



SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

INGENIERÍA MECÁNICA
RESIDENCIA PROFESIONAL PERIODO: ENERO-JUNIO 2015

**Diseño de máquina llenadora de líquidos auxiliar de equipo
tecnología**

PRESENTAN:

Jaime Jiménez Pérez

Marco Antonio Gómez Cruz

ASESORES:

Ing. Hernán Valencia Sánchez

Ing. Juan Luis Alegría Díaz

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS JUNIO DE 2015

Índice

1. Introducción	6
2. Definición del problema	7
3. Objetivo general	8
4. Objetivo específico.....	8
5. Justificación	8
6. Alcances.....	8
7. Limitaciones.....	9
8. Marco teórico.....	9
8.1 Crema o nata de leche.....	9
8.2 Elaboración de la crema	10
8.3 La neumática	10
8.3.1 Componentes de un Circuito Neumático	11
8.3.2 El sistema de producción del aire	11
8.3.3 El sistema de consumo de aire	11
8.4 El sistema neumático básico.....	12
8.5 Sistema de producción de aire	13
8.6 Sistema de consumo de aire.....	14
8.7 Ventajas y desventajas de la Neumática	16
8.7.1 Ventajas y desventajas de la Neumática	16
8.8 Cilindros neumáticos	17
8.8.1 ¿Que son los cilindros?	17
8.8.2 ¿Para qué sirven?.....	18
8.8.3 ¿Dónde se utilizan?	18
8.8.4 ¿Qué tipo de cilindro existen en la neumática?	18
8.9 Acero Inoxidable 316L	20
8.9.1 Ventajas del acero 316 l	20
8.9.2 Resistencia a la corrosión.	21
8.9.3 Resistencia a oxidación a altas temperaturas.....	21
8.9.5 Formabilidad.....	22
8.9.6 Aplicaciones del acero inoxidable	22
8.10 Designación de conexiones, normas básicas de representación	22
8.10.1 Conexiones e instrumentos de medición y mantenimiento.....	24

8.10.2	Mecanismos (actuadores)	24
8.10.3	Valvulas direccionales.....	25
8.10.4	Accionamientos.....	25
8.11	SolidWorks.....	26
8.12	Qué es el Arduino	27
9.	Desarrollo.....	29
9.1	Actuadores de movimiento lineal.	29
9.2	Actuadores de simple efecto.....	29
9.3	Teoría de la Energía de Distorsión	31
9.4	Entrevista	34
9.5	Calculo de volumen del tubo contenedor.....	35
9.6	Hoja de datos del cilindro a utilizar	36
9.7	Planos de los componentes de la maquina	37
9.8	Funcionamiento general del equipo:.....	45
9.8.1	Funcionamiento general del equipo.....	46
9.8.2	Tabla para la graduación del sensor.....	47
9.8.3	Control de cilindro doble efecto	48
9.9	Estructura de la programación en arduino.....	50
9.10	Análisis estático	51
9.10.1	Análisis estático.....	51
9.10.2	Propiedades del material	54
9.10.3	Detalles de sujeción	54
9.10.4	Análisis de resultados estáticos	55
9.10.5	Análisis estático de las partes del complemento de la maquina.....	56
9.10.6	Análisis de resultados	59
9.10.7	Análisis estático del sistema sometido a esfuerzos estáticos.	60
10.	Análisis de resultados obtenidos.....	62
11.	Referencias bibliográficas	63

Índice de figuras

Figura 1. Equipo Tecnoitalia Embolsadora.....	6
Figura 2. Proceso para la realización de la crema.....	9
Figura 3. Sistema de purificación de aire.....	11
Figura 4. El sistema neumático básico.....	12
Figura 5. Tabla de compresores más usuales para aire comprimido.....	15
Figura 6. Cilindro neumático.....	17
Figura 7. T y cilindro hechos de acero inoxidable 316L.....	22
Figura 8. Simbología del ordenamiento de las válvulas y sus posiciones.....	23
Figura 9. Representación simbólica del circuito neumático en las válvulas.....	23
Figura 10. Conexiones e instrumentos de medición y mantenimiento.....	24
Figura 11. Simbología y descripción de los actuadores.....	24
Figura 12. Simbología y descripción de las válvulas direccionales.....	25
Figura 13. Modo de accionamiento de las válvulas.....	26
Figura 14. Logo de Solidworks.....	27
Figura 15. Placa arduino.....	27
Figura 16. Ejemplo de programación en arduino.....	28
Figura 17. Barra de herramientas arduino.....	28
Figura 18. Partes de un cilindro doble efecto.....	30
Figura 19. Esfuerzos principales en 3D.....	32
Figura 20. Medidas de cilindro parte de la maquina.....	35
Figura 21. Planos de los componentes de la maquina.....	38
Figura 22. Plano del cilindro neumático.....	39
Figura 23. Plano del tubo contenedor.....	40
Figura 24. Plano del tubo T.....	41
Figura 25. Codo estándar de 90°.....	42
Figura 26. Soportes de la maquina.....	43
Figura 27. Maquina envasadora con las partes que los compone.....	44
Figura 28. Vistas de la maquina envasadora.....	44
Figura 29. Funcionamiento general del equipo.....	45
Figura 30. Botones de paro de emergencia del equipo.....	46
Figura 31. Cilindro contenedor de crema.....	47
Figura 32. Control del sistema neumático.....	48
Figura 33. Control de un cilindro doble efecto usando electroneumática.....	49
Figura 34. Circuito eléctrico del control del equipo.....	50

Figura 35. Análisis estático del tubo contenedor.....	52
Figura 36. Propiedades volumétricas del tubo contenedor.....	53
Figura 37. Propiedades del material del tubo contenedor.....	54
Figura 38. Detalles de sujeción del tubo contenedor.....	54
Figura 39. Mallado del tubo contenedor.....	55
Figura 40. Análisis de tensión del tubo contenedor.....	56
Figura 41. Análisis de tensión del codo de 90°.....	56
Figura 42. Análisis estático de la boca de descarga.....	57
Figura 43. Propiedades volumétricas y detalles de carga de la boca de descarga.....	58
Figura 44. Mallado de la boca de descarga.....	59
Figura 45. Análisis de tensión de la boca de descarga.....	59
Figura 46. Análisis estático de la deformación total del sistema.....	60
Figura 47. Mallado de una parte del sistema.....	60
Figura 48. Parte del sistema con un soporte y una carga a presión.....	61
Figura 49. Análisis de deformación de una parte del sistema.....	61

Índice de tablas

Tabla 1. Normas para representar símbolos que se deben de usar en los esquema Neumáticos.....	19
Tabla 2. Propiedades mecánicas (condiciones de recocido).....	20
Tabla 3. Propiedades físicas, (condiciones de recocido).....	21
Tabla 4. Tablas para selección de cilindros neumáticos doble efecto.....	31
Tabla 5. Datos y características del cilindro a utilizar.....	36
Tabla 6. Diagrama presión fuerza del cilindro.....	37
Tabla 7. Tabla para la graduación del sensor.....	47
Tabla 8. Datos estáticos del tubo contenedor.....	53
Tabla 9. Datos del mallado del tubo contenedor.....	55
Tabla 10. Datos del análisis de resultados estáticos.....	55
Tabla 11. Datos del mallado boca de descarga.....	58

1. Introducción

1.1 Misión

Ser un medio de comercialización de leche de los socios productores para darle un valor agregado al trabajo en el campo a través del crecimiento y rentabilidad de la planta ultra-pasteurizadora, produciendo alimentos de alta calidad y logrando la absoluta satisfacción de los clientes y el desarrollo de nuestra gente.

1.2 Visión

Ser una planta ultra-pasteurizadora que surta la mayor demanda de productos de larga vida en el sureste del país con calidad y rentabilidad

Ubicación

Carretera Berriozábal a Ocozocoautla Km 3.5

RFC: LCI001001M19

Teléfono: 65 6 11 40

Vemos que una de las problemáticas que hay en la empresa lácteos de Chiapas SA de CV se encuentra en el envasado del productos lácteo de la crema, ya que para el envasado de este producto líquido se cuenta con una máquina semiautomática llamada envasadora tecnoitalia que se encargue de hacer el llenado preciso en presentaciones de 1 y $\frac{1}{4}$ de litro y para más presentaciones el llenado se hace de manera manual..



Figura 1: Equipo Tecnoitalia Embolsadora.

En estos momentos la demanda de este producto lácteo es grande y han encontrado problemas de ventas debido al mal envasado de cada producto ya que la dosificación que realizan los trabajadores no es precisa, lo cual sería ideal que el envasado lo realizara una maquina semiautomática que diera cantidades precisas.

Es precisamente este punto el que es necesario corregir para tener un producto que este bien presentado, que a su vez tenga un volumen constante dentro del embasamiento para poder capturar clientes fieles y tener un mercado constante para estos.

Por estos motivos es necesario darle un solución adecuada al problema y a su vez que esta sea la más viable económicamente, con lo cual la solución del problema se limita demasiado ya que para nadie es un secreto que la automatización demanda una inversión que normalmente es grande, por lo que en este proyecto tratamos que el diseño de esta máquina sea lo más económico que se pueda.

De esta manera en el desarrollo de este trabajo se encontrara en la primera parte con una breve explicación de lo que es la automatización, así como definiciones de materiales que se utilizaría para la realización de este proyecto a su vez que ventajas ocasionaría utilizar la automatización y como principal herramienta el aire comprimido.

También en este proyecto se hará un diseño mecánico para darnos una idea de cómo quedaría nuestra maquina envasadora y su vez se harán simulaciones sometido a esfuerzos estáticos y dinámicos para ver las análisis de fuerzas que se aplicarían a esa máquina. Todo esto se hará en un programa que se llama solidworks.

2. Definición del problema

Debido a la gran competencia del mercado a la venta de productos lácteos y para dar una mayor calidad. Se tiene la necesidad de diseñar una máquina de envasado que mejore la calidad de precisión en el llenado de la crema.

3. Objetivo general

Para ofrecer un producto con mayor calidad y gran precisión en su llenado se diseñara una máquina llenadora de líquidos auxiliar de equipo tecnolalia.

4. Objetivo específico

Diseñar un equipo que cuente con las características de precisión y de dar las cantidades exacta de llenado con el fin de ser un auxiliar en el envasado de productos lácteos y además que cumpla con las normas de calidad.

5. Justificación

Se diseñara un equipo que se encargue de envasado de productos lácteos en este caso para crema, ya que en la industria los trabajadores son los encargados del llenado de crema en presentaciones de 1 litro y $\frac{1}{4}$ de litro en bolsas de polietileno especial, por lo que el equipo debe tener el control al llenar diferentes cantidades de crema, haciendo esto, la industria se automatizara y no dependerá de muchos trabajadores para realizar el llenado de crema en bolsas.

En este proyecto se utilizara la neumática ya que en esta industria es de productos lácteos debe haber limpieza, el aire comprimido es esencial para este caso, como se utiliza la neumática debemos de tomar en cuenta los distintos materiales que utilizaremos para su diseño se utilizaran cilindros émbolos de doble efecto, mangueras y sensores que nos sirvan para un llenado preciso.

6. Alcances

- Con este diseño se lograra un mayor avance en el envasado
- Se lograra una gran precisión de llenado que todo saldrá con la cantidad que el usuario elija.
- Esta máquina es neumática y el llenado sería muy higiénico ya que usa aire comprimido para realizar el trabajo.

7. Limitaciones

- Este proyecto no se hará físicamente, solo se hará el diseño y cálculos para realizarlo en un futuro.
- La máquina sacará capacidades hasta de 2.5 litros.
- Esta máquina estará controlada mediante un pedal y el usuario presionará en el momento que él decida que se debe hacer el llenado.

8. Marco teórico

8.1 Crema o nata de leche

Las cremas se definen en primer lugar por su contenido de materia grasa (M.G.). La crema “liviana” o delgada tiene entre 18 y 34 % de M.G.; la crema “normal”, que consumimos

habitualmente, tiene un tenor graso de entre 34,1 y 50 %; y la crema “doble” posee un contenido superior al 50 % de materia grasa. Según el proceso de elaboración utilizado, se distinguen varios tipos de crema: la crema pasteurizada, que es la más difundida; la crema esterilizada, que es sometida al proceso térmico de Ultra Alta Temperatura; la crema acidificada, que es aquella que se obtiene por acidificación biológica; y la crema chantilly, que es aquella a la que se adiciona azúcar y se somete a la incorporación de aire por batido.

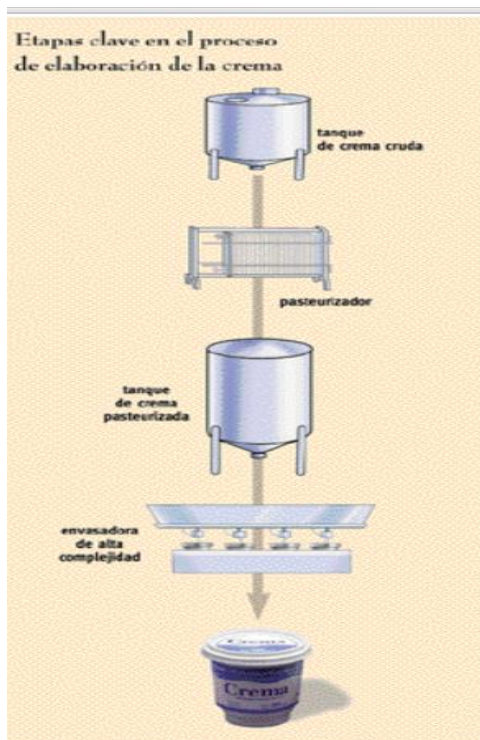


Figura 2: Proceso para la realización de la crema.

8.2 Elaboración de la crema

La tecnología básica del preparado de la crema de leche es relativamente sencilla y sus etapas clave (descremado y estandarización) son comunes a todos los subtipos de crema.

La gran diferencia que existe entre las cremas se debe, fundamentalmente, a la calidad de la leche cruda utilizada como materia prima y a las condiciones de alta higiene que se deben guardar durante su elaboración. Las cremas de leche, como todos los productos ricos en grasas, deben ser cuidadosamente manejadas, dada la facilidad que tiene la materia grasa para absorber aromas extraños. También se debe evitar todo desarrollo de acidez, la cual genera un espesamiento no deseado en un producto de tipo fresco, razón por la que la leche cruda debe ser procesada lo más pronto posible a fin de impedir cambios en su calidad.

8.3 La neumática

La neumática es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos.

Mediante un fluido, ya sea aire (neumática), aceite (hidráulica) se puede conseguir mover un motor en movimiento giratorio o accionar un cilindro para que tenga un movimiento de salida o retroceso de un vástago (barra).

Esto hoy en día tiene infinidad de aplicaciones como pueden ser la apertura o cierre de puertas en trenes o autobuses, levantamiento de grandes pesos, accionamientos para mover determinados elementos, etc.

El control del motor o del cilindro para que realice lo que nosotros queremos se hace mediante válvulas que hacen las veces de interruptores, pulsadores, conmutadores, etc si lo comparamos con la electricidad y mediante tubos conductores (equivalente a los conductores eléctricos) por los que circula el fluido. En esta unidad vamos a estudiar cómo se realizan los montajes de los circuitos neumáticos o hidráulicos.

8.3.1 Componentes de un Circuito Neumático

Pues bien nada mejor que una imagen para ver los componentes generales de un circuito neumático. Luego explicaremos uno a uno.

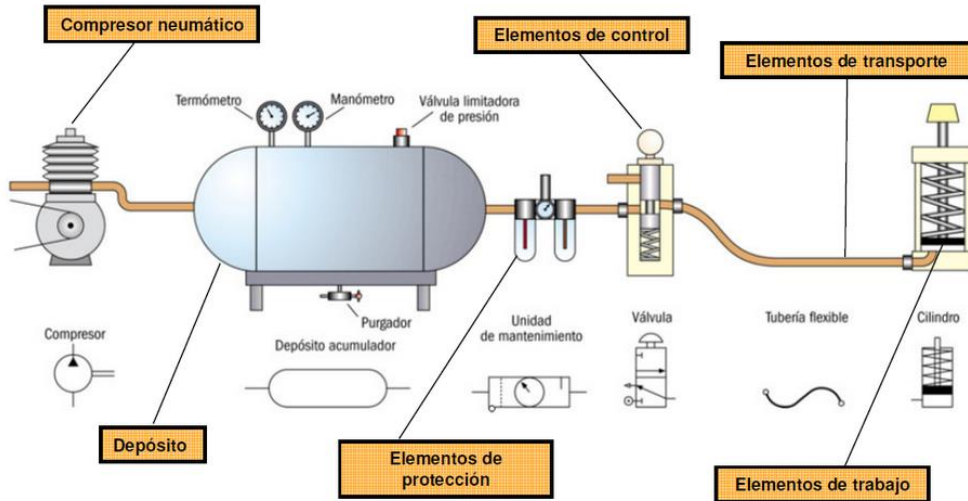


Figura 3: sistema de purificación de aire

8.3.2 El sistema de producción del aire

- Compresor
- Motor eléctrico
- Presostato
- Válvula anti-retorno
- Depósito
- Manómetro
- Purga automática
- Válvula de seguridad
- Secador de aire refrigerado
- Filtro de línea

8.3.3 El sistema de consumo de aire

- Purga de aire
- Purga automática
- Unidad de acondicionamiento de aire
- Válvula direccional

- Actuador
- Controladores de velocidad

8.4 El sistema neumático básico

Los cilindros neumáticos, los actuadores de giro y los motores de aire suministran la fuerza y el movimiento a la mayoría de los circuitos neumático para sujetar, mover, formar y procesar el material.

Para accionar y controlar estos actuadores, se requieren otros componentes neumáticos, por ejemplo unidades de acondicionamiento de aire para preparar el aire comprimido y válvulas para controlar la presión, el caudal y el sentido del movimiento de los actuadores.

Un sistema neumático básico, ilustrado en la figura 1.1 se compone de dos secciones principales:

- El sistema de producción.
- El sistema de consumo del aire.

