44

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Conexiones pines.	29
Tabla 2. Asignación de variables.	32
Tabla 3. Cilindros normalizados.	37
Tabla 4. Cilindro neumático A.	38
Tabla 5. Cilindro neumático B.	39

RESUMEN

Este proyecto requiere el diseño de una dosificadora de chocolate, con el fin de dar solución al sector alimenticio contribuyendo a optimizar tiempos de producción. Para esto se tiene en cuenta parámetros tales como el diseño de estructural de la máquina, el sistema eléctrico, electrónico y neumático, además se adaptara un sistema de control para temperatura que permita la fusión de las barras de chocolate.

Para estos sistemas mencionados anteriormente se opta por un PLC que controla el proceso y la secuencia de dosificación del chocolate pasando de un proceso manual a un proceso semiautomático.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Adaptar y simular la estructura mecánica eléctrica y neumática de una dosificadora de chocolate.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Adaptar el diseño estructural de la máquina.
- Implementar el sistema de control de temperatura, potencia y neumático.
- Simular el prototipo mecánico, eléctrico y neumático.

INTRODUCCIÓN

La elaboración del chocolate comienza con la fermentación, secado, tostado y amasado del grano de cacao, en este proceso se obtiene una masa dura y densa de la manteca de cacao, separándola en forma líquida se puede obtener la cremosidad y la consistencia suave del chocolate. [1]

El chocolate tiene un proceso de templado para poder ser moldeado, lo que conlleva a modificar su temperatura, para encontrar su punto de equilibrio y lograr un producto más homogéneo y fácil de moldear.

Con esta propuesta se pretende estudiar, diseñar y adaptar un proceso de fusión controlado de las barras de chocolate, es fundamental que este se funda a una temperatura entre los 42 y 43 grados Celsius para obtener un producto ideal, se utilizarán programas de simulación que permitan tener un mejor control del proceso, además de la mejora de la calidad del producto, se reducirán los tiempos de producción al implementar el sistema de dosificación automática y a su vez disminuir las pérdidas de materia prima al dosificarla de manera exacta.

1. MARCO CONTEXTUAL

1.1. PRODUCCIÓN DEL CHOCOLATE

El cacao se produce en árboles situados en regiones tropicales de Mesoamérica, África Occidental (Ghana y Costa de Marfil, Nigeria), el Sureste Asiático, América y Sudamérica (Colombia, Brasil, Venezuela y Ecuador). En estos países se desarrollan las fases iniciales de procesamiento del cacao (fermentación y secado), para su posterior transporte a los países productores de chocolate. La industria chocolatera existen de diversas máquinas que realizan funciones de horneado, desmenuzado, mezclado y prensado del cacao entrante. El chocolate se ofrece al mercado en una variedad de productos que van desde las texturas pulverulentas del cacao en polvo, pastosas como es el caso de las cremas de cacao, líquidas como las bebidas de cacao, sólidas como los bombones. El chocolate como producto final es una mezcla de tres sólidos: masa de cacao, manteca de cacao y azúcar. A temperatura cercana a los 37°C sólo la manteca de cacao se funde dando a la mezcla una propiedad fluida. El control de las propiedades de la manteca de cacao es fundamental en la repostería del chocolate. El chocolate forma parte de diversos elementos de repostería, como helados, tartas, dulces. [2]

El aspecto final y las variedades de chocolate se comercializan en diversos formatos que pueden ir desde bebidas de cacao, pasando por chocolate en tabletas, hasta los más refinados elementos de repostería: bombón, tartas. La industria chocolatera posee una historia que comienza a finales del siglo XIX con la aplicación de las máquinas de vapor a los procesos industriales, es esta industria pionera en el empleo de sistemas publicitarios a comienzos del siglo XX, aprovechando en cada ocasión la aparición de nuevos medios: primero la radio, y posteriormente la televisión. En la actualidad la industria del chocolate se concentra en algunos países industrializados, formando un monopolio.

1.2. ELABORACIÓN DEL CHOCOLATE

La elaboración del chocolate pasa por su última fase con la cuidadosa mezcla de la pasta y la manteca de cacao con azúcar, refinando la composición resultante por medio de trituradoras-refinadoras que producen una pasta muy delgada. A continuación, se efectúa la operación más importante, el conchado que le dará al chocolate toda su finura y su untuosidad.

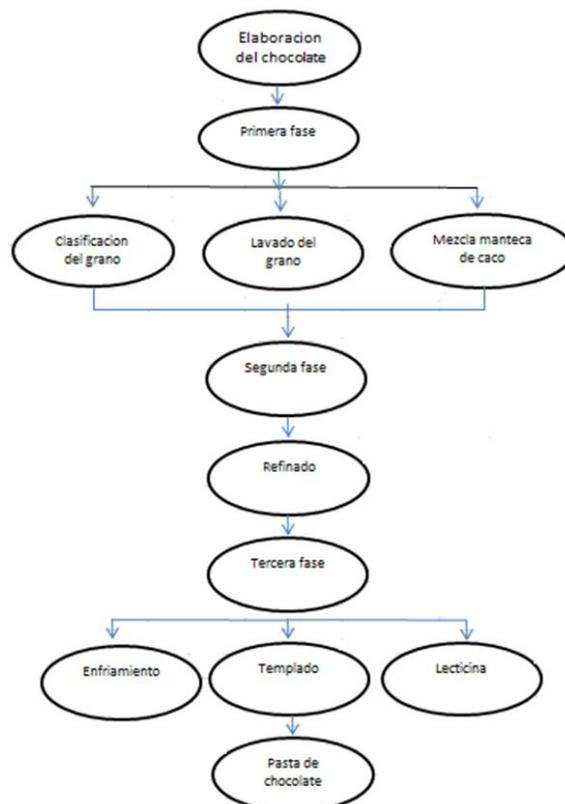
El conchado es un amasado suplementario en bandejas que originalmente tenían forma de concha, la pasta es batida y estirada en las bandejas por unos

rodillos, con un lento movimiento de vaivén, durante un periodo de tiempo y a una temperatura que varía según el producto que se quiera obtener (en todo caso unas horas y a menudo varios días). Todas estas operaciones se realizan a una temperatura superior al punto de fusión de la manteca de cacao que por lo tanto, se mantiene líquida.

El último paso es el templado, que consiste en fundir completamente el chocolate a 50 °C para que se rompan las estructuras cristalinas de la manteca de cacao, enfriarlo a 30° para devolverle la estructura, y, finalmente, aumentar ligeramente la temperatura para que los cristales se agrupen de nuevo en pequeñas cadenas.

Normalmente el chocolate lleva añadida vainilla (o algún derivado como la vainillina) como aromatizante y lecitina de soya como emulsionante y estabilizante para mejorar la textura y mantener las cualidades del chocolate; en total ambos productos no superan el 1 % del chocolate en la figura 1 se observa la estructura general para la fabricación del chocolate y las diferentes etapas [3],

Figura 1. Esquema elaboración del chocolate



Fuente. El autor

1.3. TIPOS DE CHOCOLATE

En el sector alimenticio se realizan diferentes procesos a la hora de fabricar el chocolate, cada empresa tiene su método basándose en recetas y procedimientos en los que utilizan granos de cacao mezclándolos con otros componentes como frutas secas, azúcar, leche, vainilla y algunas veces licores, cada uno de estos aditivos logra obtener diferentes sabores y texturas para su presentación [4]

1.3.1. Chocolate negro

El chocolate negro llamado chocolate amargo es el resultado de la mezcla de la pasta y manteca del cacao con azúcar sin añadir otro producto, las proporciones con que se elabora dependen del fabricante, no obstante, se entiende que un chocolate negro debe presentar una proporción de pasta de cacao superior al 50 % del producto, pues es a partir de esa cantidad cuando el amargor de este empieza a ser perceptible. Sin embargo existen en el mercado tabletas de chocolate negro con distintas proporciones de cacao, llegando incluso hasta el 99 % de amargor.

Se considera un alimento saludable porque gracias a su contenido de magnesio ayuda a combatir las contracciones musculares y dolores premenstruales. La fenilalanina que este contiene, ayuda a mejorar el estado de ánimo y a controlar los cambios de humor, en la figura 2 se aprecia el chocolate negro

Figura 2. Chocolate negro



Fuente. <http://www.tiposde.org/cotidianos/601-tipos-de-chocolates/>

1.3.2. Chocolate de cobertura

El chocolate de cobertura es el chocolate que utilizan los chocolateros y los pasteleros como materia prima. Puede ser negro o con leche, pero en todo caso se trata de un chocolate con una proporción de manteca de cacao de alrededor del 30 %, lo que supone el doble que en los otros tipos de chocolate. La cobertura se usa para conseguir un alto brillo al templar el chocolate y porque se funde fácilmente y es muy moldeable en la figura 3 se observa este tipo de chocolate.

