



SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

**ESPECIALIDAD
INGENIERÍA MECÁNICA**

RESIDENCIA PROFESIONAL

“DISEÑO DE UNA MAQUINA ENVASADORA DE BOLIS DE YOGHURT”

PRESENTADO POR:

JULIO ALEJANDRO MARCELIN VÁZQUEZ

Carretera Panamericana Km.1080, C.P. 29050, Apartado Postal 599.



ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN

II. JUSTIFICACIÓN

III. OBJETIVOS

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

V. ALCANCES Y LIMITACIONES

CAPITULO 1. GENERALIDADES

1.1 EL YOGHURT	1
1.2 HISTORIA	2
1.3 PROCESO DE ELABORACIÓN	3

CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 DISEÑO MECANICO	4
2.2 AUTOMATIZACIÓN	6
2.3 NEUMATICA	7
2.3.1 EL AIRE COMPRIMIDO	9
2.3.2 ELEMENTOS DE UN CIRCUITO NEUMATICO	11
2.4 DEFINICIÓN DE FLUIDO	
2.4.1 ECUACIÓN DE LA ENERGÍA	19
2.4.2 CONTINUIDAD	20

CAPITULO 3. CÁLCULOS

3.1 DISEÑO PROPUESTO	21
3.2 CÁLCULOS Y SIMULACIONES	22

CAPITULO 4. ANÁLISIS DE COSTOS

4.1COSTOS	50
-----------	----

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VII. BIBLIOGRAFÍA

VIII. GLOSARIO

IX. ANEXOS

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día los consumidores están más preocupados con respecto a la seguridad e higiene con la que los alimentos que consumen fueron elaborados. El aumento de esta conciencia colectiva ha hecho posible que este tema adquiera un papel de vital importancia dentro de la industria alimenticia.

El termino industria alimenticia abarca un conjunto de actividades industriales dirigidas al tratamiento, transformación, preparación, conservación y envasado de productos alimenticios. En general, las materias primas utilizadas son de origen vegetal o animal y se producen en explotaciones agrarias, ganaderas y pesqueras.

La industria alimentaria actual ha experimentado un intenso proceso de automatización, en un principio, el trabajo se realizaba en el hogar, en las explotaciones agrarias o en pequeñas empresas tradicionales de gestión familiar que se caracterizaban por una utilización intensiva de mano de obra, en la actualidad se ha creado procesos industriales altamente mecanizados basados en el empleo generalizado de capital lo que ha dado paso a la existencia de grandes industrias en numerosos países.

En particular la industria láctea se caracteriza por la existencia de muchas fábricas relativamente pequeñas que ofrecen productos como leche, queso, requesón, nata, helados, yoghurt, suero y lactosa.

A finales del siglo XIX, con el advenimiento de la industria lechera en los países occidentales, se inicio el interés por los productos lácteos fermentados. Se dio gran importancia a la calidad de los fermentos y a las condiciones higiénicas de su producción, para controlar totalmente la elaboración y obtener finalmente un producto de calidad uniforme.

Las importantes inversiones realizadas en los últimos años en las plantas elaboradoras y en investigación han permitido el constante lanzamiento de nuevos productos para segmentos específicos de consumidores además de las fuertes campañas de promoción y publicidad conforme a un perfil de mercado competitivo y dinámico.

II. JUSTIFICACIÓN

La necesidad de asegurar la conservación de los productos alimenticios y facilitar una mejor distribución atenúa la presión de mejorar las tecnologías de tratamiento y conservación dando origen a una rápida evolución técnica y mecanización de estas industrias. Las presiones económicas y comerciales constantes llevan al sector a ofrecer productos nuevos y diferentes para el mercado, mientras que, en otras industrias, puede fabricarse el mismo producto del mismo modo durante mucho tiempo, en la industria alimentaria en ocasiones suele recurrirse a técnicas aparentemente arcaicas al lanzar o iniciar nuevos productos y procesos aun en instalaciones muy industrializadas.

En este tipo de industrias para satisfacer las demandas de la población, no es necesaria únicamente una cantidad suficiente de alimentos, sino que exige un aumento de la producción y también un control estricto de la higiene con el fin de lograr la calidad indispensable para mantener la salud de la comunidad. Por lo cual solo la modernización de las técnicas eliminaran los riesgos de la manipulación manual.

La industria láctea en México está integrada por un poco más de 12 mil establecimientos, más del 90% de ellos corresponden a micro y pequeñas empresas con escasos niveles de tecnología e inadecuados sistemas de control de calidad de sus productos.

El mercado mundial de yogurt tiene un valor superior a los 30,000 millones de dólares y representa el 13% del mercado total de lácteos. Europa es el mercado más importante del mundo y tiene ventas superiores a los 15,000 millones de dólares anuales. Turquía por ejemplo, tiene ventas de casi 2,800 millones de dólares anuales y el 80% del yoghurt que se vende en ese país se utiliza para cocinar.

El mercado Mexicano de este producto lácteo tiene un valor superior a los 700 millones de dólares anuales y presenta un crecimiento anual del más del 13%. El consumo promedio de yoghurt de los mexicanos es inferior a 7 kilogramos anuales, muy lejos de los más de 60 kilogramos que consumen los turcos.

III. OBJETIVO GENERAL

La necesidad de asegurar la conservación de los productos alimenticios y facilitar una mejor distribución reduciendo costos de producción y mantenimiento por medio de un sistema neumático que mejore el proceso de envasado a demás de tener un mayor control en la higiene del proceso.

Se busca automatizar el proceso industrial de envasado del bolis de yogurt. Reduciendo los costos tanto de materia prima como de la mano de obra, eliminando por cuestiones de normas de higiene el contacto de dicho producto con la mano del hombre.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- **Diseño de una máquina para el envasado del bolis de yoghurt:**

Proporcionar una o varias soluciones eficaces para el envasado del producto de tal forma que satisfaga las necesidades establecidas.

- **Diseño de un sistema de automatización:**

Se procederá a recabar información acerca de los sistemas de automatización más modernos y se seleccionara la mejor alternativa de acuerdo a las necesidades.

- **Selección de materiales y dispositivos:**

Se seleccionaran los materiales y dispositivos lo más simples posibles, que cumplan con las características necesarias.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El proceso de envasado de bolis de yoghurt consta de dos etapas:

- **Dosificación**
- **Sellado**

Este proceso es realizado actualmente por dos empleados con los tiempos siguientes

- 6 bolis/minuto
- 1 bolis= 10 segundos

1. El empleado (1) dosifica la cantidad de 100gr dentro del envase, mientras que el empleado (2) sella los envases.



Los principales problemas identificados son:

- **Tiempos de envasado**
- **El desperdicio de envase**

- **TIEMPOS DE ENVASADO**

Los tiempos de envasado que actualmente manejan son altos por lo que se busca tener una mayor producción en menos tiempo, así como evitar el contacto de la mano del hombre con el producto.

- **EL DESPERDICIO DE ENVASE**

El envase que se utiliza es bolsas de polietileno de medida estándar, los 100 gr que se envasan no ocupan la bolsa por completo por lo que cierta cantidad de bolsa es desperdiciada. Cuantificando las pérdidas se tiene que el kilo de bolsa tiene un valor de \$33.00, y el desperdicio es de 250gr por kilo, lo que representa pérdidas económicas de \$8.25 pesos por cada kilo de bolsa utilizada.

Lo que buscamos es utilizar bobina de polietileno, para que el envase sea ocupado en su totalidad y así evitar el desperdicio de este material.

V. ALCANCES Y LIMITACIONES

Observando los principales problemas que tienen con el envasado del bolis de yoghurt se planteo la idea de automatizar el proceso de envasado para tener mayor producción en menos tiempo y un aprovechamiento máximo del envase en este caso bobina de polietileno.

En el desarrollo del proyecto abarcaremos temas de neumática, automatización, diseño mecánico, diseño asistido por computadora etc. Dentro de las instalaciones de la empresa realizamos un estudio del proceso de elaboración de los distintos sabores del bolis de yoghurt para conocer las características físicas al momento del envasado.

El diseño planteado se realizo de manera conjunta con el gerente general y los empleados, cada uno sugiriendo ideas a partir de la experiencia que tienen manejando el producto y las necesidades que se buscan satisfacer.

Se busca obtener en el diseño las condiciones más reales posibles sin dejar de lado que para algunos casos es necesario realizar pruebas físicas para observar los problemas que se pueden presentar durante el trabajo, la empresa no facilitara los recursos para realizar tales pruebas, por lo que las simulaciones serán el mayor parámetro de prueba para el diseño presentado.

CAPITULO 1. GENERALIDADES

1.1 EL YOGHURT

El yoghurt es un producto lácteo fermentado, levemente ácido, de cultivo semisólido, resultado del crecimiento de bacterias ácido lácticas que modifican los componentes normales de la leche, provocando su coagulación, formando una masa más o menos homogénea de aspecto viscoso, sabor ácido agradable y refrescante; es producido por homogeneización y pasteurización.

De acuerdo al codex alimentarius el yoghurt se define como el producto de leche coagulada obtenida por fermentación láctica mediante la acción de *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* y *Streptococcus salivarius subsp thermophilus* a partir de la leche y productos lácteos. Los microorganismos presentes en el producto deberán ser apropiados y abundantes.

La legislación mexicana en el reglamento de control sanitario de productos y servicios, en su apéndice, apartado III.1.7 inciso “d” define como yoghurt, “al producto obtenido por la fermentación de la leche estandarizada entera, parcialmente descremada o descremada, pasteurizada, producida por cultivos de las bacterias lácticas viables *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus termophyllus*, adicionado o no de aditivos”.

El yoghurt en México ha tenido una amplia aceptación y un crecimiento acelerado; actualmente se le encuentra en una gran variedad de presentaciones, tamaños, texturas, sabores, colores y marcas comerciales. Se le puede conseguir con bajo contenido de grasa, sólido o batido, conocido este último como estilo “suizo”. Su composición varía de acuerdo al tipo de leche utilizada como por los ingredientes incluidos en su formulación, ya sea fruta, nueces, etc.

El proceso tecnológico para la obtención del yoghurt es sencillo y económico, se requiere de un conjunto de equipos y utensilios básicos, que conjuntamente con el cumplimiento de normas de sanidad e higiene son indispensables para la producción de un alimento seguro y de óptima calidad.

Actualmente la tecnología de elaboración está al alcance de todo el mundo y se produce de forma industrial, semi-industrial o artesanal.

En muchos países, se han adoptado normativas estrictas que regulan la elaboración de productos lácteos y en las que se establece, por ejemplo, la obligación de pasteurizar todos los líquidos. En la mayoría de las industrias lácteas, la leche se pasteuriza; en ocasiones, se esteriliza o se homogeneiza.

La obtención de productos lácteos seguros y de alta calidad es el objetivo de los centros productivos actuales. Aunque los recientes avances tecnológicos permiten una mayor sofisticación y automatización, la seguridad sigue siendo motivo de preocupación.

1.2 HISTORIA

La palabra procede del término turco yoghurt, que a su vez deriva del verbo yoğurmak, ‘mezclar’, en referencia al método de preparación del yoghurt.

Existen pruebas de la elaboración de productos lácteos en culturas que existieron hace 4500 años. Los primeros yoghures fueron probablemente de fermentación espontánea, quizá por alguna bacteria del interior de las bolsas de piel de cabra usadas como recipientes de transporte.

Las bacterias *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, responsable de la fermentación de la leche, ya eran conocidas por los antiguos tracios que vivían en el territorio de la Bulgaria moderna desde 6000 -7000 a. C. Fueron ellos quienes las utilizaron para inducir la fermentación de la leche de oveja y de esa forma obtener yoghurt, queso, etc. Dichos productos son los primeros alimentos prebióticos en el mundo.

Bulgaria está considerada como la Patria del Yoghurt. Existen estudios científicos que acreditan que hace 4000 años, los Tracios (los antiguos Búlgaros) estaban ya familiarizados con el yoghurt. Desde Tracia, el producto se introdujo en Turquía, y luego en Asia Menor y en la totalidad de la Península Balcánica. El Premio Nobel, reconocido científico ruso y fundador de la ciencia de la inmunología, Iliá Mechnikov, describe al yoghurt Búlgaro como un excelente agente anti envejecimiento. La bacteria que contiene éste, ataca, bloquea y neutraliza las toxinas, depurando el organismo.

La bacteria causante de la fermentación láctea fue descubierta en 1903 por el doctor Búlgaro Stamen Grigoroff, quien publicó y presentó su trabajo científico dedicado al yoghurt Búlgaro ante el Instituto Pasteur de París, Francia. En su honor, la nueva bacteria descubierta fue llamada inicialmente “*Bacterium Bulgaricum Grigoroff*”, aunque después pasó a denominarse “*Lactobacillus Bulgaricus*”. La bacteria, como afirmaba el científico, bloquea la proliferación de bacterias patógenas, con lo que retrasa el proceso de envejecimiento del organismo humano.

Lo más sorprendente es que la “*Lactobacillus Bulgaricus*”, desarrolla las citadas cualidades y características sólo en el territorio de Bulgaria.

Trasladada a otras latitudes, la bacteria se transforma y, aunque el yoghurt obtenido con esa misma bacteria tiene un sabor similar al del yoghurt búlgaro original, sus propiedades no son las mismas perdiendo incluso su capacidad para retrasar el proceso de envejecimiento. Por consiguiente, se hace necesaria la adquisición del agente fermentador Búlgaro original.

1.3 ELABORACIÓN ARTESANAL

Aunque se ha utilizado leche de diferentes especies animales para la fabricación de yoghurt, en la industrialización se utiliza básicamente leche de vaca. Puede utilizarse leche entera, leche parcialmente descremada, leche descremada o crema de leche. La leche más apropiada es la que posea un contenido elevado de proteínas por razón de su alta densidad. A pesar de ello no es necesario elegir una leche con una proporción elevada de extracto seco para la elaboración de yoghurt, pues aquel puede ser aumentado más tarde por medio de otros productos como, leche descremada concentrada, leche en polvo descremada, suero, lactosa.

El proceso de elaboración artesanal del yoghurt consta de los siguientes pasos:

- **Recepción de leche cruda:** Es un punto de control en donde deben realizarse verificaciones inmediatas de la calidad acordada de la leche cruda.
- **Filtración:** se realiza la filtración de la leche para evitar el ingreso de partículas gruesas al proceso.
- **Calentamiento de la leche cruda:** Se coloca en hoyas donde posteriormente se pone a calentar hasta que comience a hervir.
- **Enfriamiento de la leche cruda:** Una vez que hierve se retira de los quemadores y se deja enfriar a temperatura ambiente hasta alcanzar los 40°C.
- **La homogenización:** Mientras la leche se enfría a 40°C, cada 30 minutos se retira la nata que se forma en la parte superior para lograr una mejor consistencia.
- **Tiempo de fermentación:** cuando la leche alcanza los 40°C, se coloca en tambos de 19lt que posteriormente se introducen a una incubadora donde se mantiene la temperatura de entre (38°C y 40°C) para darle 12 horas de fermentación, se retira de la incubadora y se obtiene yoghurt natural.

CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 DISEÑO MECÁNICO

El diseño es una actividad mental, una actividad fruto del intelecto mediante la cual se generan una serie de ideas respecto a la solución práctica de un problema que requiere del desarrollo y/o construcción de una maquina, mecanismo, dispositivo y/o la creación de un proceso. Desde un punto de vista amplio el proceso de diseño es aplicable a las artes como a las actividades técnicas. El proceso de diseño implica la definición clara de que es lo que se debe desarrollar, como debe funcionar, como se debe hacer, las funciones, los requerimientos, etc.

El diseño tiene diferentes niveles dependiendo del grado de profundidad que se le dé a la solución. Este puede ser simplemente los esquemas, plano o bocetos sobre una obra o maquina o puede tener una mayor complejidad e incluir las memorias de cálculo que permiten dimensionar el tamaño de los componentes, la selección de los materiales, la simulación computacional del funcionamiento del equipo, entre otras.

En general puede decirse que el diseño es la formulación de un plan integral realizado por un grupo interdisciplinario, cuyo objetivo es satisfacer una necesidad. El objetivo de este curso es brindar los elementos básicos para el diseño de componentes y elementos mecánicos.

Para llevar a cabo el diseño mecánico es necesario tener bases fuertes en las áreas de la mecánica de materiales, dibujo, mecanismos, materiales de ingeniería y procesos de fabricación principalmente. Dependiendo del objeto del diseño es probable que se tenga que aplicar principios de la mecánica de fluidos, termodinámica, turbo máquinas y algunas más.

