

**DISEÑO DE UN PROCESO AUTOMATIZADO PARA EL
ENVASADO DE SUSTANCIAS LÍQUIDAS**

**JESÚS DAVID RODRÍGUEZ BUITRAGO
RAFAEL EDUARDO QUINTERO FAJARDO**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
ESCUELA DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
BUCARAMANGA
2005**

**DISEÑO DE UN PROCESO AUTOMATIZADO PARA EL
ENVASADO DE SUSTANCIAS LÍQUIDAS**

**JESÚS DAVID RODRÍGUEZ BUITRAGO
RAFAEL EDUARDO QUINTERO FAJARDO**

PROYECTO DE GRADO

**DIRECTOR
MSc EDUARDO CALDERÓN PORRAS**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
ESCUELA DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
BUCARAMANGA
2005 ,**

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Bucaramanga 27 de Mayo de 2005

DEDICATORIA

A Dios, fuente de todas las cosas buenas que he vivido y de todas las oportunidades que se me han presentado día a día.

A mi padre, quien desde el cielo ilumina el sendero que he de recorrer y a mi madre, que con amor y cariño fortalece cada paso que debo dar.

A mis hermanas pilares de mi formación, de quienes siempre he recibido un buen ejemplo y un apoyo cuando mis fuerzas se han visto disminuidas.

Jesús David Rodríguez Buitrago.

A Dios, a mis padres, a mi novia y a mis profesores que han contribuido en el desarrollo de mi formación.

Rafael Eduardo Quintero Fajardo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a:

José Mauricio Suárez Rodríguez, Director del laboratorio de manufactura, quien facilitó con su conocimiento la elaboración de este proyecto y nos enseñó que hay personas que se hacen grandes en la academia y hay personas que se hacen grandes con la vida.

A nuestro director MsC. Eduardo Calderón Porras, un gran apoyo durante la construcción de este proyecto.

Al doctor Jorge Luis Grosso Vargas, quien sabiamente nos orientó y aconsejó en los momentos en que nuestro camino se mostró un poco borroso.

A la ingeniera Nayibe Chio Cho quien con sus consejos ayudó a dar forma a este proyecto.

Al ingeniero Alban Jaimes Suárez promotor en la investigación preliminar de este proyecto.

A Martha Lucía Barrera Pérez Docente del departamento de matemáticas y ciencias naturales de la escuela de ciencias naturales e ingeniería por sus aportes y colaboración cada vez que necesitamos de ella.

Al ingeniero Jhon Faber Archila Díaz, director del laboratorio de oleoneumática y Benjamín Jurado Leon, auxiliar del laboratorio. Al ingeniero Omar Lengerke Pérez, director del laboratorio de automatización industrial y Gustavo Adolfo Salcedo Auxiliar del laboratorio, quienes facilitaron de manera muy cordial todos los elementos necesarios para que este proyecto lograra funcionar.

A Marvin Torres Camacho por su colaboración durante la elaboración de este proyecto.

A Javier Eduardo Jurado, Hernán González Acuña, Mauricio Jaimes Moreno y Jesús Alonso Álvarez Gutiérrez compañeros que compartieron sus conocimientos cuando existió alguna falencia por parte nuestra.

Al ingeniero Eduardo Gómez S, Representante de Festo en Bucaramanga, quien de manera desinteresada proporcionó su conocimiento en temas neumáticos y facilitó el uso de elementos para realizar las pruebas.

Al MsC Alvaro José Rey Decano de la facultad en energía por su colaboración en el desarrollo de este proyecto.

Al ingeniero Alex Prada Buitrago por su colaboración prestada en el desarrollo del proyecto.

A Isleyni Martínez Villamizar por su colaboración prestada en el desarrollo del proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. TITULO	2
3. ANTECEDENTES	3
4. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA	6
4.1 PROBLEMA	6
4.2 FORMULACION DEL PROBLEMA	6
5. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	8
6. OBJETIVOS	9
6.1 OBJETIVO GENERAL	9
6.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	9
7. JUSTIFICACIÓN	10
8. MARCO TEORICO	12
8.1 SISTEMA AUTOMATIZADO	12
8.1.1 Parte Operativa	12
8.1.2 Parte de mando	12
8.1.3 Objetivos de la automatización	12
8.2 EL CONTROL	13
8.2.1 Control automático	14
8.2.3 Clasificación de los sistemas de control	14
8.2.4 El Lazo de control	14
8.2.5 Realimentación	15
8.2.6 El actuador final	15
8.2.7 El proceso	15
8.2.8 El controlador automático	15
8.2.9 Tipos de respuesta del controlador	16
8.2.9.1 El control si/no	16
8.3 CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES (PLC)	18
8.3.1 Campos de aplicación	18
8.3.2 Ventajas e inconvenientes	19
8.3.2.1 Ventajas	19
8.3.2.2 Inconvenientes	19
8.3.3 Funciones Básicas de un PLC	19
8.3.3.1 Detección	20
8.3.3.2 Mando	20
8.3.3.3 Diálogo hombre-máquina	20
8.3.3.4 Programación	20
8.4 NEUMÁTICA	20
8.4.1 Rentabilidad de los equipos neumáticos	20

8.4.2 Elementos neumáticos de trabajo	20
8.4.2.1 Cilindros neumáticos	20
8.4.2.2 Cilindros de doble efecto	21
8.4.3 Válvulas de control	21
8.4.3.1 Válvulas neumáticas	22
8.4.3.2 Válvulas de control direccional	22
8.4.3.3. Electroválvulas (válvulas electromagnéticas)	22
8.4.4 Tobera de aspiración por depresión	23
8.5 TRANSDUCTORES	24
8.5.1 Estructura genética de un sensor o transductor	24
8.5.2 Sensores inductivos	25
8.6 MATERIALES UTILIZADOS	27
8.6.1 Aceros inoxidable	27
8.6.2 Aisi 304L	28
8.6.3 Aluminio	28
8.7 ACTUADORES	29
8.7.1 Servomotor	29
8.7.2 Motores CC	30
8.7.3 Reducción de la velocidad de un motor	31
8.7.3.1 Tornillo sin fin corona	31
8.7.3.2 Engranajes cilíndricos helicoidales	31
8.7.3.3 Trenes de engranajes	32
8.8 MECANISMO DE BIELA MANIVELA	35
8.9 DOSIFICADORES	36
8.9.1 Por vibración	36
8.9.2 Por tornillo	37
8.9.3 Dosificación de líquidos	38
9. DISEÑO MECATRÓNICO	40
9.1 DISEÑO GENERAL DE UN PROCESO AUTOMATIZADO PARA EL ENVASADO DE SUSTANCIAS LIQUIDAS	42
9.2 DIMENSIONES DE LA MESA DE LA MÁQUINA	44
9.3 SELECCIÓN DEL MOTOR QUE MUEVE EL DISCO	45
9.4 CALCULO DE LOS CILINDROS	52
9.4.1 Fuerza del embolo	52
9.4.2 Cálculo del consumo de aire en cada pistón	54
9.4.3 Selección del compresor	55
9.5 MECANISMOS DE SUJECIÓN PARA LA ENTRADA DE BOTELLAS	58
9.5.1 Diseño de las pinzas de sujeción	59
9.5.2 Circuito del servomotor que acciona las pinzas	61
9.5.3 Pasos del mecanismo de sujeción para la entrada de botellas	63
9.6 MECANISMO DE DOSIFICADO	67
9.6.1 Selección de la bomba para el dosificado	68
9.6.2 Diseño de la Tolva	69
9.6.3 Diseño de las cámaras de dosificado	71