Figura 3. Chocolate de cobertura



Fuente. <http://www.tiposde.org/cotidianos/601-tipos-de-chocolates/>

1.3.3. Chocolate blanco

Esta clase de chocolate contiene bajas proporciones de cacao sólido, y está hecho a base de manteca de cacao, leche, azúcar su sabor suele tener la misma intensidad que el del negro. Hay algunos fabricantes que reemplazan a la manteca de cacao con edulcorantes sintéticos y aceites vegetales, en la figura 4 se observa la presentación del chocolate blanco

Figura 4. (Continuación)

Figura 4. Chocolate blanco



Fuente. <http://www.tiposde.org/cotidianos/601-tipos-de-chocolates/>

1.3.4. Chocolate fordant

Este tipo de chocolate está compuesto por un 40% de pasta cacao y un 40% de mantequilla de cacao, es muy utilizado en la repostería para la cobertura de bombones, tortas y tartas, en la figura 5 se puede ver el tipo de chocolate

Figura 5. Chocolate Fordant



Fuente. <http://www.tiposde.org/cotidianos/601-tipos-de-chocolates/>

1.3.5. Chocolate con leche

La combinación de cacao con leche hace que algunos expertos en la materia no lo consideren como chocolate propiamente dicho, a pesar de esto se pueden encontrar variedades de esta clase de chocolate que llegan a tener un 50% de cacao, aunque en la mayoría de los casos llegan al 20%. Para fabricar algunos chocolates con leche utilizan grasa vegetal y edulcorantes artificiales en reemplazo de la manteca de cacao, en la figura 6 se observa la presentación de este chocolate

Figura 6. Chocolate con leche



Fuente.<http://www.tiposde.org/cotidianos/601-tipos-de-chocolates/>

1.3.6. Chocolate amargo

Conocido como negro, o sin leche, contiene cacao puro en por lo menos un 34% de su composición. A medida que este porcentaje se incrementa, mejor será la calidad del chocolate, de hecho, los de alta calidad deben tener por lo menos un 60% de cacao. Los chocolates amargos de alta calidad se caracterizan por contener pocas proporciones de azúcar, solo se la usa para que el sabor mejore, por lo que nunca debe usarse en exceso, en la figura 7 se puede ver la presentación de este chocolate

Figura 7. Chocolate amargo



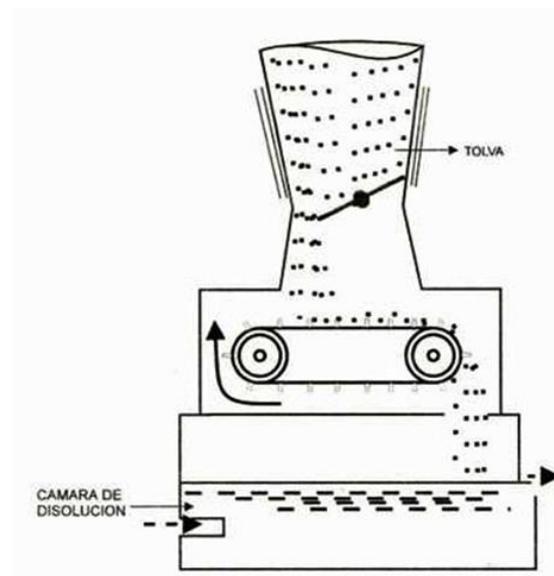
Fuente.<http://www.tiposde.org/cotidianos/601-tipos-de-chocolates/>

1.4. DOSIFICACIÓN

Es un proceso en el que se suministra una cantidad de material dentro de un recipiente o envase.

En las industrias de alimentos es muy importante controlar las cantidades de material que se desea dosificar por ende se utilizan máquinas dosificadoras que es una alternativa para optimizar el proceso de dosificación, en la figura 8 se observa la función que cumple una dosificadora dentro de un proceso

Figura 8. Ejemplo dosificadora [5]



Fuente. Muñoz Sanchez, T. (2013). Envasadora de conservas vegetales. Malaga: IC Editorial.

1.4.1. Tipos de dosificadoras

Las dosificadoras son dispositivos que tiene como función extraer pequeñas dosis de cualquier tipo de producto en este caso chocolate para entregar cantidades deseadas dentro de un recipiente, comúnmente se conocen tres tipos:

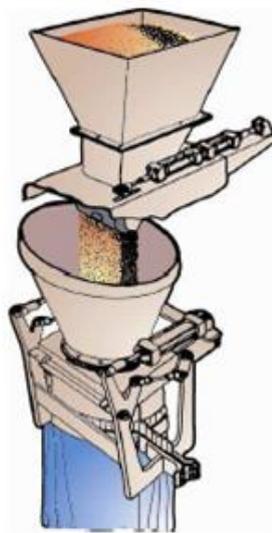
- Dosificadora la gravimétrica
- Dosificadora volumétrica
- Dosificador Bomba de engranajes

1.4.2. Dosificadora gravimétrica

Tiene un sistema tanque donde se ubica el líquido, este contiene un flotador que es el encargado de regular la alimentación del líquido. En la parte inferior tiene una llave de paso que controla el envasado, permitiendo el paso del líquido en el momento preciso, además esta llave permite que la bomba no trabaje en seco, en la figura 9 se observa la maquina dosificadora [5]

Los productos que pueden ser dosificados son: aguas, jugos, vinos y salmueras (agua con grandes concentraciones de sal)

Figura 9. Dosificadora gravimétrica



Fuente. Muñoz Sanchez, T. (2013). Envasadora de conservas vegetales.

Malaga: IC Editorial.

1.4.3. Dosificadora volumétrica

Este proceso consiste en llenar una tolva, luego vaciarla en otro recipiente basculante sostenido por una base, el contenido gira en una tapa para ser vaciado en una cubeta como se observa en la figura 10.

Este dosificador contiene dos camisas telescópicas que permite calibrar el volumen del producto que determina la medida exacta dependiendo de la densidad del material.

La tolva tiene un sistema de alimentación que puede ser manejado manual o automático.

Productos que pueden ser dosificados, frijol, azúcar, garbanzos, maíz, lentejas, productos solidos homogéneos.

Figura 10. Dosificadora volumétrica

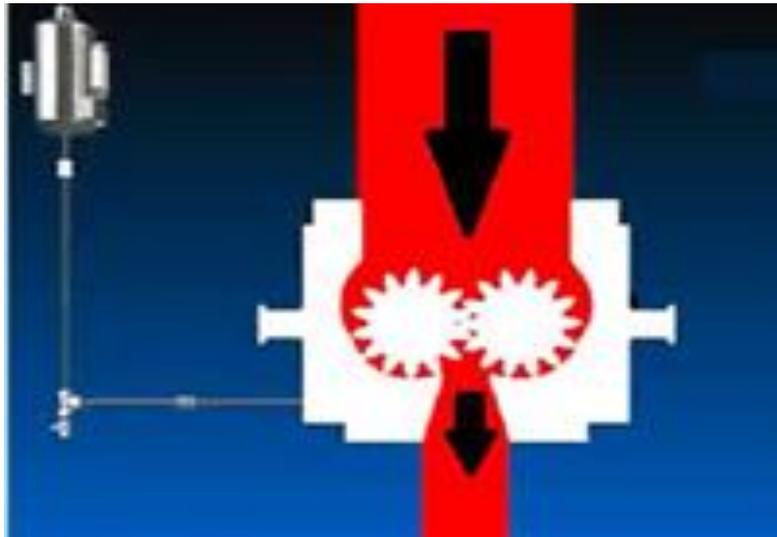


Fuente. Muñoz Sanchez, T. (2013). Envasadora de conservas vegetales. Malaga: IC Editorial.

1.4.4. Dosificador bomba de engranes

Permite dosificar fluidos viscosos a baja presión ofrece un suave y constante flujo, son confiables y fáciles de operar, pueden funcionar en cualquier dirección y trabajar en seco gracias a sus partes móviles (piñones), en la figura 11 se observa movimiento que realiza esta dosificadora. Está diseñado para productos como mermeladas, miel, caramelo en líquido. [6]

Figura 11. Dosificador bomba de piñones



Fuente. Muñoz Sanchez, T. (2013). Envasadora de conservas vegetales. Malaga: IC Editorial.

2. DESARROLLO SISTEMA DE DOSIFICADORA

2.1. DISEÑO ESTRUCTURAL

A partir del proceso de dosificación mencionado anteriormente y de los parámetros (temperatura, presión, tiempo) a establecer, se diseña la estructura mecánica con materiales que cumplan los estándares de calidad para el producto, por lo tanto se define a continuación los componentes principales de la máquina dosificadora de chocolate.

2.1.1. Tolva

Es un dispositivo similar a un embudo encargado de almacenar materia prima, generalmente es de paredes inclinadas, de tal forma que la carga se efectúe por la parte superior. [8]

La función que tiene este elemento es almacenar el chocolate para que pueda ser fundido y posteriormente dosificado por las boquillas, no se va a hacer uso de toda su capacidad para que no se presenten derrames cuando el cilindro de empuje suba, el nivel del líquido no deberá superar los 140 mm de altura como se observa en la figura 12 la dimensión de la tolva, por lo tanto el volumen de chocolate que podrá albergar será de;

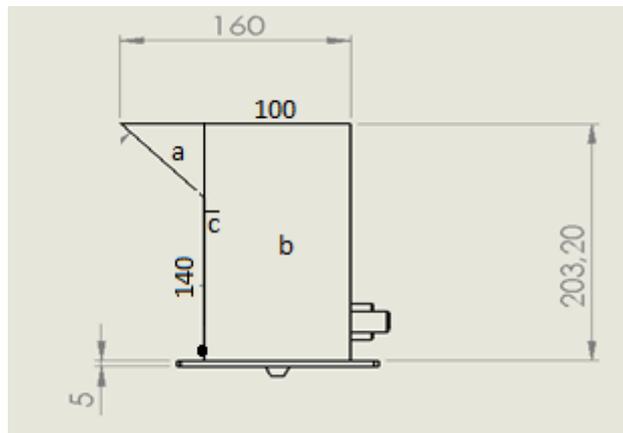
$$Vol = Area * ancho;$$

$$Area = 14 \text{ cm} * 10 \text{ cm} = 140 \text{ cm}^2 ;$$

$$Vol = 140 \text{ cm}^2 * 19.4 \text{ cm} = 2716 \text{ cm}^3;$$

Figura 12. (Continuación)

Figura 12. Imagen tolva diseñada en solidworks.