ETAPAS DEL DISEÑO

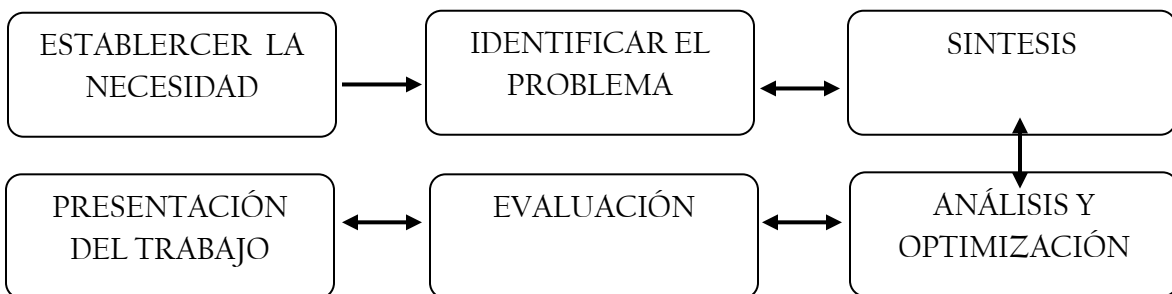


Imagen 2.1 Etapas del diseño

En el análisis y optimización se trabaja usualmente sobre la mejor alternativa y se le hace un estudio más completo de su viabilidad técnica y económica. Se tienen todas las memorias de cálculo y se aplican técnicas avanzadas para determinar si la alternativa es funcional o no. Es posible que se hayan desarrollado prototipos o simulaciones en esta etapa.

La evaluación, sugiere que con base a criterios objetivos se determine si la opción es aceptada o no. Esta etapa, puede requerir en el caso de que se hayan construido prototipos o modelos de la realización de ensayos y de simulaciones para determinar su comportamiento y desempeño.

PARÁMETROS O CRITERIOS DE DISEÑO

- La Resistencia requerida en los diferentes componentes dadas las solicitaciones de carga a las que van a ser sometidos, las condiciones de operación, incluyendo el entorno (tipo de atmósfera, humedad, temperatura) y la vida esperada del mismo.
- Los Materiales a emplear en la fabricación de los componentes, los cuales tienen diferentes características en cuando a sus propiedades mecánicas, físicas y químicas. Además de los aspectos relacionados con su costo, fabricación, manipulación y disponibilidad., entre otros.
- Los Costos en los que se debe incurrir para el desarrollo del proyecto, la materialización del diseño. Estos costos están relacionados, como ya se menciono, con los materiales, los procesos de fabricación, ensamblaje, las pruebas técnicas y demás recursos requeridos durante la etapa de construcción y prueba y optimización.
- El tiempo disponible para la realización del proyecto, desde la fase de concepción hasta la entrega.
- El peso de la estructura, puede ser un factor determinante en el diseño, y usualmente debe tenerse especial cuidado al momento de la realización de los cálculos los esfuerzos a los que está sometido el material.

- En ocasiones debe analizarse la relación resistencia mecánica peso como un criterio adicional para la selección del material a emplear en la construcción de la maquina o del componente mecánico.
- Otros aspectos técnicos: tales como el ensamblaje, el mantenimiento, la seguridad deben ser tenidos en cuenta en el proceso de diseño.

Una práctica común en el diseño es el uso de factores, usualmente denominados, de seguridad con los cuales se tiene un margen adicional que busca garantizar que el diseño escogido satisfaga adecuadamente los requerimientos bajo los cuales se formuló. Estos factores tienen en cuenta por ejemplo que los valores de la resistencia de los materiales suministrados por los fabricantes son de referencia y que estos pueden ser diferentes a los esperados. Cuando el diseño implica un riesgo alto debido a la presencia de vidas humanas, es preferible ser un poco conservador durante el proceso de diseño. Existen muchas otras circunstancias que sugieren el uso de estos factores de seguridad.

El proceso de diseño se rige por Códigos y Normas de entes gubernamentales o de asociaciones técnicas. Los Códigos son directrices de estricto cumplimiento, y son supervisados por los organismos de control de los países y las normas son recomendaciones de entidades, sociedades o agremiaciones de empresas o especialistas en un área del saber específico.

2.2 AUTOMATIZACIÓN

La automatización industrial es el uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para controlar maquinarias y procesos industriales sustituyendo a operadores humanos.

Para mediados del siglo XX, la automatización había existido por muchos años en una escala pequeña, utilizando mecanismos simples para automatizar tareas sencillas de mano factura. Sin embargo el concepto llego a ser realmente práctico con la evolución de las computadoras digitales, cuya flexibilidad permitió manejar cualquier clase de tarea. Las computadoras digitales con la combinación requerida de velocidad, poder de cómputo, precio y tamaño empezaron aparecer en la década de los 60's.

Antes de este tiempo, las computadoras industriales eran exclusivamente computadoras analógicas y computadoras híbridas.

Desde entonces las computadoras digitales tomaron el control de la mayoría de tareas simples, repetitivas, tareas semi-especializadas y especializadas, con algunas excepciones notables en la producción e inspección de alimentos.

Existen muchos trabajos donde no existe riesgo inmediato de la automatización. Ningún dispositivo ha sido inventado que pueda competir contra el ojo humano para la precisión y destreza de muchas tarea; tampoco el oído humano.

Computadoras especializadas, son utilizadas para leer entradas de campo a través de sensores y en base a su programa, generar salidas hacia el campo a través de actuadores. Esto conduce a controlar acciones precisas que permitan un control estrecho de cualquier proceso industrial.

Existen dos tipos distintos:

- DCS o sistema de control distribuido
- PLC o controlador lógico programable

El primero era antiguamente orientado a procesos de tipo análogos, mientras que el segundo se utilizaba en procesos de tipo discretos. Actualmente ambos equipos se parecen cada vez más y cualquiera de los dos puede ser utilizado en todo tipo de procesos.

2.3 NEUMÁTICA

El término neumática procede del griego pneuma que significa soplo o aliento. Las primeras aplicaciones de la neumática se remontan al año 2,500 a.c. mediante la utilización de muelles de soplado. Posteriormente fue utilizada en la construcción de órganos musicales, en la minería y la siderurgia. En el siglo XIX se comenzó a utilizar el aire comprimido en la industria de forma sistemática. Herramientas neumáticas, martillos neumáticos y tubos de correo neumáticos son un ejemplo de estas aplicaciones.

La neumática es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. El aire es un material elástico y, por tanto, al aplicarle una fuerza en un espacio confinado se comprime, mantiene esta compresión y devuelve esta energía acumulada cuando se le permite expandirse, según dicta la ley de los gases ideales.

El aire comprimido es aire tomado de la atmosfera y confinado a presión en un espacio reducido.

Hoy en día son muchos de los sistemas técnicos que basan su funcionamiento en este tipo de energía. Por ejemplo, las puertas de algunos autobuses y trenes se accionan con aire comprimido; en la industria son muy útiles los sistemas neumáticos por que proporcionan movimiento lineal y desarrollan grandes fuerzas, utilizándose para empujar y levantar cargas pesadas, en cadenas de montaje automatizadas.

En los sistemas neumáticos, el aire comprimido se produce en un elemento llamado compresor, que es una bomba de aire comprimido accionado normalmente por un motor eléctrico, este aire se almacena en un deposito receptor. Desde este, el aire es conducido a través de válvulas a los cilindros, que son los componentes encargados de realizar el trabajo.

PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

Algunas magnitudes que definen a los fluidos son la presión, el caudal y la potencia.

Presión: Se define como la relación entre la fuerza ejercida sobre la superficie de un cuerpo.

$$P = \frac{F}{A} \quad \dots \text{Ecuación 2.1}$$

Las unidades que se utilizan para la presión son:

$$1 \text{ atmósfera} \approx 1 \text{ bar} = 1 \text{ kg/cm}^2 = 10^5 \text{ pascal}$$

Caudal: Es la cantidad de fluido que atraviesa la unidad de superficie en la unidad de tiempo.

$$Q = \frac{\text{Volumen}}{t} \quad \dots \text{Ecuación 2.2}$$

Potencia: Es la presión que ejercemos multiplicada por el caudal.

$$W_{\text{Potencia}} = P * Q \quad \dots \text{Ecuación 2.3}$$

2.3.1 EL AIRE COMPRIMIDO

El aire comprimido que se emplea en la industria procede del exterior. Se comprime hasta alcanzar una presión de unos 6 bares de presión, con respecto de la atmosférica (presión relativa).

$$\text{Presión absoluta} = P. \text{ atmosférica} + P. \text{ relativa}$$

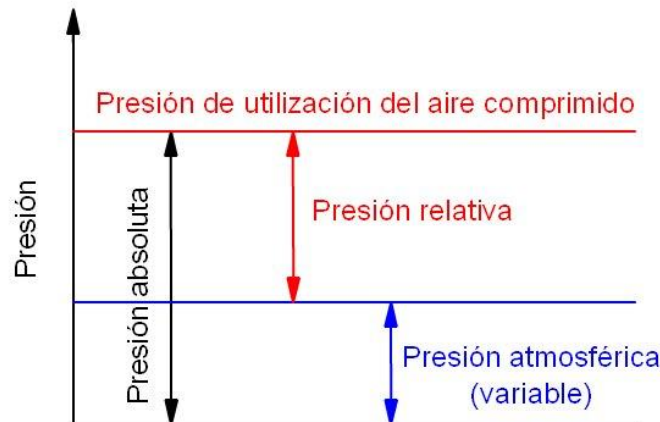


Imagen 2.2 – Grafica de presiones

VENTAJAS DEL AIRE COMPRIMIDO:

- Es abundante (disponible de manera ilimitada).
- Transportable (fácilmente transportable, además los conductos de retorno son innecesarios).
- Se puede almacenar (permite el almacenamiento en depósitos).
- Resistente a las variaciones de temperatura.
- Es seguro, ininflamable (no existe peligro de explosión ni incendio).
- Limpio (lo que es importante para industrias como las químicas, alimentarias, textiles)
- Los elementos que constituyen un sistema neumático, son simples y de fácil comprensión).
- La velocidad de trabajo es alta.
- Tanto la velocidad como las fuerzas son regulables de una manera continua.
- Aguanta bien las sobrecargas (no existen riesgos de sobrecarga, ya que cuando ésta existe, el elemento de trabajo simplemente para sin daño alguno).

DESVENTAJAS DEL AIRE COMPRIMIDO:

- Necesita de preparación antes de su utilización (eliminación de impurezas y humedad).
- Debido a la compresibilidad del aire, no permite velocidades de los elementos de trabajos regulares y constantes.
- Los esfuerzos de trabajo son limitados (de 20 a 30000 N).
- Es ruidoso, debido a los escapes de aire después de su utilización.
- Es costoso. Es una energía cara, que en cierto punto es compensada por el buen rendimiento y la facilidad de implantación.

COMPOSICIÓN DEL AIRE

$N_2 \Rightarrow 78,084\%$; $O_2 \Rightarrow 20,9476\%$; $CO_2 \Rightarrow 0,0314\%$; $Ne \Rightarrow 0,00181\%$; $He \Rightarrow 0,000524\%$; $CH_4 \Rightarrow 0,0002\%$; $SH_4 \Rightarrow$ de 0 a $0,0001\%$; $H_2 \Rightarrow 0,00005\%$ y una serie de componentes minoritarios (Kr, Xe, O_3) $\Rightarrow 0,0002\%$.

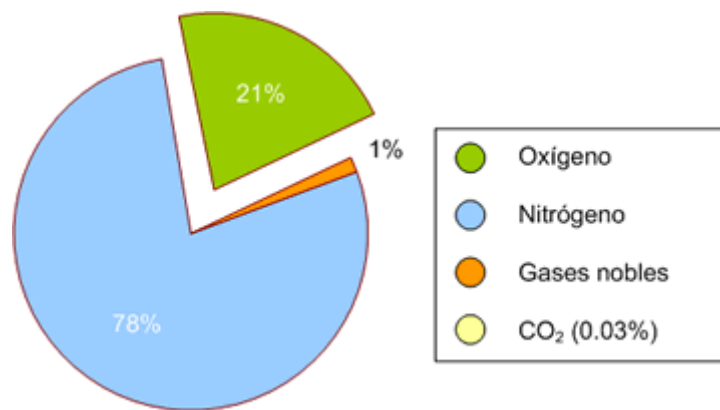


Imagen 2.3 – Composición del aire

2.3.2 ELEMENTOS BÁSICOS DE UN CIRCUITO NEUMÁTICO

Los elementos básicos de un circuito neumático son:

- **El generador de aire comprimido:** es el dispositivo que comprime el aire de la atmosfera hasta que alcanza la presión de funcionamiento de la instalación. Generalmente se asocia con un tanque donde se almacena el aire para su posterior utilización.
- **Las tuberías y los conductos:** son aquellos donde se canaliza el aire para que llegue a todos los elementos.
- **Los actuadores:** cilindros y motores, que son los encargados de transformar la presión del aire en trabajo útil.
- **Los elementos de mando y control:** válvulas distribuidoras, se encargan de permitir o no el paso del aire según las condiciones preestablecidas.

COMPRESOR

El compresor de embolo es el más utilizado debido a su flexibilidad de funcionamiento.

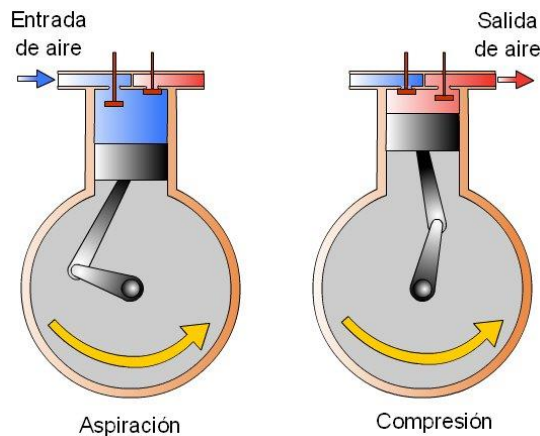


Imagen 2.4 – Compresor de embolo

El funcionamiento de este tipo de compresores es muy parecido al del motor de un automóvil. Un eje, mediante una biela y una manivela produce el movimiento alternativo de un pistón. Al bajar el pistón se introduce el aire. Cuando ha bajado totalmente se cierra la válvula de admisión y comienza a subir el pistón y con ello la compresión del aire. Cuando este aire se ha comprimido hasta el máximo, la válvula de escape se abre y sale el aire a presión.

La elección del compresor depende del gasto de aire y la presión de nuestro sistema, teniendo estos datos nos vamos a catálogos y seleccionamos el compresor que satisfaga las condiciones de nuestro sistema. Generalmente se agrega un 25% más al gasto para posibles ampliaciones, pérdidas, etc.

$$Q_{Compresor} = (Q_{Sistema})(1.25) \quad \dots \text{Ecuación 2.4}$$



Imagen 2.5 - Compresor

CONDUCTOS

Para transportar el aire es necesario utilizar conductores. Los conductores utilizados son tuberías metálicas o de polietileno de presión. El diámetro de las tuberías depende de las necesidades de caudal que requiera la instalación, teniendo en cuenta la caída de presión producida por las pérdidas y la longitud de las tuberías.



Imagen 2.6 - Conductos Neumáticos

ACTUADOR DE DOBLE EFECTO

Se trata de un tubo cilíndrico cerrado con un diseño muy parecido al cilindro de simple efecto, pero sin el muelle de retorno, el retorno se hace por medio de otra entrada de aire.

Este tipo de cilindro trabaja en los dos sentidos, cuando el aire entra en el produce fuerza y desaloja el aire que está en el otro compartimiento. El retroceso y el desalojo de aire se producen cuando el aire entra por el otro orificio.

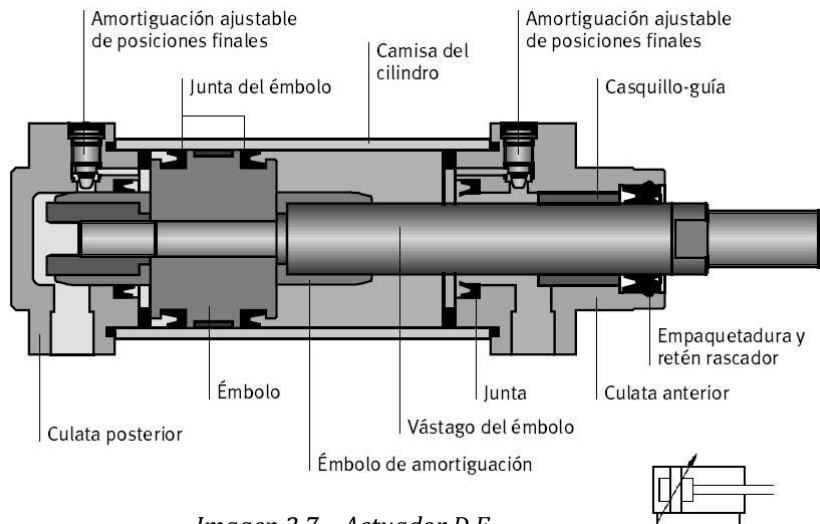


Imagen 2.7 – Actuador D.E.