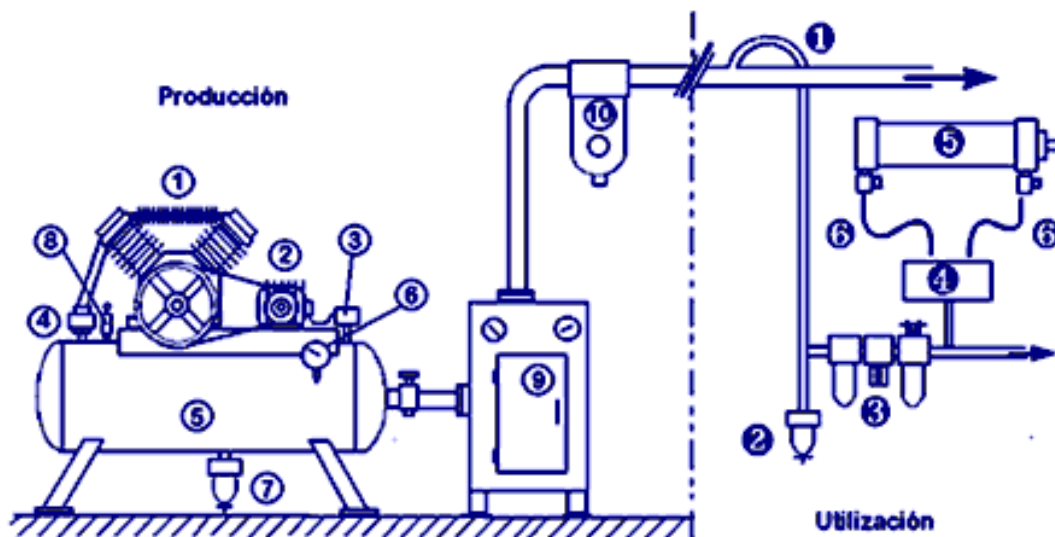


Figura 4: El sistema neumático básico

8.5 Sistema de producción de aire

Las partes componentes y sus funciones principales son:

1.-Compresor

El aire tomado a presión atmosférica se comprime y entrega a presión más elevada al sistema neumático. Se transforma así la energía mecánica en energía neumática

2.-Motor eléctrico

Suministra la energía mecánica al compresor, transforma la energía eléctrica en energía mecánica

3.-Presostato

Controla el motor eléctrico detectando la presión en el depósito. Se regula a la presión máxima a la que desconecta el motor y a la presión mínima a la que vuelve a arrancar el motor.

4.-Válvula anti-retorno

Deja el aire comprimido del compresor al depósito e impide su retorno cuando el compresor está parado.

5.-Depósito

Almacena el aire comprimido. Su tamaño está definido por la capacidad del compresor. Cuanto más grande sea su volumen, más largos son los intervalos entre los funcionamientos del compresor.

6.-Manómetro

Indica la presión del depósito.

7.-Purga automática

Purga toda el agua que se condensa en el depósito sin necesidad de supervisión.

8.-Válvula de seguridad

Expulsa el aire comprimido si la presión en el depósito sube por encima de la presión permitida.

9.-Secador de aire refrigerado

Enfría el aire comprimido hasta pocos grados por encima del punto de congelación y condensa la mayor parte de la humedad del aire, lo que evita tener agua en el resto del sistema.

10.-Filtro de línea

Al encontrarse en la tubería principal, este filtro debe tener una caída de presión mínima y la capacidad de eliminar el aceite lubricante en suspensión, sirve para mantener la línea libre de polvo, agua y aceite.

8.6 Sistema de consumo de aire

1.-Purga de aire

Para el consumo, el aire es tomado de la parte superior de la tubería para permitir que la condensación ocasional permanezca en la tubería principal; cuando alcanza un punto bajo, una salida de agua desde la parte inferior de la tubería irá a una purga automática eliminando así el condensado.

2.-Purga automática

Cada tubo descendiente debe de tener una purga en su extremo inferior. El método más eficaz es una purga automática que impide que el agua se quede en el tubo en el caso en que se descuide la purga manual.

3.-Unidad de acondicionamiento del aire

Acondiciona el aire comprimido para suministrar aire limpio a una presión óptima y ocasionalmente añade lubricante para alargar la duración de los componentes del sistema neumático que necesitan lubricación.

4.-Válvula direccional

Proporciona presión y pone a escape alternativamente las dos conexiones del cilindro para controlar la dirección del movimiento.

5.-Actuador

Transforma la energía potencial del aire comprimido en trabajo mecánico. En la figura se ilustra un cilindro lineal. Pero puede ser también un actuador de giro o una herramienta neumática, etc.

6.- Controladores de velocidad

Permiten una regulación fácil y continua de la velocidad de movimiento del actuador.

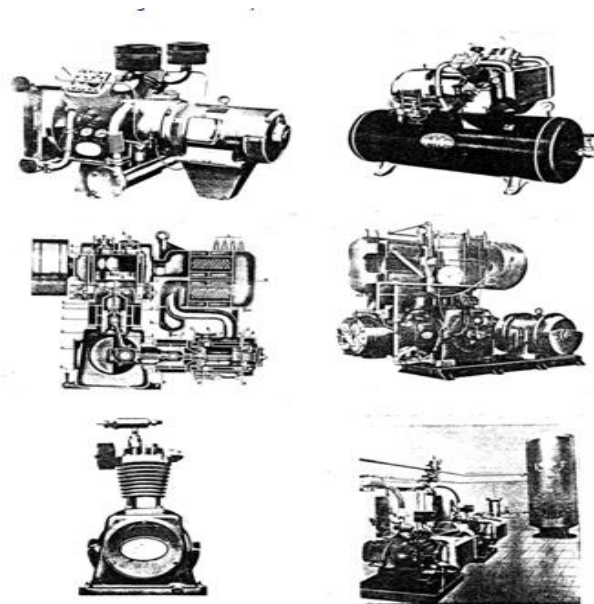


Figura 5: Tabla de compresores más usuales para aire comprimido

8.7 Ventajas y desventajas de la Neumática

De los antiguos griegos procede la expresión "Pneuma", que designa la respiración, el viento y, en filosofía, también el alma.

Como derivación de la palabra "Pneuma" se obtuvo, entre otras cosas el concepto Neumática que trata los movimientos y procesos del aire.

Aunque los rasgos básicos de la neumática se cuentan entre los más antiguos conocimientos de la humanidad, no fue sino hasta el siglo pasado cuando empezaron a investigarse sistemáticamente su comportamiento y sus reglas. Sólo desde aprox. 1950 podemos hablar de una verdadera aplicación industrial de la neumática en los procesos de fabricación.

Es cierto que con anterioridad ya existían algunas aplicaciones y ramos de explotación como por ejemplo en la minería, en la industria de la construcción y en los ferrocarriles (frenos de aire comprimido).

La irrupción verdadera y generalizada de la neumática en la industria no se inició, sin embargo, hasta que llegó a hacerse más acuciante la exigencia de una automatización y racionalización en los procesos de trabajo.

A pesar de que esta técnica fue rechazada en un inicio, debido en la mayoría de los casos a falta de conocimiento y de formación, fueron ampliándose los diversos sectores de aplicación.

En la actualidad, ya no se concibe una moderna explotación industrial sin el aire comprimido. Este es el motivo de que en los ramos industriales más variados se utilicen aparatos neumáticos.

8.7.1 Ventajas y desventajas de la Neumática

VENTAJAS

- El aire es de fácil captación y abunda en la tierra
- El aire no posee propiedades explosivas, por lo que no existen riesgos de chispas.
- Los actuadores pueden trabajar a velocidades razonablemente altas y fácilmente regulables
- El trabajo con aire no daña los componentes de un circuito por efecto de golpes de ariete.

- Las sobrecargas no constituyen situaciones peligrosas o que dañen los equipos en forma permanente.
- Los cambios de temperatura no afectan en forma significativa.
- Energía limpia
- Cambios instantáneos de sentido

DESVENTAJAS

- En circuitos muy extensos se producen pérdidas de cargas considerables.
- Requiere de instalaciones especiales para recuperar el aire previamente empleado.
- Las presiones a las que trabajan normalmente, no permiten aplicar grandes fuerzas
- Altos niveles de ruido generados por la descarga del aire hacia la atmósfera.

8.8 Cilindros neumáticos



Figura 6: Cilindro neumático

8.8.1 ¿Que son los cilindros?

Cilindros neumáticos (conocido a veces como cilindros del aire) sea dispositivos mecánicos cuáles producen fuerza, a menudo conjuntamente con movimiento, y se accionan cerca gas comprimido (típicamente aire)

Para realizar su función, los cilindros neumáticos imparten a fuerza por el convertir energía potencial de gas comprimido en energía cinética.

Esto es alcanzada por el gas comprimido que puede ampliarse, sin entrada de energía externa, que sí mismo ocurre debido al gradiente de la presión estableció por el gas

comprimido que estaba en un mayor presión que presión atmosférica. Esta extensión del aire fuerza a pistón para moverse en la dirección deseada.

El cilindro es una pieza hecha con metal fuerte porque debe soportar a lo largo de su vida útil un trabajo a alta temperatura con explosiones constante de combustible, lo que lo somete a un trabajo excesivo bajo condiciones extremas. Una agrupación de cilindros en un motor constituye el núcleo del mismo, conocido como bloque del motor.

8.8.2 ¿Para qué sirven?

El depender de diseño del sistema, los cilindros neumáticos pueden funcionar en una variedad de maneras. Los ejemplos incluyen tener la capacidad de realizar movimientos múltiples sin la necesidad de la intervención intermedia, de realizar un movimiento completo con los puntos que paran intermedios, para ser ajustado para controlar la cantidad de extensión y/o la contracción de la barra de pistón actuada una vez. Son dispositivos motrices en equipos neumáticos que transforman energía estática del aire a presión, haciendo avances o retrocesos en una dirección rectilínea.

8.8.3 ¿Dónde se utilizan?

Se utilizan ampliamente en el campo de la automatización para el desplazamiento, alimentación o elevación de materiales o elementos de las mismas máquinas.

8.8.4 ¿Qué tipo de cilindro existen en la neumática?

Aunque los cilindros neumáticos variarán de aspecto, tamaño y la función, caen generalmente en una de las categorías específicas demostradas abajo. No obstante hay también numeroso otros tipos de cilindro neumático disponibles, muchos de los cuales se diseñan para satisfacer funciones específicas y especializadas.

Cilindros de acción simple: Los cilindros de acción simple (SACO) utilizan la fuerza impartida por el aire para moverse en una dirección (generalmente hacia fuera), y un resorte a la vuelta “a casa” a la posición.

Cilindros dobles: Los cilindros dobles (DAC) utilizan la fuerza del aire para moverse en extienden y contraen movimientos. Tienen dos puertos para permitir el aire adentro, uno para el outstroke y uno para el instroke.

Otros tipos:

Aunque los sacos y DACs son los tipos más comunes de cilindro neumático, los tipos siguientes no son particularmente raros:

Cilindros rotatorios del aire: actuadores que utilizan el aire para impartir un movimiento rotatorio.

Cilindros del aire de Rodless: los actuadores que utilizan un acoplador mecánico o magnético para impartir la fuerza, típicamente a la tabla o al otro cuerpo que se mueve a lo largo de la longitud del cuerpo del cilindro, pero no extienden más allá de él.

A nivel internacional la norma ISO 1219 1 y ISO 1219 2, que se ha adoptado en España como la norma UNE-101 149 86, se encarga de representar los símbolos que se deben utilizar en los esquemas neumáticos e hidráulicos. En esta unidad solamente nos ceñiremos a la citada norma, aunque existen otras normas que complementan a la anterior y que también deberían conocerse. Estas son

Norma	Descripción
UNE 101-101-85	Gama de presiones.
UNE 101-149-86	Símbolos gráficos.
UNE 101-360-86	Diámetros de los cilindros y de los vástagos de pistón.
UNE 101-362-86	Cilindros gama básica de presiones normales.
UNE 101-363-86	Serie básica de carreras de pistón.
UNE 101-365-86	Cilindros. Medidas y tipos de roscas de los vástagos de pistón.

Tabla 1: normas para representar símbolos que se deben de usar en los esquemas neumáticos

8.9 Acero Inoxidable 316L

DESCRIPCIÓN

El grado 316 L es un acero inoxidable cromo- níquel-molibdeno con bajos contenidos de carbono para minimizar la precipitación de carburos de cromo. La adición de un 2 – 3 % de molibdeno a esta aleación, incrementa la resistencia a la corrosión general y mejora la resistencia a la corrosión por picaduras en soluciones cloradas. Los bajos contenidos de carbono presentes en el acero 316 L previenen la sensibilización (precipitación de carburos de cromo en los límites de grano) y por consiguiente, la corrosión intergranular. Es por esto, que el grado 316 L es ampliamente utilizado para soldar componentes de grueso espesor. El acero 316 L es no magnético en condiciones de recocido. Sin embargo, puede llegar a adquirir un ligero magnetismo cuando es deformado en frío. El tipo 316 L puede ser embutido, estampado y troquelado sin dificultad alguna. Como todos los inoxidables austeníticos, el tipo 316 L tiende a endurecerse por el trabajo en frío. Por tal motivo, cuando es severamente deformado, un tratamiento de recocido posterior puede ser necesario en algunas ocasiones. La microestructura austenítica proporciona a este acero una muy buena resistencia, incluso a temperaturas criogénicas. En resumen, debido a sus excelentes características de resistencia a la corrosión y propiedades mecánicas, el tipo 316 L proporciona muy buenas características de formabilidad y fabricación, típicas de los aceros inoxidables austeníticos.

8.9.1 Ventajas del acero 316 L

- Superior a aleaciones austeníticas 301 y 304.
- Excelente resistencia a la corrosión general e intergranular.
- Muy buena soldabilidad.
- Buena resistencia a la corrosión por picaduras y hendiduras.
- Buena formabilidad.
- Facilidad de limpieza.
- Buena resistencia a temperaturas criogénicas.
- Buena resistencia a temperaturas elevadas.

	AISI 316 L UNS S31603 ASTM A240	Típicas 316 L ThyssenKrupp Mexinox
Resistencia Máxima a la Tensión, ksi (MPa)	70 (485) min	88 (605)
Límite Elástico o Esfuerzo de Cadencia al 0.2%, ksi (MPa)	25 (170) min	48 (331)
Alargamiento, % a 2" (50.8 mm)	40,0 min	56,0
Dureza, Rockwell	B95 max	B81

Tabla 2: Propiedades mecánicas (condiciones de recocido)

Property Unit	Value
Densidad g/cm ³ (lb/in ³)	8,0 (0,29)
Módulo elástico GPa (10 ⁶ Psi)	193 (28,0)
Resistencia eléctrica n m	740
Calor específico J/kg*°K (Btu/lb*°F)	500 (0.12)
Conductividad térmica a 100 °C (212 °F) W/m*K (Btu/ft*h*°F)	16,2 (9,4)
Rango de fusión °C (°F)	1375-1400 (2500-2550)

Tabla 3: Propiedades físicas, (condiciones de recocido)

8.9.2 Resistencia a la corrosión.

El tipo 316 L proporciona una mayor resistencia a la corrosión general y por picaduras/hendiduras que el tipo 304. La adición de molibdeno a esta aleación, también proporciona una mejor resistencia en una gran variedad de ambientes. Su bajo contenido de carbono retarda notablemente la precipitación del carburo de cromo y, por lo tanto, muestra una menor vulnerabilidad al ataque intergranular en medios corrosivos. Este grado es recomendado para la fabricación de piezas soldadas que no pueden ser recocidas posteriormente.

8.9.3 Resistencia a oxidación a altas temperaturas.

Para servicio continuo a temperaturas elevadas el acero 316 L exhibe una buena resistencia a la oxidación hasta cerca de los 927 °C (1700 °F). En servicio intermitente, la temperatura máxima de exposición es alrededor de los 870°C (1600 °F).

8.9.4 Soldabilidad.

El acero inoxidable tipo 316 L es fácilmente soldable por todas las técnicas convencionales de soldadura por fusión y resistencia (GTAW, TIG, GMAW, MIG, SAW), excepto el gas oxiacetilénico. El grado 316 L generalmente es considerado a tener menor soldabilidad que los aceros 304 y 304 L. El elevado contenido de níquel de esta aleación requiere consideraciones especiales durante la soldadura con el fin de evitar el agrietamiento en caliente por la formación de ferrita en el depósito de soldadura. Cuando un material de aporte es requerido, los tipos 316 L y 317 L son satisfactorios, los cuales conservan la resistencia a la corrosión.

8.9.5 Formabilidad.

El tipo 316 L puede ser fácilmente formado por los métodos más comunes, como: embutido, troquelado, doblado, etc. Su combinación de baja resistencia a la fluencia y elevado porcentaje de alargamiento son factores importantes en la optimización de las operaciones de embutido.

8.9.6 Aplicaciones del acero inoxidable

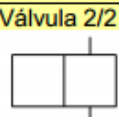
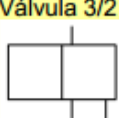
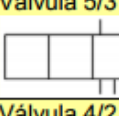
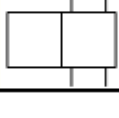
- Equipo procesador de alimentos.
- Implantes médicos.
- Equipos para refinerías de petróleo.
- Equipo procesador de medicamentos.
- Aplicaciones marinas.
- Utensilios de cocina y aplicaciones en electrodomésticos.
- Contenedores para transportación de químicos.
- Intercambiadores de calor.



Figura 7: T y cilindro hechos de acero inoxidable 316L

8.10 Designación de conexiones, normas básicas de representación

Las válvulas de regulación y control, se nombran y representan con arreglo a su constitución, de manera que se indica en primer lugar el número de vías (orificios de entrada o salida) y a continuación el número de posiciones

Por ejemplo:	
Válvula 2/2 	Válvula de dos vías y dos posiciones.
Válvula 3/2 	Válvula de tres vías y dos posiciones.
Válvula 5/3 	Válvula de cinco vías y tres posiciones.
Válvula 4/2 	Válvula de cuatro vías y dos posiciones.



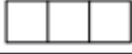






	Una posición.
	Dos posiciones.
	Tres posiciones.