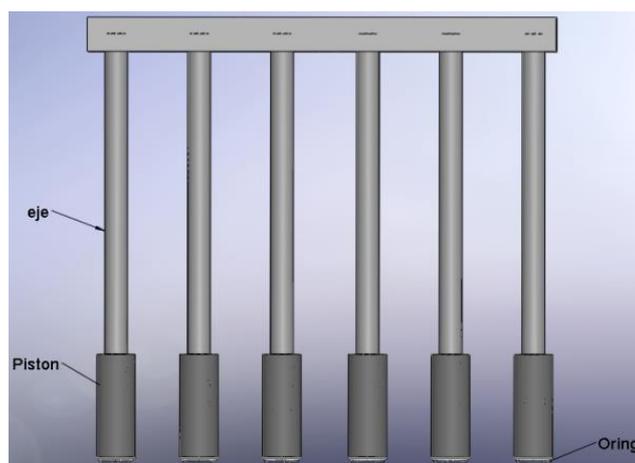


Fuente. El autor

2.1.2. Pistones de dosificación

Dentro de la tolva se realiza el empuje vertical de la máquina permitiendo el deslizamiento del chocolate, aprovechando la gravedad para la dosificación como se observa en la figura 13, cabe destacar que estos elementos van a estar en contacto con el chocolate, por lo cual los materiales a emplear son nylon para los pistones y acero inoxidable para los ejes. [9]

Figura 13. Pistones dosificación diseñado en solidworks.

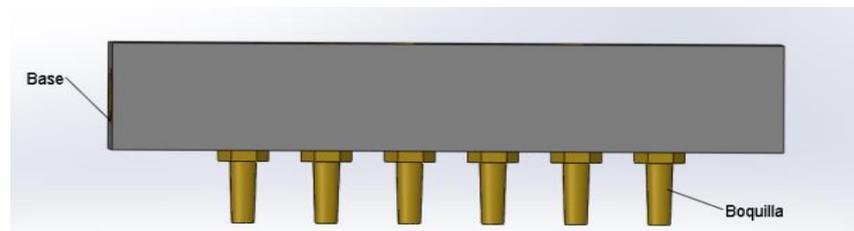


Fuente. El autor

2.1.3. Base y boquillas

La base cumple la función de guiar el chocolate hacia las boquillas para realizar la dosificación como se muestra en la figura 14, las boquillas contienen un diámetro de 2 mm por el tamaño del molde a dosificar, cabe destacar que las boquillas son intercambiables por si es necesario un tamaño mayor de dosificación de chocolate. Los materiales a emplear son: duraluminio en la parte de la base y en las boquillas bronce latón.

Figura 14. Base boquilla



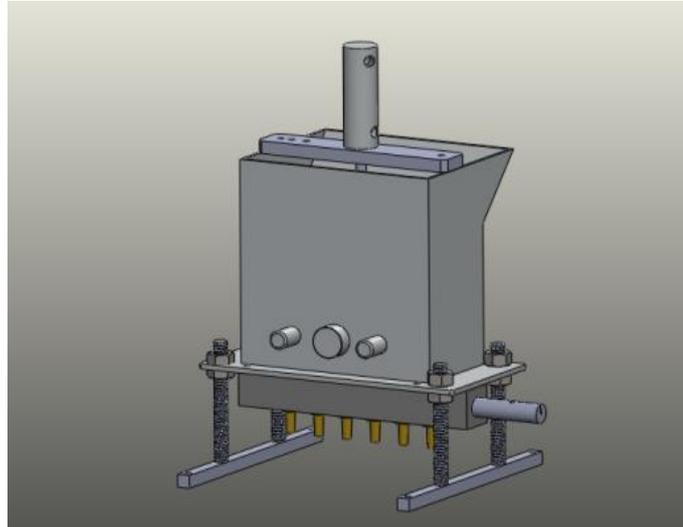
Fuente. El autor

2.1.4. Conjunto tolva

Se encuentra en primera instancia el diseño parcial de la dosificadora, se puede observar una vista isométrica del diseño estructural como se ve en la figura 15, a partir de aquí podremos realizar el diseño y encontrar la posición de los demás componentes que hacen falta para realizar el ensamble total de la dosificadora.

Figura 15. (Continuación)

Figura 15. Conjunto tolva



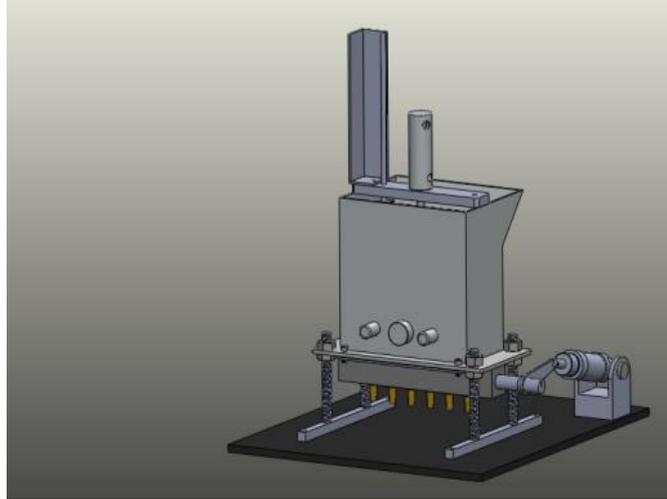
Fuente. Andrés Felipe Angarita.

2.1.5. Ensamble dosificadora

Finalizando la etapa del diseño estructural se tiene el ensamble final de la máquina dosificadora de chocolate, como se observa en la figura 16. Tendrá un funcionamiento en condiciones iniciales el cilindro A, el cual realiza el empuje vertical a los pistones para inyectar chocolate y el cilindro B realiza el movimiento para que el mecanismo mueva el eje y permita el paso del chocolate, la secuencia se explicara con más detalle en el siguiente capítulo.

Figura 16. (Continuación)

Figura 16. Ensamble dosificadora de chocolate.



Fuente. El autor

2.2. SISTEMA NEUMÁTICO

Para el diseño neumático se debe tener en cuenta el sistema mecánico en sus dimensiones y así se procederá hacer los cálculos de la carrera de los pistones, para este caso se seleccionaran dos cilindros neumáticos de doble efecto denominados A y B como se observa en las figuras 17 y 18 la referencia de los cilindros para el A es AMSAL20025 y para el B es AMSAL25050 donde el A es el encargo de comprimir la mezcla hasta su dosificación, el cilindro B cuenta con una perforación que tiene en la parte trasera y sirve de soporte basculante para hacer las veces de válvula de cierre donde permite o no el paso del chocolate.

Figura 17. Cilindro neumático de doble efecto A.



Fuente. <http://www.atcmexico.com.mx>

Figura 18. Cilindro neumático de doble efecto B.



Fuente.<http://www.atcmexico.com.mx>

2.2.1. Válvula

Se selecciona la válvula 5/2 biestable quiere decir que los elementos internos de la válvula puede tener 5 vías por donde pasa el y aire y 2 posiciones, esta cuenta con escapes independientes lo que hace fácil controlar la carrera del pistón. [10]

Para el diseño se planteó que fuera biestable por que cuenta con una memoria permitiendo que la válvula se mantenga en una de las dos posiciones para contralar el avance y el retroceso de los cilindros neumáticos de doble efecto en la figura 19 se observa la electroválvula que se empleará la referencia es 4v220-10-DC24v en el anexo 5 se encuentra información detallada de la electroválvula

Características de la válvula:

- Voltaje: de 24 V DC
- Racores: de ¼ pulgada
- Margen de temperatura: -5 a 60 °C
- Consumo: 2.5W
- Conector: DIM terminal
- Max: 5 ciclos por segundo

Figura 19. Electrovalvula neumatica 5/2 biestable.

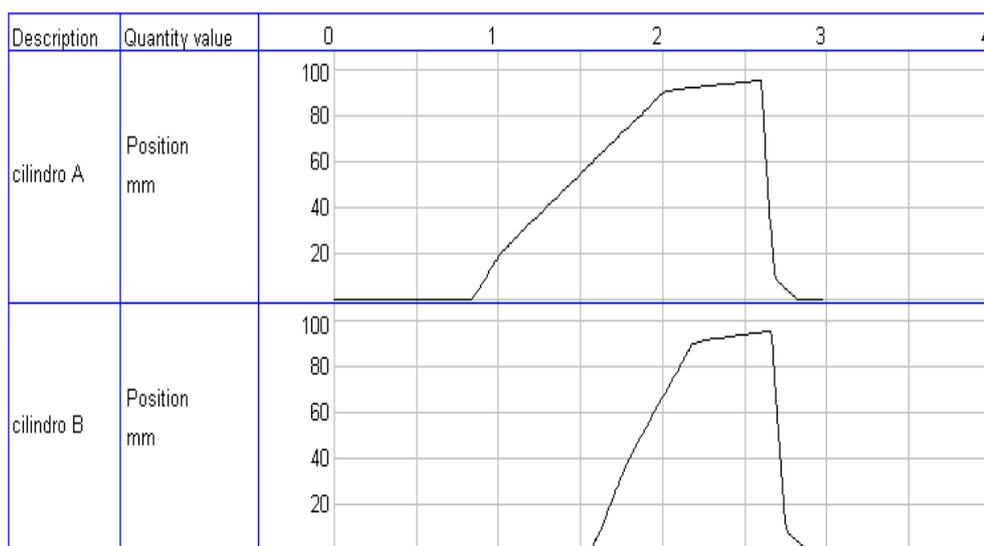


Fuente. <http://www.atcmexico.com.mx>

2.2.2. SECUENCIA

Se realizará una simulación en Fluidsim para observar el comportamiento de los cilindros. Como se observa en la Figura 20 diagrama de espacio fase, el cilindro A inicia la secuencia esperando un segundo, este avanza durante un tiempo de dos segundos y medio, medio segundo después sale el cilindro B durante un tiempo de medio segundo, se hace el retroceso del el cilindro A y B al mismo tiempo realizando el ciclo de trabajo

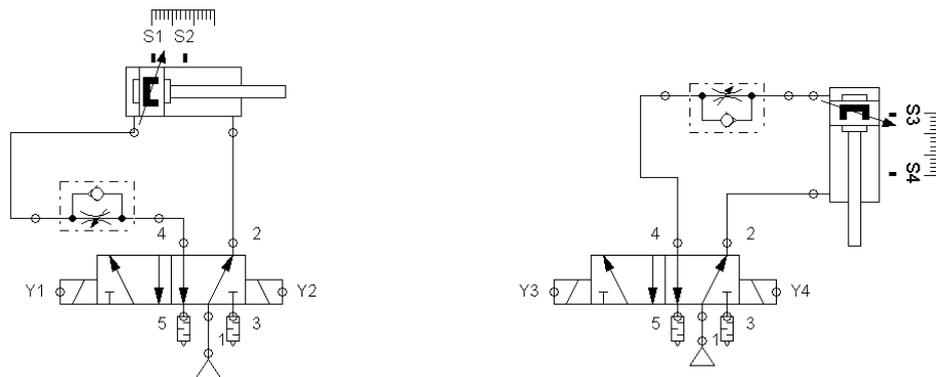
Figura 20. Simulacion diagrama espacio fase



Autor. Andrés Felipe Angarita

Se realiza en el software Fluidsim versión 4.2 utilizando para ello válvulas 5/2 biestable, que son las encargadas de darle el paso de aire a los cilindros de doble efectos, se diseña el circuito neumático como se muestra en figura. 21, También se tiene en cuenta el circuito electroneumático, que se toma como base para la secuencia del PLC en el anexo 7 se encuentra el circuito.