La fuerza de avance se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$F_{Empuje} = P_{Aire} * A_{Embolo} \quad \dots Ecuación 2.5$$

La fuerza de retroceso será menor que la de avance y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$F_{Retroceso} = P_{Aire} * (A_{Embolo} - A_{Vastago}) \quad \dots Ecuación 2.6$$

El gasto de aire comprimido para estos cilindros se calcula de la manera siguiente:

$$Q_{Cilindro} = 2nsq \quad \dots Ecuación 2.7$$

Donde:

$$Q_{Cilindro} = \text{Gasto en litros} / \text{min}$$

$$n = \text{ciclos} / \text{min}$$

s = Carrera del vástago

$$q = \text{litros} * \text{cm}$$

MOTOR NEUMATICO

Los actuadores rotativos se utilizan para hacer girar objetos o maquinas herramientas, motor de una taladradora, atornillar o desatornillar, etc.

MOTOR DE PALETAS

Genera movimiento rotativo continuo. El aire entra por una parte y hace que giren las paletas, la herramienta se encuentra sujeta sobre el eje de giro. Se trata del motor neumático más utilizado, puede dar una potencia de hasta 20 CV y velocidades desde 300 a 25000 rpm.

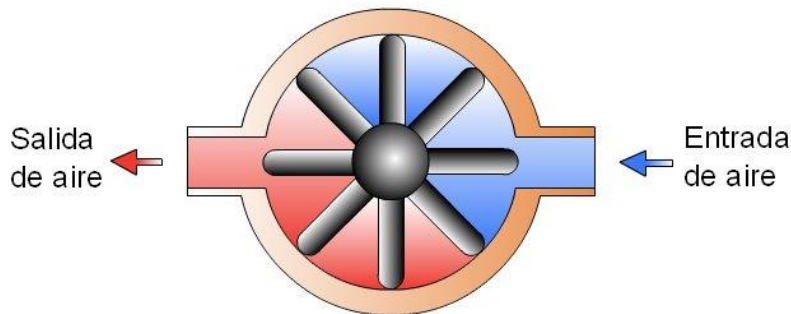


Imagen 2.8 - Motor de paletas horizontal

La potencia requerida para seleccionar el motor neumático, se obtiene mediante las siguientes relaciones:

$$P = \frac{T * V}{9550} \quad \dots \text{Ecuación 2.8}$$

Donde:

$$T = \text{Torsor}$$

$$V = \text{Velocidad (RPM)}$$

El torsor lo obtenemos:

$$T = I\alpha \quad \dots \text{Ecuación 2.9}$$

Donde:

I = Sumatoria de momentos de inercia

α = Aceleración angular

Como desconocemos la aceleración angular usamos:

$$\alpha = \frac{\omega}{t} \quad \dots \text{Ecuación 2.10}$$

Donde:

$$\omega = \text{rad/s}$$

$$t = \text{tiempo}$$

Para el tiempo usamos:

$$t = \frac{2\pi \text{rad}}{\omega} \quad \dots \text{Ecuación 2.11}$$

El gasto de aire comprimido del motor lo obtenemos de los catálogos y esta dado en:

$$Q_{\text{Motor}} = \text{litros/segundo}$$

VÁLVULAS

Es un dispositivo mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

VÁLVULA 5/2

Una de sus principales aplicaciones es controlar los cilindros de doble efecto. Se trata de una válvula activada por un pulsador y retorno por muelle. En estado de reposo, permite la circulación de aire entre las terminales 4 y 5, y entre 1 y 2, la terminal 3 está bloqueada. Cuando la activamos, permite la circulación de aire entre las terminales 1 y 4, y entre 2 y 3, ahora la terminal 5 se encuentra bloqueada.

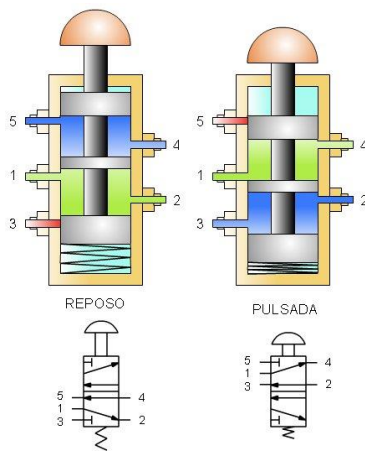


Imagen 2.9 – Estructura válvula 5/2



Imagen 2.10 – Válvula 5/2 FESTO

VÁLVULA ESTRANGULADORA UNIDIRECCIONAL

Se encarga de permitir el paso del aire libremente cuando circula desde el terminal 2 al 1. Mientras que estrangula el aire cuando circula desde el terminal 1 al 2. Se utiliza para hacer que los cilindros salgan o entren más lentamente.

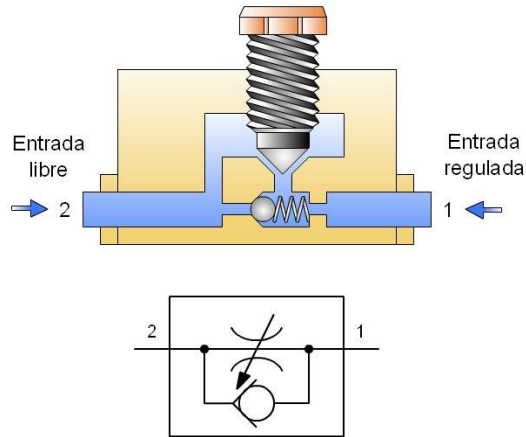


Imagen 2.11 - Válvula estranguladora unidireccional

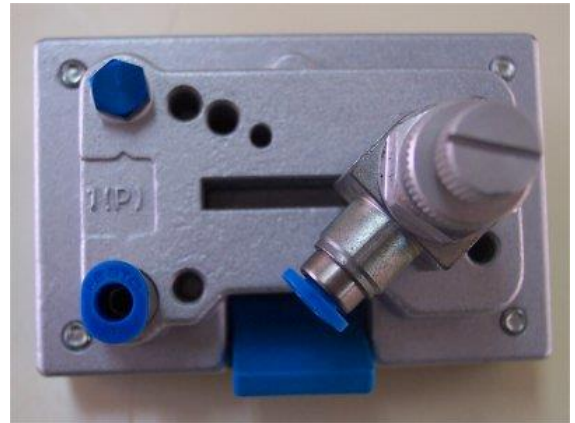


Imagen 2.12 - Válvula estranguladora unidireccional FESTO

UNIDAD DE MANTENIMIENTO

Generalmente entre el depósito y el circuito se suele incluir una unidad de mantenimiento que cuenta con un regulador de presión, un filtro y un lubricador de aire.



Imagen 2.13 - Unidad de mantenimiento

DISEÑO DE CIRCUITOS NEUMÁTICOS

Cuando se representa un circuito neumático la colocación de cada elemento debe ocupar una posición en el esquema según realice una tarea u otra. El esquema se divide en varios niveles que nombrados de arriba abajo son:

- Actuadores
- Elementos de control
- Funciones lógicas
- Emisores de señal, señales de control
- Toma de presión y unidad de mantenimiento

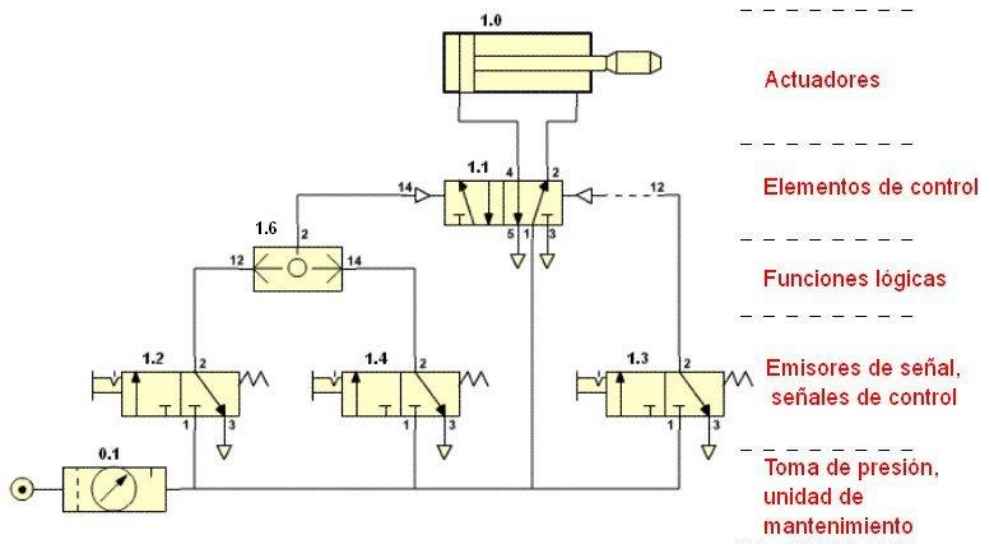


Imagen 2.14 - Diseño de circuitos neumáticos

2.4 DEFINICIÓN DE FLUIDO

Un fluido es un conjunto de partículas que se mantienen unidas entre sí por fuerzas cohesivas débiles y/o las paredes de un recipiente; el término engloba a los líquidos y los gases. En el cambio de forma de un fluido la posición que toman sus moléculas varía, ante una fuerza aplicada sobre ellos, pues justamente fluyen. Los líquidos toman la forma del recipiente que los aloja, manteniendo su propio volumen, mientras que los gases carecen tanto de volumen como de forma propios. Las moléculas no cohesionadas se deslizan en los líquidos, y se mueven con libertad en los gases. Los fluidos están conformados por los líquidos y los gases, siendo los segundos mucho menos viscosos.

2.4.1 ECUACIÓN DE LA ENERGIA

Para conocer el calor transferido a un dispositivo o el trabajo efectuado por un dispositivo (bomba o turbina), necesitamos la ecuación de la energía.

$$HP + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + Z_1 = HT + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + hl \quad \dots \text{Ecuación 2.12}$$

Donde:

$\frac{V^2}{2g}$ ---- **Carga de Velocidad**

$\frac{P}{\gamma} + z$ ---- **Carga Piezometrica**

$\frac{P}{\gamma}$ ----- **Carga de Presión**

$hl =$ **Perdida de carga**

Se acostumbra escribir en términos del **COEFICIENTE DE PERDIDA K:**

$$hl = K \frac{V^2}{2g} \quad \dots \text{Ecuación 2.13}$$

K= valores de accesorios (Tablas)

H_P y H_T representan la energía que se transfiere hacia y desde el fluido. La potencia requerida por la bomba la obtenemos:

$$P = \rho g Q H_P \quad \dots \text{Ecuación 2.14}$$

Donde:

$\rho = \text{densidad}$

$g = \text{gravedad}$

$Q = \text{Gasto}$

$H_P = \text{Carga de bomba}$

2.4.2 ECUACIÓN DE CONTINUIDAD

Expresa la idea de que la masa de un fluido que entra por el extremo de un tubo debe salir por el otro extremo.

$$\rho_1 A_1 V_1 = \rho_2 A_2 V_2 \quad \dots \text{Ecuación 2.15}$$

Si no hay cambio de temperatura se reduce a:

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 \quad \dots \text{Ecuación 2.16}$$

Donde:

$A = \text{area}$

$V = \text{velocidad}$

Lo que representa:

$$Q_1 = Q_2 \quad \dots \text{Ecuación 2.17}$$

Donde:

$Q = \text{caudal}$

CAPITULO 3. CÁLCULOS

3.1 DISEÑO PROPUESTO

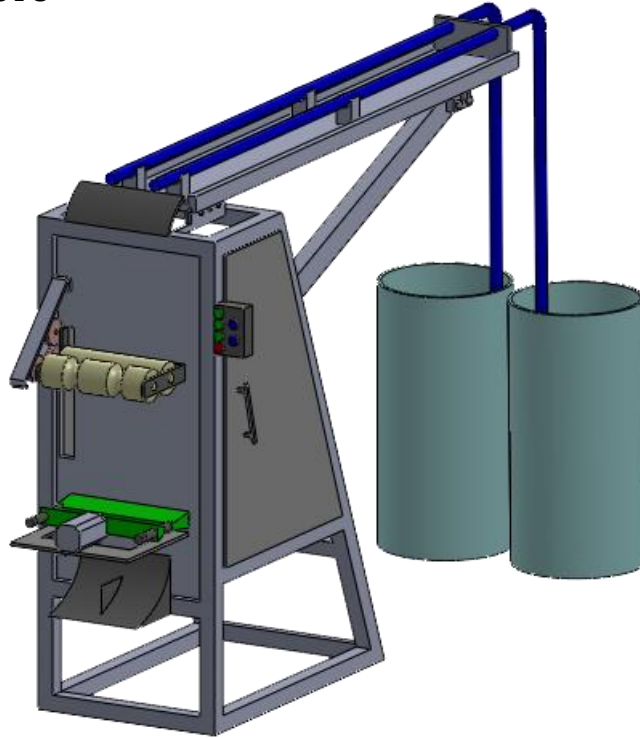


Imagen 3.1 - Diseño propuesto

CARACTERISTICAS

- Máquina envasadora vertical
- Bobina de 3cm
- Bolis de 100gr
- Bolis de 200gr
- Bolis de 300gr
- Sello de 3mm de espesor
- Materiales: Grado alimenticio

3.2 CALCULOS Y SIMULACIONES

ANALISIS DE LA ESTRUCTURA

Calculo W_{Tubos} :

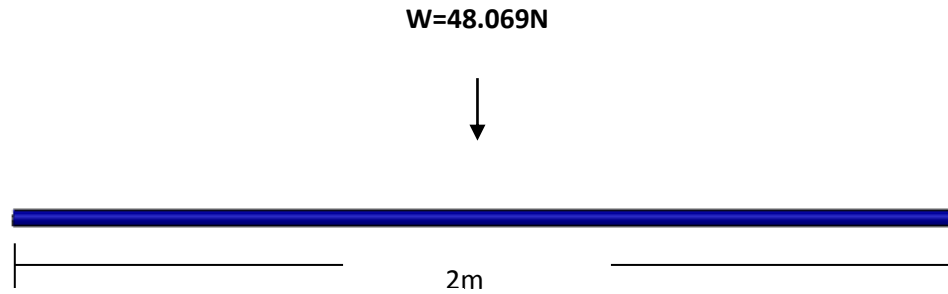


Imagen 3.2 Tubo $D=1in$

Material: Acero inoxidable

$$D = 1in$$

$$m = 1.225 \frac{Kg}{M}$$

$$W = (1.225 \frac{Kg}{M})(4M)(9.81m/s^2)$$

$$W = 48.069N$$

Calculo $W_{Yoghurt}$ dentro de los tubos:

$$V = \frac{\pi(D^2)}{4}$$

$$V = \frac{\pi(0.0254m)^2}{4}$$

$$V = 5.0670 \times 10^{-4} M^3$$

$$W = \gamma_{yoghurt} * V$$

$$W = (10192.60 \frac{N}{M^3})(5.0670 \times 10^{-4} M^3)$$

$$W = 5.16N(2)$$

$$W = 10.33N$$

Calculo W soporte de tubos:

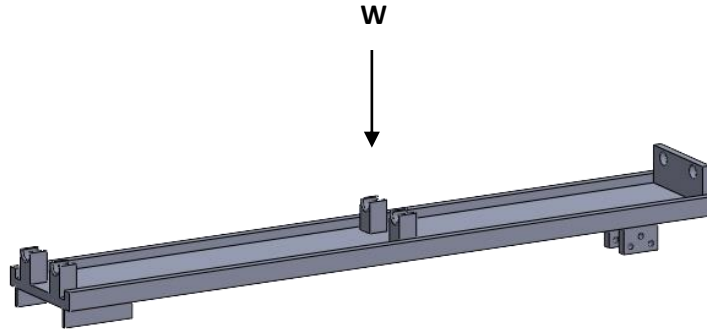


Imagen 3.3 - Soporte de tubos

Datos del Solid-Works

$$m = 18.480Kg$$

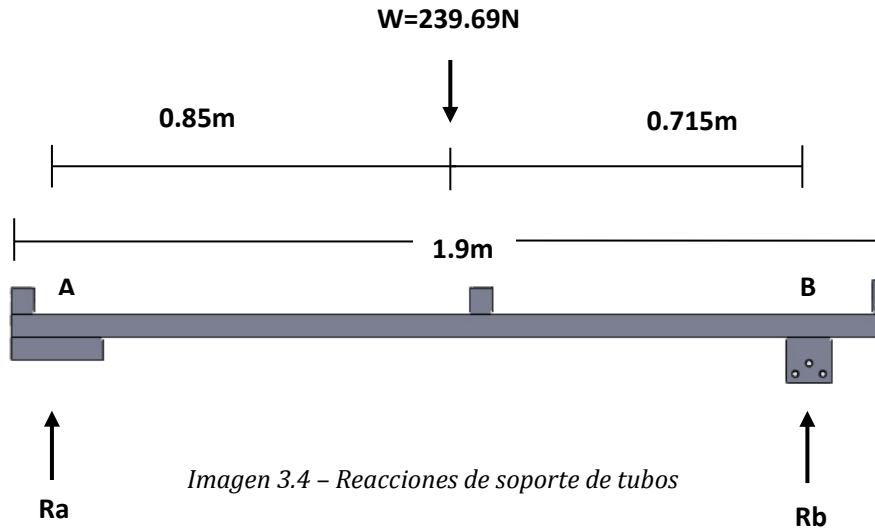
$$W = m * g$$

$$W = (18.480)(9.81 \frac{m}{s^2})$$

$$W = 181.29N$$

$$W_{Total} = W_{Tubos} + W_{Yogurt} + W_{Estructura}$$

$$W_{Total} = 239.69N$$

CALCULANDO REACCIONES:**Sumatoria de momentos en A:**

$$-W(0.85m) + R_B(1.565m) = 0$$

$$-(239.69N)(0.85m) + R_b(1.565m) = 0$$

$$R_B = \frac{(239.69N)(0.85m)}{(1.565m)}$$

$$R_B = 130.18N$$

Sumatoria de fuerzas verticales:

$$R_a - W + R_B = 0$$

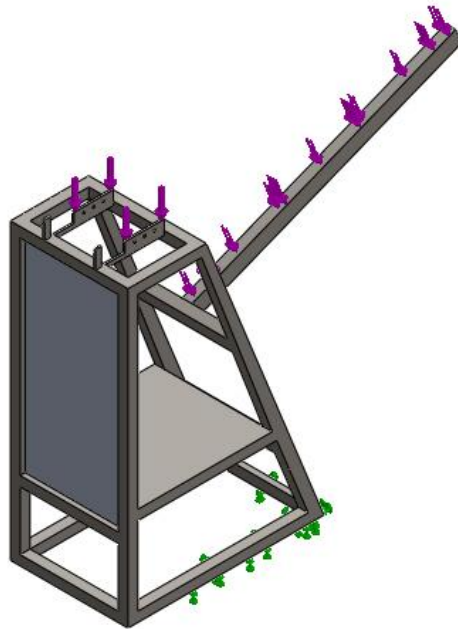
$$R_a = W - R_B$$

$$R_a = 239.69N - 130.18N$$

$$R_a = 109.51N$$

Análisis con Solid-Works

Una vez obtenidas las reacciones, calculamos los esfuerzos de la estructura con ayuda del Solid-Works.