Figura 8: Simbología del ordenamiento de las válvulas y sus posiciones

Su representación sigue las siguientes reglas:

- 1.- Cada posición se indica por un cuadrado.
- 2.- Se indica en cada casilla (cuadrado), las canalizaciones, el sentido del flujo y la situación de las conexiones (vías).
- 3.- Las vías de las válvulas se dibujan en la posición de reposo.
- 4.- El desplazamiento a la posición de trabajo se realiza transversalmente, hasta que las canalizaciones coinciden con las vías en la nueva posición.
- 5.- También se indica el tipo de mando que modifica la posición de la válvula (señal de pilotaje). Puede ser manual, por muelle, por presión...

Por ejemplo:	
	El aire circula de 1 a 2
	El aire circula de 3 a 4
	El trazo transversal indica que no se permite el paso de aire.
	El punto relleno, indica que las canalizaciones están unidas.
	El triángulo indica la situación de un escape de aire sobre la válvula.
	El escape de aire se encuentra con un orificio roscado, que permite acoplar un silenciador si se desea.

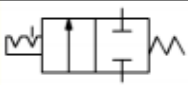
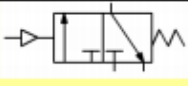
Válvulas completas:	
	Válvula 2/2 con activación manual por mando con bloqueo y retorno mecánico por muelle.
	Válvula 3/2 con activación por presión y retorno mecánico por muelle.

Figura 9: Representación simbólica del circuito neumático en las válvulas.

8.10.1 Conexiones e instrumentos de medición y mantenimiento.

Para empezar con los símbolos se muestran a continuación como se representan las canalizaciones y los elementos de medición y mantenimiento.

Conexiones		Medición y mantenimiento	
Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
	Unión de tuberías.		Unidad de mantenimiento, símbolo general.
	Cruce de tuberías.		Filtro.
	Manguera.		Drenador de condensado, vaciado manual.
	Acople rotante.		Drenador de condensado, vaciado automático.
	Línea eléctrica.		Filtro con drenador de condensado, vaciado automático.
	Silenciador.		Filtro con drenador de condensado, vaciado manual.
	Fuente de presión, hidráulica, neumática.		Filtro con indicador de acumulación de impurezas.
	Conexión de presión cerrada.		Lubricador.
	Línea de presión con conexión.		Secador.
	Acople rápido sin retención, acoplado.		Separador de neblina.
	Acople rápido con retención, acoplado.		
	Desacoplado línea abierta.		
	Desacoplado línea cerrada.		
	Escape sin rosca.		
	Escape con rosca.		
	Retorno a tanque.		

Figura 10: Conexiones e instrumentos de medición y mantenimiento

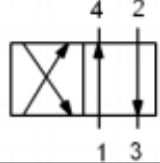
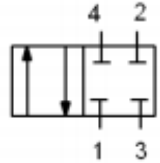
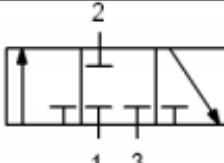
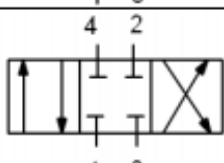

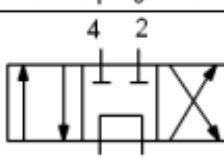
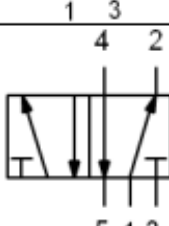
8.10.2 Mecanismos (actuadores)

	Cilindro de simple efecto, carrera por resorte (muelle), retorno por presión de aire.
	Cilindro de simple efecto, carrera por resorte (muelle), retorno por presión de aire.
	Cilindro de simple efecto, vástago simple anti giro, carrera por resorte (muelle), retorno por presión de aire.
	Cilindro de simple efecto, vástago simple anti giro, carrera por resorte (muelle), retorno por presión de aire.
	Cilindro de doble efecto, vástago simple.
	Cilindro de doble efecto, vástago simple.
	Cilindro de doble efecto, vástago simple anti giro.
	Cilindro de doble efecto, vástago simple anti giro.

Símbolo	Descripción
	Cilindro de simple efecto, retorno por esfuerzos externos.
	Cilindro de simple efecto, retorno por esfuerzos externos.
	Cilindro de simple efecto, retorno por muelle.
	Cilindro de simple efecto, retorno por muelle.

Figura 11: Simbología y descripción de los actuadores

8.10.3 Válvulas direccionales

	Válvula 4/2.
	Válvula 4/2 en posición normalmente cerrada.
	Válvula 3/3 en posición neutra normalmente cerrada.
	Válvula 4/3 en posición neutra normalmente cerrada.
	Válvula 4/3 en posición neutra escape.
	Válvula 4/3 en posición central con circulación.
	Válvula 5/2.

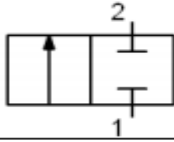
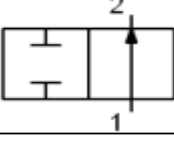
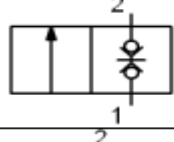
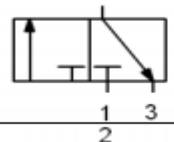
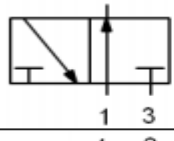
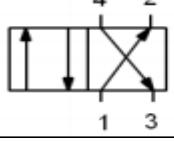
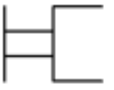
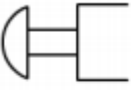


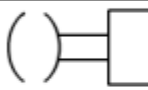


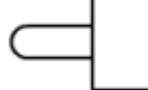
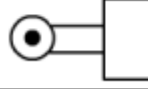


Símbolo	Descripción
	Válvula 2/2 en posición normalmente cerrada.
	Válvula 2/2 en posición normalmente abierta.
	Válvula 2/2 de asiento en posición normalmente cerrada.
	Válvula 3/2 en posición normalmente cerrada.
	Válvula 3/2 en posición normalmente abierta.
	Válvula 4/2.

Figura 12: Simbología y descripción de las válvulas direccionales.

8.10.4 Accionamientos

En una misma válvula pueden aparecer varios de estos símbolos, también se les conoce con el nombre de elementos de pilotaje.

Los esquemas básicos de los símbolos son

Símbolo	Descripción
	Mando manual en general, pulsador.
	Botón pulsador, seta, control manual.
	Mando por palanca, control manual.
	Mando por pedal, control manual.
	Mando por llave, control manual.
	Mando con bloqueo, control manual.
	Muelle, control mecánico.
	Palpador, control mecánico en general.
	Rodillo palpador, control mecánico.
	Rodillo escamoteable, accionamiento en un sentido, control mecánico.
	Mando electromagnético con una bobina.

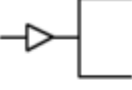



	Presurizado neumático.
	Pilotaje hidráulico. Con válvula de pilotaje.
	Pilotaje hidráulico. Con válvula de pilotaje.
	Presurizado hidráulico.

Figura 13: Modo de accionamiento de las válvulas

8.11 SolidWorks

SolidWorks es un software CAD (diseño asistido por computadora) para modelado mecánico en 3D, desarrollado en la actualidad por SolidWorks Corp., una filial de Dassault Systèmes, S.A. (Suresnes, Francia), para el sistema operativo Microsoft Windows. Su primera versión fue lanzada al mercado en 1995 con el propósito de hacer la tecnología CAD más accesible.

El programa permite modelar piezas y conjuntos y extraer de ellos tanto planos técnicos como otro tipo de información necesaria para la producción. Es un programa que

funciona con base en las nuevas técnicas de modelado con sistemas CAD. El proceso consiste en trasvasar la idea mental del diseñador al sistema CAD, "construyendo virtualmente" la pieza o conjunto. Posteriormente todas las extracciones (planos y ficheros de intercambio) se realizan de manera bastante automatizada.



Figura 14: Logo de Solidworks

8.12 Qué es el Arduino

Las placas Arduino son pequeños ordenadores con los que puedes leer información de diferentes sensores, así como controlar luces, motores y muchas otras cosas. La gran mayoría de los sistemas que nos rodean son ordenadores de diferentes tamaños. Los ordenadores no necesitan tener teclado ni pantalla. Hay ordenadores en el microondas de la cocina, dentro de los ascensores para detectar qué botón pulsas y, en los coches. Hay más de 70 ordenadores similares a Arduino... hay ordenadores por todas partes.

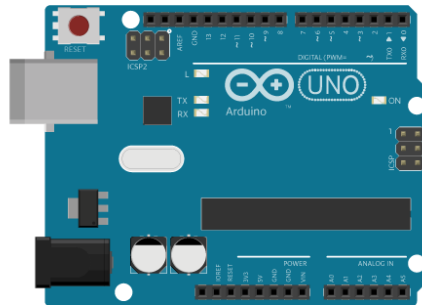
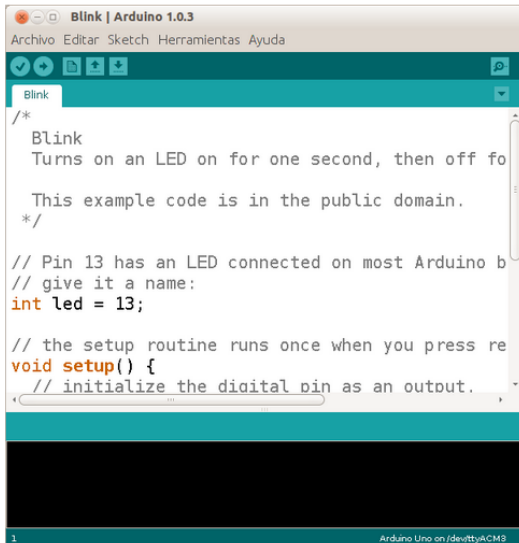


Figura 15: Placa arduino

Puesto que Arduino, a diferencia del ordenador que usas normalmente, no tiene pantalla ni teclado, se necesita un programa externo ejecutado en otro ordenador para poder escribir

programas para la placa Arduino. Éste software es lo que llamamos Arduino IDE. IDE significa “Integrated Development Environment” (Entorno de Desarrollo Integrado), y es un término común para llamar a este tipo de desarrollo de software. Escribes tu programa en el IDE, lo cargas en el Arduino, y el programa se ejecutará en la placa.



El IDE de Arduino es muy sencillo y parecido a Processing. Hay una sencilla barra que puedes utilizar para:

Figura 16: Ejemplo de programación en arduino

El IDE de Arduino es muy sencillo y parecido a Processing. Hay una sencilla barra de herramientas que puedes utilizar para:







-  Verificar si tu programa va a funcionar.
-  Cargar el programa a la placa de Arduino.
-  Crear un programa nuevo.
-  Abrir un programa.
-  Guardar el programa en el disco duro del ordenador.
-  (En la parte derecha de la barra de herramientas se encuentra el Monitor Serial) abre una ventana de comunicación con la placa Arduino.

Figura 17: Barra de herramientas arduino

Las placas Arduino se conectan a tu ordenador utilizando un cable USB, al igual que cualquier otro periférico, como la impresora, el teclado o incluso, un mando de videojuegos. Arduino necesita estar conectado al ordenador a través del cable USB para cargar un

programa. El cable USB sirve también para suministrar energía a la placa, pero también puedes alimentarla usando una fuente de energía externa, como una batería o un transformador apropiado.

9. Desarrollo

9.1 Actuadores de movimiento lineal.

O simplemente cilindros lineales, y su función es la de transformar la energía en trabajo mecánico de movimiento rectilíneo, que consta de carrera de avance y retroceso.

Generalmente está constituido por un tubo circular cerrado en los extremos mediante dos tapas, entre las cuales se desliza un émbolo que separa dos cámaras. Al émbolo va unido un vástago que, saliendo a través de una o ambas tapas, permite utilizar la fuerza desarrollada por el cilindro en virtud de la presión del fluido al actuar sobre la superficie del émbolo.

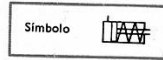
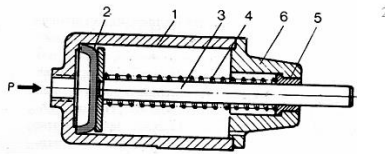
Los dos volúmenes de fluido en que queda dividido el cilindro por el émbolo recibe el nombre de cámaras. Si la presión se aplica en la cámara posterior de un cilindro, el émbolo y el vástago se desplazan hacia delante (carrera de avance). Si la presión del fluido se aplica en la cámara anterior del cilindro el desplazamiento se realiza en sentido inverso (carrera de retroceso).

Existen diferentes tipos de cilindros, según la forma en que se realiza el retroceso del vástago, los cilindros se dividen en tres grupos.

- ✓ Cilindros de simple efecto
- ✓ Cilindros de doble efecto
- ✓ Cilindros especiales.

9.2 Actuadores de simple efecto.

El cilindro de simple efecto solo puede realizar trabajo en un solo sentido, es decir el desplazamiento del émbolo por la presión del fluido tiene lugar en un solo sentido, pues el retroceso a su posición inicial se realiza por medio de un resorte recuperador que lleva el cilindro incorporado o bien mediante la acción de una fuerza exterior.



- Cilindro de simple efecto, en material de fundición ligera.
1. Cuerpo del cilindro.
 2. Pistón en forma de vaso.
 3. Vástago.
 4. Muelle recuperador.
 5. Guía del vástago.
 6. Tapa anterior.
- P Toma de aire comprimido.

Figura 18: Partes de un cilindro doble efecto

Según la posición del resorte, los cilindros de simple efecto pueden aplicarse para trabajar a compresión (vástago contraído. en reposo y resorte en la cámara interior), o puede trabajar a tracción (vástago desplazado en reposo y resorte en la cámara posterior).

FUERZA DEL CILINDRO. La fuerza generada en el cilindro es función del diámetro (superficie) del émbolo, de la presión del aire comprimido (presión de trabajo) y de la resistencia del rozamiento, corresponde al momento de arranque del émbolo. La fuerza de presión del cilindro puede calcularse de la manera siguiente:

$$F = 0.785 PD^2 - f$$

Dónde: F= Fuerza de presión (N ó libras)

D= diámetro del émbolo (metros o pulgadas)

P= Presión de trabajo (N/m² o Psi.)

f= fuerza del muelle (N o Libras).

CONSUMO DE AIRE. La energía de aire comprimido que alimenta a los cilindros se consume transformándose en trabajo. El aire comprimido ya utilizado fluye a la atmósfera por el escape durante la carrera de retroceso del émbolo.

$$Q = Snq \quad (\text{en N-litros/min})$$

Donde:

S= carrera en centímetros

n= ciclos /minutos

q = consumo de aire por cada centímetro de carrera

Q = consumo total de aire en N-Litros/min-

VELOCIDAD DEL EMBOLO. La velocidad media del émbolo en los cilindros estándar esta comprendida entre 0.1 y 1.5 m/s. En cilindros especiales la velocidad puede hacerse mayor. La velocidad del émbolo está en función de la presión del aire, y puede ser afectada por válvulas de estrangulación o válvulas de escape rápido.

Para estos cálculos se utiliza la siguiente tabla:

Fuerza de presión conocida el diámetro del pistón y la presión de trabajo, sin considerar la fuerza y el área del vástago (carrera de retorno de cilindros de doble efecto); el coeficiente de rozamiento

Tamaño del cilindro \varnothing pistón, mm	Presión de trabajo en kg/cm ²										
	1	2	3	4	5	6*	7	8	9	10	11
	Fuerza en kg										
6	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
16	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
25	4	9	13	17	21	24	30	34	38	42	47
35	8	17	26	35	43	52	61	70	78	86	95
40	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132
50	17	35	53	71	88	106	124	142	159	176	194
70	34	69	104	139	173	208	243	278	312	346	381
100	70	141	212	283	353	424	495	566	636	706	777
140	138	277	416	555	693	832	971	1110	1248	1386	1525
200	283	566	850	1133	1416	1700	1983	2266	2550	2832	3115
250	433	866	1300	1733	2166	2600	3033	3466	3899	4332	4765

* Presión de trabajo normal en neumáticos.

Tabla 3. Consumo de aire de los cilindros neumáticos por cm de carrera en función del diámetro de

\varnothing pistón, mm	Consumo de aire para cilindros neumáticos										
	Presión de trabajo en kg/cm ²										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Consumo de aire en NI 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	0,0
12	0,002	0,003	0,004	0,006	0,007	0,008	0,009	0,010	0,011	0,012	0,0
16	0,004	0,006	0,008	0,010	0,011	0,014	0,016	0,018	0,020	0,022	0,0
25	0,010	0,014	0,019	0,024	0,029	0,033	0,038	0,043	0,048	0,052	0,0
35	0,019	0,028	0,038	0,047	0,056	0,066	0,075	0,084	0,093	0,103	0,1
40	0,025	0,037	0,049	0,061	0,073	0,085	0,097	0,110	0,122	0,135	0,1
50	0,039	0,059	0,077	0,096	0,115	0,134	0,153	0,172	0,191	0,210	0,2
70	0,076	0,113	0,150	0,187	0,225	0,262	0,299	0,335	0,374	0,411	0,4
100	0,153	0,231	0,307	0,383	0,459	0,535	0,611	0,687	0,763	0,839	0,9
140	0,303	0,452	0,601	0,750	0,899	1,048	1,197	1,346	1,495	1,644	1,7
200	0,618	0,923	1,227	1,531	1,835	2,139	2,443	2,747	3,052	3,356	3,6
250	0,966	1,441	1,916	2,392	2,867	3,342	3,817	4,292	4,768	5,243	5,7

Velocidad media del émbolo de los cilindros neumáticos con carga parcial y una presión de trabajo de 6 kg/cm²

\varnothing émbolo mm	Diámetro nominal mm	Carga en %				
		0	20	40	60	80
		Velocidad del pistón en mm/seg				
25	4	580	530	450	380	300
35	7	980	885	785	690	600
50	7	480	440	400	360	320
70	7	230	215	200	180	150
70	9	530	470	425	380	310
100	7	120	110	90	80	60
100	9	260	230	205	180	130
140	9	130	120	110	90	70
140	12	300	260	230	200	170
200	9	65	60	55	50	40
200	12	145	130	120	105	85
200	19	330	300	280	250	215
250	19	240	220	185	165	115

Tabla 4: Tablas para selección de cilindros neumáticos doble efecto

9.3 Teoría de la Energía de Distorsión

Propuesta por R. Von Misses al observar que los materiales bajo esfuerzos hidrostáticos soportan esfuerzos mucho mayores que sus esfuerzos de fluencia bajo otros estados de carga. La teoría establece:

“La falla se producirá cuando la energía de distorsión por unidad de volumen debida a los esfuerzos máximos absolutos en el punto crítico sea igual o mayor a la energía de distorsión por unidad de volumen de una probeta en el ensayo de tensión en el momento de producirse la fluencia”

La teoría de Von Mises dice que la distorsión del elemento es debida a los esfuerzos principales restándole los esfuerzos hidrostáticos ($\sigma_h = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}$). La energía de distorsión es la diferencia entre la energía total de deformación por unidad de volumen y la energía de deformación por unidad de volumen debida a los esfuerzos hidrostáticos.