9.6.4 Pasos del mecanismo de dosificado	73
9.7 MECANISMO DE TAPADO	76
9.7.1 Pasos del mecanismo de tapado	77
9.8 MECANISMO DE SUJECIÓN PARA LA SALIDA DE LAS BOTELLAS	80
9.8.1 Selección de la ventosa que sujeta las botellas	81
9.8.2 Pasos del mecanismo de sujeción para la salida de botellas	82
9.9 DISEÑO DEL CIRCUITO NEUMÁTICO DE LA MÁQUINA	87
9.9.1 Programa implementado para manejar la máquina	88
10. PRUEBAS Y AJUSTES	95
10.1 GIRO DEL DISCO	95
10.1.1 Prueba con temporizado	95
10.2 MECANISMO DE SUJECIÓN PARA LA ENTRADA DE BOTELLAS	96
10.3 MECANISMO DE DOSIFICADO	98
10.3.1 Alternativa de dosificado por gravedad con electroválvula	98
10.3.2 Alternativa de dosificado por gravedad sin electroválvula	99
10.3.3 Alternativa de dosificado por volumen	100
10.3.3.1 Llenado de las cámaras	100
10.4 MECANISMO DE TAPADO	102
10.5 MECANISMO DE SUJECIÓN PARA LA SALIDA DE BOTELLAS	102
CONCLUSIONES	105
GLOSARIO DE TERMINOS	107
BIBLIOGRAFIA	110
BIBLIOGRAFIA ELECTRONICA	111
ANEXOS	112

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. Tipos de tapas	4
FIGURA 2. Lazo de control automático	15
FIGURA 3. Acción Si/No	17
FIGURA 4. Respuesta de controlador en lazo abierto	17
FIGURA 5. PLC Logo (siemens)	18
FIGURA 6. Cilindro doble efecto	21
FIGURA 7. Corte transversal cilindro doble efecto	21
FIGURA 8. Válvula distribuidor 3/2 (demanda electromecánico)	23
FIGURA 9. Tobera de aspiración por depresión	24
FIGURA 10. Estructura genética de un transductor	25
FIGURA 11. Sensor inductivo	25
FIGURA 12. Amplitud entre el sensor y el objeto	27
FIGURA 13. Servomotor	29
FIGURA 14. Motor CC	30
FIGURA 15. Tornillo sin fin y corona	31
FIGURA 16. Engranaje Helicoidal	32
FIGURA 17. Tren de engranajes compuesto	32
FIGURA 18. Tren de engranajes simple	33
FIGURA 19. Mecanismo de biela Manivela	35
FIGURA 20. Dosificado pro vibración	36
FIGURA 21. Primer paso del dosificado	37
FIGURA 22. Segundo paso del dosificado	37
FIGURA 23. Dosificado por tornillo	38
FIGURA 24. Dosificado por volumen	39
FIGURA 25. Metodología del diseño mecatrónico	40
FIGURA 26. Metodología del diseño mecatrónico aplicado al diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	41
FIGURA 27. Diagrama general del proceso de envasado de sustancias líquidas.	42
FIGURA 28. Pasos del proceso de envasado de sustancias líquidas	42
FIGURA 29. Mesa	44
FIGURA 30. Ubicación disco	45
FIGURA 31. Momento de inercia de un disco delgado	46
FIGURA 32. Tren de engranajes	49
FIGURA 33. Gráfica para calcular la capacidad de acumulador	57
FIGURA 34. Ubicación del mecanismo de sujeción para la entrada de Botellas	58
FIGURA 35. Diseño de las pinzas de sujeción	59

FIGURA 36. Análisis Biela Manivela	59
FIGURA 37. Servo	61
FIGURA 38. Circuito que acciona el servo de la pinza	61
FIGURA 39. Mecanismo de sujeción para la entrada de botellas	63
FIGURA 40. Activación de la pinza	64
FIGURA 41. Retirar las botellas de la canastilla	65
FIGURA 42. Desplazar botellas al disco	66
FIGURA 43. Insertar botellas en el disco	66
FIGURA 44. Ubicación del mecanismo de dosificado en la mesa de trabajo	67
FIGURA 45. Litros de agua entregados por hora dependiendo de la altura	68
FIGURA 46. Tolva	69
FIGURA 47. Cámaras del dosificado	71
FIGURA 48. Llenado cámaras de dosificado	73
FIGURA 49. Tolva de dosificado	74
FIGURA 50. Dosificado de las botellas	75
FIGURA 51. Ubicación del mecanismo de tapado en las mesas de trabajo	76
FIGURA 52. Ubicación tapas en la lámina	77
FIGURA 53. Ubicación de las tapas en las botellas	78
FIGURA 54. Tapado	79
FIGURA 55. Ubicación del mecanismo de sujeción para la salida de botellas en la mesa de trabajo	80
FIGURA 56. Ventosas	81
FIGURA 57. Ubicación de las ventosas sobre las botellas	82
FIGURA 58. Activación de las ventosas para sujetar las botellas	83
FIGURA 59. Retirar botellas discos	84
FIGURA 60. Ubicar botellas fuera del disco	85
FIGURA 61. Ubicación botellas envasadas en la salida del proceso	86
FIGURA 62. Electroválvula 5/2 vías	87
FIGURA 63. Electroválvula 5/2 vías	87
FIGURA 64. Electroválvula 5/2 vías	87
FIGURA 65. Electroválvula 3/2 vías NC	87
FIGURA 66. Circuito neumático de la máquina	88
FIGURA 67. While	89
FIGURA 68. IF	89
FIGURA 69. Case	89
FIGURA 70. Inicio / fin	89
FIGURA 71. Acción	89
FIGURA 72. Conector	89
FIGURA 73. Diagrama de flujo del proceso	90
FIGURA 74. Diagrama de flujo – caso 1	91
FIGURA 75. Diagrama de flujo – caso 2	92
FIGURA 76. Diagrama de flujo – caso 3	93
FIGURA 77. Diagrama de flujo – caso 4	94
FIGURA 78. Giro del disco	95
FIGURA 79. Primera alternativa planteada en el mecanismo de sujeción para	97

la entrada de botellas.

FIGURA 80. Pinzas utilizadas en el mecanismo de sujeción para la entrada de botellas	98
FIGURA 81. Nivel entregado por la bomba	99
FIGURA 82. Dosificado por gravedad sin electro válvula	99
FIGURA 83. Tiempo empleado en el llenado de las cámaras de dosificado	100
FIGURA 84. Llenado de los envases en el mecanismo de dosificado	101
FIGURA 85. Presión empleada en el mecanismo de tapado	102
FIGURA 86. Selección de la ventosa	103

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente los avances tecnológicos presentan un constante desarrollo, generando así necesidades en productividad, flexibilidad, calidad y economía cada vez más complejas, haciendo de las industrias sectores mas competitivos no solo en mercados locales, sino en mercados internacionales tan importantes en estos tiempos en donde se esta imponiendo la globalización.

Automatizar, lo cual se puede resumir en preparar una máquina para que realice un trabajo sin necesidad de intervención humana, hoy en día no es un privilegio de pocos sino una necesidad de todos aquellos empresarios que deseen incursionar en un mercado competitivo y posicionar sus productos. El avance en sistemas de software y hardware hacen de la automatización una posibilidad al alcance de todos.

Los nuevos medios para acceder a la información darán un cambio significativo a la visión de las futuras generaciones, logrando así, crear una actitud innovadora y un acercamiento a procesos industriales automatizados que les permitirá obtener una gran capacidad de solucionar dificultades en el momento que las experimenten, y la posibilidad de mostrar en el mercado diferentes alternativas que harán a las industrias más competitivas.