Figura 21. Circuito neumático



Fuente. El autor

2.3. CONTROL DE TEMPERATURA

En primer instancia se pensó en un control on/off que consiste en mantener la temperatura en un punto cuando la salida del controlador este por debajo se encienda y cuando esté por encima se apague lo cual no es óptimo por que no posee una lógica en el proceso solo activa y desactiva.

Se realizará un control en el que intervengan algoritmos de programación que limitan el sobre paso de temperatura como lo es el control PID por el método reubicación de polos por el cual se permiten hallar las ganancias (proporcional, integral, derivativo), en capítulo 3 se muestra a profundidad la metodología de diseño del controlador.

En la figura 22 se ilustra el control de temperatura [11]

Figura 22. (Continuación)

Figura 22. Control de temperatura [11]



http://www.crntecnopart.com/es/images/stories/crntp/E.instrumentos_med/btc100.pdf

Se utilizará un control BTC-9100 con una pantalla LED de 4 dígitos brillantes de fácil lectura, interfaz RS-485-RS-232. Para determinar las entradas y salidas del sistema. El fabricante de este controlador CRN TECNOPART, S.A.

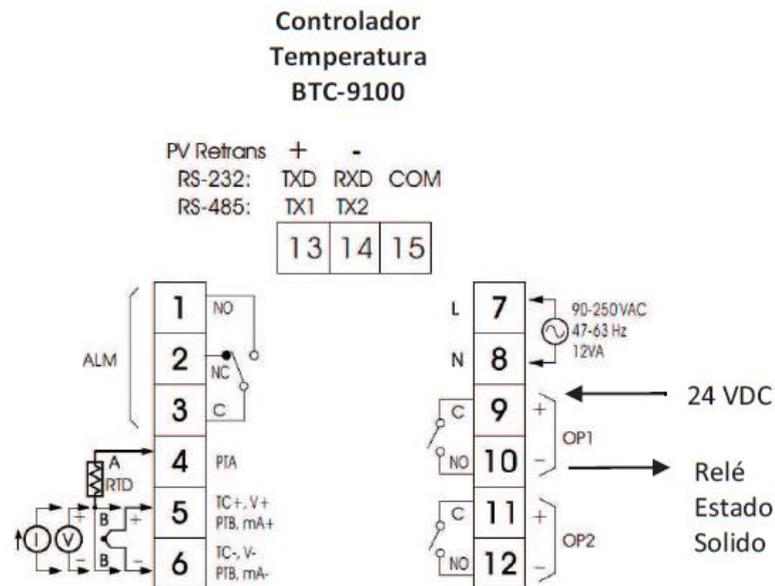
En la siguiente tabla se muestra la asignación de los pines para la configuración del control de temperatura tomando los datos de la figura 23 del control de temperatura

Tabla 1. Conexiones pines.

Pines	Descripción
Pin1	Conexión alarma
Pin 2	Contacto NC
Pin 4	Salida señal sensor
Pin 5	Alimentación termocupla J
Pin 6	Conexión negativo sensor
Pin 9	Conexión relé solido
Pin 10	Contacto NC
Pin 13,14,15	Conexión comunicación RS 232

Fuente.http://www.crntecnopart.com/es/images/stories/crntp/E.instrumentos_med/btc100.pdf

Figura 23. Configuración control de temperatura [11]



Fuente:http://www.crntecnoart.com/es/images/stories/crntp/E.instrumentos_med/btc100.pdf

2.4. TERMOCUPLA TIPO J

Es un sensor de temperatura compuesto de dos metales que generan un voltaje en unidades de milivoltios este proceso se da por medio del efecto seebeck¹. [12]

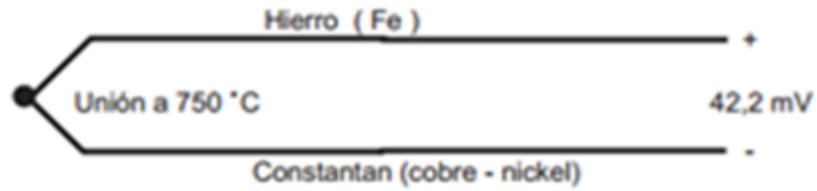
Para este proceso se emplea una termocupla tipo J la que consta de una aleación de dos metales (cobre y níquel) con un rango de -180 a 750 grados Celsius.

Las ventajas que tiene esta termocupla es fácil de conseguir en el mercado a un bajo costo, es utilizada para procesos industriales, de alta precisión y rendimiento [13]

Figura 24. (Continuación)

¹ Efecto seebeck: Al unir dos metales diferentes y someter la unión entre ambos en una temperatura diferente a los extremos produce una diferencia de potencial [13]

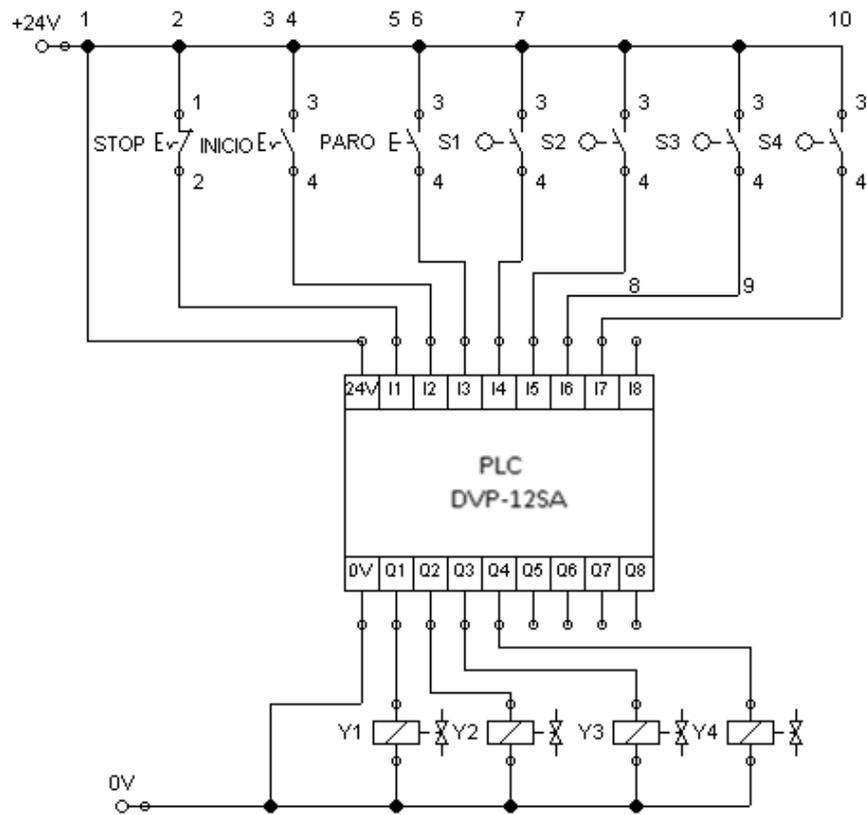
Figura 24. termocupla tipo J



Fuente <http://www.ing.unlp.edu.ar/cys/DI/termocuplas.pdf>

2.4.1. CIRCUITO ELÉCTRICO

Figura 25. Circuito eléctrico.



Fuente. El autor

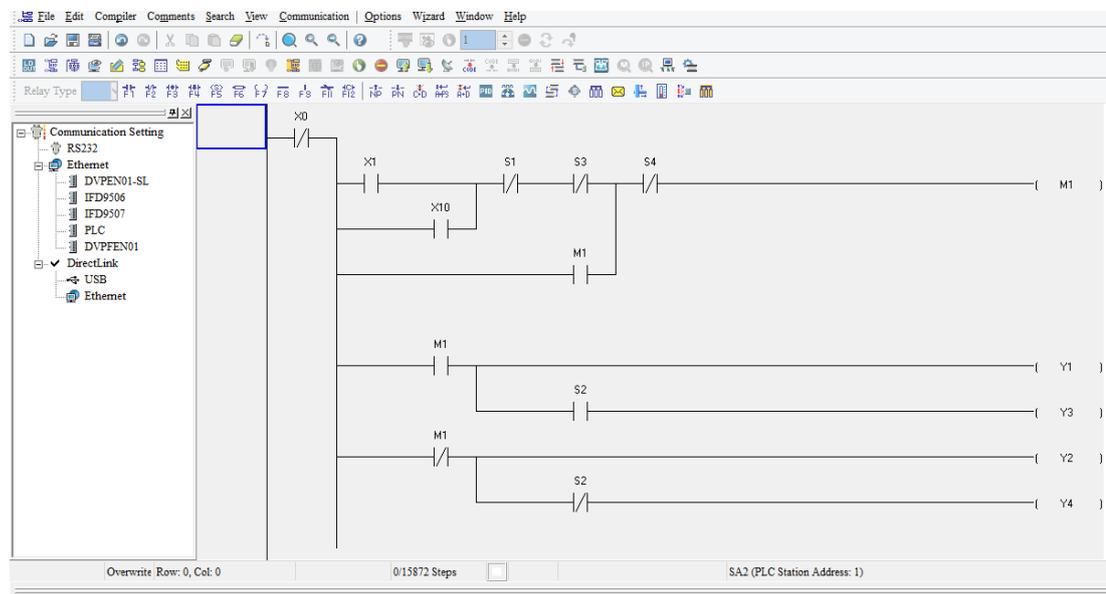
Se asignan para los pulsadores sensores, actuadores una etiqueta donde se definen las variables de entrada y salida con un total de 13 variables para ejecutar el proceso, como se muestra en la tabla 2

Tabla 2. Asignación de variables.