Nombre del modelo: **RESIDENCIA ESTRUCTURABOX.**

Configuración actual: **Predeterminado**

Sólidos

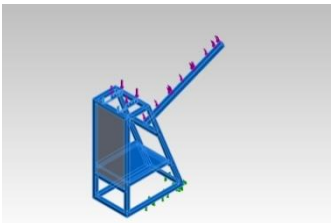
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
<p>Redondeo2</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:1090.93 lb</p> <p>Volumen:3842.83 in³</p> <p>Densidad:0.283888 lb/in³</p> <p>Peso:1090.19 lbf</p>	<p>C:\Users\uno\Documents\R ESIDENCIA\RESIDENCIA ESTRUCTURABOX..SLDPRT</p> <p>Dec 11 01:05:58 2012</p>

Imagen 3.5 - Propiedades de la estructura

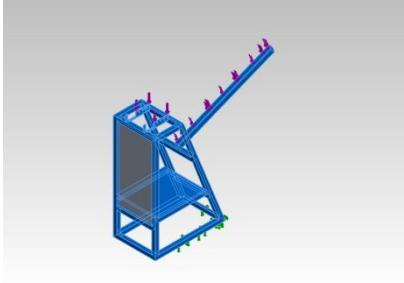
Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: 1023 Chapa de acero al carbono (SS)</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión máxima de von Mises</p> <p>Límite elástico: 2.82685e+008 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 4.25e+008 N/m²</p>	<p>Sólido 1(Redondeo2)(RESIDENCIA ESTRUCTURABOX.)</p>

Imagen 3.6 - Propiedades del material de la estructura

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
<p>Fijo-1</p>		<p>Entidades: 1 cara(s)</p> <p>Tipo: Geometría fija</p>

Imagen 3.7 - Sujeciones de simulación

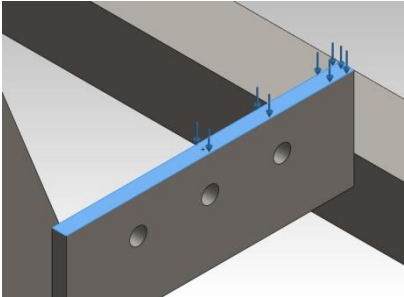
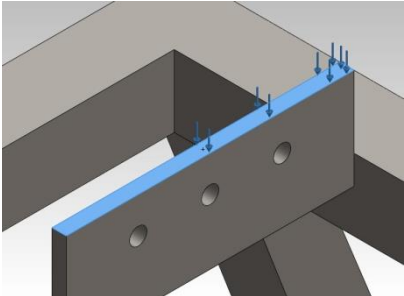
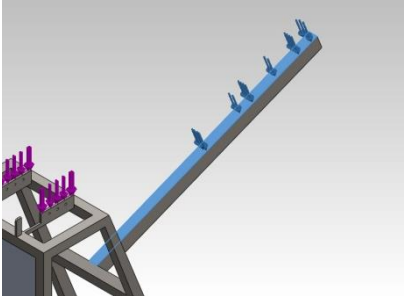
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		<p>Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 54.755 N</p>
Fuerza-2		<p>Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 54.755 N</p>
Fuerza-3		<p>Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 130.18 N</p>

Imagen 3.8 - Fuerzas actuando en la estructura

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Stress	VON: Tensión de von Mises	1.04277 N/m ² Nodo: 9021	2.04862e+006 N/m ² Nodo: 8681

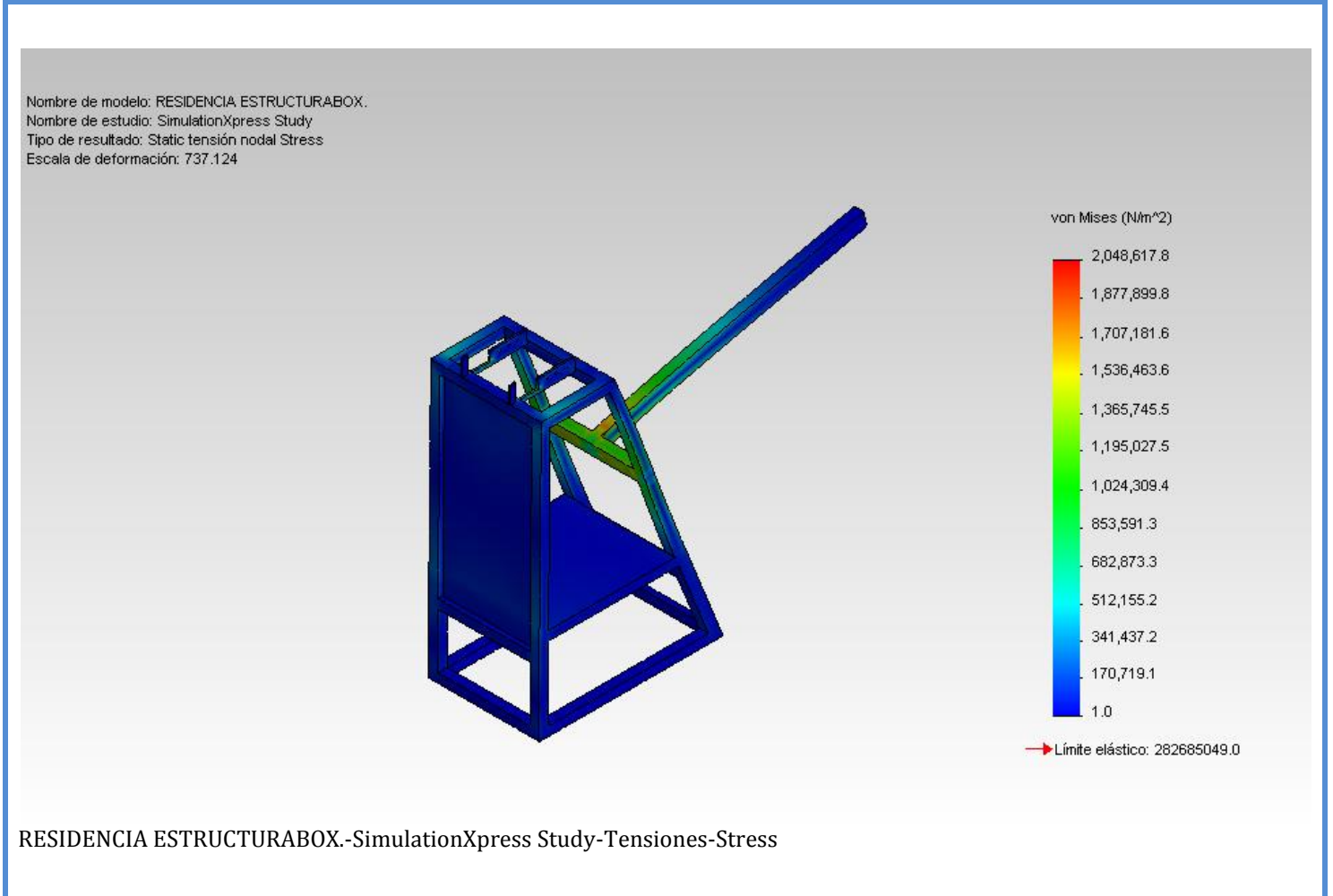


Imagen 3.9 - Tensión de von Mises

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Displacement	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 1153	0.289496 mm Nodo: 2849

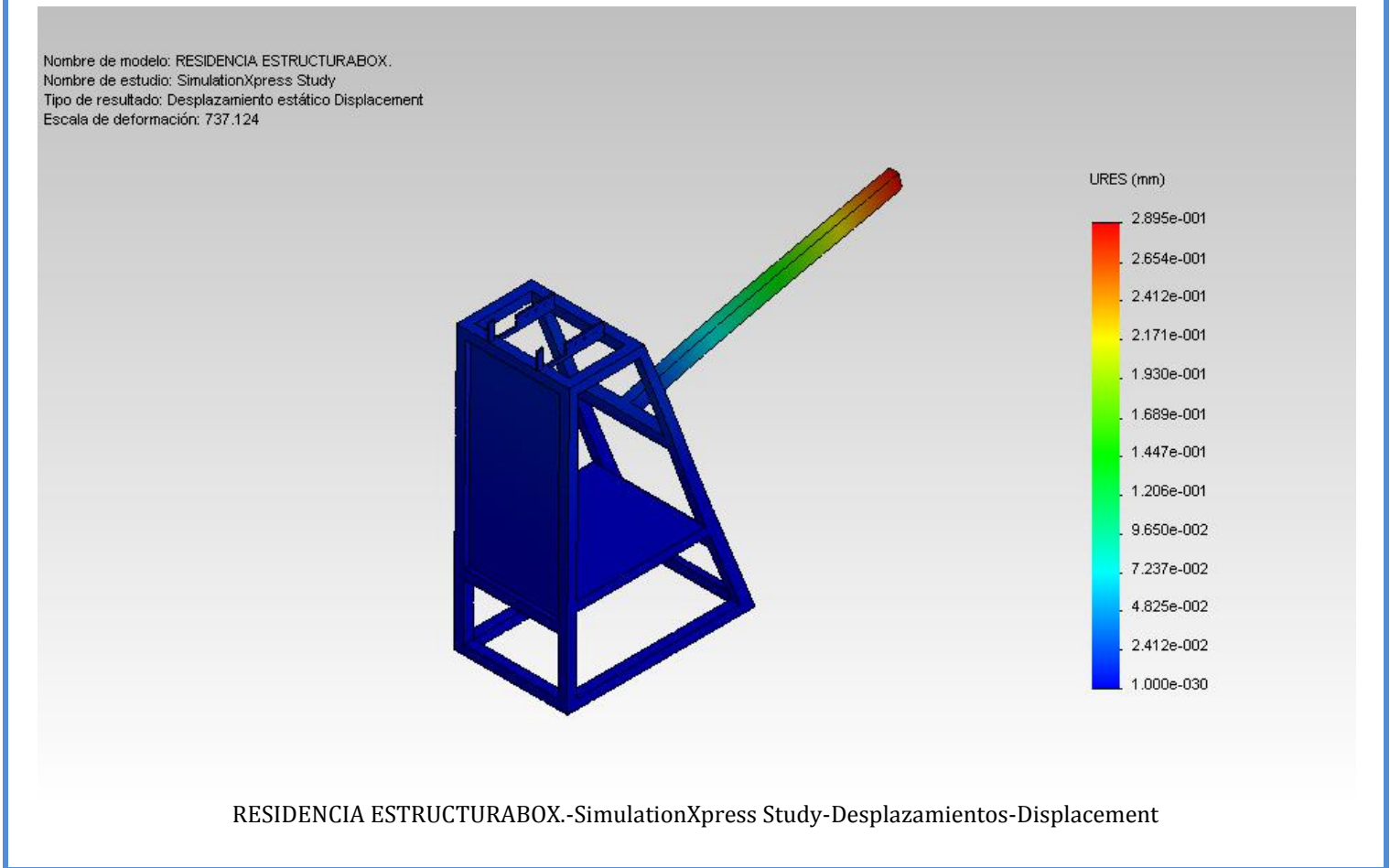


Imagen 3.10 - Desplazamientos en mm

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor of Safety	Tensión de von Mises máx.	164.079 Nodo: 8681	2.92903e+008 Nodo: 10338

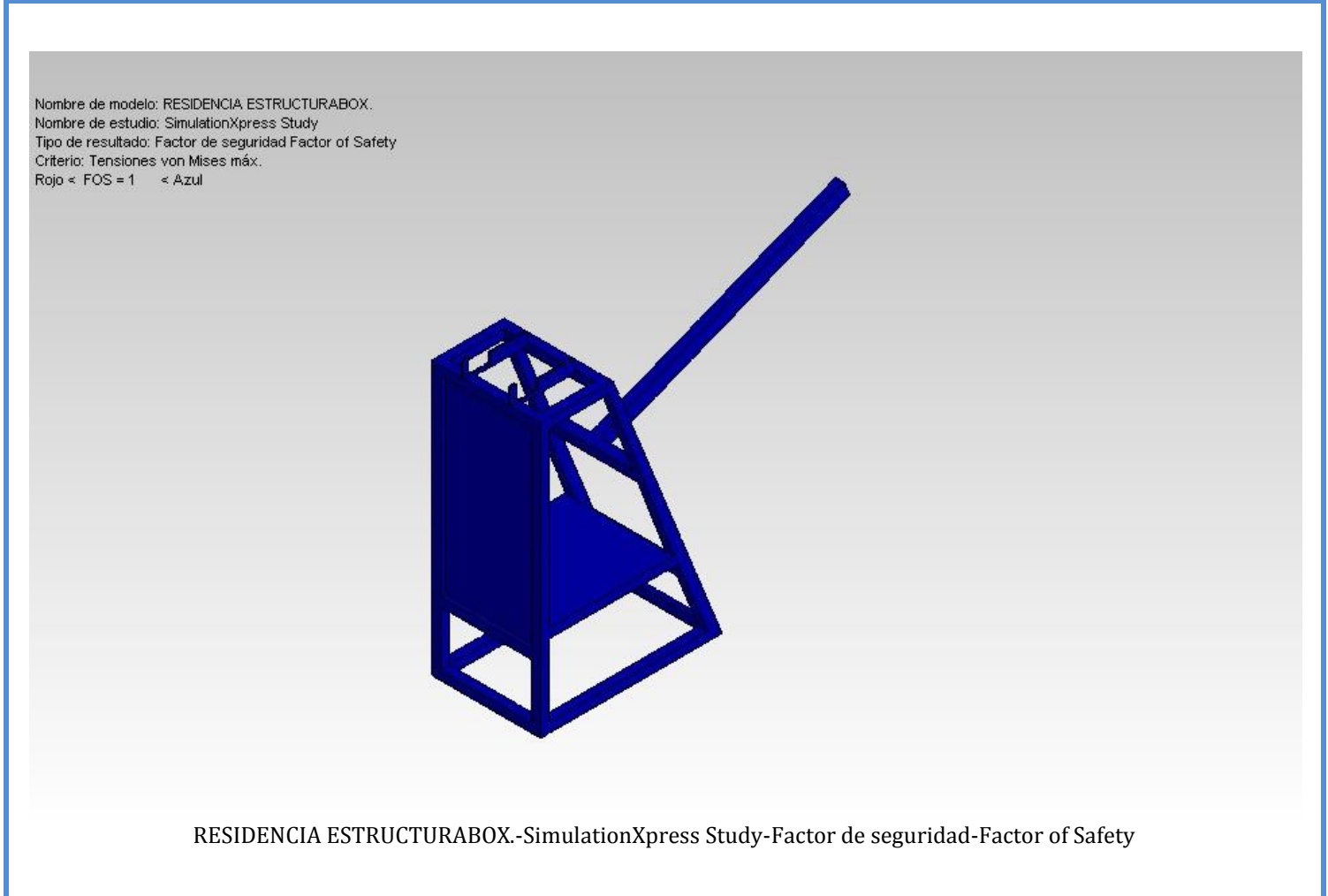


Imagen 3.11 - Factor de seguridad estructura

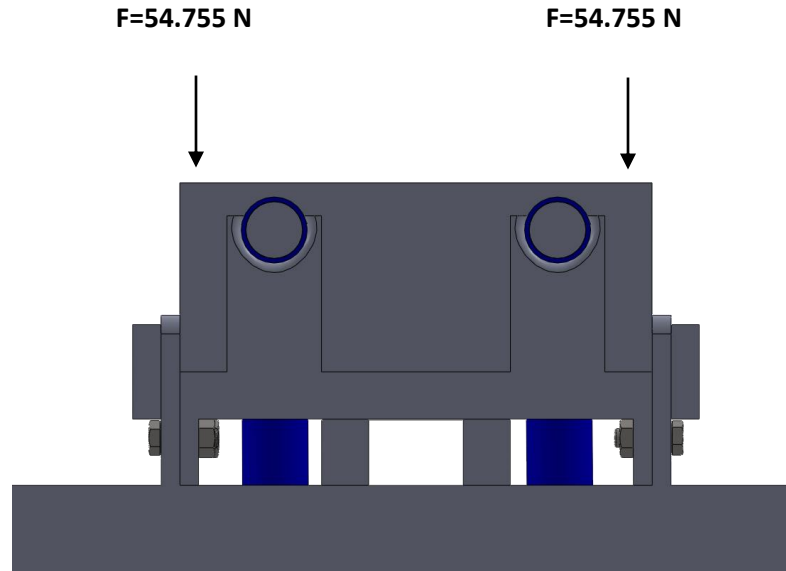
CALCULO DE LOS TORNILLOS:

Imagen 3.12 – Tornillos delanteros

$$F = \frac{109.51N}{6.Tornillos} \quad F = 18.25N \text{ (Para cada tornillo)}$$

Seleccionando tornillo **Grado 4.6**, a un 80% de su resistencia de prueba.