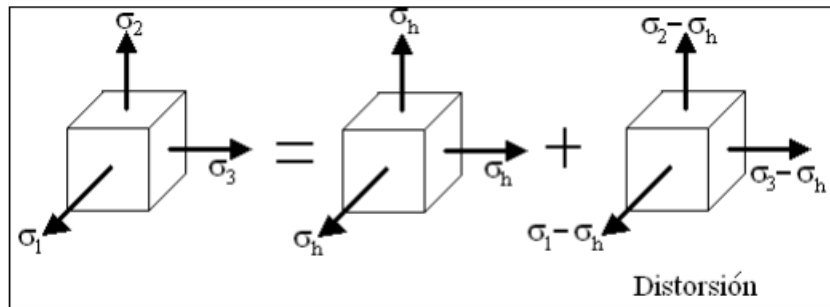


Figura 19: esfuerzos principales en 3D

Como el material se encuentra en el rango elástico (ya que la falla se produce al llegar a la zona plástica), la energía total de deformación por unidad de volumen para el elemento es

$$U = \frac{1}{2} \sigma_1 \varepsilon_1 + \frac{1}{2} \sigma_2 \varepsilon_2 + \frac{1}{2} \sigma_3 \varepsilon_3 \quad (\text{ec. 9.1})$$

Las deformaciones son:

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \end{bmatrix} = \frac{1}{E} \begin{bmatrix} 1 & -\nu & -\nu \\ -\nu & 1 & -\nu \\ -\nu & -\nu & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \sigma_3 \end{bmatrix} \quad (\text{ec. 9.2})$$

Reemplazando las deformaciones de la ecuación 9.1 en la ecuación 9.2 resulta la energía total de deformación:

$$U = \frac{1}{2E} \left[\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - 2\nu(\sigma_1 \sigma_2 + \sigma_2 \sigma_3 + \sigma_1 \sigma_3) \right] \quad (\text{ec. 9.3})$$

La energía de deformación debida a los esfuerzos hidrostáticos es:

$$U_h = \frac{3(1-2\nu)}{2E} \sigma_h^2 = \frac{3(1-2\nu)}{2E} \left(\frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3} \right)^2 \quad (\text{ec. 9.4})$$

La energía de distorsión es entonces:

$$U_d = U - U_h \quad (\text{ec. 9.5})$$

$$U_d = \frac{1}{2E} [\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - 2\nu(\sigma_1\sigma_2 + \sigma_2\sigma_3 + \sigma_1\sigma_3)] - \frac{3(1-2\nu)}{2E} \left(\frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3} \right)^2 \quad (\text{ec. 9.6})$$

$$\boxed{U_d = \frac{1+\nu}{3E} (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_2\sigma_3 - \sigma_1\sigma_3)} \quad (\text{ec. 9.7})$$

En el ensayo de tensión al producirse la fluencia, $\sigma_2 = \sigma_3 = 0, \sigma_1 = S_y$: entonces la energía de distorsión en la probeta es:

$$\boxed{U_d = \frac{1+\nu}{3E} S_y^2} \quad (\text{ec. 9.8})$$

Igualando las ecuaciones 9.7 y 9.8 como lo dice el enunciado de la teoría, tenemos:

$$\frac{1+\nu}{3E} (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_2\sigma_3 - \sigma_1\sigma_3) = \frac{1+\nu}{3E} S_y^2 \quad (\text{ec. 9.9})$$

$$\boxed{\begin{aligned} \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_2\sigma_3 - \sigma_1\sigma_3} &= S_y \\ \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2}{2}} &= S_y \end{aligned}} \quad (\text{ec. 9.10})$$

Se define el esfuerzo de Von Mises como

$$\boxed{\sigma' = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_2\sigma_3 - \sigma_1\sigma_3} = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2}{2}}} \quad (\text{ec. 9.11})$$

Entonces, la falla se da cuando

$$\sigma' = S_y$$

(ec. 9.12)

9.4 Entrevista

1.- ¿Cómo se realiza el traslado de la crema desde el tanque de almacenamiento hasta el equipo tecnitalia?

Se realiza mediante una bomba sumergible instalada en el tanque de almacenamiento.

2.-¿Cuántos tipos de presentaciones realiza el equipo?

2 tipos de presentaciones diferentes de ¼ y 1 litro en bolsas de polietileno especial.

3.-¿Cómo realiza su control de calidad?

Cada 50 bolsas se realiza un muestra y se pesas manualmente.

4.-¿En otros tipos de presentaciones como se realiza el llenado?

De manera manual.

5.- ¿Cómo hace que las bolsas no lleven aire en su interior?

Se realizan disparos de prueba a fin de asegurarse de que no contengan aire.

9.5 Calculo de volumen del tubo contenedor

$$V = \frac{\pi * d^2 * h}{4} \quad (\text{ec. 9.13})$$

$$1m^3 = 1000 L \quad (\text{ec. 9.14})$$

Para nuestro cilindro tenemos:

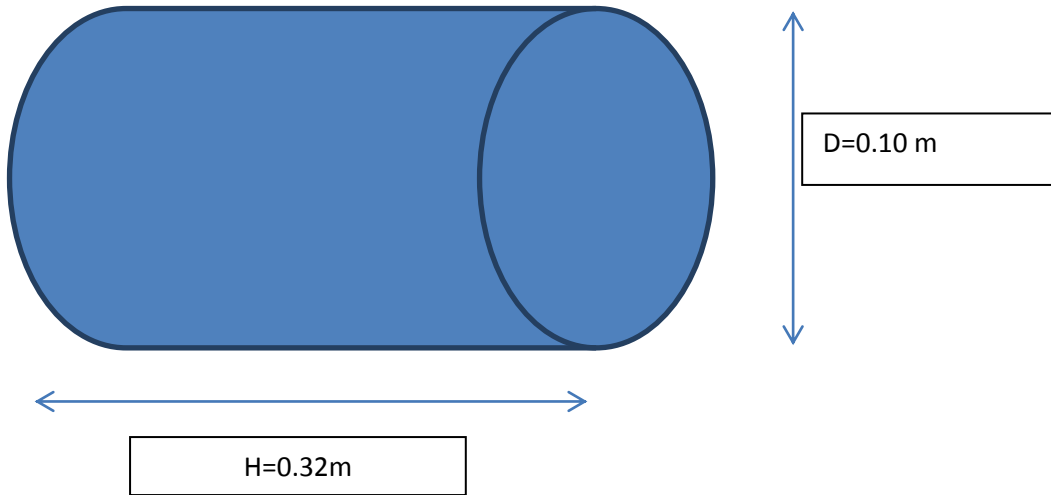


Figura 20: Medidas de cilindro parte de la maquina

Sustituyendo:

$$V = \frac{\pi * 0.1^2 * 0.32}{4} = 2.50 * 10^{-3} m^3 \quad (\text{ec. 9.15})$$

$$2.50 * 10^{-3} m^3 \left| \frac{1000 L}{1 m^3} \right| = 2.5 L \quad (\text{ec. 9.16})$$

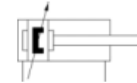
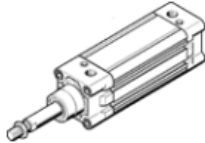
9.6 Hoja de datos del cilindro a utilizar

Cilindros normalizados DNC-100-320-PPV-A

Número de artículo: 163474

FESTO

según ISO 15552, con tubo de cilindro perfilado, para detección sin contacto, con amortiguación de final de carrera regulable en ambos lados.



Hoja de datos

Característica	Propiedades
Carrera	320 mm
Diámetro del émbolo	100 mm
Rosca del vástago	M20x1,5
Amortiguación	PPV: amortiguación neumática regulable a ambos lados
Posición de montaje	indistinto
Corresponde a la norma	ISO 15552
Extremo del vástago	Rosca exterior
Construcción	Tubo perfilado Vástago Émbolo
Detección de la posición	para sensores de proximidad
Variantes	vástago simple
Presión de funcionamiento	0,6 ... 12 bar
Modo de funcionamiento	de doble efecto
Fluido	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4]
Indicación sobre los fluidos de funcionamiento y de mando	Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento)
Clase de resistencia a la corrosión KBK	2
Temperatura ambiente	-20 ... 80 °C
Homologación	Germanischer Lloyd
Energía del impacto en las posiciones finales	1,2 J
Carrera de amortiguación	32 mm
Fuerza teórica con 6 bar, retroceso	4,418 N
Fuerza teórica con 6 bar, avance	4,712 N
Masa móvil con carrera de 0 mm	1,544 g
Peso adicional por 10 mm de carrera	115 g
Peso básico con carrera de 0 mm	4,653 g
Masa adicional por 10 mm de carrera	38 g
Tipo de fijación	con accesorios con rosca interior
Conexión neumática	G1/2
Indicación sobre el material	Conforme con RoHS
Información sobre el material de la tapa	Fundición inyectada de aluminio recubierto
Información sobre el material de las juntas	TPE-U(PI)
Información sobre el material del vástago	Acero de aleación fina
Información sobre el material de la camisa del cilindro	Aleación forjable de aluminio Anodizado deslizante

Tabla 5: Datos y características del cilindro a utilizar

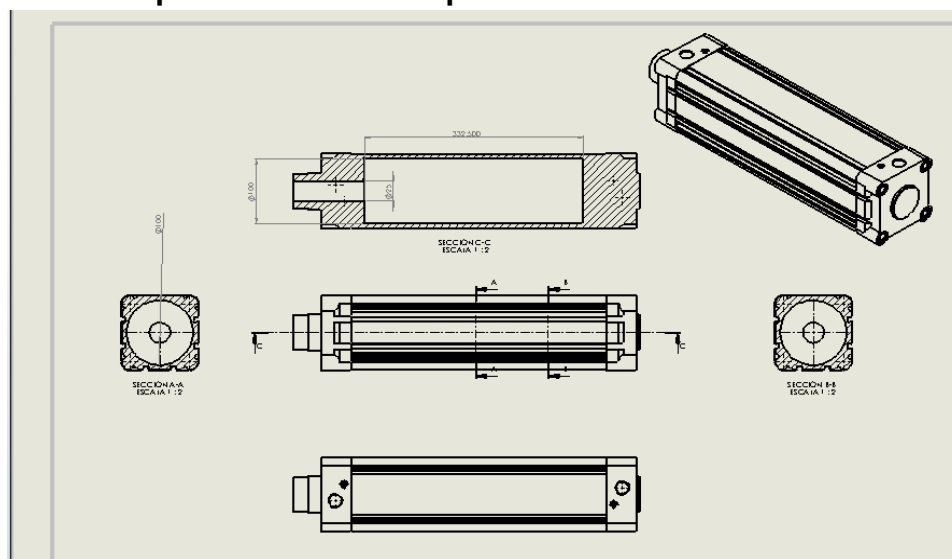
Diagrama presión-fuerza

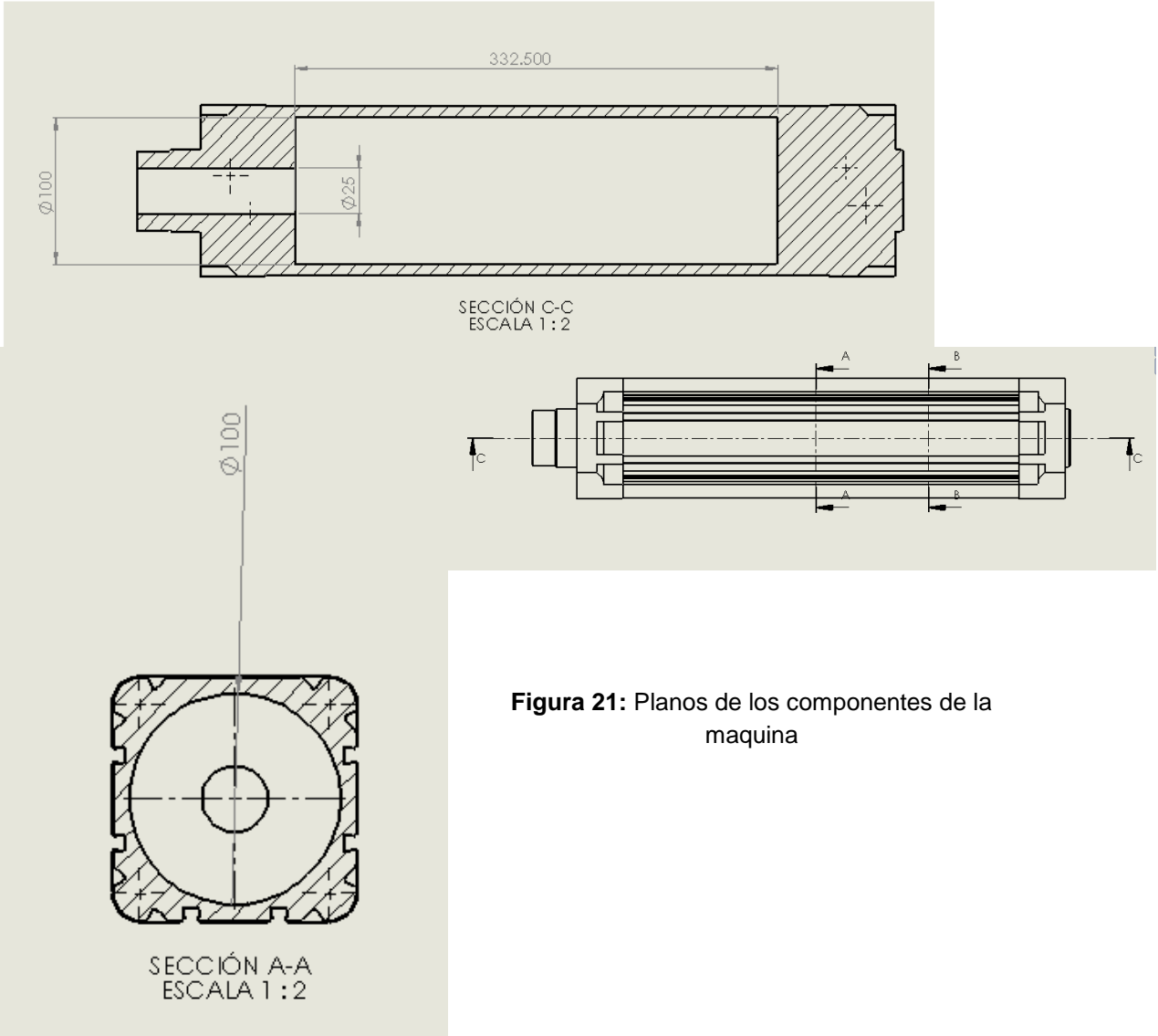
Fuerza del émbolo [N]								
∅	Presión de funcionamiento [bar]							
	1	2	3	4	5	6	7	8
2,5	0,4	0,9	1,3	1,8	2,2	2,7	3,1	3,5
3,5	0,9	1,7	3,8	3,5	4,3	5,2	6,1	6,9
5,35	2	4	6,1	8,1	10,1	12,1	14,2	16,2
6	2,5	5,1	7,6	10,2	12,7	15,3	17,8	20,4
8	4,5	9	13,6	18,1	22,6	27,1	31,7	36,2
10	7,1	14,1	21,2	28,3	35,3	42,4	49,5	56,5
12	10,2	20,4	30,5	40,7	50,9	61,0	71,3	81,4
16	18,1	36,5	54,3	72,4	90,5	109	127	145
20	28,3	56,5	84,8	113	141	170	198	226
25	44,2	88,4	133	177	221	265	309	353
32	72,4	145	217	290	362	434	507	579
40	113	226	339	452	565	679	792	905
50	177	353	530	707	884	1 060	1 240	1 410
63	281	561	842	1 120	1 400	1 680	1 960	2 240
80	452	905	1 360	1 810	2 260	2 710	3 170	3 620
100	707	1 410	2 120	2 830	3 530	4 240	4 950	5 650
125	1 100	2 210	3 310	4 420	5 520	6 630	7 730	8 840
160	1 810	3 620	5 430	7 240	9 050	10 900	12 700	14 500
200	2 830	5 650	8 480	11 300	14 100	17 000	19 800	22 600
250	4 420	8 840	13 300	17 700	22 100	26 500	30 900	35 300
320	7 240	14 500	21 700	29 000	36 200	43 400	50 700	57 900

Tabla 6: Diagrama presión fuerza del cilindro

Se usara un cilindro de diámetro del embolo de 100 mm y una presión de 6 bar, por lo tanto la fuerza del embolo será de 4240 kgf/mm²