Entradas		Salidas	
Nombre	Etiqueta	Nombre	Etiqueta
Sensor 1	S1	Electroválvula	Y1
Sensor 2	S2	Electroválvula	Y2
Sensor 3	S3	Electroválvula	Y3
Sensor 4	S4	Electroválvula	Y4
Paro de emergencia	STOP	Cilindro neumático	A
Pulsador inicio	INICIO	Cilindro neumático	B
Pulsador paro	PARO		

Fuente. El autor

Figura 26. Diagrama Ladder desarrollado en WPLSoft de la secuencia electro-neumática.



Fuente. El autor

A continuación se describe el funcionamiento del diagrama como se observa en la figura 26 donde se realizó en la secuencia del PLC:

El pulsador X0 es el pulsador NC de emergencia, el cual desenergizará todo el circuito si llega a presionarse.

Los pulsadores X0 Y X10 son pulsadores de inicio, con la única diferencia que X10 es un pulsador con enclavamiento cuando se desee realizar todo el ciclo continuamente, después de estos siguen dos contactos NC de los sensores S1 Y S3. El contacto M1 conectado en paralelo, es utilizado como memoria cuando se energice el relé y S4 es la siguiente condición para que se energice el relé y pueda realizar el ciclo.

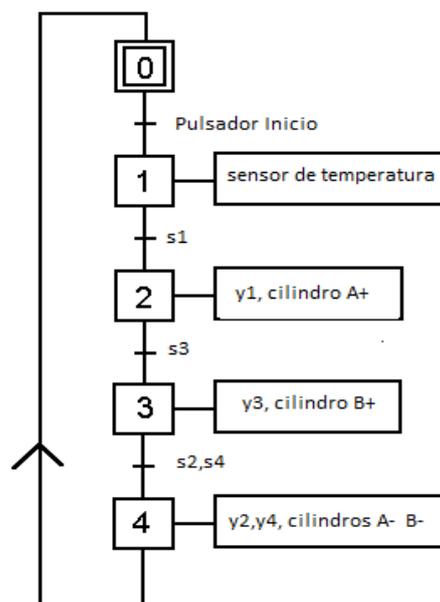
Cuando se energice el relé activará la solenoide Y1 avanzará el cilindro A, el cual accionará el sensor S2 y hará que la solenoide Y3 se energice y pueda avanzar el cilindro B.

Al activarse el sensor s4 su contacto NC desenergizará el relé M1, permitiendo que la solenoide Y2 regrese el cilindro A y a su vez desactive el sensor S2, activando la solenoide Y4 y regresando el cilindro B.

2.4.2. ETAPAS DEL PROCESO

A continuación se representa la secuencia del proceso dosificación que está dado por etapas como se observa en la figura 27

Figura 27. Diagrama proceso



Fuente. El autor

Etapa 1

Inicia el proceso con el pulsador inicio, cuando la temperatura llega a la referencia, es detectado por el sensor de temperatura.

Etapa 2

Se activa s1 activando y1 permitiendo que el cilindro A salga y realice el empuje vertical de los pistones.

Etapa 3

Cuando se activa s3 activa y3 para que el cilindro B salga y permita el paso del chocolate

Etapa 4

Finalizando se activa s2 que activa y2 haciendo que el cilindro A se contraiga, lo mismo sucede cuando se activa s4 que activa y4 para que el cilindro B se contraiga realizando un ciclo de trabajo retornando de nuevo a la etapa uno del proceso.

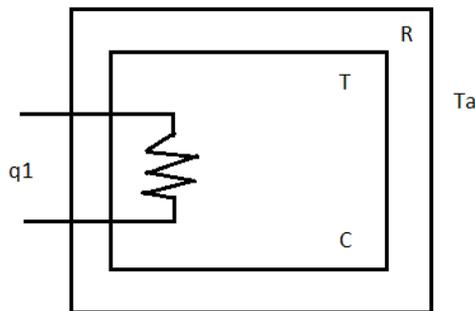
3. SIMULACIÓN Y CÁLCULOS

3.1. SISTEMA CALENTAMIENTO TOLVA

Se encamisará la tolva para calcular las pérdidas de calor que se generan dentro del recipiente, para ello se debe modelar un sistema térmico donde se tiene como parámetros la capacitancia que es un elemento almacenador de energía y la resistencia térmica es un elemento disipador de energía en la figura 28 se observa un bosquejo de los elementos que intervienen en el proceso.

Se debe considerar que la transferencia de calor fluye en dos formas por convección que es el transporte de calor en corrientes ascendentes y descendentes del fluido y por conducción que es la transferencia de calor entre dos puntos de un cuerpo que se encuentra a temperaturas diferentes, a continuación se presenta un sistema térmico sencillo, por lo cual solo se plantean las ecuaciones que se deben utilizar para realizar el diseño. [14]

Figura 28. Flujo pérdida de calor en la tolva.



Autor. Andrés Felipe Angarita

q1= Flujo de calor entrante

T= temperatura de la tolva

R= Resistencia térmica

C= Capacitancia térmica

Ta= Temperatura ambiente

Para el modelamiento térmico se tiene la siguiente ecuación (1.0)

$$q = K\Delta\theta \quad (1.0)$$

Donde

q = Flujo de calor, kcal/seg

$\Delta\theta$ = diferencia de temperatura, °C

K = coeficiente, kcal/seg °C

El coeficiente de K se obtiene

$$K = \frac{KA}{\Delta x} \text{ Por conducción (1.1)}$$

$$K = HA \text{ Por convección (1.2)}$$

Donde

K = conductividad térmica

A = Area para flujo de calor, m²

Δx = Espesor del conductor, m

H = Coeficiente del convección, kcal/m² seg °C

La resistencia térmica para la transferencia de calor entre dos sustancias se obtiene

$$R = \frac{\text{cambio de la diferencia de temperatura } ^\circ\text{C}}{\text{Cambio en el flujo del calor kcal/seg}}$$

La resistencia térmica por conducción o convección se define como:

$$R = \frac{d(\Delta\theta)}{dq} = \frac{1}{k} \text{ (1.3)}$$

La capacitancia térmica se define mediante

$$C = mc \text{ (1.4)}$$

Dónde:

m = Masa de la sustancia, kg

c = Calor especificado de la sustancia, kcal/kg °C

3.2. CÁLCULOS SELECCIÓN DEL CILINDRO

Para determinar los cálculos de los cilindros neumáticos se tuvo en cuenta el peso como factor para hallar la fuerza del cilindro, el diámetro del embolo, el vástago y la carrera, para estos cálculos los fabricantes proporcionan características que son de mucha ayuda para la selección de los cilindros, en la tabla 3 se observa los parámetros normalizados de los cilindros neumáticos de doble efecto [15]

Tabla 3. Cilindros normalizados.

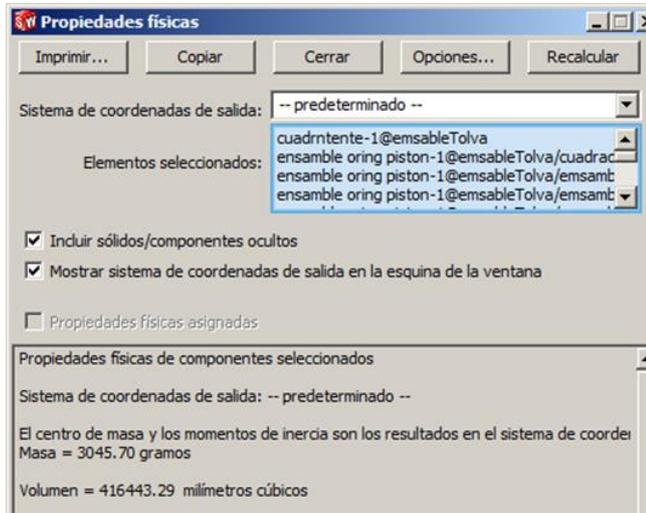
Ø Vástago	Ø Émbolo	Fuerza neta [N]	Longitud de carreras normalizadas
4	12	60	10,25,40,80,140,200
6	16	106	10,25,40,80,140,200,300
10	25	260	25,40,80,140,200,300
12	35	509	70,140,200,300
16	40	665	40,80,140,200,300
18	50	1039	70,140,200,300
22	70	2037	70,140,200,300
25	100	4156	70,140,200,300
30	140	8146	70,140,200,300

Fuente Serrana, Antonio. (2009). Neumática práctica. España: Paraninfo.Pág.456

Para hallar la fuerza del cilindro A se tuvo en cuenta el peso que debe mover este, y para calcular la masa total que se requiere se utilizó la herramienta de solidworks como se observa en la figura 29 en la opción de propiedades físicas, la cual fue de 7kg

Figura 19. (Continuación)

Figura29. Propiedades físicas Solidworks.