El desarrollo de este proyecto tiene como finalidad aplicar todos los puntos expuestos anteriormente, diseñar un prototipo que muestre un proceso real, al alcance de todos, permitiendo también, dar la oportunidad a los estudiantes que cuenten en su plantel educativo con los medios para comenzar a vivir desde su formación como ingenieros con procesos reales, que desarrollen y estimulen la toma de decisiones a la hora de enfrentarse en un mundo laboral tan competitivo como el que se vivencia actualmente.

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1. Señales de entrada y salida del transductor	24
TABLA 2. Señales del servo	30
TABLA 3. Peso elementos disco	45
TABLA 4. Momento de inercia de un disco delgado	46
TABLA 5. Elementos del tren de engranajes	50
TABLA 6. Pistones utilizados	52
TABLA 7. Cálculo de la fuerza de un pistón de doble efecto	53
TABLA 8. Fuerza del embolo en avance y en retroceso	54
TABLA 9. Consumo de aire de cada pistón	55
TABLA 10. Consumo de aire de cada pistón a una presión de 6 Bar	56
TABLA 11. Ancho de pulso de un servo para ángulos conocidos	62
TABLA 12. Paso 1 del mecanismo de sujeción para la entrada de Botellas	63
TABLA 13. Paso 2 del mecanismo de sujeción para la entrada de Botellas	64
TABLA 14. Paso 3 del mecanismo de sujeción para la entrada de Botellas	65
TABLA 15. Paso 4 del mecanismo de sujeción para la entrada de Botellas	66
TABLA 16. Paso 5 del mecanismo de sujeción para la entrada de Botellas	66
TABLA 17. Volumen de los elementos que conforman la cámara	72
TABLA 18. Paso 1 del mecanismo de dosificado	73
TABLA 19. Continuación del paso 1.	74
TABLA 20. Paso 2 del mecanismo de dosificado	75

TABLA 21. Paso 1 del mecanismo de tapado	77
TABLA 22. Paso 2 del mecanismo de tapado	78
TABLA 23. Paso 3 del mecanismo de tapado	79
TABLA 24. Paso 1 del mecanismo de sujeción para la salida de Botellas	82
TABLA 25. Paso 2 del mecanismo de sujeción para la salida de Botellas	81
TABLA 26. Paso 3 del mecanismo de sujeción para la salida de Botellas	84
TABLA 24. Paso 4 del mecanismo de sujeción para la salida de Botellas	85
TABLA 28. Paso 5 del mecanismo de sujeción para la salida de Botellas	86
TABLA 29. Electroválvulas usadas en el control del proceso	87
TABLA 30. Instrucciones usadas en el diagrama de flujo	89
TABLA 31. Prueba para la primera alternativa planteada en el mecanismo de sujeción para la entrada de las botellas	96
TABLA 32. Dosificado por gravedad con electro válvula	98
TABLA 33. Tiempo empleado con las cámaras de dosificado	101
TABLA 34. Prueba del mecanismo de sellado	102
TABLA 35. Ciclos del proceso	104

2. TITULO

**DISEÑO DE UN PROCESO AUTOMATIZADO PARA EL ENVASADO DE
SUSTANCIAS LIQUIDAS.**

3. ANTECEDENTES

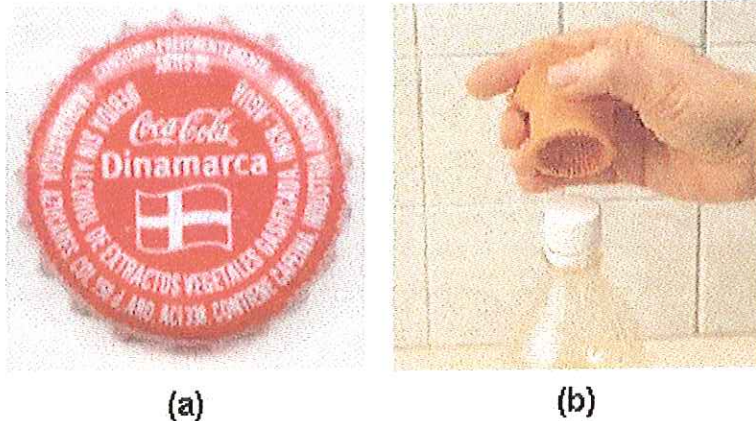
La industria de las bebidas, considerada desde un punto de vista global, aparece muy fragmentada, lo que resulta evidente por el gran número de fabricantes, de métodos de envasado, de procesos de producción y de productos finales. Aunque la industria de las bebidas esté fragmentada, sigue un proceso de consolidación desde el decenio de 1970, de modo que está cambiando la situación. Desde principios de siglo, las compañías de bebidas han evolucionado desde las empresas regionales que producían artículos destinados principalmente a los mercados locales hasta las gigantescas empresas de hoy, que elaboran productos para mercados internacionales. Este cambio se inició cuando las compañías del sector adoptaron técnicas de producción en masa que les permitieron expandirse. Además, durante este tiempo, se consiguieron avances en el envasado de productos y en los procesos que incrementaron enormemente el período de validez de los productos.

Sin embargo no solo los productos son cada vez más variados, también los embalajes¹ están viviendo un gran cambio innovador. La industria embotelladora de por sí ya está trabajando desde hace tiempo con sistemas de envases retornables y no retornables.

El diseño único e inconfundible que se exige cada vez más para ayudar a la creación y a fomentar una marca comercial, desarrolla la creación nueva e individual de muchas formas de botellas. A esta gran variedad de botellas contribuye igualmente el desarrollo de unas características mejoradas de barrera en los envases de plástico. Desde hace mucho tiempo elegir el tapón no significa simplemente decidir entre tapones corona y roscados (ver figura 1). Esta gran variedad de tipos de envases y de tapones continúa también en el embalaje final, en donde se utilizan diferentes formas y tamaños contribuyendo todo ello, a la necesidad de unas líneas de llenado más flexibles.

¹ **Embalaje:** son todos los materiales, procedimientos y métodos que sirven para acondicionar, presentar, manipular, almacenar, conservar y transportar una mercancía. Embalaje en una expresión más breve es la caja o envoltura con que se protegen las mercancías para su transporte.

Figura 1. Tipos de tapas a) Tapón corona b) Tapón roscado



www.portola-france.co.uk

En cuanto al llenado de botellas de vidrio la tendencia va desde unos sistemas de llenado puramente mecánicos hasta los sistemas de llenado de altura con mando electroneumático². Mediante sus mandos libremente programables permiten ajustarlos a los diferentes productos y botellas con muy poco esfuerzo.

Durante muchísimos años el envase cumplía tres funciones: contener, conservar y proteger, y el paradigma era una botella de vidrio con un tapón de corcho. El embalaje cumplía sólo una o dos de esas funciones y en general era una caja de cartón o una de madera con paja de relleno. Hace ya algunos años que las exigencias de envases y embalajes se han multiplicado y a esas tres funciones tradicionales se le han añadido otras, en respuesta de las cuales los plásticos han resultado ser los materiales más adecuados.

Efectivamente, las exigencias a los envases y embalajes han aumentado sustancialmente en los últimos años. Ahora se les pide que permitan racionalizar las manipulaciones en planta, que optimicen la relación volumen/capacidad que cumplan con reglamentaciones o legislaciones relacionadas con el producto o su entorno, que sus costos estén adecuados al precio del producto final, que lleven accesorios complementarios de precinto o cierres de seguridad, que presenten unos comportamientos físico-químicos específicos en relación con el contenido o el ambiente. Por si eso fuera poco se les acostumbra a pedir un cierto atractivo de venta, imagen de empresa, y toda una serie de requisitos subliminales y de diseño estético.