9.7 Planos de los componentes de la maquina





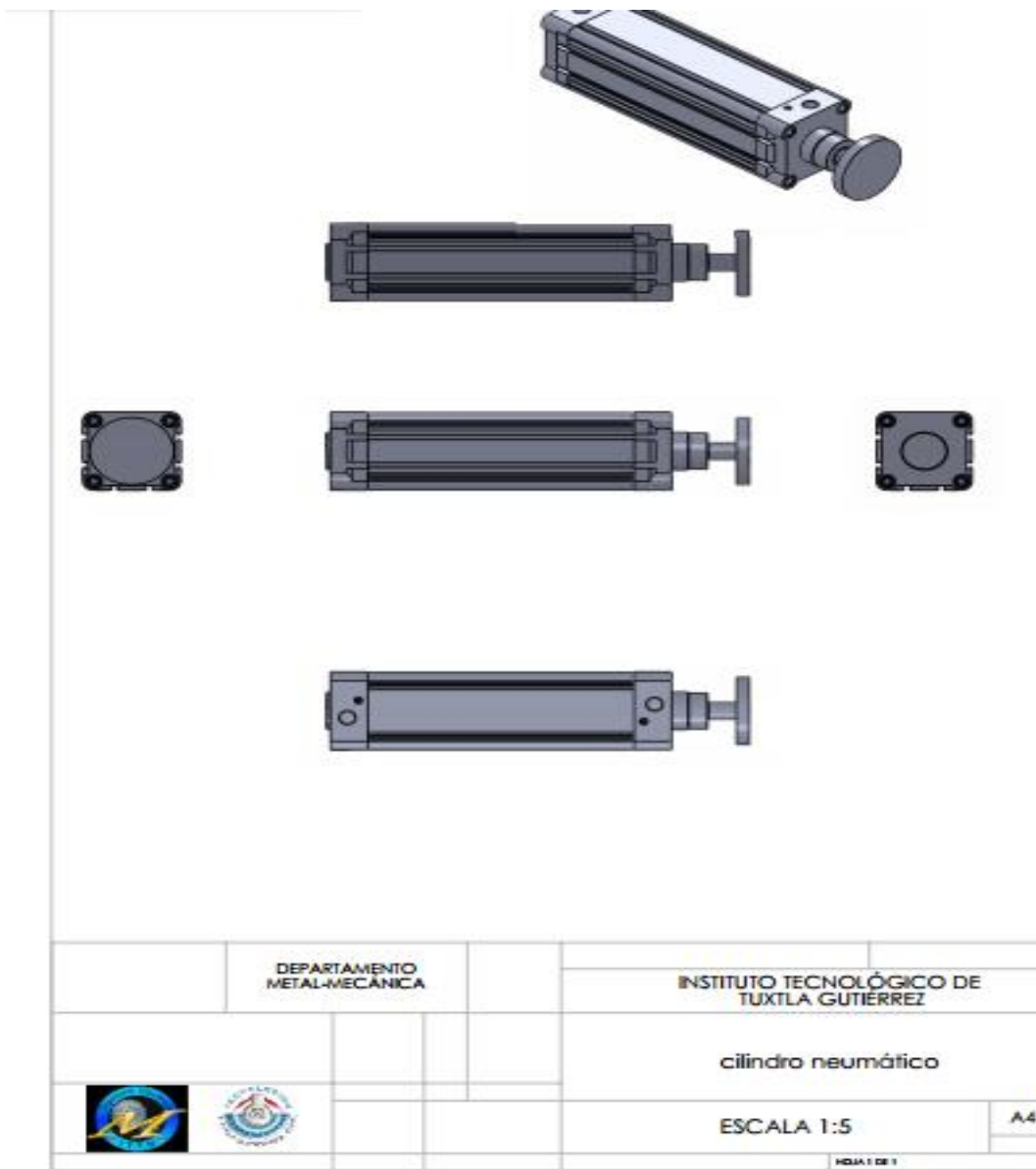


Figura 22: Plano del cilindro neumático

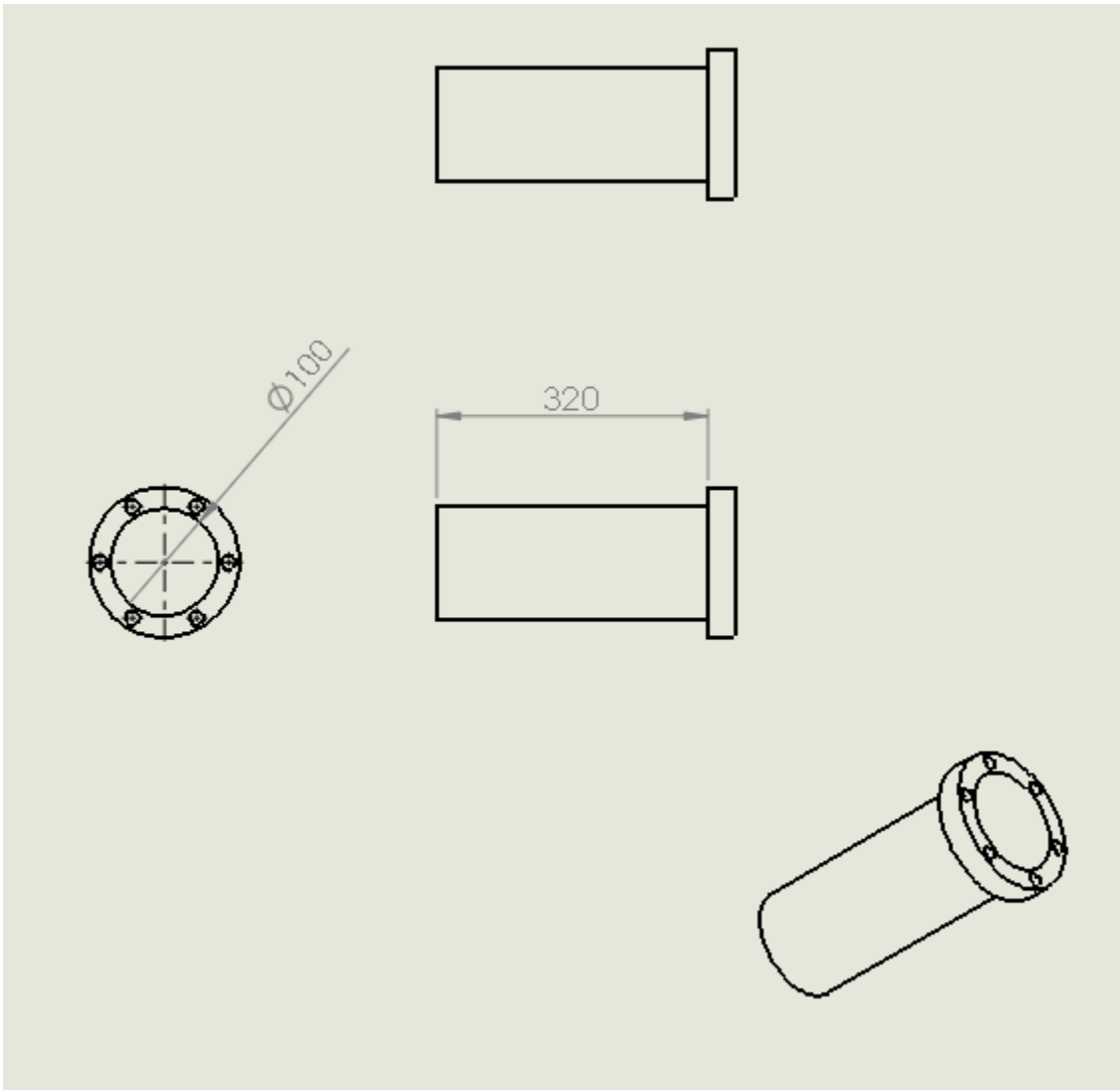


Figura 23: Plano del tubo contenedor

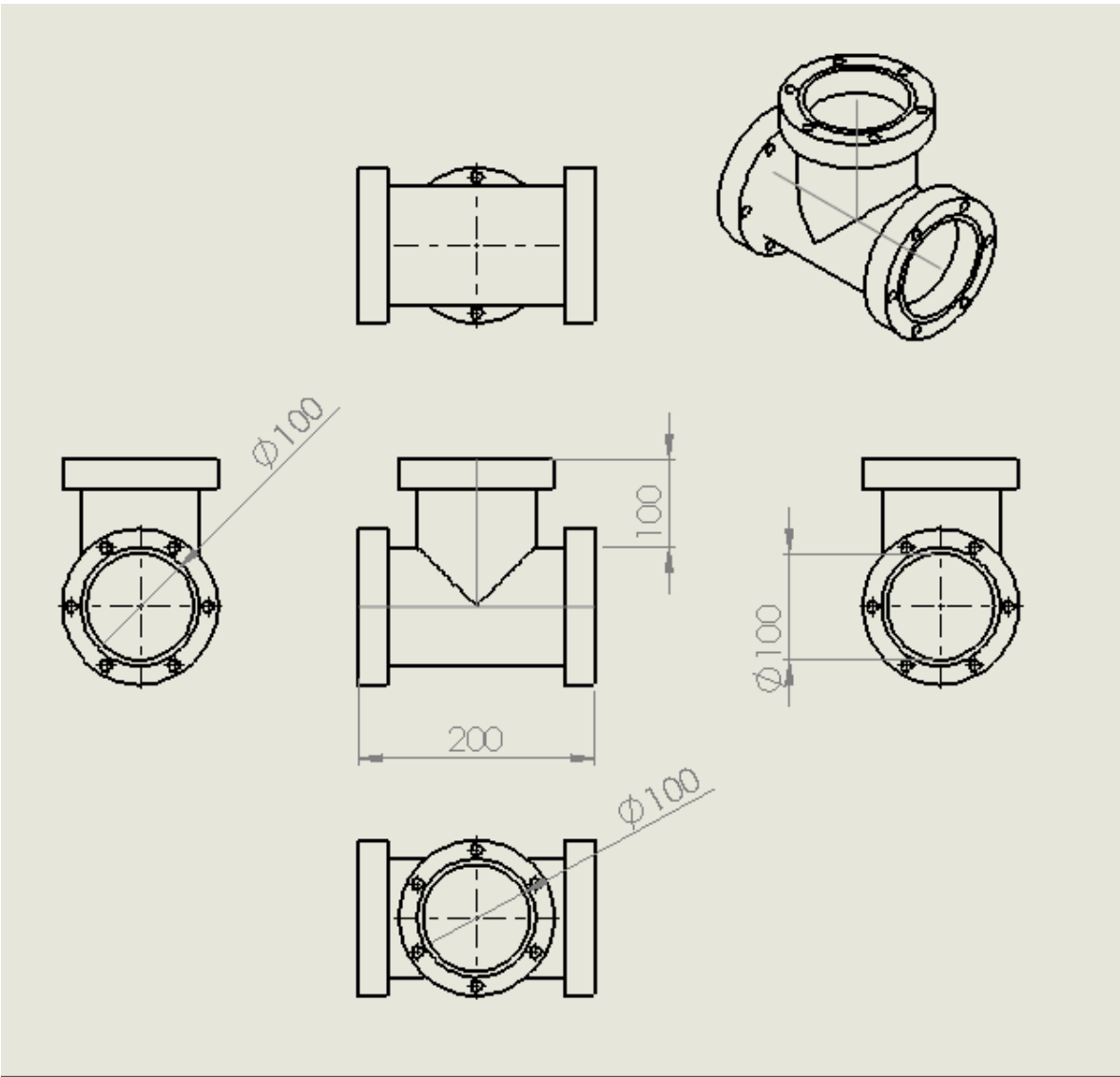


Figura 24: Plano del tubo T

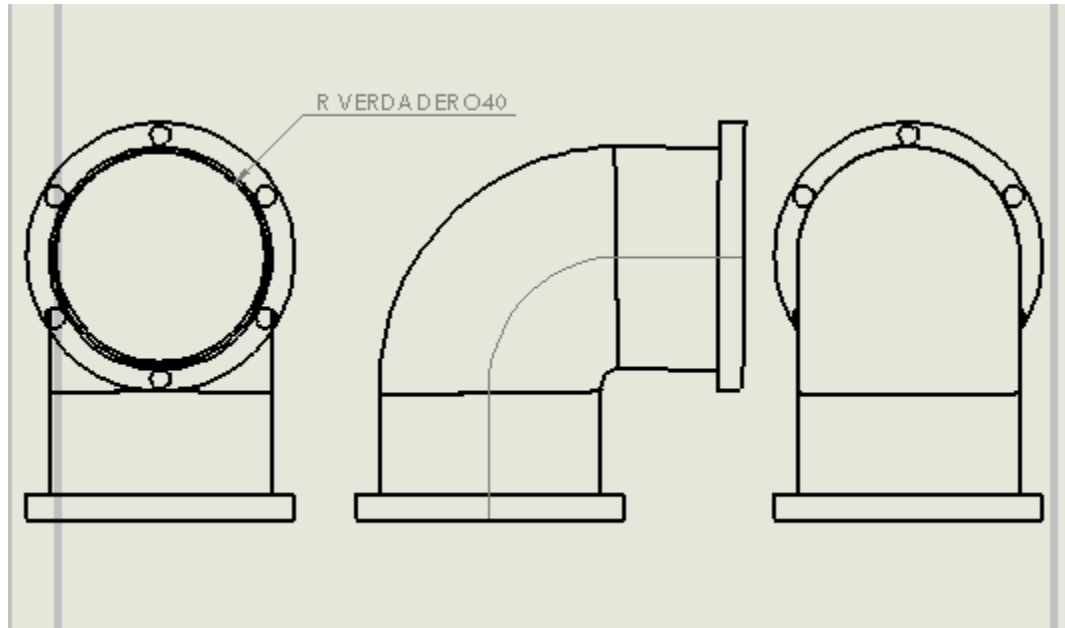


Figura 25: Codo estándar de 90°

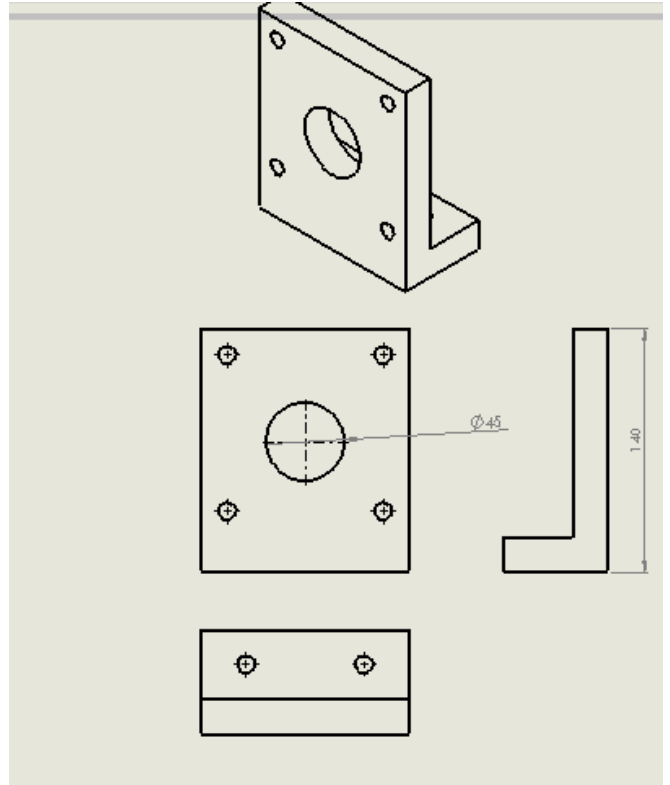
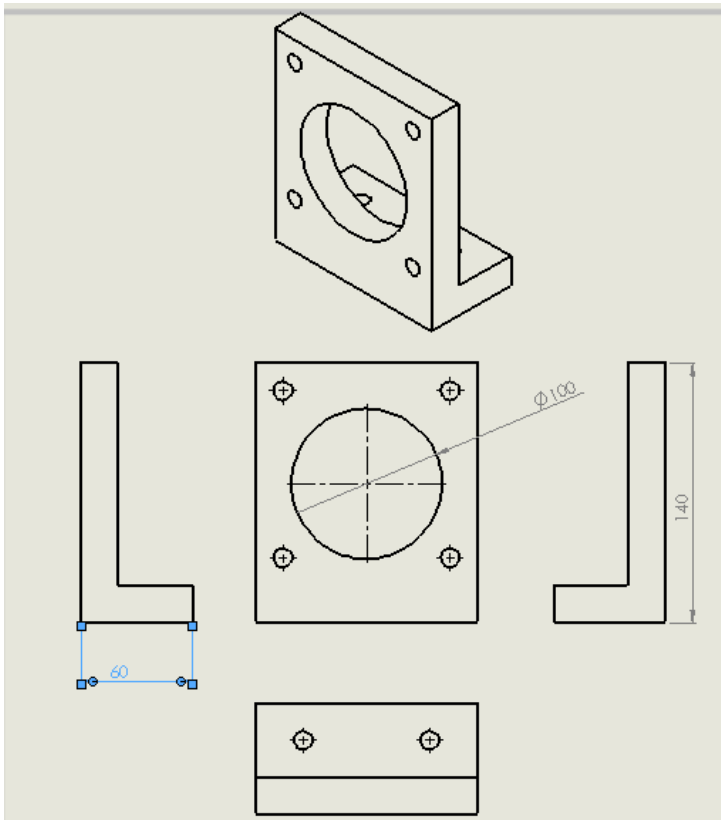
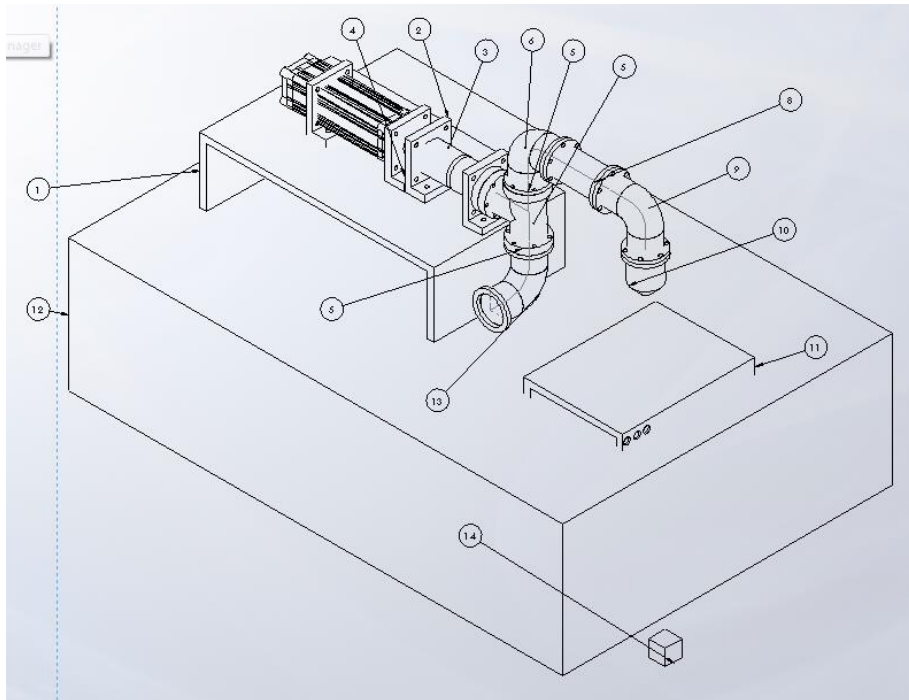


Figura 26: Soportes de la maquina



	A	B	C
1	N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
2	1	base	1
4	2	soporte	3
5	3	tubo contenedor	1
6	4	soporte cilindro	1
7	5	tubo en t	1
8	6	codo 90	1
9	7	valvula check	1
10	8	tubo seguidor	1
11	9	codo invertido	1
12	10	valvula distribuidora	1
13	11	base	1
14	12	base5	1
15	13	codo al contenedor	1
16	14	pedal	1

Figura 27: Maquina envasadora con las partes que los compone.