Fuente. El autor

Con este valor multiplicándolo por la gravedad que es aproximadamente de $9.8 \frac{m}{s^2}$ obtenemos una fuerza de 68.6 N.

Con este parámetro se puede seleccionar el cilindro que en este caso sería

Tabla 4. Cilindro neumático A.

∅ Vástago	∅ Émbolo	Fuerza neta [N]	Longitud de carreras normalizadas
4	12	60	10
6	16	106	10,25,40,80,140,200,300

Fuente Serrana, Antonio. (2009). Neumática práctica. España: Paraninfo.Pág.456

Para el cilindro B se realizan los mismos cálculos que el cilindro A, lo que cambia sería el masa que es de 11 kg y multiplicándolo por la gravedad obtenemos una fuerza de 107.8 N.

El cilindro para este caso sería

Tabla5. (Continuación)

Tabla 5. Cilindro neumático B.

Ø Vástago	Ø Émbolo	Fuerza neta [N]	Longitud de carreras normalizadas
6	16	106	80
10	25	260	25,40,80,140,200,300

Fuente Serrana, Antonio. (2009). Neumática práctica. España: Paraninfo.Pág.456

3.2.1. Cálculo del pandeo del cilindro

Conociendo el valor de la fuerza que necesita el actuador, es necesario calcular el pandeo del vástago del cilindro por medio de la siguiente formula

$$p_{cr} = \pi^2 * E \frac{I}{L^2} \quad (1.0)$$

$$I = \frac{\pi}{4} (D^4) \quad (1.1)$$

Donde

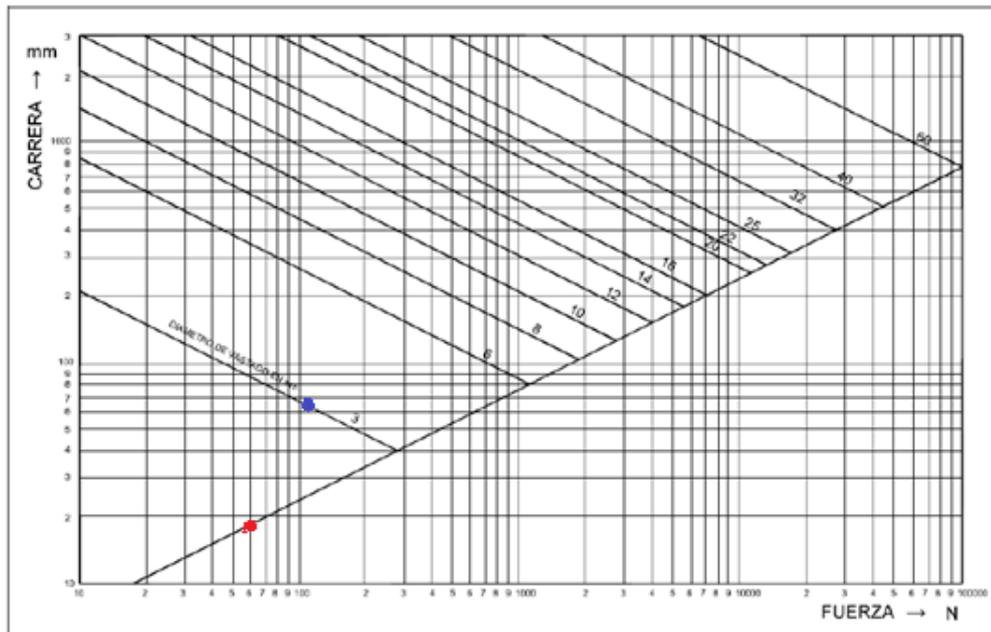
E: es módulo elástico de material

I: Momento de inercia

L: longitud del pistón

Por medio de un monograma se determina el valor del pandeo teniendo en cuenta los datos de la fuerza y de la carrera como se muestra en la figura 30, donde el punto rojo representa el cilindro A y el punto azul representa el cilindro B.

Figura 30. Gráfica de pandeo.



Fuente <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica9.htm>

Observando la gráfica de la figura 30, el cilindro A y B no se ve afectado por el pandeo debido a que los puntos están por debajo de la fuerza que en este caso es de 3 N, comparando con la tabla 3 de cilindros normalizados no se ve afectado por qué se necesita una fuerza mayor a 100 N para generar algún pandeo por lo tanto los cilindros son los adecuados y cuentan con la capacidad y criterios de fuerza para poder realizar el ciclo de trabajo

3.2.2. Método control de temperatura

De acuerdo con el requerimiento del sistema se plantea un controlador PID por reubicación de polos para el sistema, este permite seleccionar en que valores se ubicara cada uno de ellos, a continuación se presenta las ecuaciones para determinar los parametros

Se plantea función de transferencia como un sistema de primer orden

$$G(s) = \left(\frac{B0}{A0 * S + A1} \right)$$

Donde

B0,A0,A1= son las constantes de la función de transferencia de la planta

$$PID(s) = \frac{kds^2 + kps + ki}{s}$$

$$Hlc = G(s) * \frac{G(s)PID(s)}{1 + G(s)PID(s)}$$

polinomio característico en lazo cerrado

$$Plc = A0S^2 + A1S + B0KdS^2 + B0Kps + BKS$$

Agrupando los terminos se tienen

$$Plc = (A0 + B0 + kd)S^2 + (A1 + B0kp)S + B0ki$$

Comparandolo con el polinomio deseado

$$PD(s) = (S^2 + 2s + 4)$$

$$A0 + B0Kd = 1$$

$$A1 + B0Kp = 2$$

$$B0ki = 4$$

Se despeja Kp,ki,kd y se obtienen los parametros del sistema, estos se ingresan al control de temperatura , para lograr las respuestas deseadas del sistema.

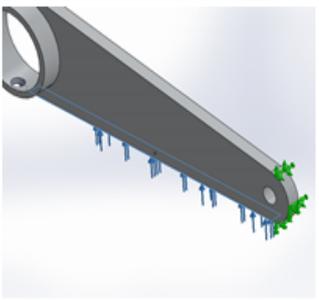
3.3. ANÁLISIS Y SIMULACIÓN DE ESFUERZOS

Se realizó un análisis de esfuerzos por medio de la herramienta Solidworks con la aplicación SimulationXpress donde se le realiza una tensión básica perpendicular como se muestra en la figura 31, para determinar los efectos de fuerza y presión máximas y mínimas que presenta una pieza durante el proceso de trabajo.

Figura 31. Cargas y sujeciones

Cargas y sujeciones

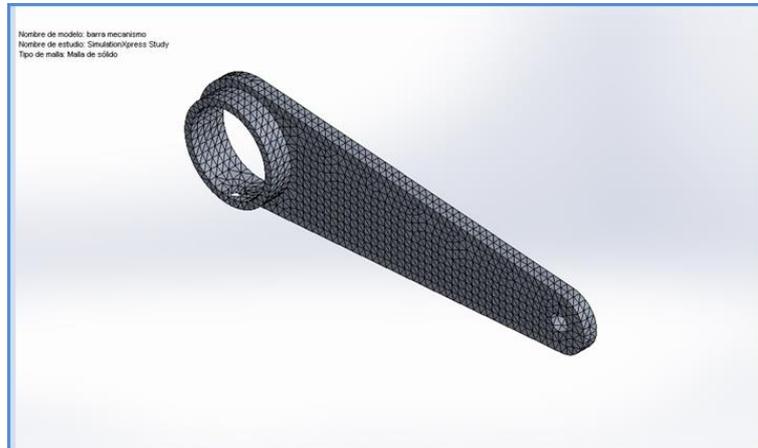
Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		Entidades: 3 cara(s) Tipo: Geometría fija

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 20 N

Fuente. El autor

Después de seleccionar las sujeciones se escoge el tipo de material en este caso se va a trabajar con una aleación de aluminio 2618, se elige el tipo de malla con la que se va a trabajar con una malla sólida como se muestra en la figura 32

Figura 32. Malla solida Solidworks



Fuente. Andrés Angarita

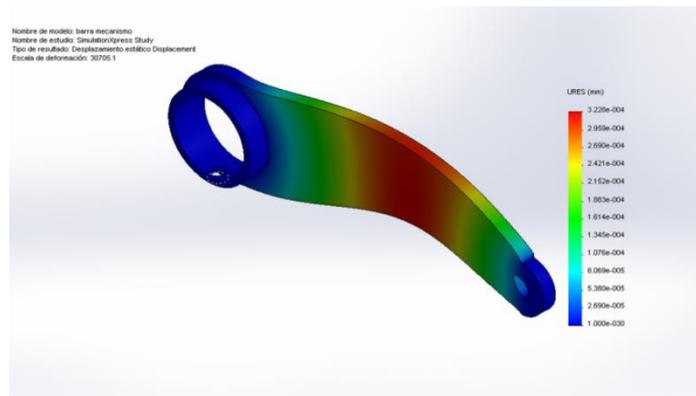
3.3.1. Resultado del estudio

Por el método de von mises² se determinó la máxima tensión que se puede ejercer a la pieza 1.62 MPa y la mínima es de 0,0000044098 MPa, en la Figura 33 y 34 se observa la deformación del material donde el color rojo es la mayor concentración de tensión y el color azul la mínima. [17]

Figura 33. y 34. (Continuación)

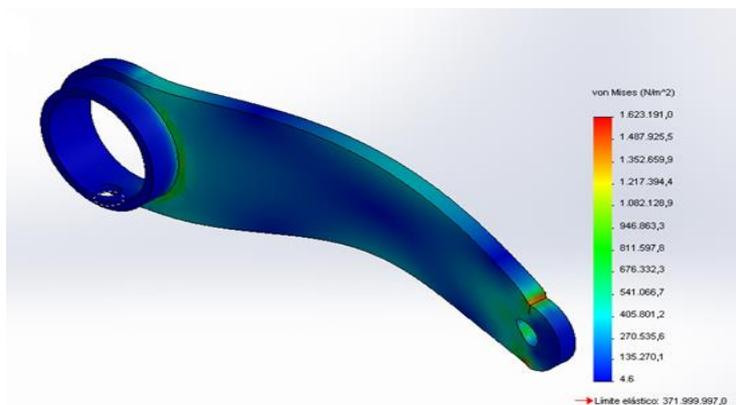
² Von mises o criterio de la máxima tensión: Permite hallar el límite de ruptura de un sólido, este produce una distorsión por unidad de volumen.