De tablas: Resistencia de Prueba = 225Mpa

$$\sigma_a = 0.8(225Mpa)$$

$$\sigma_a = 180Mpa$$

$$A_T = \frac{c \arg a}{\sigma_a} = \frac{18.25N}{180Mpa}$$

$$A_T = 1.0138 \times 10^{-7} m^2$$

$$A_T = 1.0138 \times 10^{-7} m^2 \left(\frac{(1000mm)^2}{1m^2} \right) = 0.10138 mm^2$$

Selección de los 6 tornillos:

Tornillo M1 x 0.25

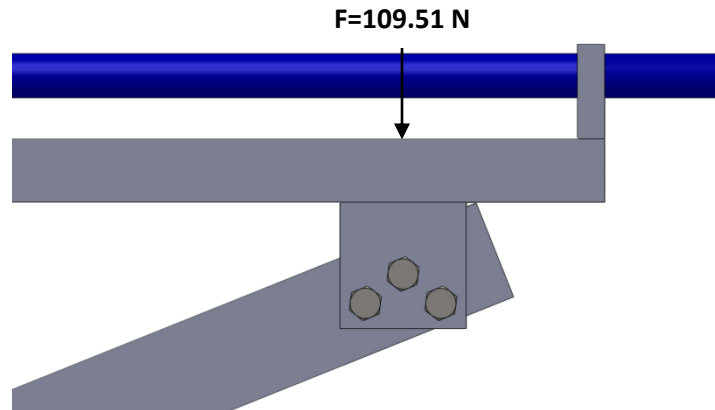


Imagen 3.13 - Tornillos traseros

$$F = \frac{109.51N}{3.Tornillos} = 36.50N \text{ (Para cada tornillo)}$$

Seleccionando tornillo **Grado 4.8**, a un 80% de su resistencia de prueba.

De tablas: *Resistencia de Prueba* = 310Mpa

$$\sigma_a = 0.8(310Mpa)$$

$$\sigma_a = 248Mpa$$

$$A_T = \frac{c \arg a}{\sigma_a} = \frac{36.50N}{248Mpa}$$

$$A_T = 1.471774 \times 10^{-7} m^2$$

$$A_T = 1.471774 \times 10^{-7} m^2 \left(\frac{(1000mm)^2}{1m^2} \right) = 0.1471mm^2$$

Selección de los 3 tornillos:

Tornillo M1 x 0.35

AUTOMATIZACIÓN

La automatización será realizada mediante un PLC, se realizo una simulación en el software Automation-Estudio, para conocer el diagrama escalera que es el lenguaje de programación de un PLC y los dispositivos que serán necesarios para el funcionamiento del sistema.

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

El sistema tendrá cuatro botones en el tablero de control, tres botones para iniciar el proceso y un botón de paro.

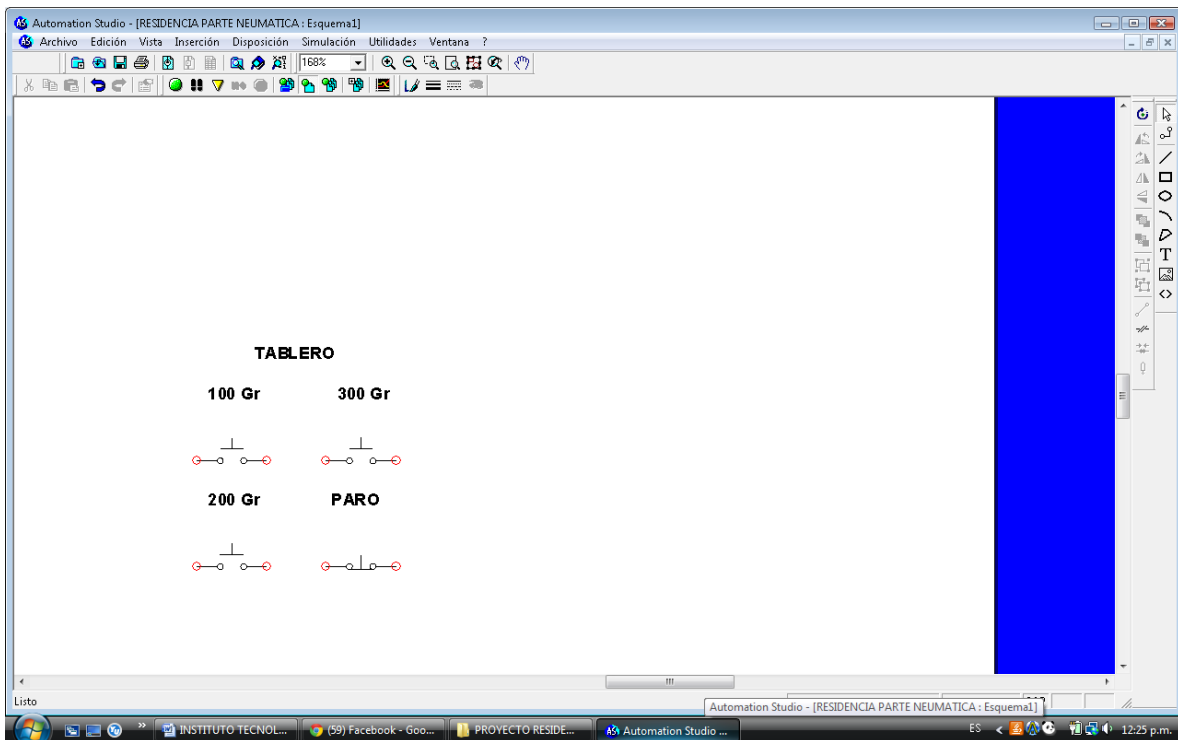


Imagen 3.14 - Tablero de mando

Los botones con la leyenda de 100gr, 200gr y 300gr, son los tres de inicio. Se diseño el sistema para que se tuviera la posibilidad de envasar tres cantidades distintas con tan solo pulsar un botón distinto, el botón de paro es el mismo para cualquiera de los tres botones de inicio.

Este sistema se logro con el siguiente diagrama escalera, este diagrama será el que ira cargado al PLC.

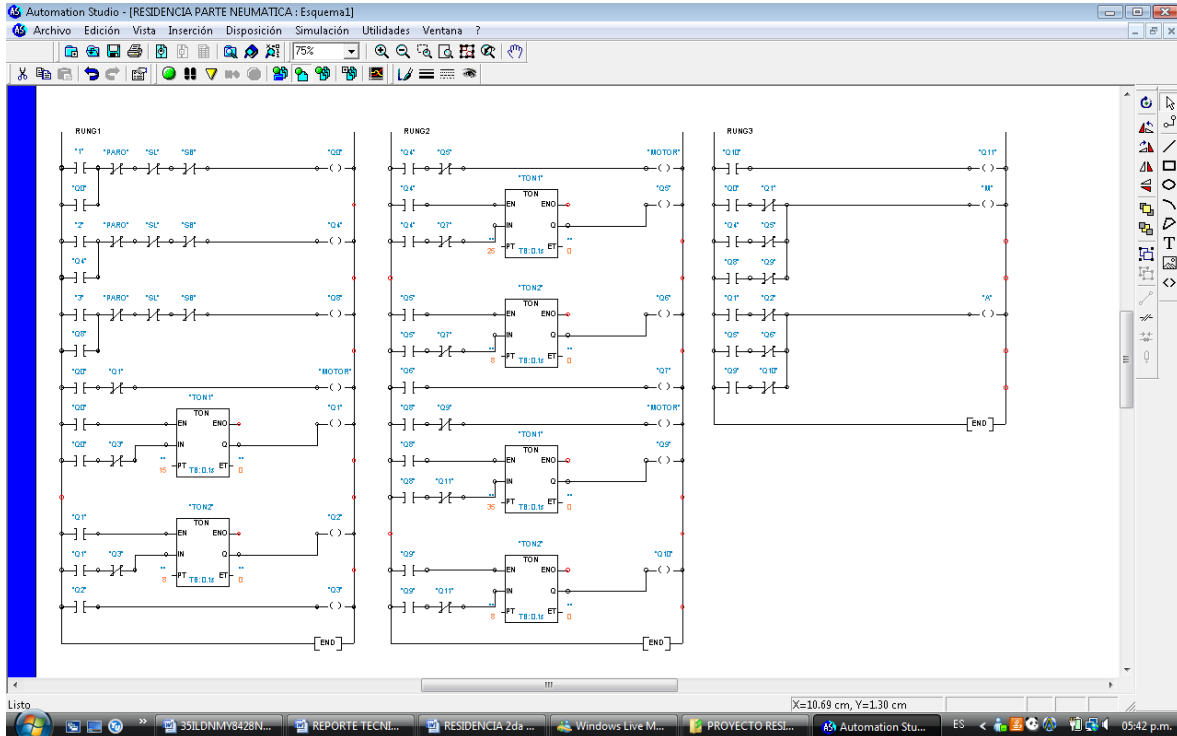


Imagen 3.15 - Diagrama escalera

Las características principales de este diagrama es que trabaja con temporizadores, por lo cual no tenemos la necesidad de utilizar sensores en los elementos de trabajo, pero si para controlar el proceso.

Contaremos con dos sensores para el envase y dos sensores para el yogurt dentro de los recipientes. Los sensores que utilizamos funcionan como interruptores, cuando detectan que se termina el envase o que se termina el yoghurt en los recipientes, se abren y se para el proceso.

Para reanudar el proceso una vez que se coloco mas envase o se lleno los recipientes de yogurt según sea el caso, se procederá a nuevamente presionar el botón de la cantidad que estemos envasando.

DIAGRAMA NEUMÁTICO

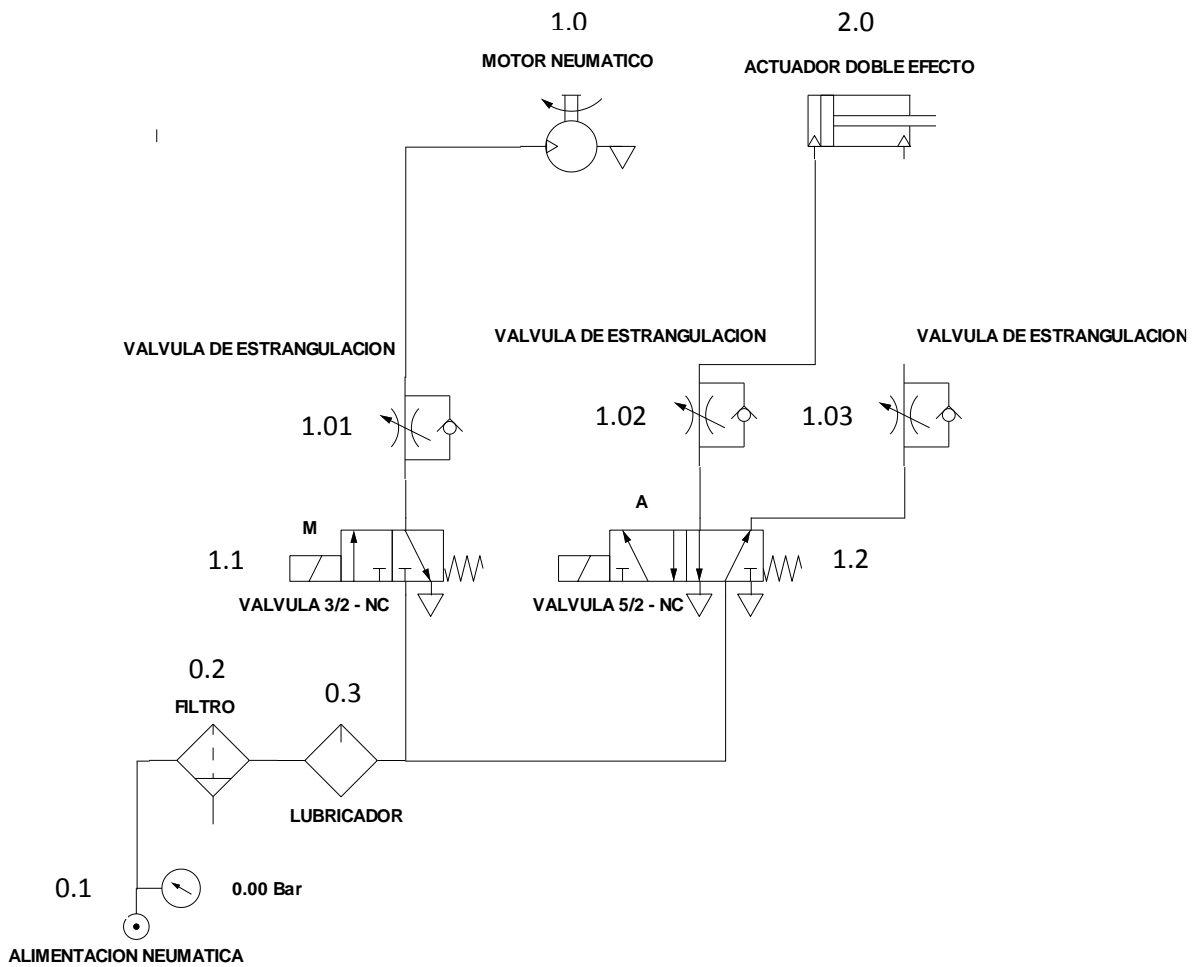


Imagen 3.16 - Diagrama neumático

Elementos de trabajo: **1.0, 2.0**

Elementos de regulación: **1.01, 1.02, 1.03**

Elementos de control o mando: **1.1, 1.2**

Unidad de mantenimiento: **0.1, 0.2, 0.3**

SIMULACIÓN NEUMÁTICA

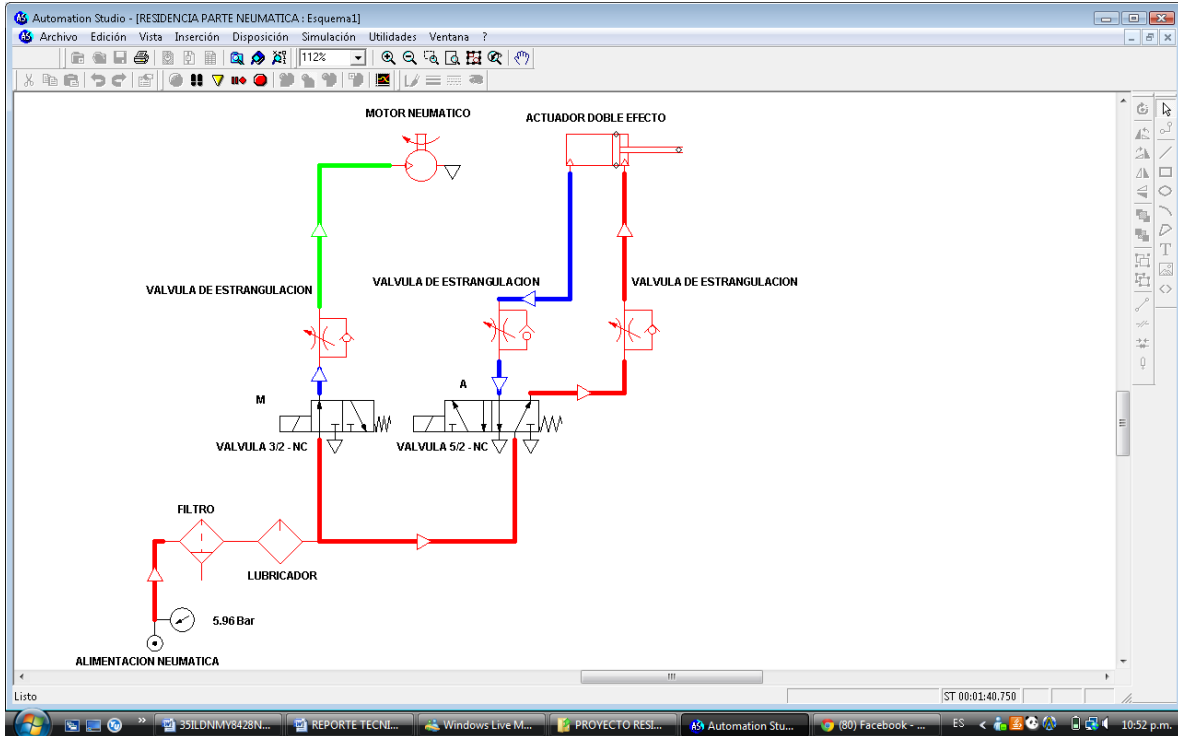


Imagen 3.17 - Simulación neumática

El funcionamiento es el siguiente, cuando se presiona el botón de inicio cuales quiera de los tres disponibles, la válvula 1.1 se acciona entendiéndose que es una válvula NC, comienza a trabajar el motor neumático 1.0, la válvula permanece abierta según el temporizador este programado, cuando la válvula 1.1 regresa a su posición la válvula 1.2 también NC se activa, el cilindro 2.0 inicia su carrera de avance al igual permanece según el tiempo establecido en el temporizador.