Hoy en día el proyecto de un nuevo envase o embalaje es un estudio realmente

² **Mando Electroneumático:** Controlar dispositivos neumáticos como válvulas, pistones por medio de secuencias lógicas programadas a través de circuitos eléctricos o computadores.

complejo y multidisciplinar que exige la colaboración de diferentes técnicos e incluso empresas. Y uno de los puntos claves será la elección del material y del proceso de fabricación.

Colombia no ha sido la excepción en este proceso de mejoramiento continuo, ya que muchos empresarios vieron la necesidad de mejorar y aumentar su producción para ser más competitivos, este cambio de conciencia tuvo su auge en el año 1991, cuando el gobierno del señor presidente en esa época Doctor Cesar Gaviria Trujillo autorizó la apertura económica³, hecho que perjudicó notablemente a las empresas que no estaban preparadas para competir mano a mano en el mercado exterior.

Actualmente los empresarios colombianos dirigen todos sus esfuerzos en automatizar sus procesos y en adquirir maquinaria de punta, teniendo presente aún las experiencias vividas y las consecuencias que produjo para la industria la apertura económica, consientes que se desarrollan las negociaciones para el Tratado de Libre Comercio TLC⁴, tratado que permitirá la entrada al país de competencia extranjera pero también brindará la oportunidad de dar a conocer los productos en el exterior a aquellas empresas que cumplan con toda la normatividad y exigencias que actualmente se requiere.

³ **Apertura Económica.** www.mincomercio.gov.co/aperturaeconomicaaycrecimiento

⁴ **Tratado de Libre Comercio TLC.**

www.mincomercio.gov.co/beneficiosdelanegociacióndeunacuerdodelibrecomercioconlosestadosunidos

4. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

4.1 PROBLEMA

En la actualidad la industria esta viviendo un nuevo proceso de cambio, en el cual el factor primordial es mejorar los procesos de producción para lograr competir en los mercados cada vez más saturados con productos que ofrecen los mismos servicios a un menor costo. Para lograr ser competitivos, las industrias deben contar con los medios necesarios para disminuir costos y tiempo de producción, importante también, lograr que estos medios se encuentren cerca de su alcance, pues en la mayoría de los casos se debe invertir un costo adicional para traer equipos y personal capacitado de otras regiones del país incluso de otros países para poder adaptar en sus plantas de producción los sistemas que los harán competitivos en el mercado.

Las universidades deben ser conscientes de estos cambios significativos e implementar todos los mecanismos necesarios para formar a sus alumnos con una visión innovadora, capaces de tomar decisiones a la hora de enfrentar la vida profesional que estén acordes a las necesidades que se les plantean. En la actualidad, muchos planteles educativos prestan a sus estudiantes laboratorios didácticos que son de suma importancia en la formación de cada estudiante en la etapa de los primeros semestres, estimulando su capacidad investigativa y el conocimiento de medios prácticos para dejar volar su imaginación, pero resultan un poco insuficientes al llegar a los últimos semestres, en donde el joven debe acercarse a los procesos reales que encontrará en la industria, ya que muy pocas universidades invierten en la adquisición de pilotos de procesos reales para que sus estudiantes manipulen y conozcan el funcionamiento de un proceso real.

4.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo buscar alternativas para desarrollar en los futuros profesionales una visión innovadora, capaces de tomar decisiones a la hora de enfrentar la vida profesional, basado en los conocimientos adquiridos partiendo de la integración de principios mecatrónicos en donde se reúnen los conceptos teóricos vistos durante la carrera con laboratorios prácticos que los acercan cada vez más a la vida real, una visión más amplia de todas las posibles situaciones que tendrán que enfrentar en la vida laboral, lograr implementar y plantear múltiples posibilidades

en un proceso industrial y suministrar diversas soluciones a los problemas que se presenten?

La facultad de ingeniería mecatrónica en su afán de posicionarse cada vez más como la mejor del área metropolitana y una de las mejores del país, siente la necesidad de motivar a sus estudiantes en la necesidad de integrar todos los elementos disponibles en los laboratorios para crear una visión amplia en ellos sobre las utilidades que estos prestan en el momento de llegar a implementar un proceso industrial real, mejorando su campo de acción y permitiendo ser en el futuro profesionales preparados que estén a la altura de los inconvenientes que puedan llegar a presentarse al momento de ejercer en la industria.

5. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El proyecto se realiza viendo la necesidad en la industria de procesos automatizados que disminuyan tiempos de producción y costos de fabricación, problemas que se han observado durante mucho tiempo al visitar pequeñas empresas que desean crecer y ser competitivas, pero que vienen desarrollando procesos muy artesanales y que dependen de muchos operarios. Para el desarrollo de este proyecto se aplicarán todas las bases adquiridas durante el periodo académico de la carrera, implementando el sistema con dispositivos que se encuentra al alcance de los estudiante en el plantel educativo como válvulas, PLC's, sensores, los cuales se usaran con un fin didáctico pero asimilando un proceso real.

Para el diseño y construcción del proyecto se aprovechará la teoría de maquinas dosificadoras, embalajes, procesos de envasado, y la visita a empresas que cuenten con procesos similares al que se desea implementar en el proyecto, que servirán de punto de partida y referencia para desarrollar todas las pautas que se tienen proyectadas, aprovechando todo lo que aporte información importante que facilite la implementación de los procesos que se desean desarrollar.

El proyecto tiene como finalidad diseñar un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas, comenzando con la llegada de las botellas que vienen vacías hasta entregarlas tapadas y dosificadas, implementando todo este proceso en un espacio pequeño (100 cm x 93 cm), y aplicando técnicas de control, diseño Mecatrónico, sensorica y programación de PLC's.

El proyecto se dará por terminado cuando el proceso desarrolle todas las actividades programadas de una forma correcta, es decir, ubique las botellas en el disco, las dosifique, las tape y las entregue sin ningún problema.

Entre las dificultades que se puedan presentar en el desarrollo del proyecto se encontrarán el diseño de los mecanismos que hagan posible las actividades que se les asignan, como agarrar las botellas, taparlas y dosificarlas, tener en cuenta el tamaño de dichos mecanismos ya que por trabajar en un espacio tan reducido su diseño debe ser también pequeño pero funcional, el diseño de tarjetas electrónicas, pues aunque se programará todo el proceso con un PLC's, se usan dispositivos que requieren de un circuito individual para su funcionamiento, como sensores y un servomotor, el cableado neumático debe ser también muy organizado para evitar inconvenientes a la hora de manipular la máquina.

6. OBJETIVOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar el piloto de una máquina envasadora de sustancias líquidas que pueda ser implementada en la industria y permita ser manipulada por estudiantes con el fin de estimular su conocimiento en procesos industriales reales durante su etapa de aprendizaje universitario.

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar la estructura de la máquina con los elementos que se consiguen en el mercado regional para bajar costos y facilitar la construcción de un nuevo prototipo.
- Implementar los elementos con los que la universidad cuenta en sus laboratorios que puedan ser útiles en el proceso para empezar a darles una aplicación más industrial.
- Diseñar un mecanismo que transporte los envases desde un punto de llegada hasta el comienzo del proceso de envasado.
- Diseñar un mecanismo robusto y de fácil manipulación para controlar el volumen de líquido que se va a dosificar.
- Diseñar un mecanismo que permita tapar los envases luego de ser dosificados.
- Diseñar un mecanismo que transporte los envases desde el fin del proceso de envasado hasta otro punto que comunique con otro proceso.
- Diseñar un mecanismo que permita desplazar las botellas hasta cada parte del proceso (llegada-dosificado-tapado-salida).
- Diseñar un sistema que permita identificar si el proceso cuenta con botellas o no a la hora de realizar las actividades.
- Diseñar y realizar montajes de sistemas neumáticos y electrónicos a utilizar en el proceso.
- Realizar la programación del proceso por medio del software que se disponga.