Figura 33. Màxima tensiòn en la peça



Fuente. El autor

Figura 34. Mìnima tensiòn en la peça



Fuente. El autor

4. ANÁLISIS DE COSTOS

	Elementos	Medida	Valor Unitario	Cantidad	Precio Total
Mecánica	Tolva en acero inoxidable	Unidad	\$340.000	1	\$340.000
	Esparragos de 1/2 pulgada	Unidad	\$5.000	4	\$20.000
	Tuercas	Unidad	\$1.000	8	\$8.000
	Pistones	Unidad	\$15.000	4	\$60.000
	Angulo de 1/2 in x 1/8 in	Metro	\$10.000	0,8	\$8.000
	Mecanismo válvula de dosificado	Unidad	\$80.000	1	\$80.000
	Eslabon manivela	Unidad	\$30.000	1	\$30.000
	Cilindro neumatico FESTO	Unidad	\$200.000	2	\$400.000
	mecanismo de sujecion rotacional	Unidad	\$30.000	1	\$30.000
	Boquillas en bronce	Unidad	\$20.000	4	\$80.000
	Bloque en aluminio sujetador de boquillas	Unidad	\$100.000	1	\$100.000
	Válvulas reguladores de flujo	Unidad	\$20.000	4	\$80.000
	Racores	Unidad	\$2.000	8	\$16.000
	Manguera plastica de 1/4"	Metro	\$5.000	3	\$15.000
Eléctrica	Fuente eléctrica de 12 voltios	Unidad	\$20.000	1	\$20.000
	Eléctro-válvulas AirTac	Unidad	\$130.000	2	\$260.000
	Relé de estado sólido	Unidad	\$30.000	2	\$60.000
	Breaker 10 amp	Unidad	\$10.000	1	\$10.000
	Contactador	Unidad	\$20.000	1	\$20.000
	Borneras de conexión	Unidad	\$10.000	1	\$10.000
	Toma corriente	Unidad	\$5.000	1	\$5.000
	Resistencia	Unidad	\$15.000	1	\$15.000
	Cable # 12 AWG	Metro	\$3.200	3	\$9.600
Eléctronica	PLC DVP-12SA DELTA	Unidad	\$350.000	1	\$350.000
	Sensores inductivos	Unidad	\$80.000	1	\$80.000
	PT100	Unidad	\$40.000	1	\$40.000
	Control de temperatura BTC-9100	Unidad	\$90.000	1	\$90.000
	Interruptor final de carrera	Unidad	\$10.000	2	\$20.000
	Indicadores luminosos	Unidad	\$5.000	4	\$20.000
	Interruptores	Unidad	\$10.000	4	\$40.000
	Cable apantallado 4x18	Metro	\$35.000	4	\$140.000

DISEÑO PROTOTIPO MECÁNICO

Total horas (48)

Precio por hora \$ 5010.81

Precio Total $5010.81 \times 48h = \$ 240518.88$

DISEÑO NEUMÁTICO

Total horas (12)

Precio por hora \$ 5010.81

Precio Total $5010.81 \times 12h = \$ 60129.72$

DISEÑO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO

Total horas (18)

Precio por hora \$ 5010.81

Precio Total $5010.81 \times 18 = \$ 90194.58$

Para realizar el costeo se tiene como base el salario mínimo legal vigente partiendo del valor por hora de diseño, el costo de materiales, se tiene un valor total de \$ 2'847.443.

CONCLUSIONES

- El software de diseño Solidworks es una herramienta que permite determinar dimensiones y piezas que componen una maquina o dispositivo por lo tanto ha permitido visualizar y tomar decisiones respecto a actuadores y estructura de este proyecto.
- El software Fluidsim es una herramienta que permite simular el comportamiento en términos de funcionalidad del circuito antes de su implementación, obteniendo el diagrama espacio fase se determinó el tiempo del avance y retroceso de los cilindros lo cual es importante para el diseño neumático
- El sistema de dosificación de chocolate requiere que este a una temperatura entre los 39 y 40 grados Celsius por lo tanto es necesario que se controle esta variable para este proceso.
- El diseño estructural del prototipo contribuyo a la distribución de cada uno de los componentes de la máquina, visualización de la simulación, análisis de esfuerzos y comportamiento de la máquina durante el ciclo de trabajo
- Para todo proceso donde intervenga la temperatura es importar realizar una análisis térmico, determinado cuales son las pérdidas que se pueden presentar durante el proceso y así obtener modelado matemático de la planta a controlar

BIBLIOGRAFÍA

- [1]. (12 de junio de 2014). Obtenido de defincion chocolate:
<http://www.definicionabc.com/general/chocolate.php>
- [2]. Costaguta, Maria Elena. (2008). *Chocolate*. Albatros.
- [3]. Frèdèric, B. (2013). *Enciclopedia del chocolate*. (cengel, 2007)Barcelona: Blume.
- [4]. (19 de 05 de 2014). Recuperado el 19 de agosto de 2014, de tipos de chocolate:
<http://www.tiposde.org/cotidianos/601-tipos-de-chocolates/>
- [5]. Muñoz Sanchez, T. (2013). *Envasadora de conservas vegetales*. Malaga: IC Editorial.
- [6]. Cueva Carlos, (2008). Diseño de una mezcladora dosificadora de cremas cosméticos. Ecuador. EPN
- [7]. Autor, Andrés Felipe Angarita
- [8]. *acero inoxidable*. (14 de 06 de 2014). Obtenido de Acero inoxidable:
http://www.metalesindustriales.com/media/File/aceros_inoxidables.pdf
- [9]. (2014). Obtenido de Material nylon:
<http://www.serrata.com.au/Support/MolecModels/downloads/files/1021048-Nylon.pdf>
- [10]. (24 de 06 de 2014). Obtenido de Catalogo electrovalvulas y cilindros neumaticos :
<http://www.atcmexico.com.mx/>
- [11]. (4 de 07 de 2014). Obtenido de Termocuplas sensor: [10].
<http://www.ing.unlp.edu.ar/cys/DI/termocuplas.pdf>
- [12]. (10 de 07 de 2014). Obtenido de Control de temperatura:
http://www.crntecnopart.com/es/images/stories/crntp/E.instrumentos_med/btc100.pdf
- [13]. Sobrevila, M. A. (1970). *Sensores electricos*. Argentina: Etchelecu Fransisco.
- [14]. Katsuhiko, Ogata. (2003). Ingeniería de control moderno sistemas térmicos. España: Pearson Educación. Pág. 965
- [15] Serrana, Antonio. (2009). Neumática práctica. España: Paraninfo.Pág.456
- [16] EDUARDO GIRALDO SUAREZ, "Teoría de Control Digital" En: Colombia 2012. ed:Productos Editoriales y Audiovisuales-Produmedios ISBN: 978-958-722-151-0 v. 50 pags. 264
- [17]. Hibbeler, R. C. (2006). *Mecanica de materiales* . Bogota: Person Educacion .
- [18] <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica9.htm>

LISTADO DE ANEXOS

ANEXO 1

ACERO INOXIDABLE

Martensíticos

El carbono esta en una concentracion que permite la trandormacion de ferrita en austenita en altas temperaturas, y esta, la austenita, se transforma en martensita durante el enfriamiento.

La martensita es una fase rica en carbono, frágil y muy dura.

Estos aceros son fabricados y vendidos en la industria en esta recocido, con estructura ferritica, baja en dureza y buena ductilidad. Solamente espues de un tratamiento termico de temple tendra un estructura martensitva y seran muy duros y pocos ductiles.

Pero esta condicion, solemante templados, que seran resistentes a la corrosión

Aceros Inoxidables de la serie 400 Martensíticos

NORMA ASTM/AISI/ SAE	C	Cr	Mo	Dureza	MARCA BOHLER
410	< 0.15	11.5-13.5		41	N100
420	> 0.15	12/14		53	M310
420F	> 0.15	12/14		53	
440A	0.60/0.75	16/18	< 0.75	54	
440B	0.75/0.95	16/18	< 0.75	57	N685
440C	0.95/1.2	16/18	< 0.75	60	N695

ANEXO 2

NYLON

Composición

Esta hecho de una estructura hexametilendiamina, contiene 12 atomos de cabono

Características físicas

- Contiene un punto fusion alto de 265 °C, tiene poliesteres o aramidias como kevlar, este hace que sea mas resistente al calor.
- Exelentes propiedades mecanicas con referencia a la traccion, fatiga, choque, friccion y desgaste. Tambien dispone de una alta resistencia a disolventes como: petroleo, lubricantes, benceno, acetona, tricloroetileno, etc. No se ve afectado por la mayoria de diluidos.