Una vez que se desactiva la válvula 1.2 el cilindro 2.0 inicia su carrera de retroceso, recordando que es un cilindro de doble efecto.

Ambos elementos de trabajo cuentan con válvula de estrangulación 1.01, 1.02, 1.03, las cuales permitirán tener el control de la velocidad y fuerza, del actuador y el motor neumático respectivamente.

CALCULO DEL ACTUADOR:

Fuerza necesaria para sellado y corte:

$$F = (15Kg)(9.81m/s^2)$$

$$F = 147.15N$$

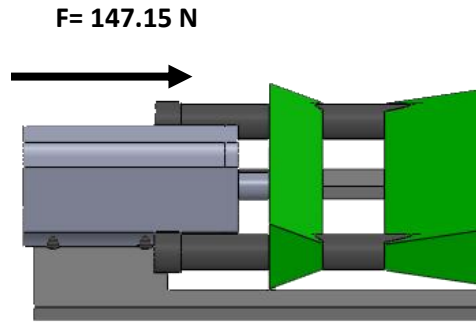


Imagen 3.18 - Actuador de DE neumático

$$F = 147.15N \approx 148N$$

$$P_{sistema} = 6bar$$

$$F = P * A$$

$$6bar \left[\frac{1atm}{1.01325bar} \right] = 5.921540atm$$

$$A = \frac{F}{P} \dots\dots\dots \text{Formula 2.1}$$

$$5.921540atm = \left[\frac{101.325Kpa}{1atm} \right] = 0.6Mpa$$

$$A = \frac{148N}{0.6Mpa}$$

$$A = 2.467 \times 10^{-4} m^2$$

Calculando el diámetro requerido:

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4(2.67 \times 10^{-4} m^2)}{\pi}}$$

$$D = 0.0177219m$$

Datos obtenidos:

$$F = 148N$$

$$A = 246.7mm^2$$

$$D = 17.7219mm$$

Selección del actuador

- **Marca: SMC**
- **Serie: CQ2**
- **Doble efecto**
- $D = 20mm$
- $P_T = 0.6Mpa$
- $V = 200mm/s$
- $Ciclos = 60Cpm$
- $Carrera = 50mm$

Fuerza de avance del actuador seleccionado:

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi(0.02m)^2}{4}$$

$$A = 3.1416 \times 10^{-4} m^2$$

$$F_A = P * A \dots\dots\dots \text{Formula 2.1}$$

$$F_A = (0.6Mpa)(3.1416 \times 10^{-4} m^2)$$

$F_A = 188.496N$

Calculando el consumo de aire comprimido del actuador seleccionado:

$$Q = 2nsq \dots\dots\dots \text{Formula 2.7}$$

$$n = 60 \text{ ciclos} / \text{min}$$

$$s = 5 \text{ cm}$$

Calculando datos para (q) de tablas:

$$P_T = 6 \text{ bar}$$

$$6 \text{ bar} \left(\frac{1 \text{ atm}}{1.01325 \text{ bar}} \right) = 5.92153 \text{ atm}$$

$$5.92153 \text{ atm} \left(\frac{101.325 \text{ Kpa}}{1 \text{ atm}} \right) = 600 \text{ Kpa}$$

$$600 \text{ KN} / \text{m}^2 \left(\frac{1 \text{ KP}}{9.806 \text{ N}} \right) \left(\frac{1 \text{ m}^2}{(100 \text{ cm})^2} \right) = 6.118 \text{ KP} / \text{cm}^2 \approx 6 \text{ KP} / \text{cm}^2$$

$$P_T = 6 \text{ KP} / \text{cm}^2$$

$$D = 20 \text{ mm}$$

De tablas con los datos anteriores calculamos q:

<i>D</i>	<i>P_T</i>
16	0.014
20	<i>q</i>
25	0.033

$$Q = \left[2(60 \text{ ciclos} / \text{min})(5 \text{ cm})(0.02244 \text{ Nl.cm}) \right]$$

$$q = 0.02244 \text{ Nl.cm}$$

$$Q = 13.46 \text{ Nl} / \text{min} \quad \text{Por lo tanto}$$

$$Q = 0.01346 \text{ Nm}^3 / \text{min}$$

CALCULO DEL DIÁMETRO DE LAS POLEAS CONDUCIDAS:

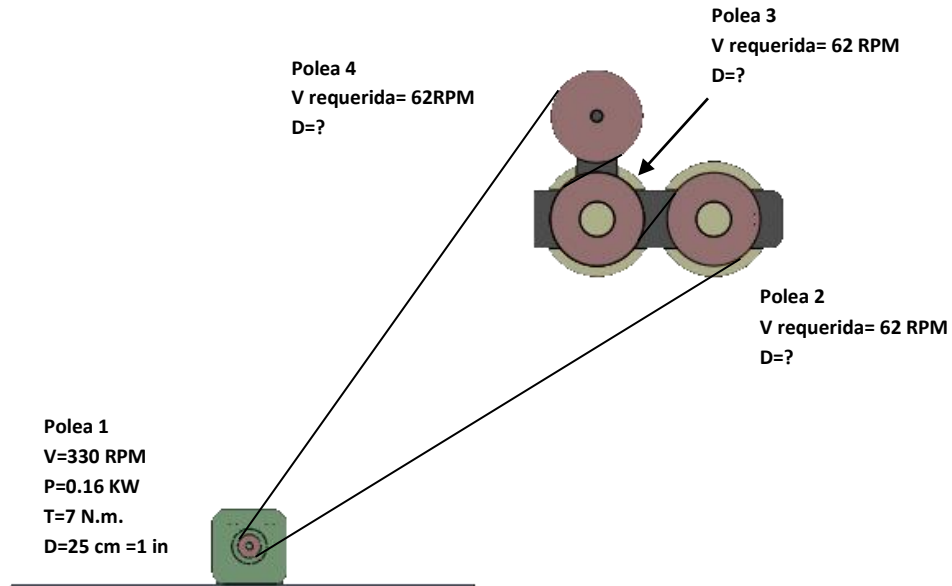


Imagen 3.20 - Diámetros de poleas conducidas

Polea 1 (Conductora)

$$V = 330RPM$$

$$P = 0.16KW$$

$$T = 7N.m$$

$$D = 2.5cm = 0.98in \approx 1in$$

Calculo de diámetro polea 2 (conducida)

RPM deseado de polea 2: $V = 62RPM$

$$D_{P2} = \frac{V_{P1}(RPM) * D_{P1}}{V_{P2}}$$

$$D_{P2} = \frac{(330RPM)(1in)}{62RPM}$$

$$D_{P2} = 5.32in = 13.5cm$$

$$D_{P2} = D_{P3} = D_{P4} = 13.5cm$$

CALCULO DE LA POTENCIA REQUERIDA DEL MOTOR NEUMÁTICO:

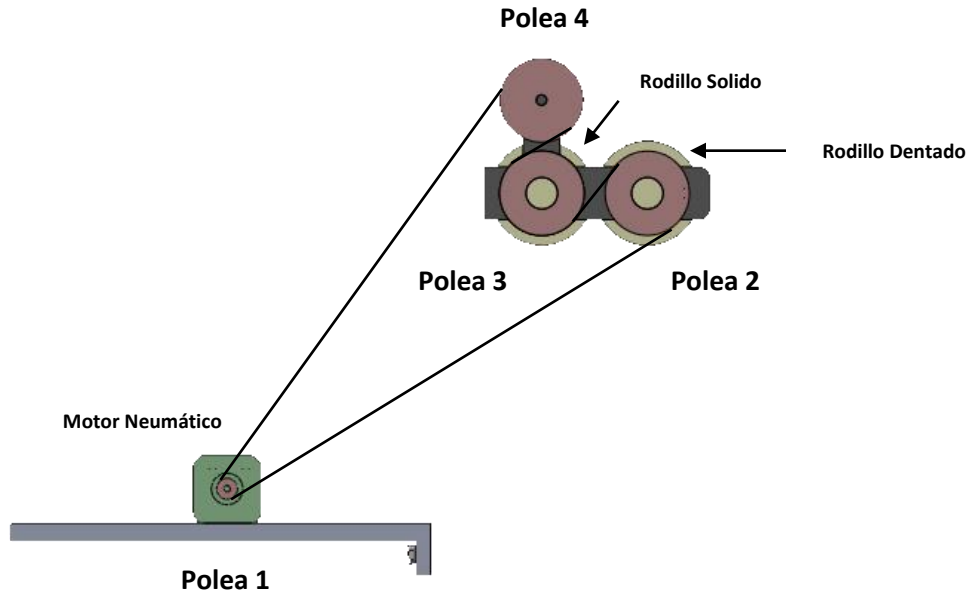


Imagen 3.19 - Arreglo de poleas

Sumando momentos de inercia

Polea 1: $I_x = 96.93 \text{ gr.mm}^2$

Polea 2, 3 y 4: $I_x = 24885.30 \text{ gr.mm}^2$

Rodillo solido: $I_x = 3440888.26 \text{ gr.mm}^2$

Rodillo dentado: $I_x = 4771.29 \text{ gr.mm}^2$

$I_{Total} = 3520412.38 \text{ gr.mm}^2$

$$3520412.38 \text{ gr.mm}^2 \left(\frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ gr}} \right) \left(\frac{1 \text{ m}^2}{(1000 \text{ mm})^2} \right) = 3.520412 \times 10^{-3} \text{ Kg.m}^2$$

$$I_{Total} = 3.520412 \times 10^{-3} \text{ Kg.m}^2$$

Calculando el Torsor:

$$T = I\alpha \dots\dots\dots \text{Formula 2.9}$$

Calculando aceleración angular:

$$\alpha = \frac{\omega}{t} \dots\dots\dots \text{Formula 2.10}$$

$$V = 62RPM \qquad \omega = \frac{(62RPM)(2\pi)}{60s}$$

$$\omega = 6.4926 \text{ rad/s}$$

$$t = \frac{2\pi}{\omega} \dots\dots\dots \text{Formula 2.11}$$

$$t = \frac{2\pi \text{ rad}}{6.4926 \text{ rad/s}}$$

$$t = 0.9677s$$

Sustituyendo en 2.10:

$$\alpha = \frac{\omega}{t}$$

$$\alpha = \frac{6.4926 \text{ rad/s}}{0.9677s}$$

$$\alpha = 6.70 \text{ rad/s}^2$$

Sustituyendo en 2.9:

$$T = (3.520412 \times 10^{-3} \text{ Kg.m}^2)(6.70 \text{ rad/s}^2)$$

$$T = 0.02358 \text{ N.m}$$

La potencia requerida será:

$$P = \frac{T * V}{9550} \dots\dots\dots \text{Formula 2.8}$$

$$P = \frac{(0.02358 N.m)(62 RPM)}{9550}$$

$$P = 1.5312 \times 10^{-4} \text{ Watts}$$

Selección del motor neumático

- **Marca:** Atlas copco
- **Serie:** Motor de aletas L2B14 (AV007-8411 0117 48)
- **Potencia:** $P = 0.16 KW$
- **Velocidad:** $V = 330 RPM$
- **Par de arranque:** $T = 7 N.m$
- $Q_{Aire} = 4.2 \text{ NI/s} \left(\frac{60s}{1 \text{ min}} \right) = 252 \text{ NI/min} = 0.252 \text{ Nm}^3/\text{min}$
- $P_T = 6 \text{ bar}$

CALCULO DEL COMPRESOR REQUERIDO:

$$Q_{Motor} + Q_{Actuador} = Q_{Total}$$

$$Q_{Total} = (0.252 \text{ Nm}^3/\text{min}) + (0.01346 \text{ Nm}^3/\text{min})$$

$$Q_{Total} = 0.26546 \text{ Nm}^3/\text{min}$$

Se agrega un 25% más por perdidas, ampliaciones, etc.

$$Q_{Total} = (0.26546 \text{ Nm}^3/\text{min})(1.25) \dots\dots\dots \text{Formula 2.4}$$

$$Q_{Total} = 0.3318 \text{ Nm}^3/\text{min}$$

Datos:

- $Q_{Total} = 0.3318 \text{ Nm}^3/\text{min}$
- $P_T = 6 \text{ bar}$

Selección del compresor

- **Marca:** Centralair
- **Tipo:** De embolo
- $Q_{Compresor} = 46 \text{ m}^3/\text{h}$
- $P_{Max} = 8 \text{ bar}$
- **Cilindros:** 1

SELECCIÓN DE BANDA:

Marca: Extremultos

Longitud de la banda: 1.25m

Tipo: Banda plana

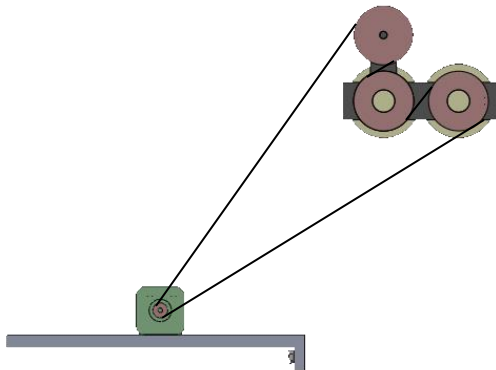


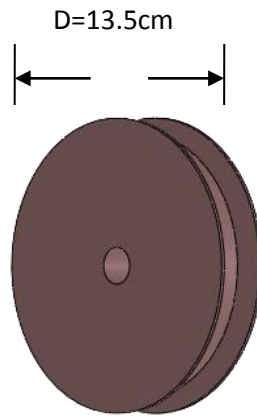
Imagen 3.21 – Banda plana

MATERIAL DE LAS POLEAS: NYLAMID

Para $P_2 = P_3 = P_4$:

De solid-works

$m = 1.2Kg$ Cada polea



Para P_1 :

De solid-works

$m = 0.42Kg$

$$Kg_{Nylamid} = 3.6Kg + 0.42Kg$$

$Kg_{Nylamid} = 4.02Kg$

Imagen 3.22 – Polea

CALCULO DE LAS BOMBAS SUMERGIBLES:

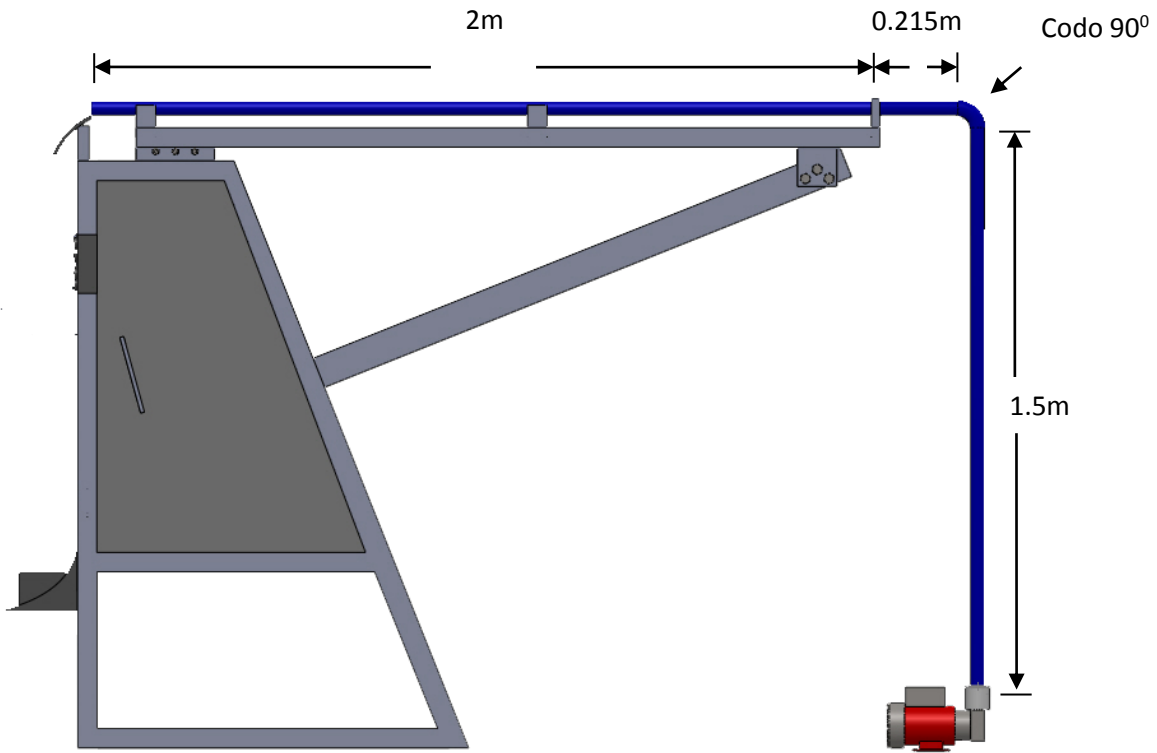


Imagen 3.23 - Bombas sumergibles

De la energía:

Calculo de la potencia requerida:

$$HP + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + Z_1 = HT + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + hl \dots\dots\dots \text{Formula 2.12}$$

Datos:

$$Q = 10 \frac{L}{\text{min}}$$

$$D_1 = D_2 = 25 \text{mm}$$

De continuidad:

$$Q = 10L/\text{min} \left(\frac{1m^3}{1000L} \right) \left(\frac{60\text{ min}}{1h} \right) = 0.6m^3/h \left(\frac{1h}{3600s} \right) = 1.666 \times 10^{-4} m^3/s$$

$$Q_1 = Q_2$$

$$V_1 A_1 = V_2 A_2 \dots\dots\dots \text{Formula 2.16}$$

$$D_2 = 25mm = 0.025m$$

Calculando Área 2:

$$A_2 = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$A_2 = \frac{\pi(0.025)^2}{4}$$

$$A_2 = 4.9087 \times 10^{-4} m^2$$

$$V_2 = \frac{0.6m^3/h}{4.9087 \times 10^{-4} m^2}$$

$$V_2 = 1222.32 m/h$$

$$V_2 = 1222.32 m/h \left(\frac{1h}{3600s} \right) = 0.3395 m/s$$

Calculando pérdidas:

$$hl = K \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots \text{Formula 2.13}$$

Tablas: codo 90 grados K=0.9

$$hl = (0.9) \left[\frac{(0.3395 m/s)^2}{2(9.81 m/s^2)} \right]$$

$$hl = 5.2871 \times 10^{-3} m$$

De la energía:

$$HP + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + Z_1 = HT + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + hl$$

$$HP = \frac{(0.3395 \text{ m/s})^2}{2(9.81 \text{ m/s}^2)} + 1.5 \text{ m} + 5.2871 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$HP = 1.51116173 \text{ m} \approx 1.5112 \text{ m}$$

Densidad relativa del yoghurt:

$$D_r = 1.039$$

$$\rho_{\text{yogurt}} = (1.039)(1000 \text{ Kg/m}^3)$$

$$\rho_{\text{yogurt}} = 1039 \text{ kg/m}^3$$

Calculando la potencia de la bomba requerida:

$$P = \rho g Q H P \dots\dots\dots \text{Formula 2.14}$$

$$P = \left[(1039 \text{ Kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2)(1.666 \times 10^{-4})(1.5112 \text{ m}) \right]$$

$$P = 2.56 \text{ W}$$

Datos para seleccionar las bombas

Bomba 1 = Bomba 2

$$Q = 10 \frac{L}{\text{min}}$$

$$P = 2.56W$$

Selección de las bombas

Marca: Evans

Potencia: $P = 3W$

Descarga: Tubo roscado de $D = 25mm$

$$V = 110volts$$

$$Q = 10 \frac{L}{\text{min}}$$

Manejo de sólidos en suspensión: hasta de $\frac{1}{2}$ in.

Usos: Grado alimenticio

CAPITULO 4. ANÁLISIS DE COSTOS

4.1 COSTOS

En este capítulo se analiza la inversión económica necesaria que se hará para llevar a la realidad el presente proyecto.

Se exponen los costos de los elementos que se necesitan para la construcción y puesta en marcha de los equipos seleccionados en el presente proyecto.

Las cotizaciones fueron realizadas con distintos proveedores de cada unos de los equipos, de los cuales se seleccionaron los que ofrecen los precios más económicos sin descuidar la calidad de los productos.

El listado de los costos se hizo en una tabla, cabe mencionar que no se tomo en cuenta el costo por mano de obra.

En la siguiente tabla se muestra la lista de los materiales, la cantidad, el precio unitario.

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TUBULAR RECTANGULAR 2 3/8"x 1 1/2"	65 Kg	\$ 11.97	\$ 778.05
TUBO DE ACERO INOXIDABLE 1"	8 m	\$ 480.00	\$ 3840.00
LAMINA DE ACERO INOXIDABLE 1/2"	50 Kg	\$ 20.00	\$ 1000.00
SOLERA 1"	8 Kg	\$ 40.00	\$ 320.00
TORNILLOS M1X 0.25	6	\$ 3.00	\$ 18.00
TORNILLOS M1X 0.35	3	\$ 2.50	\$ 7.50
BARRA DE ALUMINIO	4 Kg	\$ 40.00	\$ 160.00
PLC SIEMENS	1	\$ 1,800.00	\$ 1,800.00
ACTUADOR NEUMATICO DOBLE EFECTO	1	\$ 1,600.00	\$ 1,600.00
MOTOR NEUMATICO	1	\$ 2,300.00	\$ 2,300.00
FUENTE DE ALIMENTACION 12V	1	\$ 570.00	\$ 570.00
VALVULA DE ESTRANGULACION 3/8"	3	\$ 300.00	\$ 900.00
ELECTRO VALVULA 3/2 NC	1	\$ 900.00	\$ 900.00
ELECTRO VALVULA 5/2 NC	1	\$ 1,700.00	\$ 1,700.00
UNIDAD DE MANTENIMIENTO	1	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00
COMPRESOR	1	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00
SENSOR DE BOLSA DE POLIETILENO	1	\$ 120.00	\$ 120.00
SENSOR DE NVEL DE LIQUIDO	1	\$ 80.00	\$ 80.00
POLEAS DE NYLAMID DIAMETRO 5 1/2 "	4.5 Kg	\$ 65.00	\$ 292.50
RODILLOS DE NYLAMID DIAMETRO 6"	10 Kg	\$ 65.00	\$ 650.00
CONDUCTOS NEUMATICOS 3/8"	15 m	\$ 24.00	\$ 360.00
RESISTENCIAS PARA SELLADO DE 3mm	1	\$ 30.00	\$ 30.00
BOMBAS SUMERGIBLES	2	\$ 1,150.00	\$ 2,300.00
SWITCH	6	\$ 10.00	\$ 60.00
HOJA DE TEFLON	1	\$ 40.00	\$ 40.00
CODOS DE ACERO INOXIDABLE 90º	2	\$ 15.00	\$ 30.00
BANDA PLANA	1	\$ 180.00	\$ 180.00
Total =			\$ 22,786.50

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez ensamblados todos los componentes, se recomienda poner en marcha el equipo con agua para observar principalmente si los rodillos no requieren calibración previa, es necesario que después de su puesta en marcha se revise la tensión del cable de las poleas y si es necesario tensarlo.

Es conveniente tener repuesto de las resistencias de sellado. Es necesario revisar periódicamente la unidad de mantenimiento para purgar el filtro y revisar niveles de lubricante.

Para el lavado del equipo se recomienda utilizar agua, asíéndolo pasar por el circuito bomba-tubería, sin necesidad de utilizar agentes químicos.

El equipo antes analizado no servirá para envasar yogurt con sólidos en suspensión mayores 0.25", por lo que deberá tener en cuenta para evitar daños en las bombas sumergibles que alimentan el proceso.

En la elaboración de este proyecto se concluye que la neumática es una herramienta fuerte en el proceso de automatizado ya que a demás de ser eficiente sus costos de mantenimiento son bajos.

En la práctica, las maquinas automáticas llevan a la vez cilindros neumáticos y motores eléctricos; algunas de ellas exigen la utilización de capturadores de diferentes tipos, neumáticos, eléctricos o electrónicos. Por consiguiente, el automatismo obtenido pocas veces será totalmente eléctrico o neumático, sino más bien una asociación de componentes neumáticos y eléctricos tanto para mando como para potencia de esta manera la combinación que resulta es una herramienta fuerte para automatizar cualquier proceso de una manera eficiente.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- **Diseño de Elementos de Máquinas**
Robert L. Mott
4a. Edición
PEARSON EDUCATION PRENTICE HALL
México D.F.
Año 2006
- **Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley**
Richard G. Budynas
8a. Edición
McGraw Hill Interamericana
México D.F.
Año 2008
- **Fundamentos de Diseño para Ingeniería Mecánica**
Robert C. Juvinall
LIMUSA NORIEGA EDITORES
México D.F.
Año 2002
- **Manual de FESTO**
5a. Edición
Barcelona, España
Año 2003
- **Autómatas programables**
Porras A. / Montaner A.P.
1a. Edición
Barcelona, España
Año 2001

VIII. GLOSARIO

Yoghurt: Leche cuajada, semisólida y ligeramente acida, que se prepara con leche por medio de la fermentación.

Explotaciones: Conjunto de operaciones que constituyen la actividad típica de una empresa.

Automatización: Es el uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para controlar maquinarias o procesos industriales sustituyendo operadores humanos.

Dispositivos: Sinónimo de componentes.

Dosificación: Regulación de la cantidad o porciones.

Sellado: Acción de sellar alguna cosa para cerrarla.

Simulación: Es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real, con la finalidad de conocer el comportamiento del modelo.

Torsor: Proceso que se produce cuando a una barra cilíndrica fija por un extremo se le aplica un par de fuerzas.

Momento de inercia: Representa el equivalente de la masa en el movimiento giratorio.

Aceleración angular: Se define como los cambios que experimenta la velocidad angular en unidades de tiempo.

Gasto: Volumen de fluido que pasa por un orificio en un tiempo determinado.

Circuito: Es un recorrido o camino que comienza y finaliza en el mismo lugar.

Densidad: Es la magnitud que refleja el vínculo que existe entre la masa de un cuerpo y su volumen.

Sistema: Objeto compuesto cuyos componentes se relacionan con al menos algún otro componente.

DISEÑO DE MAQUINA ENVASADORA DE BOLIS DE YOGHURT

IX. ANEXOS

Fuerza de presión conocidos el diámetro del pistón y la presión de trabajo, sin considerar la fuerza del muelle (cilindros de simple efecto) y el área del vástago (carrera de retorno de cilindros de doble efecto); el coeficiente de rozamiento sí que se ha considerado

Tamaño del cilindro Ø pistón, mm	Presión de trabajo en kp/cm ²														
	1	2	3	4	5	6*	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Fuerza en kp														
6	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3
12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
25	4	9	13	17	21	24	30	34	38	42	46	50	55	60	63
35	8	17	26	35	43	52	61	70	78	86	95	104	113	122	129
40	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	156	168	180
50	17	35	53	71	88	106	124	142	159	176	194	212	230	248	264
70	34	69	104	139	173	208	243	278	312	346	381	416	451	486	519
100	70	141	212	283	353	424	495	566	636	706	777	848	919	990	1059
140	138	277	416	555	693	832	971	1110	1248	1386	1525	1664	1803	1942	2079
200	283	566	850	1133	1416	1700	1983	2266	2550	2832	3116	3400	3683	3966	4248
250	433	866	1300	1733	2166	2600	3033	3466	3800	4332	4766	5200	5633	6066	6498

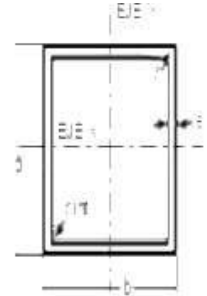
* Presión de trabajo normal en neumática.

Consumo de aire de los cilindros neumáticos por cm de carrera en función del diámetro del pistón y de la presión de trabajo

Ø pistón mm	Consumo de aire para cilindros neumáticos														
	Presión de trabajo en kp/cm ²														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Consumo de aire en Nl por cm de carrera del cilindro														
6	0,0005	0,0008	0,0011	0,0014	0,0016	0,0019	0,0022	0,0025	0,0027	0,0030	0,0033	0,0036	0,0038	0,0041	0,0044
12	0,002	0,003	0,004	0,006	0,007	0,008	0,009	0,010	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016	0,018
16	0,004	0,006	0,008	0,010	0,011	0,014	0,016	0,018	0,020	0,022	0,024	0,026	0,028	0,029	0,032
25	0,010	0,014	0,019	0,024	0,029	0,033	0,038	0,043	0,048	0,052	0,057	0,062	0,067	0,071	0,076
35	0,019	0,028	0,038	0,047	0,056	0,066	0,075	0,084	0,093	0,103	0,112	0,121	0,131	0,140	0,149
40	0,025	0,037	0,049	0,061	0,073	0,085	0,097	0,110	0,122	0,135	0,146	0,157	0,171	0,183	0,195
50	0,039	0,059	0,077	0,096	0,115	0,134	0,153	0,172	0,191	0,210	0,229	0,248	0,267	0,286	0,305
70	0,076	0,113	0,150	0,187	0,225	0,262	0,299	0,335	0,374	0,411	0,448	0,485	0,523	0,560	0,597
100	0,155	0,231	0,307	0,383	0,459	0,535	0,611	0,687	0,763	0,839	0,915	0,991	1,067	1,143	1,219
140	0,303	0,452	0,601	0,750	0,899	1,048	1,197	1,346	1,495	1,644	1,793	1,942	2,091	2,240	2,389
200	0,618	0,923	1,227	1,531	1,835	2,139	2,443	2,747	3,052	3,356	3,660	3,964	4,268	4,572	4,876
250	0,966	1,441	1,916	2,392	2,867	3,342	3,817	4,292	4,768	5,243	5,718	6,193	6,668	7,144	7,619