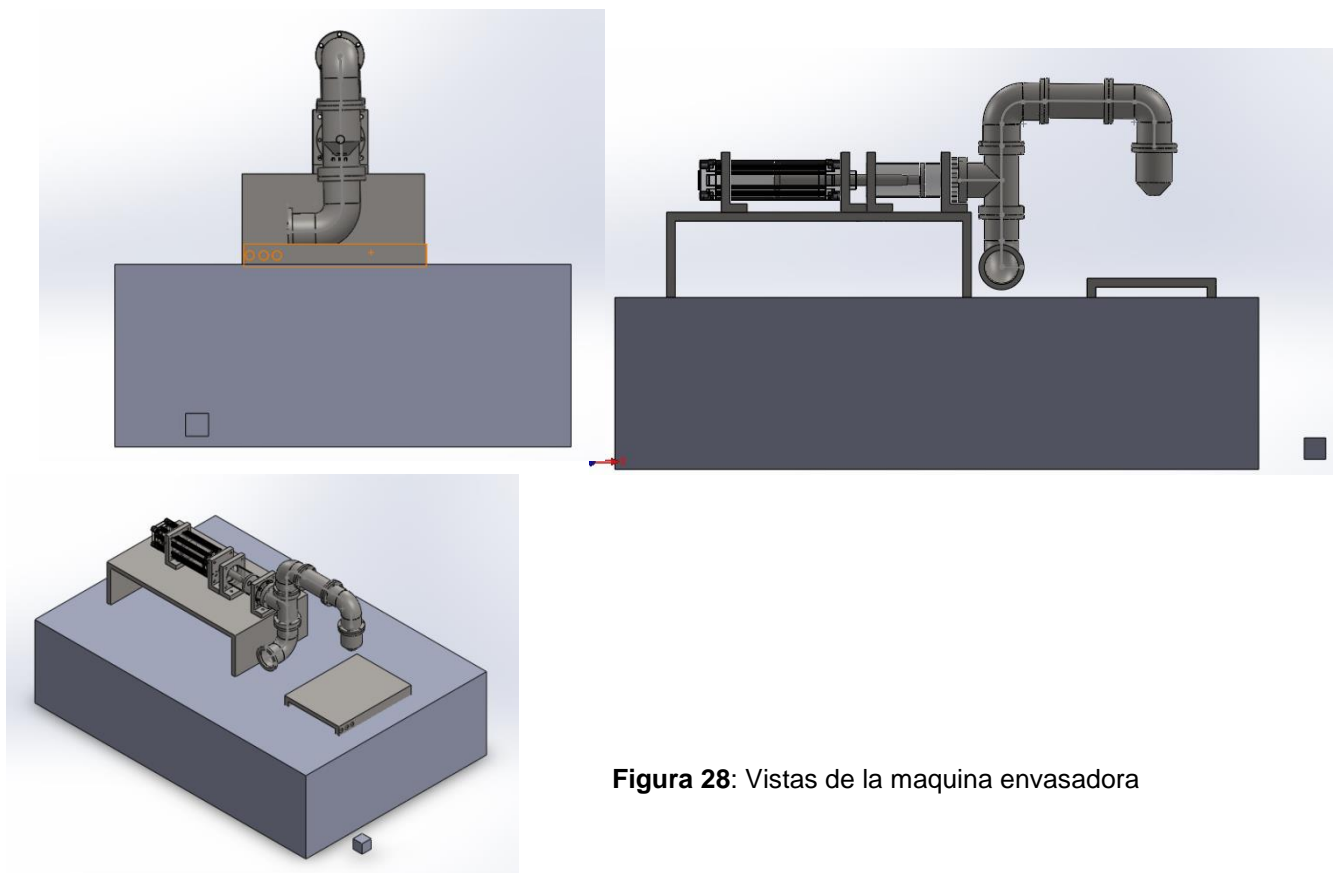
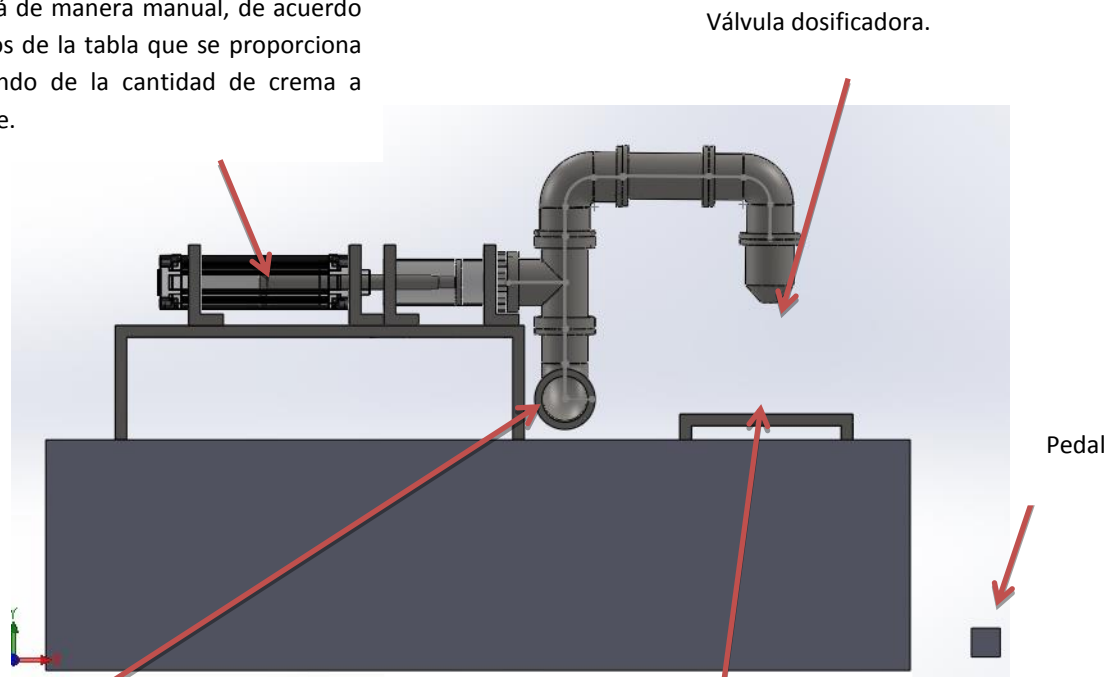


Figura 28: Vistas de la maquina envasadora

9.8 Funcionamiento general del equipo:

Este modelo se conecta directamente a un tanque de almacenamiento

El sensor estará instalado en esta parte y se moverá de manera manual, de acuerdo a los datos de la tabla que se proporciona dependiendo de la cantidad de crema a dosificarse.



Parte que será acoplada al tubo del tanque de almacenamiento.

En esta parte el operario mantendrá la bolsa de polietileno que desea llenarse, operándose mediante un pedal.



Figura 29: Funcionamiento general del equipo

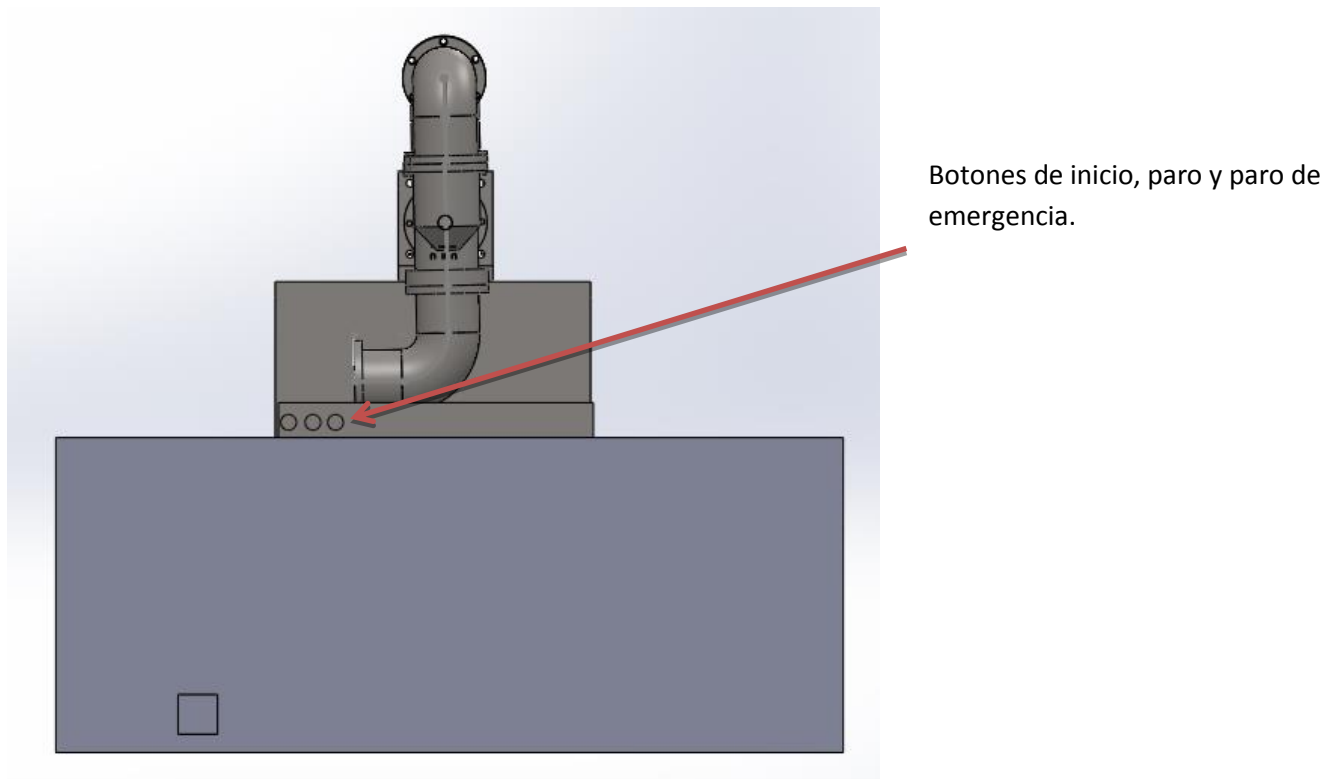


Figura 30: Botones de para de emergencia del equipo

9.8.1 Funcionamiento general del equipo

Conectar el equipo al tanque de almacenamiento, encender el equipo

Se calibra manualmente el sensor localizado como se indica en el diagrama dependiendo la cantidad de crema que se embolsará.

Para calibrar el sensor se basa de acuerdo a la tabla proporcionada en la página.

Una vez hecho esto se deberán realizar disparos de prueba, con el pedal localizado en la parte de abajo del diagrama a fin de expulsar todo el aire que se encuentra al interior del equipo, después de realizar al menos 10 a 15 disparos, se procede a tomar una muestra de producto y pesarla a fin de asegurarse que el equipo dosifica la cantidad deseada y esté listo para usarse.

9.8.2 Tabla para la graduación del sensor

Tabla de graduación para el sensor del cilindro respecto a la cantidad que desea dosificarse de acuerdo a un diámetro de 100 mm.

graduación sensor (m)	litros dosificados
0.01	0.08
0.02	0.16
0.03	0.24
0.04	0.31
0.05	0.39
0.06	0.47
0.07	0.55
0.08	0.63
0.09	0.71
0.1	0.79
0.11	0.86
0.12	0.94
0.13	1.02
0.14	1.10
0.15	1.18
0.16	1.26
0.17	1.34
0.18	1.41
0.19	1.49
0.2	1.57
0.21	1.65
0.22	1.73
0.23	1.81
0.24	1.88
0.25	1.96
0.26	2.04
0.27	2.12
0.28	2.20
0.29	2.28
0.3	2.36
0.31	2.43
0.32	2.51

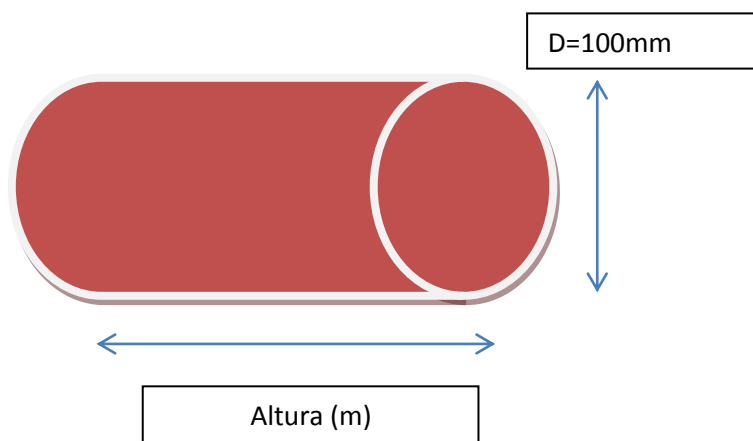


Figura 31: Cilindro contenedor de crema.

De acuerdo a la tabla la fila que tiene por nombre altura nos indica la posición del sensor pudiendo ser desplazada a cualquier posición

En la tabla se resalta los valores para cantidades de crema más usuales y la posición del sensor

Esta tabla es elaborada de acuerdo al volumen del cilindro.

Tabla 7: Tabla para la graduación del sensor

9.8.3 Control de cilindro doble efecto

Se trata de realizar una práctica que automatice el movimiento de un cilindro neumático de doble efecto realizando un movimiento de vaivén de forma ininterrumpida. Para que la tarjeta controladora Arduino pueda interactuar con el panel neumático se necesita que las válvulas de control sean accionables por corriente (electroválvulas) y dos finales de carrera que suministren la información a Arduino de la posición del vástago del cilindro.

Simulación del circuito usando una válvula 5/2 y 2 válvulas 3 /2.

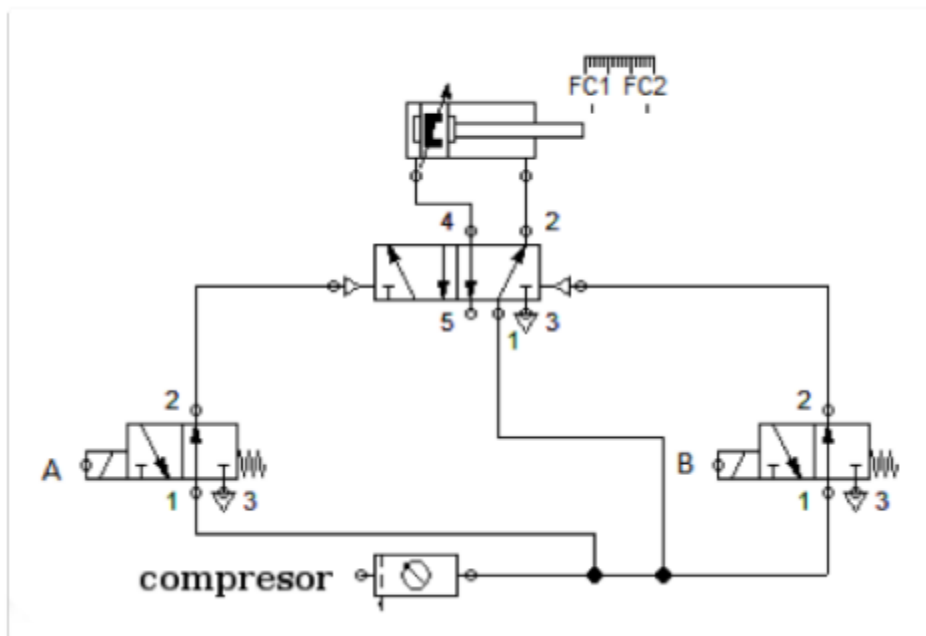


Figura 32: control del sistema neumático

Para simplificar el código fuente de Arduino se ha diseñado el circuito eléctrico de la siguiente forma. Éstas se accionarán mediante un relé que a su vez será gobernado por la salida digital D6 de Arduino, el esquema de conexiones se puede ver en la figura anterior. Es decir que la posición de reposo del relé activará una electroválvula y cuando se excite la bobina del relé mediante una salida HIGH del pin D6 de Arduino se activará la otra electroválvula, de esta manera se evita que ambas puedan estar excitadas a la vez. El propio interruptor de la fuente de alimentación se utilizará como interruptor de parada.

Los finales de carrera están etiquetados como FC1 para la posición del vástago más interior (-) y FC2 para la posición más exterior (+). Ambos son las variables que indican al programa la posición del cilindro neumático: si fc1 es HIGH significa que el cilindro está en la posición (-) y si fc2 es HIGH significa que el cilindro está en la posición (+). No podrán coincidir ambas situaciones a no ser que haya un fallo en los finales de carrera. El propio sistema de alimentación de la fuente se utilizara como interruptor de parada.