Tiene una estructura densa con poros pequeños, espaciados uniformemente, Susceptible a la decoloración de la luz solar, ozono y al óxido nitroso

Características del material

- Variacion de brillo: nylon 66 es brillante, semibrillante o mate
- Durabilidad: altas fibras de tenacidad
- Alta elongacion
- Exelente abrasion
- Alta resistencia al calor
- Se derrite en lugar de quemarse

MolecModels3D Nylon 6.6 – Cat.No. 1021048:



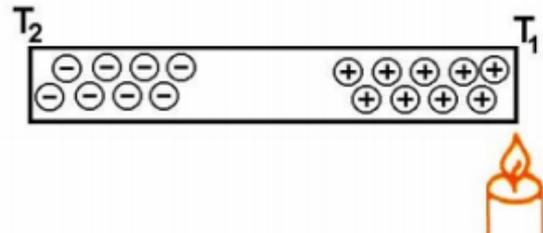
ANEXO 3

TERMOCUPLA TIPO J

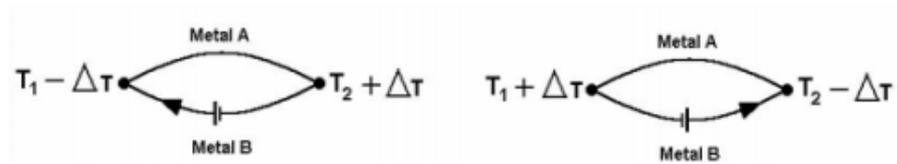
Termocuplas

El principio de medición de temperatura utilizando termocuplas se basa en tres principios físicos, que son:

1.- **Efecto Thomson (1851):** un gradiente de temperatura en un conductor metálico está acompañado por un gradiente de voltaje, cuya magnitud y signo depende del metal que se esté utilizando.



3.- **Efecto Peltier (1834):** consiste en que cuando una corriente eléctrica fluye a través de una juntura de dos metales diferentes, se libera o absorbe calor. Cuando la corriente eléctrica fluye en la misma dirección que la corriente Seebeck, el calor es absorbido en la juntura caliente y liberado en la juntura fría.



Termocuplas metálicas				
Tipo ANSI-ISA	Combinación de metales	Sensibilidad	Composición química	Rangos de temperatura
J	Hierro/ constantan	5,6 mV/ 100 ° C	Fe 44 Ni:55 Cu	-40 a + 750

ANEXO 4

CONTROL DE TEMPERATURA

SERIE BTC 9100

DESCRIPCION

Controlador de temperatura PID con microprocesador, incorpora un display de 4 dígitos, de gran luminosidad. Indica los valores del punto de consigna y del proceso. La tecnología de lógica difusa permite al proceso llegar al punto de consigna en el menor tiempo posible y con la menor oscilación.

La función de sintonización automática permite al usuario simplificar la configuración de los parámetros. Un algoritmo inteligente proporciona un conjunto óptimo de parámetros de control.

Tiene una función bumpless Transfer que permite seguir controlando el proceso, en caso de rotura del sensor, usando un valor anterior. Esto permite la sustitución del sensor sin perjudicar el proceso.

La Función SEL permite seleccionar hasta 8 parámetros, que se consideren importantes para que aparezcan al principio de la secuencia de visualización.

ESPECIFICACIONES

Alimentación

90-250 Vca 47-63 Hz 12VA, 5W Máximo

11-26 Vca 12VA, 5W Máximo

Señal de entrada

Resolución: 18 bits

Frecuencia de muestreo: 5/seg

Efecto de la temperatura: $\pm 1.5 \mu\text{V}/\text{C}$ para todas las entradas excepto mA

Efecto resistencia del cable del sensor T/C: $0.2 \mu\text{V}/\text{ohm}$

CARACTERÍSTICAS

- Fácil de usar
- Control PID calor y frío
- Alta velocidad de muestreo. Frecuencia (5 veces/s)
- Entrada universal(PT100,termopares) con alta precisión de 18 bits
- Salida analógica (corriente o voltaje) utiliza una alta precisión de 15 bits

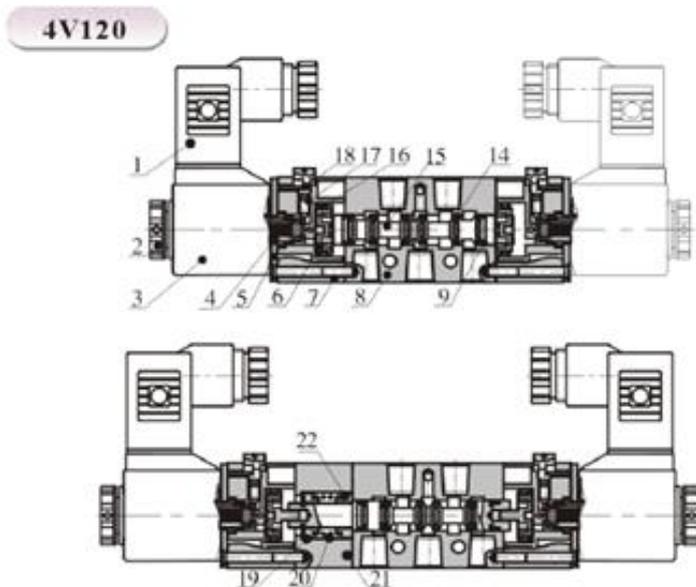
- RS-485 y RS-232
- Puerto de programación incluido
- Control manual y auto-tuning
- Selección de modo de alarma
- Función bloqueó de parámetros. Admite 4 niveles de bloqueo
- Transferencia sin perturbaciones durante el modo de fallo
- Función Solt-start
- Pantalla estabilizada con filtro digital
- Función SEL permite reorganizar el menú de usuario
- Aprobación L/ CSA/ CE

CARACTERISTICAS DE LA SEÑAL DE ENTRADA

Tipo	Rango	Precisión a 25 °C	Impedancia de entrada
J	-120 ~ 1000 °C (-184 ~ 1832 °F)	±2 °C	2,2MΩ
K	-200 ~ 1370 °C (-328 ~ 2498°F)	±2 °C	2,2MΩ
T	-250 ~ 400°C (-418 ~ 752°F)	±2 °C	2,2MΩ
E	100 ~ 900 °C (-148 ~ 1652 °F)	±2 °C	2,2MΩ
B	0 ~ 1800 °C (32 ~ 3272 °F)	±2 °C (200°C ~ 1800°C)	2,2MΩ
R	0 ~ 1767,8 °C (32 ~ 3214 °F)	±2 °C	2,2MΩ
S	0 ~ 1767,8 °C (32 ~ 3214 °F)	±2 °C	2,2MΩ
N	-250 ~ 1300 °C (-418 ~ 2372 °F)	±2 °C	2,2MΩ
L	-200 ~ 900 °C (-328 ~ 1652 °F)	±2 °C	2,2MΩ
PT100 (DIN)	-210 ~ 700 °C (-346 ~ 1292 °F)	±0,4 °C	1,3MΩ
PT100 (JIS)	-200 ~ 600 °C (-328 ~ 1112 °F)	±0,4 °C	1,3MΩ
mV	-8 ~ 70mV	±0,05 °C	2,2MΩ

ANEXO 5

ELECTROVÁLVULA BIESTABLE 5/2



Nº	Ítem	Nº	Ítem
1	Conector	2	Tuerca
3	Bobina	4	Ensamble armadura
5	Placa fijación	6	Pistón
7	Membrana pilotaje	8	Cuerpo
9	Anillo desgaste	10	Botón junta
11	Botón junta	12	resorte tornillo
13	Resorte tronillo	14	Anillo tornillo
15	Anillo pistón	16	Anillo pistón
17	Muelle	18	Desplazamiento manual
19	Resorte	20	Muelle
21	Tapa lateral	22	Resorte

DATOS TÉCNICOS

Fluido: Aire comprimido filtrado

Presión de trabajo: 1.5 a 8 Bar~ 21 a 114 PSI

Temperatura de trabajo: -5°C a 60°C

Tiempo de respuesta: 0.05 segundos

Máximo ciclaje: 5 ciclos/ segundo

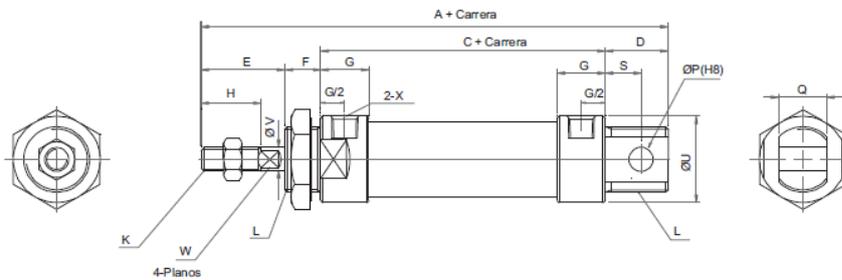
Bobina: 24DC

Conector NPT: 1/8

Potencia: 3,0W

ANEXO 6

CILINDRO NEUMATICO DE DOBLE EFECTO



Diam.	A	B 0~50	B 51~100	C	D	E	F	G	H
20 mm	131	131	156	70	21	28	12	16	20
25 mm	135	135	160	70	21	30	14	16	22
32 mm	141	141	166	70	27	30	14	16	22
40 mm	165	165	190	92	27	32	14	20	24

Diam.	K	L	P	Q	S	U	V	W	X
20 mm	M8 X 1,25	M 22 x 1,5	8	16	12	29	8	6	1/8"
25 mm	M10 X 1,25	M 22 x 1,5	8	16	12	34	10	8	1/8"
32 mm	M10 X 1,25	M24 X 2,0	10	16	15	39,5	12	10	1/8"
40 mm	M12 X 1,25	M30 X 2,0	12	20	15	49,5	16	14	1/4"

DATOS TÉCNICOS

Fluido: Aire comprimido filtrado, lubricado o no lubricado

Presión de trabajo: 1 a 9 Bar~ 14 a 130 PSI

Temperatura de trabajo: -5°C a 70°C

Amortiguación: Elástica

MATERIAL

Camisa: Aleación de aluminio

Cabezas: Aluminio inyectado

Vástago: Acero al carbón con 20µ de superficie cromo endurecida

Empaques: Goma nitrílica

ANEXO 7

CIRCUITO ELECTRO-NEUMÁTICO