7. JUSTIFICACIÓN

La idea de realizar este proyecto surge de distintas visitas que se hicieron a empresas del área metropolitana de Bucaramanga que tienen como actividad comercial el envasado de sustancias líquidas, pero que para el desarrollo de este proceso lo hacen de una forma muy artesanal estando muy lejos de lograr convertirse en empresas competitivas ahora que la globalización se está apoderando de los mercados y en momentos en que el gobierno colombiano se alista a firmar tratados con países industrialmente mejor desarrollados que pondrán sus productos en nuestro país a un menor precio y cumpliendo con todas las normas establecidas internacionalmente.

Por esta razón es importante que las universidades cuenten con procesos industriales para facilitar a sus estudiantes una visión de lo vivido actualmente, adquiriendo herramientas necesarias para poder enfrentar todas las adversidades que puedan llegar en el futuro. Contar con laboratorios dotados con instrumentos y prototipos de máquinas que encontrarán en la industria a la hora de ejercer su profesión es una gran ventaja frente a otras instituciones que no han visto la necesidad de mejorar sus instalaciones para brindar a sus alumnos una mejor formación teórica-práctica, que marque la diferencia a la hora de seleccionar ingenieros calificados que tengan la visión, la capacidad de enfrentar los inconvenientes que se les presenten y el carácter de transformar una pequeña empresa en una gran industria automatizada, capaz de competir mano a mano con las grandes industrias internacionales que quieren abarcar todos los mercados en el que las pequeñas empresas no les representan competencia alguna.

La facultad de ingeniería mecatrónica es una carrera que actualmente marca la diferencia frente a carreras afines, buscando ir a la vanguardia en procesos de enseñanza mediante la adquisición de laboratorios con reconocidas marcas que también surten de elementos a las industrias del sector, independientemente, busca fomentar en sus alumnos la construcción de pilotos de máquinas que se puedan implementar industrialmente pero que sirvan para que los estudiantes se familiaricen con estos procesos y los puedan manipular en la etapa de aprendizaje universitario para ampliar la visión profesional a la hora de ejercer la carrera como ingenieros.

El desarrollo de este proyecto, por contener diversos procesos y manipulado por diferentes dispositivos puede ser implementado en laboratorios de cualquier carrera en el que la automatización industrial sea un tema importante en la formación de los estudiantes, o cada proceso, independientemente, puede ser

analizado en materias diferentes de una misma carrera, para crear una idea en los alumnos de lo que se puede conseguir al integrar los conocimientos adquiridos en cada curso visto durante la etapa estudiantil.

El diseño de este proyecto implementa los elementos industriales utilizados en los laboratorios desarrollados durante la carrera, para mostrar a los nuevos estudiantes como al unir sencillos procesos como los hechos durante las prácticas de laboratorio, se logran desarrollar procesos industriales reales que a un primer vistazo parecen complicados pero analizándolos detenidamente son sencillos y de fácil implementación.

8. MARCO TEORICO

8.1 SISTEMA AUTOMATIZADO

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

Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- **Parte Operativa**
- **Parte de Mando**

8.1.1 Parte Operativa: Es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos, finales de carrera.

8.1.2 Parte de Mando: Suele ser un autómata⁵ programable (tecnología programada), aunque hasta hace poco se utilizaban contactores⁶, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómata programable está en el centro del sistema. Este tiene la capacidad de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.

8.1.3 Objetivos de la Automatización

- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costos de la producción y mejorando la calidad de la misma.

⁵ **Autómata:** es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales.

⁶ **Contactador:** Es un aparato mecánico de conexión y desconexión eléctrica, accionado por cualquier forma de energía, menos manual, capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales del circuito, incluso las de sobrecarga.

- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones que presenten alguna dificultad a la hora de controlar intelectual o manualmente.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Integrar la gestión y producción.

8.2 EL CONTROL

El control automático de procesos es parte del progreso industrial desarrollado durante lo que ahora se conoce como la segunda revolución industrial. El uso intensivo de la ciencia de control automático es producto de una evolución que es consecuencia del uso difundido de las técnicas de medición y control. Su estudio intensivo ha contribuido al reconocimiento universal de sus ventajas.

El control automático de procesos se usa fundamentalmente porque reduce el costo de los procesos industriales, lo que compensa con creces la inversión en equipo de control. Además hay muchas ganancias intangibles, como por ejemplo la eliminación de mano de obra pasiva, la cual provoca una demanda equivalente de trabajo especializado.

La eliminación de errores es otra contribución positiva del uso del control automático.

El principio del control automático, el cual es el uso de una realimentación o medición para accionar un mecanismo de control, es muy simple. El mismo principio del control automático se usa en diversos campos, como control de procesos alimenticios, control de máquinas de herramientas, el control y trayectoria de un proyectil.

El uso de las computadoras analógicas y digitales ha posibilitado la aplicación de ideas de control automático a sistemas físicos que hace apenas pocos años eran imposibles de analizar ó controlar.

Es necesaria la comprensión del principio del control automático en la ingeniería moderna, por ser tan común como el uso de los principios de electricidad o termodinámica, siendo por lo tanto, una parte de primordial importancia dentro de la esfera del conocimiento de ingeniería. También son tema de estudio los aparatos para control automático, los cuales emplean el principio de realimentación para mejorar su funcionamiento.

8.2.1 Control automático: El control automático es el mantenimiento de un valor deseado dentro de una cantidad o condición, midiendo el valor existente, comparándolo con el valor deseado, y utilizando la diferencia para proceder a reducirla. En consecuencia, el control automático exige un lazo cerrado de acción y reacción que funcione sin intervención humana.

En la actualidad los lazos de control son un elemento esencial para la manufactura económica y prospera de virtualmente cualquier producto, desde el acero hasta los productos alimenticios. A pesar de todo, este lazo de control que es tan importante para la industria está basado en algunos principios fácilmente entendibles y fáciles.

8.2.3 Clasificación de los sistemas de control: Los sistemas de control se clasifican en sistemas de lazo abierto y a lazo cerrado. La distinción la determina la acción de control, que es la que activa al sistema para producir la salida.

Un sistema de control de lazo abierto es aquel en el cual la acción de control es independiente de la salida.

Un sistema de control de lazo cerrado es aquel en el que la acción de control es en cierto modo dependiente de la salida.

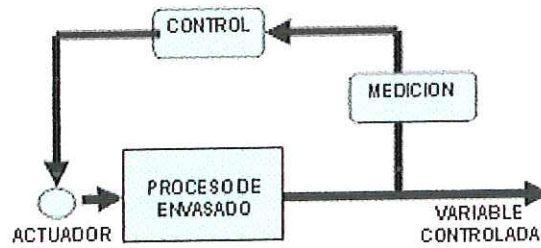
Los sistemas de control a lazo abierto tienen dos rasgos sobresalientes:

- a) La habilidad que éstos tienen para ejecutar una acción con exactitud está determinada por su calibración. Calibrar significa establecer o restablecer una relación entre la entrada y la salida con el fin de obtener del sistema la exactitud deseada.
- b) Estos sistemas no tienen el problema de la inestabilidad, que presentan los de lazo cerrado.