Anexo 1. Tabla para calcular consumo de aire

DISEÑO DE MAQUINA ENVASADORA DE BOLIS DE YOGHURT






PERFILES TUBULARES RECTANGULARES

CARACTERISTICAS Y DENOMINACION							PROPIEDADES ESTATICAS										UNID.
TAMAÑOS NOMINALES		REALES		Espes. pared	PESO	AREA	FLEXION						Modulo Plástico		TORSION		EMPAQUE
PULGADAS	MILIMETROS	d	b	e	P	A	EJE X-X			EJE Y-Y			Zx	Zy	J	B	
							MOMENTO INERCIA Ix	MODULO ELASTICO Sx	RADIO GIRO rx	MOMENTO INERCIA Iy	MODULO ELASTICO Sy	RADIO GIRO ry					
2x1 1/16	50x30	51,59	27,44	1,194	1,33	1,69	6,29	2,44	1,93	2,37	1,73	1,18	3,00	1,94	5,56	2,98	50
2x1 1/16	50x30	51,59	27,44	1,499	1,73	2,20	6,29	2,44	1,69	2,86	2,09	1,14	3,68	2,38	6,83	3,59	
2x1 1/16	50x30	51,59	27,44	2,032	2,32	2,95	9,80	3,80	1,82	3,63	2,65	1,11	4,79	3,08	8,91	4,59	
2x1 1/16	50x30	51,59	27,44	2,480	2,32	2,95	11,39	4,42	1,97	4,19	3,05	1,19	5,64	3,61	10,53	5,34	
2 3/8x1 1/2	60x40	60,00	37,85	1,194	1,71	2,18	11,29	3,76	2,28	5,57	2,94	1,60	4,53	3,31	11,81	4,89	40
2 3/8x1 1/2	60x40	60,00	37,85	1,499	2,16	2,75	13,82	4,61	2,24	6,80	3,59	1,57	5,58	4,07	14,58	5,98	
2 3/8x1 1/2	60x40	60,00	37,85	1,778	2,55	3,25	16,02	5,34	2,22	7,86	4,15	1,56	6,51	4,74	17,05	6,93	
2 3/8x1 1/2	60x40	60,00	37,85	2,032	2,91	3,71	17,92	5,97	2,20	8,77	4,63	1,54	7,32	5,33	19,22	7,76	
2 3/8x1 1/2	60x40	60,00	37,85	2,489	3,52	4,48	21,11	7,04	2,17	10,28	5,43	1,51	8,72	6,33	23,98	9,14	28
2 3/4x1 3/4	70x45	70,10	45,05	2,032	3,52	4,48	29,69	8,47	2,57	15,00	6,66	1,83	10,29	7,60	32,13	11,08	
2 3/4x1 3/4	70x45	70,10	45,05	2,489	4,29	5,46	35,19	10,04	2,54	17,72	7,87	1,80	12,31	9,07	38,56	13,13	
3x1 1/2	76x38	76,20	38,10	1,194	2,08	2,85	20,27	5,32	2,77	6,97	3,66	1,62	6,52	4,05	16,57	6,31	
3x1 1/2	76x38	76,20	38,10	1,499	2,61	3,32	24,90	6,54	2,74	8,53	4,48	1,60	8,06	4,99	20,48	7,73	
3x1 1/2	76x38	76,20	38,10	1,778	3,09	3,94	28,96	7,60	2,71	9,88	5,19	1,58	9,43	5,83	23,96	8,98	
3x1 1/2	76x38	76,20	38,10	2,032	3,53	4,50	32,50	8,53	2,69	11,05	5,80	1,57	10,63	6,56	27,03	10,06	
3x1 1/2	76x38	76,20	38,10	2,489	4,29	5,46	38,50	10,11	2,65	13,00	6,83	1,54	12,70	7,82	32,35	11,90	28
3 1/2x 2	90x50	90,17	50,00	2,032	4,32	5,50	58,97	13,08	3,27	23,73	9,49	2,08	16,01	10,67	54,42	16,16	
3 1/2x 2	90x50	90,17	50,00	2,489	5,26	6,70	70,33	15,60	3,24	28,18	11,27	2,05	19,23	12,80	65,49	19,25	
3 3/4x 13/4	95x45	95,12	45,05	2,032	4,32	5,50	62,87	13,22	3,38	19,71	8,75	1,89	16,44	9,79	48,83	15,25	
3 3/4x 13/4	95x45	95,12	45,05	2,489	5,26	6,70	74,97	15,76	3,34	23,36	10,37	1,87	19,75	11,72	58,67	18,14	24
4x1 1/2	100x40	99,99	39,98	1,194	2,54	3,23	40,88	8,18	3,56	9,90	4,95	1,75	10,22	5,40	25,76	8,78	
4x1 1/2	100x40	99,99	39,98	1,499	3,18	4,06	50,42	10,09	3,53	12,14	6,07	1,73	12,66	6,68	31,88	10,79	
4x1 1/2	100x40	99,99	39,98	2,032	4,317	5,50	66,26	13,25	3,47	15,80	7,91	1,70	16,78	8,81	42,15	14,10	
4x1 1/2	100x40	99,99	39,98	2,489	5,260	6,70	78,98	15,80	3,43	18,69	9,35	1,67	20,13	10,54	50,52	16,73	40
4x2	100x50	101,60	50,80	3,175	7,21	9,16	117,34	23,10	3,58	39,69	15,63	2,08	28,97	17,86	98,42	27,21	
4x2	100x50	101,60	50,80	4,762	10,65	13,50	160,94	31,68	3,45	53,54	21,08	1,99	40,70	24,90	139,04	37,26	
4 3/4x2 3/8	120x60	121,78	59,90	2,032	5,58	7,11	138,63	22,77	4,42	46,42	15,50	2,55	28,01	17,17	111,53	26,72	
4 3/4x2 3/8	120x60	121,78	59,90	2,489	6,81	8,67	166,39	27,33	4,38	55,47	18,52	2,53	33,80	20,69	134,64	32,10	27
6x2	150x50	152,40	50,80	3,175	9,69	12,32	329,63	43,26	5,19	58,01	22,84	2,18	55,97	25,54	166,60	41,63	
6x2	150x50	152,40	50,80	4,762	14,38	18,24	462,11	60,64	5,03	79,27	31,21	2,08	79,92	36,04	235,54	57,49	
6x2	150x50	152,40	50,80	6,350	18,88	24,01	574,42	75,38	4,89	96,06	37,82	2,00	101,29	45,11	295,94	70,61	
6x4	150x100	152,40	101,60	3,175	12,15	15,47	509,23	66,83	5,74	273,64	53,87	4,21	80,04	60,72	562,62	88,66	
6x4	150x100	152,40	101,60	4,762	18,04	22,98	725,85	95,26	5,65	387,98	76,37	4,13	115,64	87,55	817,79	126,36	
6x4	150x100	152,40	101,60	6,350	23,81	30,33	918,68	120,56	5,50	488,49	96,16	4,01	148,40	112,12	1057,01	160,18	

Anexo 2. Tabla perfiles rectangulares tubulares

DISEÑO DE MAQUINA ENVASADORA DE BOLIS DE YOGHURT

TABLA 18-1 Grados SAE de aceros para sujetadores

Grado número	Tamaños de perno (pulg)	Resistencia a la tensión (ksi)	Resistencia de fluencia (ksi)	Resistencia de prueba (ksi)	Marcas en la cabeza
1	1/4 - 1½	60	36	33	Ninguna
2	1/4 - 3/4	74	57	55	Ninguna
	>3/4 - 1½	60	36	33	
4	1/4 - 1½	115	100	65	Ninguna
5	1/4 - 1	120	92	85	
	>1 - 1½	105	81	74	
7	1/4 - 1½	133	115	105	
8	1/4 - 1½	150	130	120	

Anexo 3. Tabla Grados SAE

TABLA 18-2 Normas ASTM para aceros de pernos




Grado ASTM	Tamaño de pernos (pulg)	Resistencia a la tensión (ksi)	Resistencia de fluencia (ksi)	Resistencia de prueba (ksi)	Marcas en la cabeza
A307	1/4 - 4	60	(No se informa)		Ninguna
A325	1/2 - 1	120	92	85	
	>1 - 1½	105	81	74	
A354-BC	1/4 - 2½	125	109	105	
A354-BD	1/4 - 2½	150	130	120	
A449	1/4 - 1	120	92	85	
	>1 - 1½	105	81	74	
	>1½ - 3	90	58	55	
A574	0.060 - 1/2	180		140	(Tornillos de cabeza de presión)
	5/8 - 4	170		135	

TABLA 18-3 Grados métricos de aceros para pernos

Grado	Tamaño del perno	Resistencia a la tensión (MPa)	Resistencia de fluencia (MPa)	Resistencia de prueba (MPa)
4.6	M5-M36	400	240	225
4.8	M1.6-M16	420	340 ^a	310
5.8	M5-M24	520	415 ^a	380
8.8	M17-M36	830	660	600
9.8	M1.6-M16	900	720 ^a	650
10.9	M6-M36	1040	940	830
12.9	M1.6-M36	1220	1100	970

^aLas resistencias de fluencia son aproximadas, y no se incluyen en la norma.

Anexo 4. Tablas ASTM y Grados métricos

DISEÑO DE MAQUINA ENVASADORA DE BOLIS DE YOGHURT

TABLA 18-4 Dimensiones de roscas estándar americanas

A. Tamaños numerados					
Tamaño	Diámetro mayor básico (pulg)	Roscas gruesas: UNC		Roscas finas: UNF	
		Roscas por pulg	Área de esfuerzo de tensión (pulg ²)	Roscas por pulg	Área de esfuerzo de tensión (pulg ²)
0	0.0600			80	0.001 80
1	0.0730	64	0.00263	72	0.002 78
2	0.0860	56	0.00370	64	0.003 94
3	0.0990	48	0.00487	56	0.005 23
4	0.1120	40	0.00604	48	0.006 61
5	0.1250	40	0.00796	44	0.008 30
6	0.1380	32	0.00909	40	0.010 15
8	0.1640	32	0.0140	36	0.014 74
10	0.1900	24	0.0175	32	0.0200
12	0.2160	24	0.0242	28	0.0258
B. Tamaños fraccionarios					
1/4	0.2500	20	0.0318	28	0.0364
5/16	0.3125	18	0.0524	24	0.0580
3/8	0.3750	16	0.0775	24	0.0878
7/16	0.4375	14	0.1063	20	0.1187
1/2	0.5000	13	0.1419	20	0.1599
9/16	0.5625	12	0.182	18	0.203
5/8	0.6250	11	0.226	18	0.256
3/4	0.7500	10	0.334	16	0.373
7/8	0.8750	9	0.462	14	0.509
1	1.000	8	0.606	12	0.663
1 1/8	1.125	7	0.763	12	0.856
1 1/4	1.250	7	0.969	12	1.073
1 3/8	1.375	6	1.155	12	1.315
1 1/2	1.500	6	1.405	12	1.581
1 3/4	1.750	5	1.90		
2	2.000	4 1/2	2.50		

Anexo 5. Tabla dimensiones de roscas estándar

TABLA 18-5 Dimensiones de roscas métricas

Diámetro mayor básico (mm)	Roscas gruesas		Roscas finas	
	Paso (mm)	Área de esfuerzo de tensión (mm ²)	Paso (mm)	Área de esfuerzo de tensión (mm ²)
1	0.25	0.460		
1.6	0.35	1.27	0.20	1.57
2	0.4	2.07	0.25	2.45
2.5	0.45	3.39	0.35	3.70
3	0.5	5.03	0.35	5.61
4	0.7	8.78	0.5	9.79
5	0.8	14.2	0.5	16.1
6	1	20.1	0.75	22.0
8	1.25	36.6	1	39.2
10	1.5	58.0	1.25	61.2
12	1.75	84.3	1.25	92.1
16	2	157	1.5	167
20	2.5	245	1.5	272
24	3	353	2	384
30	3.5	561	2	621
36	4	817	3	865
42	4.5	1121		
48	5	1473		

Anexo 6. Tabla dimensiones de roscas métricas

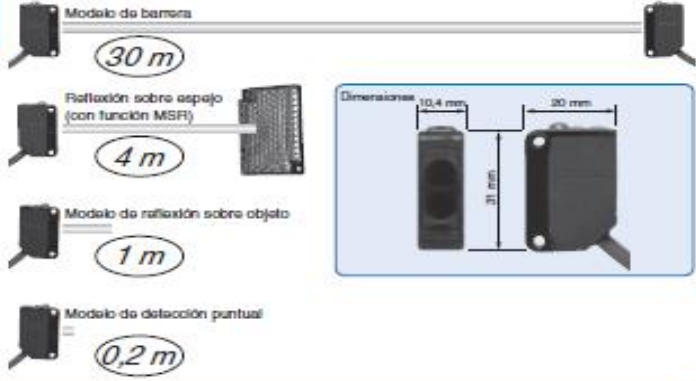
Sensores de empleo general en carcasa de plástico compacta
E3Z

- Carcasa compacta y LED de alta potencia para una relación tamaño/rendimiento excelente
- IP67 y IP69K para la más alta protección en ambientes húmedos



Características

Características Fundamentales



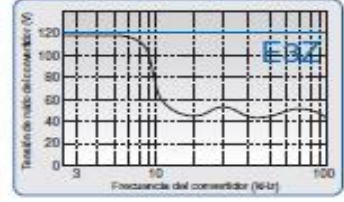
Fiabilidad

Elimina la influencia de las condiciones de instalación y emplazamiento, aumentando así la fiabilidad de la línea.








Alta protección contra agua y polvo contaminantes: idea para entornos hostiles



Alta inmunidad a las interferencias eléctricas, como por ejemplo las de variadores de frecuencia.



DISEÑO DE MAQUINA ENVASADORA DE BOLIS DE YOGHURT

		Electrodos conductivos				
		NS	NR 1" 1/2	NRI 1" 1/2	NRA 1" 1/2	NRAI 1" 1/2
  SENSORES PARA LÍQUIDOS		    				
Función		Para pozos y depósitos.	Para depósitos.	Para depósitos.	Para depósitos con temperatura. Productos alimentarios.	Para depósitos con temperatura. Productos alimentarios.
Conexión a proceso		Suspendido por cable	Tapón roscado 1"1/2 G	Tapón roscado 1"1/2 G	Tapón roscado 1"1/2 G	Tapón roscado 1"1/2 G
Conexión eléctrica		Terminal a tornillo	Conector DIN43650	Conector DIN43650	Conector DIN43650	Conector DIN 43650
Temperatura (°C)		+70	+70	+70	+100	+100
Presión (kg/cm²)			5	5	3	3
Material del cuerpo		PP	PVC	PVC	PTFE	PTFE
Material del electrodo		Inox AISI303	Inox AISI316	Inox AISI316	Inox AISI316	Inox AISI316
Número de electrodos		1	1..4	1..4	1..4	1..4
Longitud del electrodo (mm)		100	1000. Otras longitudes bajo demanda	1000. Otras longitudes bajo demanda	1000. Otras longitudes bajo demanda	1000. Otras longitudes bajo demanda
Recubrimiento electrodos			Sin recubrir	PVC	Sin recubrir	PTFE
Relés amplificadores		Ver páginas 31..33	Ver páginas 31..33	Ver páginas 31..33	Ver páginas 31..33	Ver páginas 31..33

Anexo 8. Características sensor de nivel de líquido

Motor neumático LZL 15 con reductoras de engranajes helicoidales

2,2 - 3,1 kW
3,0 - 4,2 CV



Datos a una presión de aire de 6,3 bar (91 psi)

Denominación	Designación	Relación	Máx. potencia kW	Velocidad a máx. potencia r/min	Par a máx. potencia Nm	Par de arranque mín. Nm	Velocidad en vacío r/min	Máx. velocidad permitida r/min	Cons. aire a máx. potencia l/s	Peso kg	Carga radial máx. a máx. potencia N
LZL 15-BG212-A-009	8411 1802 20	8,7	2,2	396	53	90	824		61	15	1580
LZL 15-BG212-B-009	8411 1803 27	8,7	2,2	396	53	90	824		61	15	1580
Sin restringir*			3,0	502	58	90		824	86	15	1460
LZL 15-BG212-A-011	8411 1802 38	11,2	2,2	308	68	116	641		61	15	1700
LZL 15-BG212-B-011	8411 1803 45	11,2	2,2	308	68	116	641		61	15	1700
Sin restringir*			3,0	390	74	116		641	86	15	1500
LZL 15-BG212-A-014	8411 1802 46	14,3	2,2	241	87	148	502		61	15	1870
LZL 15-BG212-B-014	8411 1803 52	14,3	2,2	241	87	148	502		61	15	1870
Sin restringir*			3,0	306	95	148		502	86	15	1680
LZL 15-BG212-A-020	8411 1802 53	20	2,2	172	122	207	357		61	15	2070
LZL 15-BG212-B-020	8411 1803 60	20	2,2	172	122	207	357		61	15	2070
Sin restringir*			3,0	218	133	207		357	86	15	1900
LZL 15-BG212-A-033	8411 1802 61	33	2,2	106	198	337	220		61	17	3600
LZL 15-BG212-B-033	8411 1803 78	33	2,2	106	198	337	220		61	17	3600
Sin restringir*			3,0	134	217	337		220	86	17	3250
LZL 15-BG212-A-045	8411 1802 79	45	2,2	76	276	469	158		61	17	4040
LZL 15-BG212-B-045	8411 1803 86	45	2,2	76	276	469	158		61	17	4040
Sin restringir*			3,0	96	302	469		158	86	17	3680
LZL 15-BG212-A-060	8411 1802 87	60	2,2	57	367	623	119		61	17	4570
LZL 15-BG212-B-060	8411 1803 94	60	2,2	57	367	623	119		61	17	4570
Sin restringir*			3,0	72	401	623		119	86	17	4040
LZL 15-BG353-A-078	8411 1802 95	78	2,1	44	463	787	92		61	25	5230
LZL 15-BG353-B-078	8411 1804 02	78	2,1	44	463	787	92		61	25	5230
Sin restringir*			3,0	56	506	787		92	86	25	4580
LZL 15-BG353-A-102	8411 1803 03	102	2,1	34	606	1030	70		61	25	5910
LZL 15-BG353-B-102	8411 1804 10	102	2,1	34	606	1030	70		61	25	5910
Sin restringir*			3,0	43	663	1030		70	86	25	5180
LZL 15-BG613-A-165	8411 1803 11	165	2,1	21	981	1668	44		61	63	16000
LZL 15-BG613-B-165	8411 1804 28	165	2,1	21	981	1668	44		61	63	16000
Sin restringir*			3,0	26	1073	1668		44	86	63	16000
LZL 15-BG613-A-196	8411 1803 29	196	2,1	18	1168	1985	37		61	63	16000
LZL 15-BG613-B-196	8411 1804 36	196	2,1	18	1168	1985	37		61	63	16000
Sin restringir*			3,0	22	1277	1985		37	86	63	16000

*j Sin restringir, los motores no deben funcionar sin carga
A = Pie



Todos los materiales para Investigación Científica y Fabricación

Acero Inoxidable - AISI 304 (Fe/Cr18/Ni10)

Información sobre el Material

Propiedades Eléctricas

Resistividad Eléctrica (μOhmcm)	70-72
--	-------

Propiedades Físicas

Densidad (g cm^{-3})	7,93
Punto de Fusión (C)	1400-1455

Propiedades Mecánicas

Alargamiento (%)	<60
Dureza Brinell	160-190
Impacto Izod (J m^{-1})	20-136
Módulo de Elasticidad (GPa)	190-210
Resistencia a la Tracción (MPa)	460-1100

Propiedades Térmicas

Coefficiente de Expansión Térmica @20-100C ($\times 10^{-6} \text{K}^{-1}$)	18,0
Conductividad Térmica a 23C ($\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$)	16,3

Anexo 10. Acero inoxidable