Alimentar con fuente externa 7.5V

Control de un cilindro doble efecto usando electroneumática

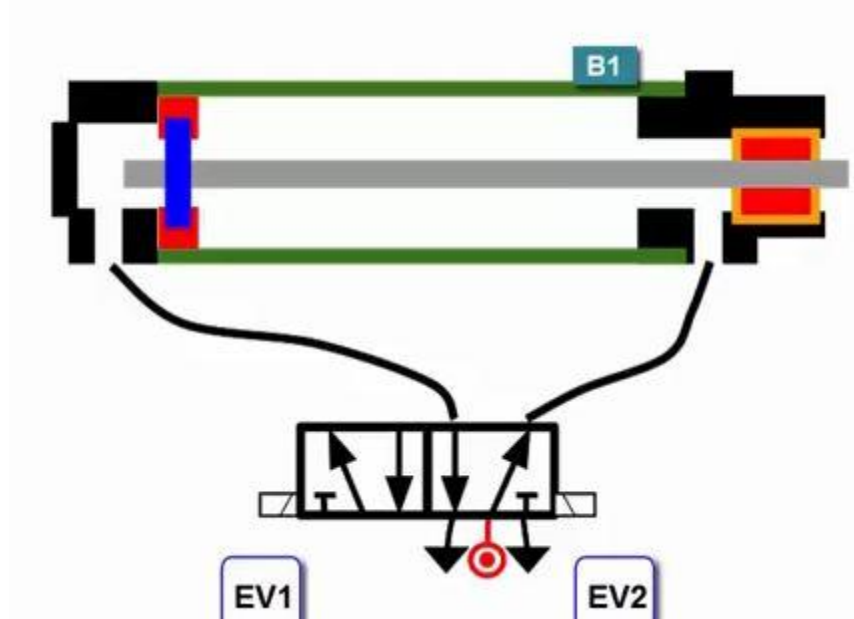


Figura 33: Control de un cilindro doble efecto usando electroneumática

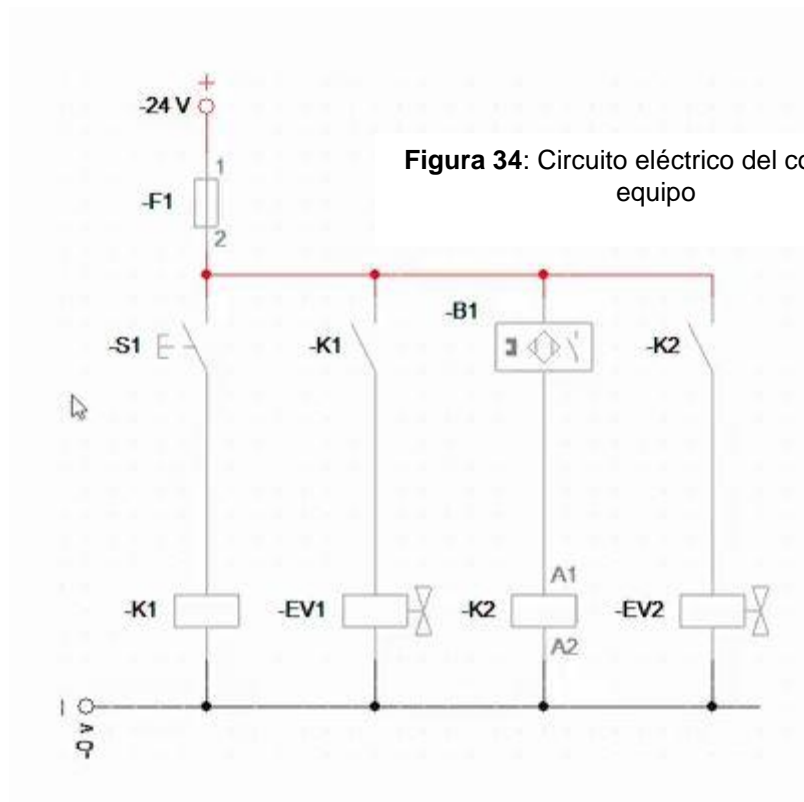


Figura 34: Circuito eléctrico del control del equipo

S1= pulsador K1=interruptor del relevador B1=sensor magnético

K1 =relevador 1 EV1=electroválvula 1 K2=relevador 1

EV2=electroválvula 2 K2= interruptor de K2

9.9 Estructura de la programación en arduino

```
Int pinBaseRele=6;    //configura el pin número 6 para el relevador que activa la
electroválvula
```

```
Int pinFC1=3;        // configura el pin número 3 para el final de carrera 1
```

```
Int pinFC2=4;    //  configura el pin número 4 para el final de carrera 2
```

```
Boolean FC1=LOW;    // define el estado inicial en el que se encontrara el final de carrera 1
```

```
Boolean FC2=LOW;    // define el estado inicial en el que se encontrara el final de carrera 2
```

```

Void Setup () {

    PinMode (PinBaseRele, OUTPUT); // se define al pin numero 6 como una salida de
señal

    PinMode (PinFC1, INPUT); // se define al pin numero 3 como una entrada de señal

    PinMode (PinFC2, INPUT); // se define al pin numero 4 como una entrada de señal

}

Void loop () { // bucle del programa

    FC1=digitalRead(pinFC1); //lee el valor del pin 3 definido como digital

    FC2=digitalRead(pinFC2); //lee el valor del pin 4 definido como digital

If (FC1==HIGH) {

    digitalWrite(pinBaseRele, HIGH) } // pisto (+), mantiene la salida 6 activa (HIGH) aunque
//se desconecte FC1

If (FC2==HIGH) {

    digitalWrite(pinBaseRele, LOW) } // pisto (-), mantiene la salida 6 a LOW aunque se
//desconecte FC2.

}

```

9.10 Análisis estático

9.10.1 Análisis estático

Se realizara un análisis estático y de fatiga al diseño, con el fin de permitirnos observar el daño y la vida útil.

En este primer momento la pieza a analizar el tubo contenedor pieza número 3 en el diseño dado anteriormente.

Estará sujeto mediante una sujeción fija, además se le aplicaran cargas a presión, ya que ese será su ambiente de trabajo.

La carga a aplicar será de 600000 N/m² aproximadamente 6 bar, presión a la cual la maquina estará operando.

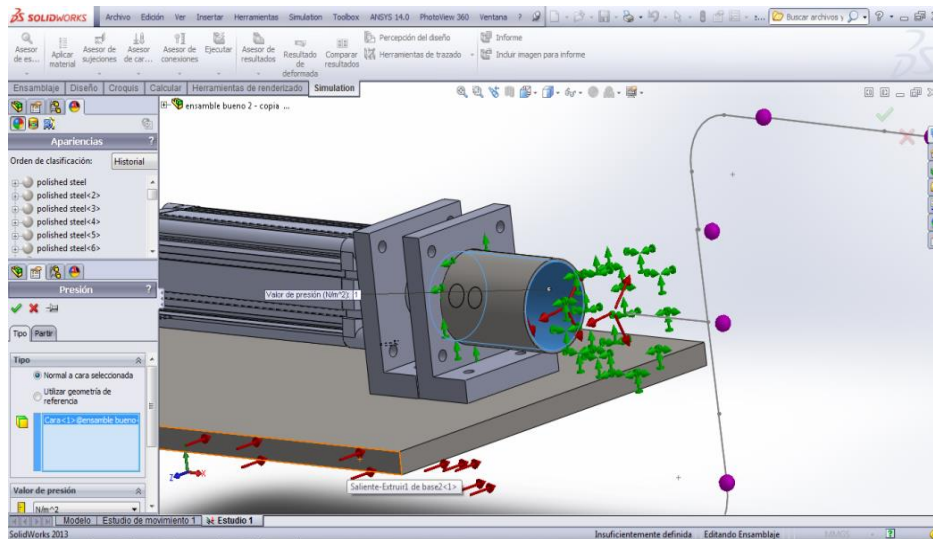
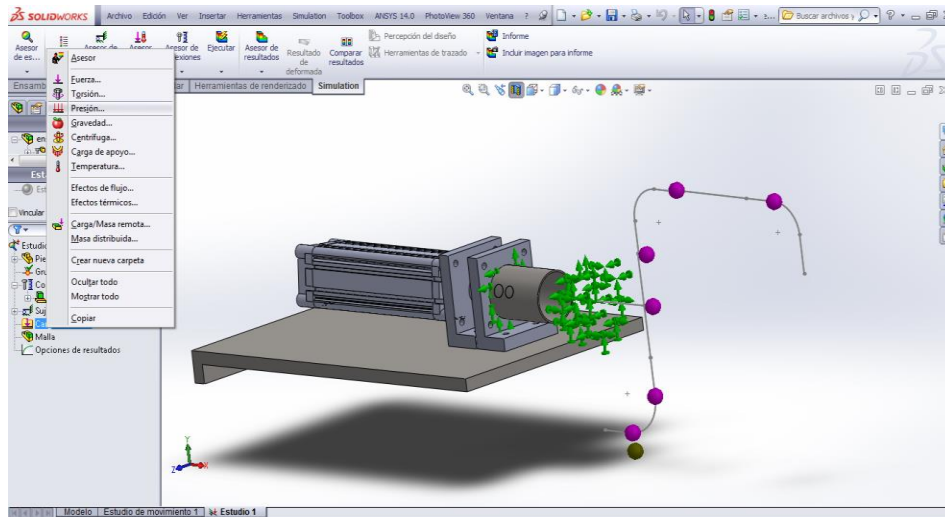
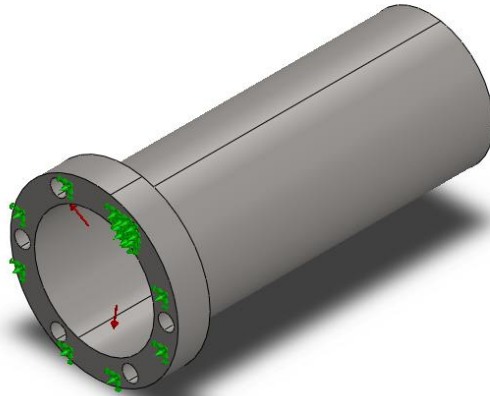


Figura 35: Análisis estático del tubo contenedor



Nombre del modelo: tubo contenedor
Configuración actual: Predeterminado

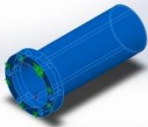
Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Cortar-Extruir1 	Sólido	Masa:1.47107 kg Volumen:0.000191048 m ³ Densidad:7700 kg/m ³ Peso:14.4165 N	

Figura 36: Propiedades volumétricas del tubo contenedor

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²
Nombre de estudio	Estudio 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	desactivado]
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SolidWorks Flow Simulation	Desactivar

Tabla 8: Datos estáticos del tubo contenedor

9.10.2 Propiedades del material

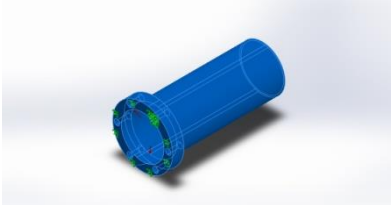
Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre: 1.4000 (X6Cr13) Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Desconocido Límite elástico: 2.3e+008 N/m² Límite de tracción: 4e+008 N/m² Módulo elástico: 2.2e+011 N/m² Coeficiente de Poisson: 0.28 Densidad: 7700 kg/m³ Módulo cortante: 7.9e+010 N/m² Coeficiente de dilatación térmica: 1.1e-005 /Kelvin	Sólido 1(Cortar-Extruir1)(tubo contenedor)
	Datos de curva:N/A	

Figura 37: Propiedades del material del tubo contenedor

9.10.3 Detalles de sujeción

Se realizó una geometría fija sobre la cara azul de la imagen

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

La pieza estará sometida a cargas a presión por la parte azul de la pieza

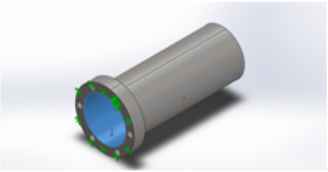
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Presión-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Normal a cara seleccionada Valor: 600000 Unidades: N/m ²

Figura 38: Detalles de sujeción del tubo contenedor

Una vez definido los parámetros anteriores se procede a solucionar el elemento mediante un mallado con los siguientes detalles

Tolerancia	0.339322 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Número total de nodos	16477
Número total de elementos	8355

Tabla 9: Datos del mallado del tubo contenedor



Figura 39: Mallado del tubo contenedor

9.10.4 Análisis de resultados estáticos

De acuerdo a los datos obtenidos se observa de acuerdo a la tensión de Von Mises, los puntos rojos son los puntos críticos donde el material sufre su mayor deformación, de acuerdo al límite elástico del material 230 000 000 N/m² y de acuerdo a la mayor tensión que sufre el material 10 509 085, podemos concluir que el material si soporta las condiciones de presión a las que será sometido

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	248451 N/m ² Nodo: 15912	1.05091e+007 N/m ² Nodo: 2465

Tabla 10: Datos del análisis de resultados estáticos

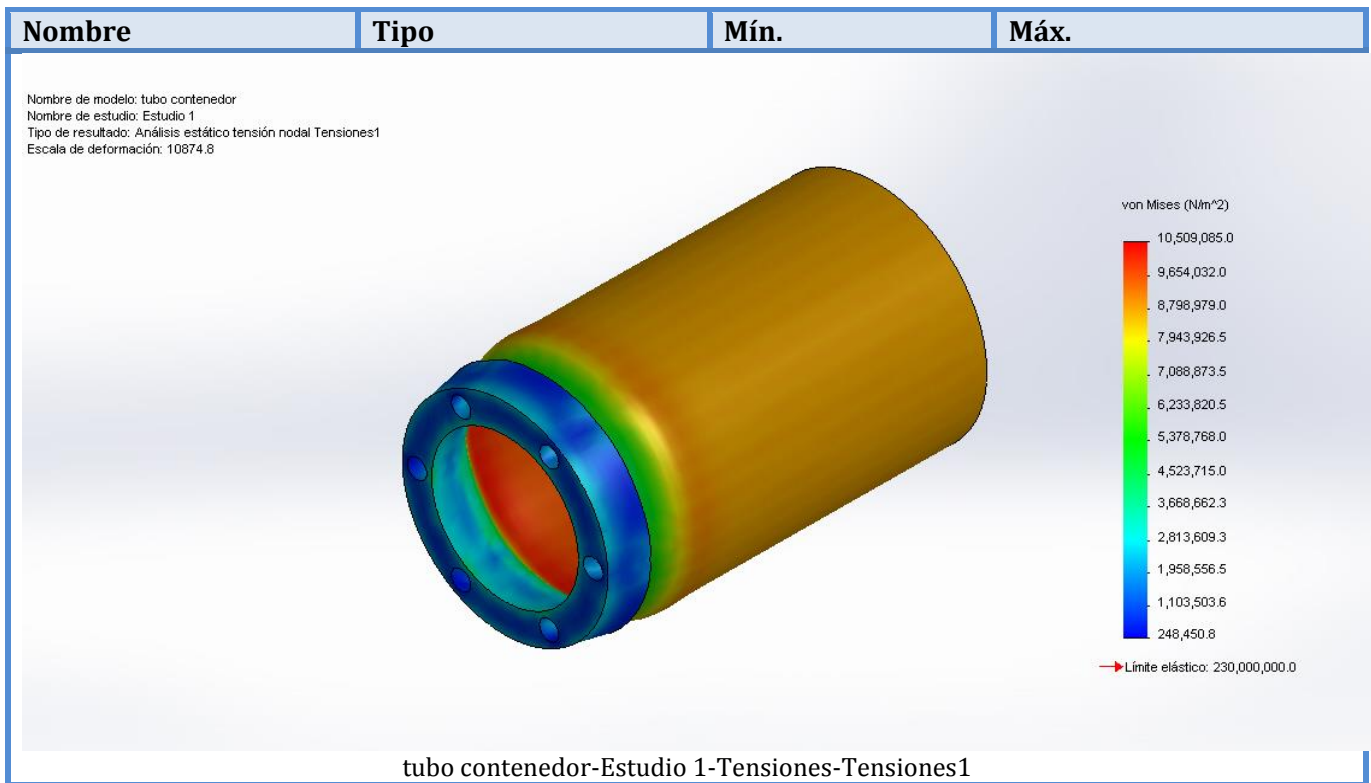


Figura 40: Análisis de tensión del tubo contenedor

9.10.5 Análisis estático de las partes del complemento de la maquina

Se realizó un último análisis estático a la pieza número 10 del esquema presentado anteriormente con los siguientes resultados