Los sistemas de control de lazo cerrado se llaman comúnmente sistemas de control por realimentación (o retroacción).

8.2.4 El lazo de control: El lazo de control realimentado simple sirve para ilustrar los cuatro elementos principales de cualquier lazo de control, (figura 2).

Figura 2. Lazo de control automático.



http://www.sapiensman.com/control_automatico

La medición debe ser hecha para indicar el valor actual de la variable controlada por el lazo. Mediciones corrientes usadas en la industria incluyen caudal, presión, temperatura, conductividad y muchas otras particulares específicas de cada industria.

8.2.5 Realimentación: Es la propiedad de una sistema de lazo cerrado que permite que la salida (o cualquier otra variable controlada del sistema) sea comparada con la entrada al sistema (o con una entrada a cualquier componente interno del mismo con un subsistema) de manera tal que se pueda establecer una acción de control apropiada como función de la diferencia entre la entrada y la salida.

Más generalmente se dice que existe realimentación en un sistema cuando existe una secuencia cerrada de relaciones de causa y efecto ente las variables del sistema.

8.2.6 El actuador final: Por cada proceso debe haber un actuador final, que regule el suministro de energía o material al proceso y cambie la señal de medición. Más a menudo éste es algún tipo de válvula, pero puede ser además un pistón o regulador de velocidad de motor.

8.2.7 El proceso: El envasado de sustancias liquidas es un proceso industrial y es variado el mercado de productos que se comercializan. Estos se extienden desde lo simple y común, tales como los lazos que controlan caudal, hasta los grandes y complejos como los que controlan la velocidad en la elaboración de sus productos.

8.2.8 El controlador automático: El último elemento del lazo es el controlador automático, su trabajo es controlar la medición. "Controlar" significa mantener la medición dentro de límites aceptables.

Un concepto básico es que para que el control realimentado automático exista, es que el lazo de realimentación esté cerrado. Esto significa que la información debe ser continuamente transmitida dentro del lazo. El controlador debe poder mover a

la válvula, la válvula debe poder afectar a la medición, y la señal de medición debe ser reportada al controlador. Si la conexión se rompe en cualquier punto, se dice que el lazo está abierto. Tan pronto como el lazo se abre, como ejemplo, cuando el controlador automático es colocado en modo manual, la unidad automática del controlador queda imposibilitada de mover la válvula. Así las señales desde el controlador en respuesta a las condiciones cambiantes de la medición no afectan a la válvula y el control automático no existe.

8.2.9 Tipos de respuestas de controlador: La primera y más básica característica de la respuesta del controlador ha sido indicada como la acción directa o reversa. Una vez que esta distinción se ha llevado a cabo, existen varios tipos de respuestas que pueden ser usadas para controlar un proceso. Estas son:

- Control Si/No ó control de dos posiciones.
- Control proporcional.
- Acción integral (reset)
- Acción derivativa.

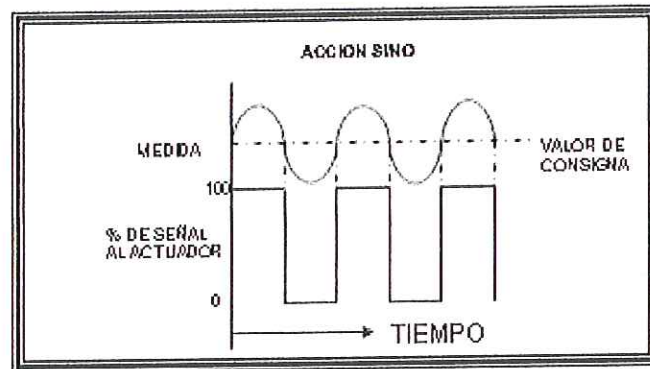
8.2.9.1 El control Si/No: Para un controlador con un actuador de dos posiciones, el controlador ON/OFF tiene dos salidas que son para una máxima apertura y para apertura mínima.

Este sistema determina una acción de salida dependiendo de la medición del valor de consigna, en el momento que la señal en el controlador este por debajo del valor de consigna la salida en el controlador deberá ser su máxima apertura, y a medida que la medición cruza el valor de consigna la salida del controlador va hacia su mínima apertura. Es con el fin de mantener estable el sistema en un ciclo indefinido. La continua oscilación del sistema puede, ser o no ser aceptable, dependiendo de la amplitud y longitud del ciclo. Cuando el ciclo es rápido causa alteraciones en el sistema y el excesivo desgaste del actuador.

El control SI/No es mostrado en la figura 3,

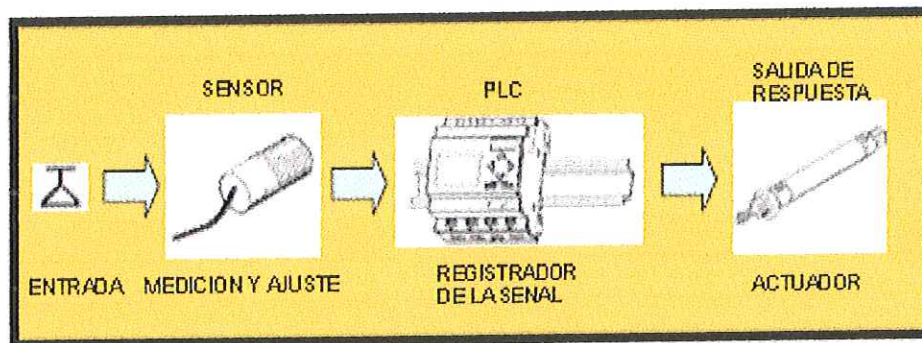
Accion SI/NO

Figura 3. Acción SI/NO



http://www.sapiensman.com/control_automatico

Figura 4. Respuesta de controlador a lazo abierto.



Autor

La figura 4 muestra un controlador automático con una señal artificial desde un regulador manual introducida como la medición. El valor de consigna es introducido normalmente y a salida es registrada. Con éste arreglo, las respuestas específicas del controlador a cualquier cambio deseado en la medición puede ser observada.

8.3 CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES (PLC)

Figura 5. PLC LOGO! (siemens)



<http://eolsurplus.com/images> (ver anexo A 1)

Un autómata programable industrial (API) o Programable logic controller (PLC), es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales.

Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación.

8.3.1 Campos de aplicación: El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, por tal motivo, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- ❖ Espacio reducido.
- ❖ Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- ❖ Procesos secuenciales.
- ❖ Maquinaria de procesos variables.
- ❖ Instalaciones de procesos complejos y amplios.

- ❖ Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

Ejemplos de aplicaciones generales:

- ❖ Maniobra de máquinas.
- ❖ Maquinaria industrial de plástico.
- ❖ Maquinaria de embalajes.
- ❖ Señalización del estado de procesos.
- ❖ Instalaciones de seguridad.

8.3.2 Ventajas e inconvenientes: No todos los autómatas ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada, ello es debido, principalmente, a la variedad de modelos existentes en el mercado y las innovaciones técnicas que surgen constantemente. Tales consideraciones llevan a referirse a las ventajas que proporciona un autómata de tipo medio.

8.3.2.1 Ventajas, Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:

- ❖ No es necesario dibujar el esquema de contactos.
- ❖ No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, ya que, por lo general la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- ❖ La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminaremos parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega.
- ❖ Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- ❖ Mínimo espacio de ocupación.
- ❖ Menor coste de mano de obra de la instalación.
- ❖ Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden indicar y detectar averías.
- ❖ Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- ❖ Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo cableado.

Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

8.3.2.2 Inconvenientes: Como inconvenientes podríamos hablar, en primer lugar, de que hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido, pero hoy en día ese inconveniente está solucionado porque las universidades ya se encargan de dicho adiestramiento.

8.3.3 Funciones básicas de un PLC.

8.3.3.1 Detección: Lectura de la señal de los captadores distribuidos por el sistema de fabricación.

8.3.3.4 Mando: Elaborar y enviar las acciones al sistema mediante los accionadores y preaccionadores.

8.3.3.5 Dialogo hombre maquina: Mantener un diálogo con los operarios de producción, obedeciendo sus consignas e informando del estado del proceso.

8.3.3.6 Programación: Para introducir, elaborar y cambiar el programa de aplicación del autómeta. El dialogo de programación debe permitir modificar el programa incluso con el autómeta controlando la maquina.

8.4 NEUMATICA

En la industria moderna, un sistema neumático es utilizado como medio de automatización, en donde se cambia el trabajo manual por controles neumáticos para lograr una productividad económica. Gracias al bajo costo de los elementos neumáticos se puede llegar a suplir las necesidades del sistema básico para la introducción de la neumática en una planta.

8.4.1 Rentabilidad de los equipos neumáticos: Como consecuencia de la automatización y racionalización, la fuerza de trabajo manual ha sido reemplazada por otras formas de energía; una de éstas es el aire comprimido; por ejemplo el traslado de paquetes, accionamiento de palancas, transporte de piezas entre otras.

El aire comprimido es una fuente cara de energía, pero, sin duda, ofrece ventajas. La producción y acumulación del aire comprimido, así como su distribución a las máquinas y dispositivos suponen gastos elevados. Pudiera pensarse que el uso de aparatos neumáticos está relacionado con costos especialmente elevados. Esto no es exacto, pues en el cálculo de la rentabilidad es necesario tener en cuenta, no sólo el costo de energía, sino también los costos que se producen en total. En un análisis detallado, resulta que el costo energético es despreciable junto a los salarios, costos de adquisición y costos de mantenimiento.

8.4.2 Elementos neumáticos de trabajo: Lo energía del aire comprimido se transforma por medio de cilindros en un movimiento lineal de vaivén, y mediante motores neumáticos, en movimiento de giro.

8.4.2.1 Cilindros neumáticos: A menudo, la generación de un movimiento rectilíneo con elementos mecánicos combinados con accionamientos eléctricos supone un gasto considerable.

8.4.2.2 Cilindros de doble efecto:

Figura 6. Cilindro doble efecto

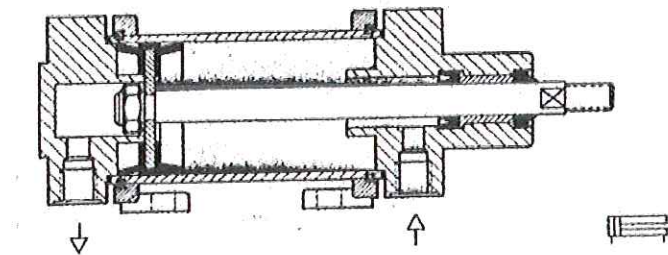


www.festo.com (ver anexo A 1)

La fuerza ejercida por el aire comprimido anima al émbolo, en cilindros de doble efecto, a realizar un movimiento de traslación en los dos sentidos. Se dispone de una fuerza útil tanto en la ida como en el retorno

Los cilindros de doble efecto se emplean especialmente en los casos en que el émbolo tiene que realizar dos acciones. En principio, la carrera de los cilindros no está limitada, pero hay que tener en cuenta el pandeo y doblado que puede sufrir el vástago salido. También en este caso, sirven de empaquetadura los labios y émbolos de las membranas.

Figura 7. Corte transversal cilindro doble efecto.



<http://www.sapiensman.com/neumatica/>

8.4.3 Válvulas de control: Se usan diversos tipos de válvulas de control para regular y monitorear la energía neumática, con el fin de evitar los diferentes tipos de inconvenientes que la red neumática pueda ocasionar.

8.4.3.1 Válvulas neumáticas: El sistema de control neumático está determinado por las válvulas neumáticas, estas válvulas se dividen en cuatro grupos principales como son las válvulas de control de dirección, de control de flujo, sin retorno y de tipo especial, la válvula se subdivide a su vez dependiendo del tipo de construcción. Por el tipo de función las válvulas se clasifican como: 2/2, 3/2, 4/2, 5/2, 4/3, 5/3, etc. Estas válvulas son accionadas de diversos modos como: manual, mecánico y eléctrico para formar combinaciones diversas de actuación.

Las válvulas de diseño especial como las de escape rápido, retardos de tiempo son empleadas para funciones especiales en circuitos neumáticos para aplicaciones diversas.

8.4.3.2 Válvulas de Control direccional: La misión que se encomienda a los distribuidores dentro de un circuito de automatización es la de mantener o cambiar, según unas órdenes o señales recibidas, las conexiones entre los conductos a ellos conectados, para obtener unas señales de salida de acuerdo con el programa establecido.

De acuerdo con su uso, los distribuidores actúan como transductores o como amplificadores, ya que controlan una potencia neumática con otra menor, también neumática (amplificación), o de otra naturaleza: eléctrica o mecánica. Los distribuidores pueden dividirse en los siguientes grupos:

- ❖ Distribuidores de potencia o principales. Su función es la de suministrar aire directamente a los actuadores neumáticos y permitir igualmente el escape.
- ❖ Distribuidores fin de carrera. Estos distribuidores abren o cierran pasos al aire cuya función no será la de ir directamente al actuador, sino que se utilizan solamente para el accionamiento de otros mecanismos de control, tales como los distribuidores de potencia.
- ❖ Distribuidores auxiliares. Son distribuidores utilizados en los circuitos y que, en combinación con válvulas fin de carrera y de potencia, se utilizan para dirigir convenientemente las señales de presión del aire.

8.4.3.3 Electroválvulas (válvulas electromagnéticas): Estas válvulas se utilizan cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera⁷ eléctrico, presostatos⁸ o mandos electrónicos. En general, se elige el

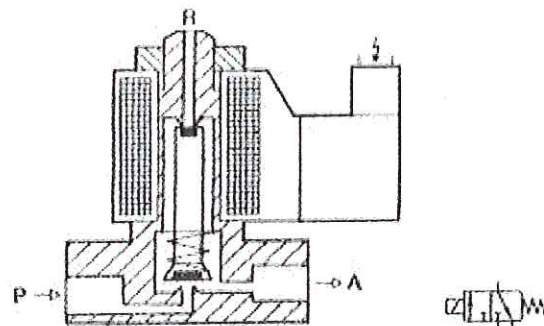
⁷ **Finales de carrera:** convierten las posiciones mecánicas extremas en señales eléctricas, (actúan como interruptores)

⁸ **Presostatos:** Son aparatos que abren o cierran un circuito eléctrico al detentar cambios de presión en sistemas neumáticos o hidráulicos.

accionamiento eléctrico para mandos con distancias extremadamente largas y cortos tiempos de conexión.

Las electroválvulas o válvulas electromagnéticas se dividen en válvulas de mando directo o indirecto. Las de mando directo solamente se utilizan para un diámetro luz pequeña, puesto que para diámetros mayores los electroimanes necesarios resultarían demasiado grandes.