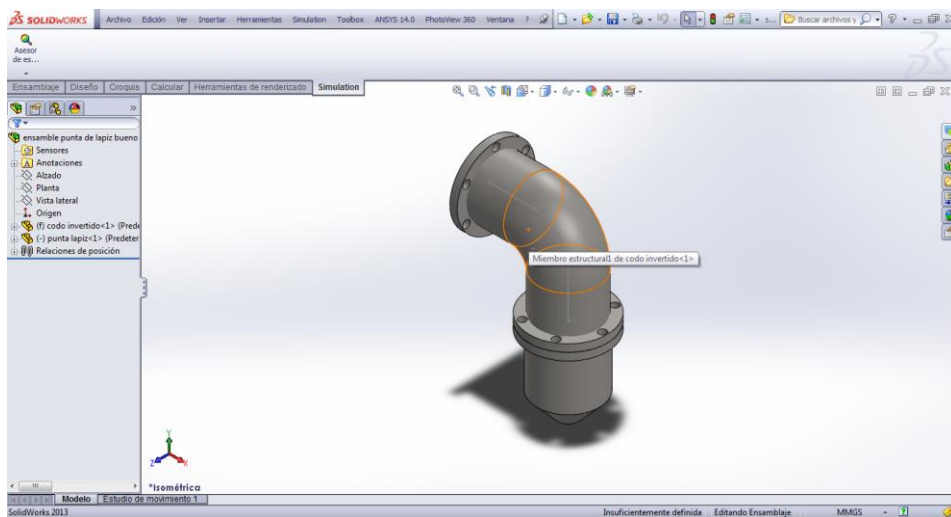


Figura 41: Análisis de tensión del codo de 90°

Es una pieza sometida a los mismos condiciones que el anterior

Mismo material: acero inoxidable

Presión: 600 000 N/m²

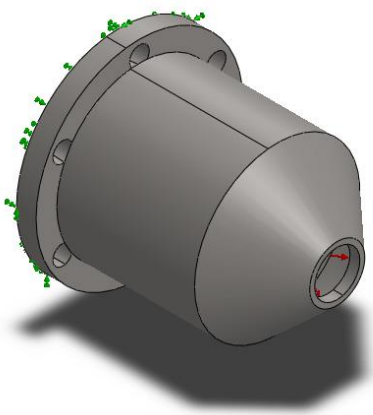
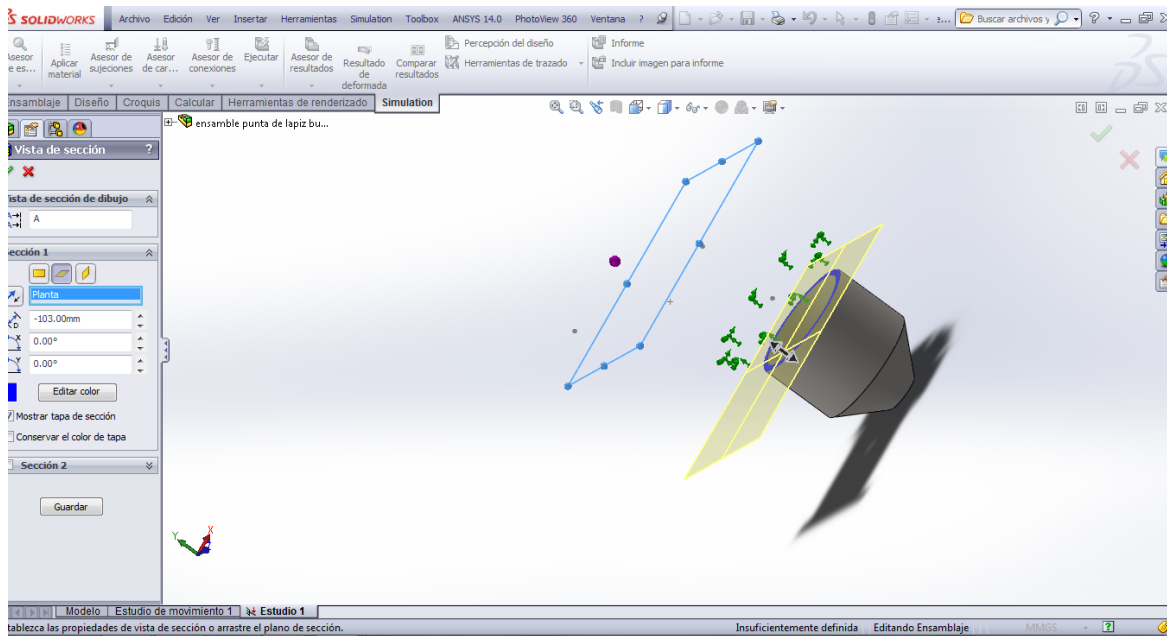



Figura 42: Análisis estático de la boca de descarga

Configuración actual: Predeterminado			
Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Cortar-Extruir2 	Sólido	Masa:1.21288 kg Volumen:0.000157517 m ³ Densidad:7700 kg/m ³ Peso:11.8862 N	

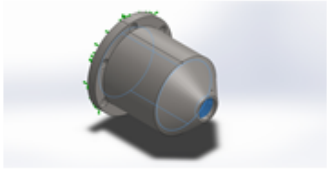
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Presión-1		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Normal a cara seleccionada Valor: 600000 Unidades: N/m ²

Figura 43: Propiedades volumétricas y detalles de carga de la boca de descarga

Número total de nodos	14145
Número total de elementos	7192
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar

Tabla 11: Datos del mallado boca de descarga

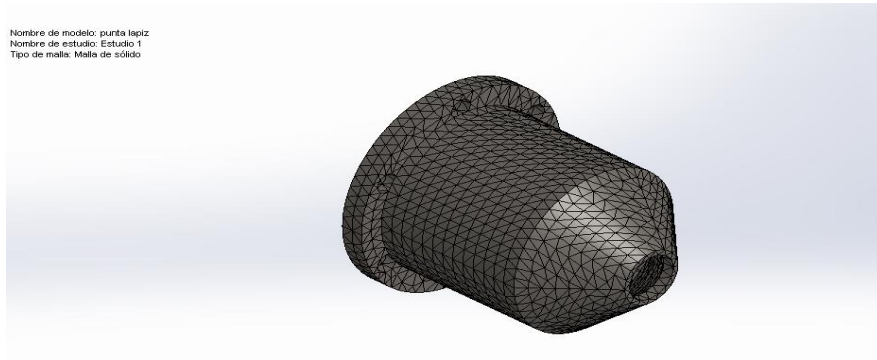


Figura 44: Mallado de la boca de descarga

9.10.6 Análisis de resultados

Se tiene que las tensiones más altas se tienen al interior del recipiente con un máximo de $5.08114e6$ y un mínimo de 46369.6 obtenidas en las partes azules de la pieza.

Como el límite elástico del material es de $230\ 000\ 000$ podemos concluir que el material soporta de manera satisfactoria la presión a la que estará sometido.

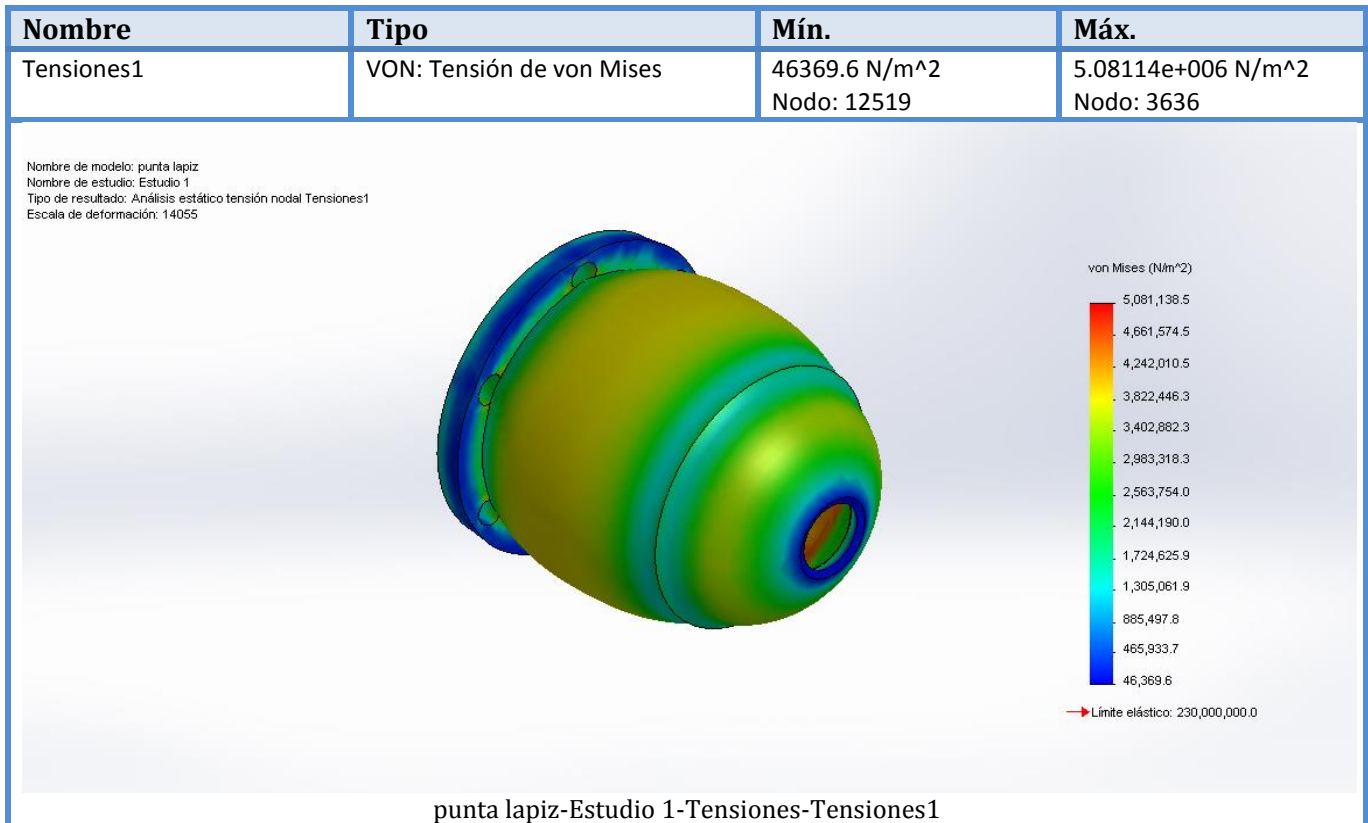


Figura 45: Análisis de tensión de la boca de descarga

9.10.7 Análisis estático del sistema sometido a esfuerzos estáticos.

Se realizara un análisis estático usando ansys static structural y se analizara la deformación total del sistema

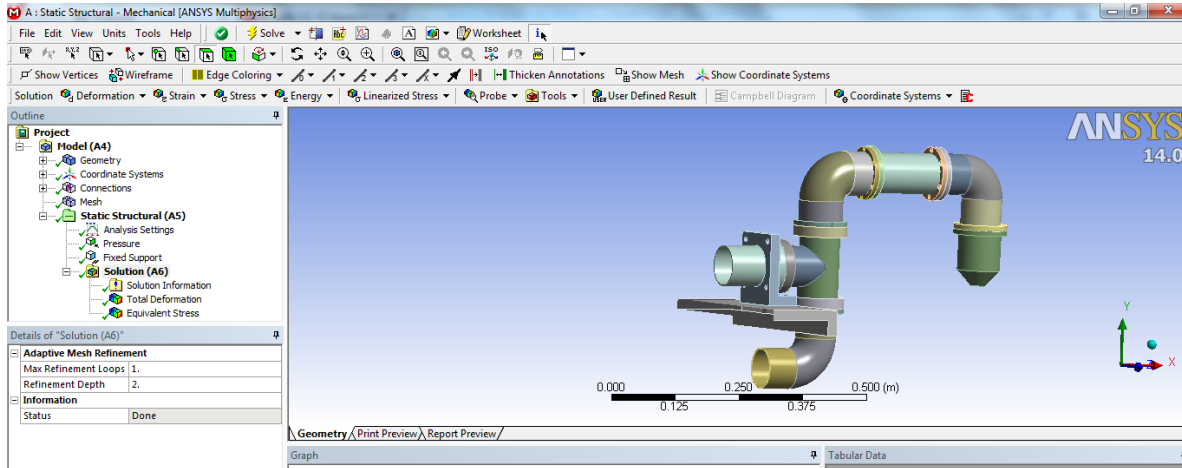


Figura 46: Análisis estático de la deformación total del sistema

Una vez que se ha definido el material a utilizar se procede a realizar un mallado a todo el sistema, con el fin de crear las ecuaciones que se resolverán con el método del elemento finito

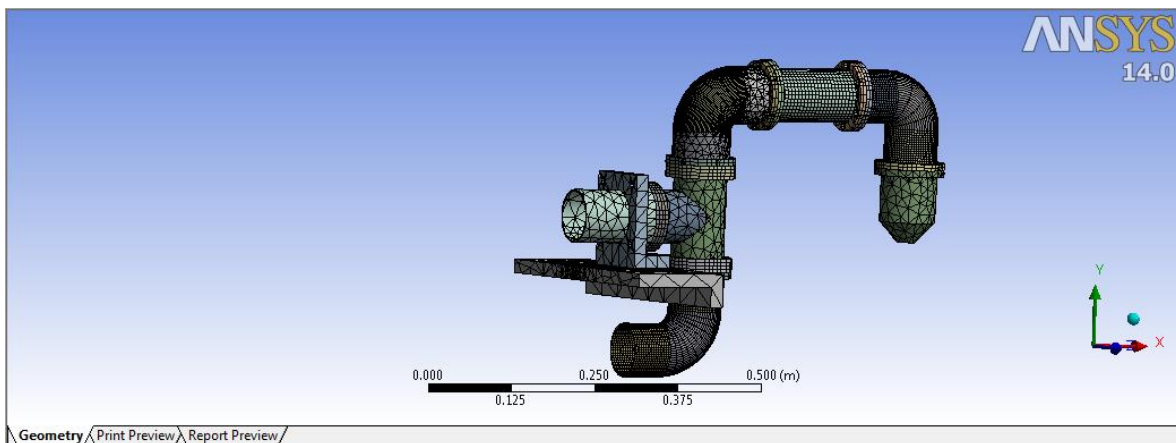


Figura 47: Mallado de una parte del sistema

Se agregan un soporte fijo a la base en color azul y además se le agrega una carga a presión en el tubo marcado con color rojo.

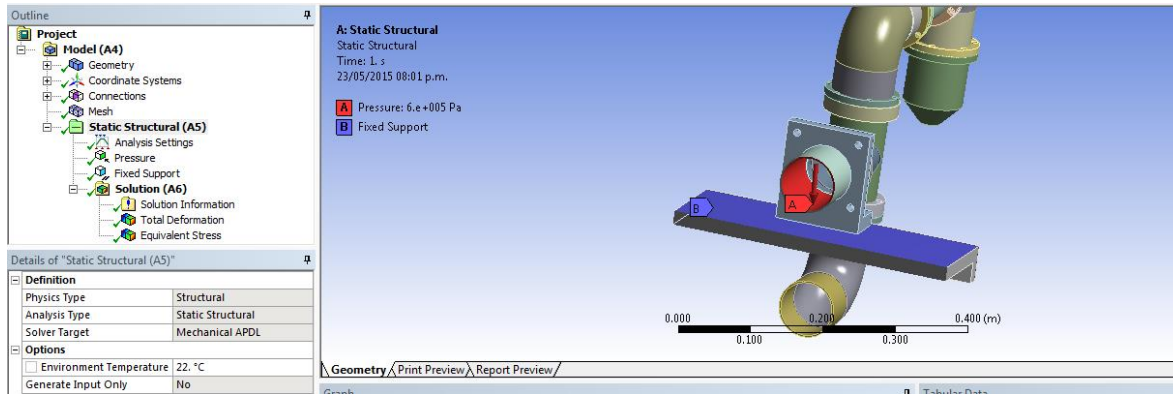


Figura 48: Parte del sistema con un soporte y una carga a presión

Resolviendo las ecuaciones podemos ver los resultados para una deformación total, no vemos puntos rojos, con lo cual no abra puntos críticos donde el material o el ensamble puedan afectar su funcionamiento, además de que las deformaciones son mínimas.

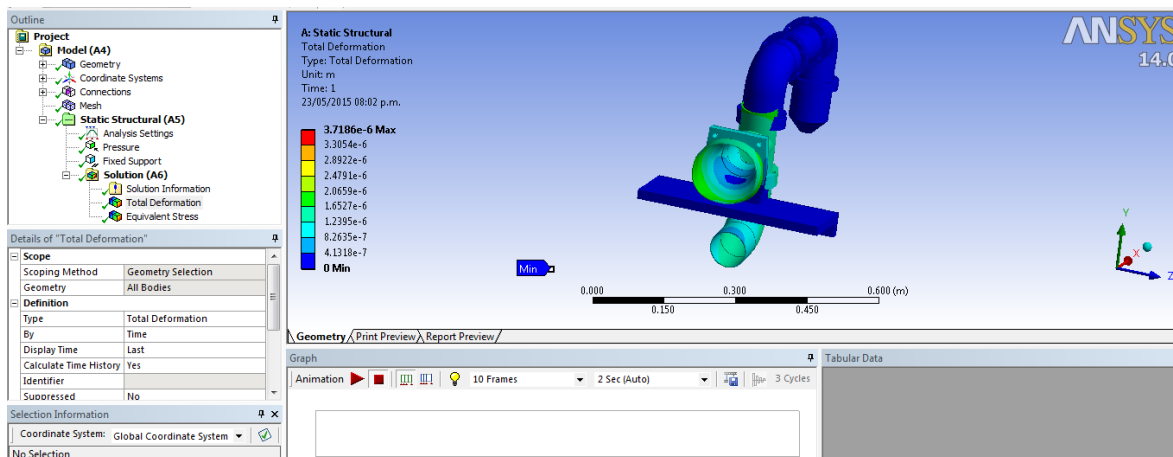


Figura 49: Análisis de deformación de una parte del sistema

10. Análisis de resultados obtenidos

Se analizaron todos los componentes pero al arrojarlos resultados muy similares en todos nuestros análisis. El cilindro neumático no se le hizo ninguna prueba ya que es un producto ya diseñado y además se incluye en todos los datos necesarios para su operación así como garantizar que funcionara adecuadamente

Por lo que decidimos centrarnos en 2 piezas en particular, se llegó a la conclusión que el diseño propuesto, usando como material acero inoxidable 304 L el cual es el usado por sus propiedades para contener un producto de grado alimenticio y al hacerle las pruebas tanto en cargas estáticas como dinámicas.

Al primer elemento llamado tubo contenedor nos arrojaron los siguientes resultados:

De acuerdo a los datos obtenidos se observa de acuerdo a la tensión de Von Mises, de acuerdo al límite elástico del material $230\,000\,000\text{ N/m}^2$ y de acuerdo a la mayor tensión que sufre el material $10\,509\,085$, podemos concluir que el material si soportara las condiciones de presión a las que será sometido.

Con respecto a la segunda pieza analizada nos arroja resultados muy similares

Se tiene que las tensiones más altas se tienen al interior del recipiente con un máximo de $5.08114e6$ y un mínimo de 46369.6 obtenidas en las partes azules de la pieza,

Como el límite elástico del material es de $230\,000\,000$ podemos concluir que el material soporta de manera satisfactoria la presión a la que estará sometido.

11. Referencias bibliográficas

Budynas G. Richard. Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. Mexico: Editorial McGraw-Hill. 2011. 9a edición.

Norton, Robert. Diseño de máquinas. Mexico: Editorial Pearson. 1999. 1a edición

Hamrock Bernard, Jacobson Bo y Schmid Steven. Elementos de máquinas. Mexico: Editorial McGraw Hill. 2000 1a Edición

Marks. Manual del ingeniero mecánico. Editorial John wiley. 8a Edición

Dorf Sistemas de control moderno 10ed editorial Prentice hall

Katsuhiko Ogata Ingeniería de control moderna 5ª edición edt Pearson

www.festo.com

Tecnología arduino, edubasica