Figura 8. Válvula distribuidora 3/2 (de mando electromagnético)



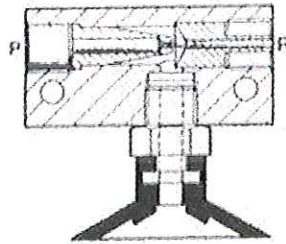
<http://www.sapiensman.com/neumatica/> (ver anexo A 1)

8.4.4 Tobera de aspiración por depresión: Esta tobera se emplea junto con la ventosa como elemento de transporte, con ella se pueden transportar las más diversas piezas. Su funcionamiento se basa en el principio de Venturi (depresión).

La presión de alimentación se aplica a la entrada P. Por el estrechamiento de la sección, la velocidad del aire hacia R aumenta y en el empalme A, o sea, en la ventosa, se produce una depresión (efecto de succión).

Con este efecto se adhieren piezas y pueden transportarse. La superficie debe estar muy limpia, al objeto de alcanzar un buen efecto de succión.

Figura 9. Tobera de aspiración por depresión



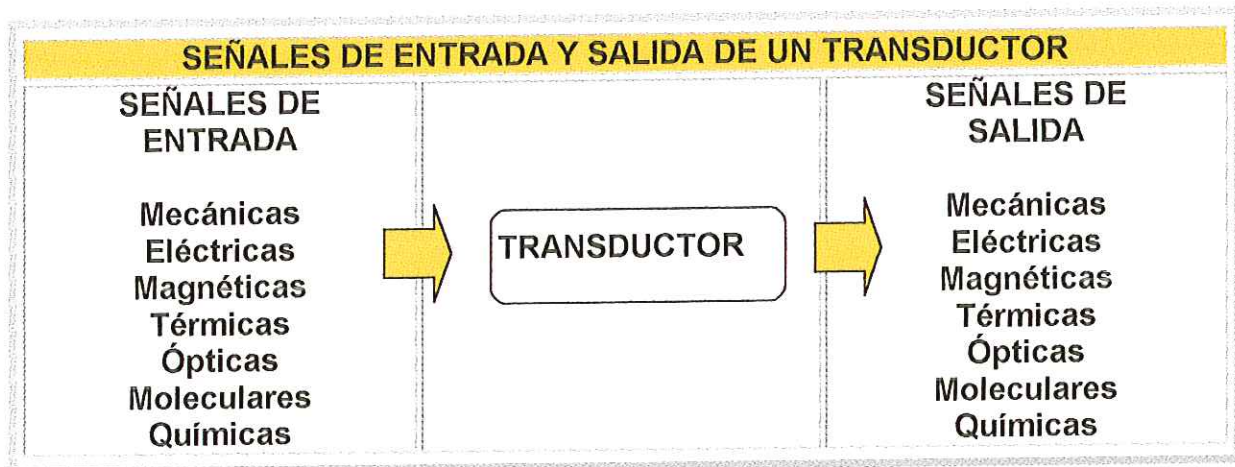
<http://www.sapiensman.com/neumatica/> (ver anexo A 1)

8.5 TRANSDUCTORES

Un transductor es un dispositivo que convierte una señal física en otra equivalente pero de distinta naturaleza, en su mayoría de veces en una señal eléctrica. En la transducción siempre se extrae una cierta energía del sistema donde se mide. Es importante garantizar que no se perturbe el sistema a medir para no tener errores en la medición.

En la práctica se trabaja con transductores cuya señal de salida es de tipo eléctrico, ya que es una señal fácil de manipular para implementarla en diferentes procesos.

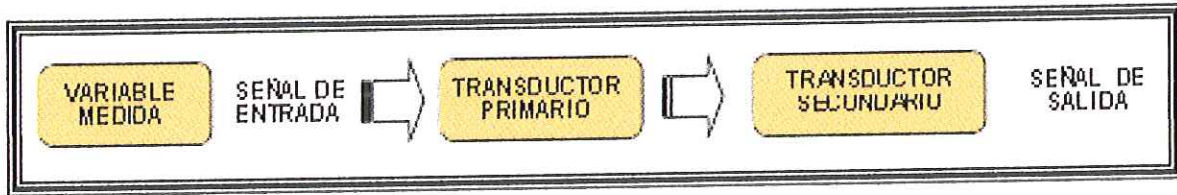
Tabla 1. Señales de entrada y salida de un transductor.



<http://www.sensotec-instruments.com/castellano/>

8.5.1 Estructura genérica de un sensor o transductor: La siguiente figura detalla los pasos para convertir una variable medida en una señal eléctrica.

Figura 10. Estructura genética de un transductor.



<http://www.sensotec-instruments.com/castellano/>

❖ Transductor Primario:

Convierte una magnitud física a medir en otra fácil de medida.

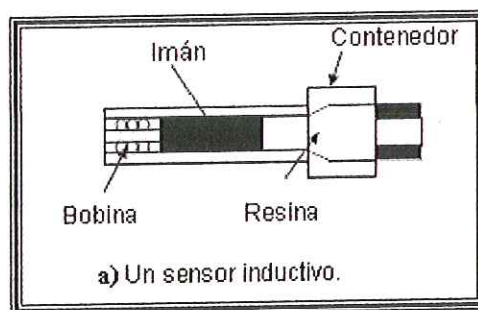
❖ Transductor Secundario:

❖ Actúa sobre la salida del transductor primario para producir una señal eléctrica equivalente a la magnitud física.

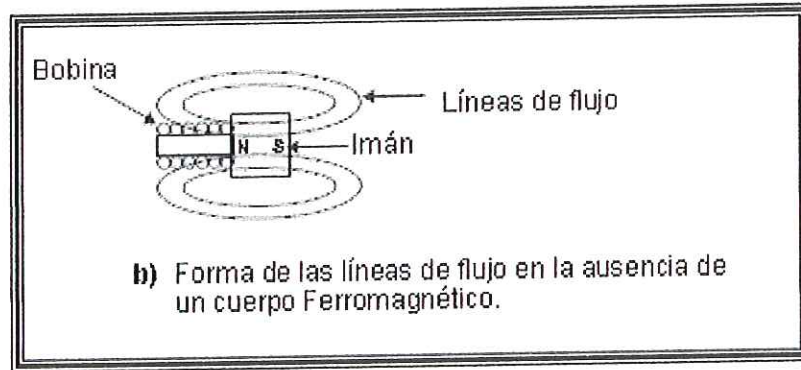
8.5.2 Sensores inductivos: Los sensores basados en un cambio de inductancia debido a la presencia de un objeto metálico están entre los sensores de proximidad industriales de más frecuente uso. El principio de funcionamiento de estos sensores puede explicarse en las siguientes figuras.

Figura 11. Sensor inductivo

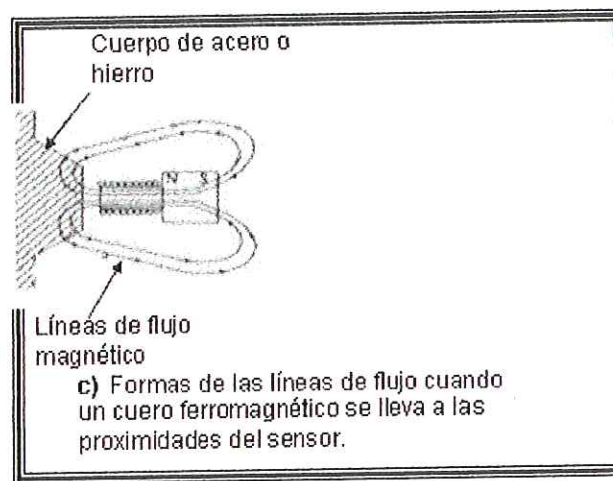
a) Un sensor inductivo. b) Forma de las líneas de flujo en ausencia de un cuerpo ferromagnético. c) Forma de las líneas de flujo cuando un cuerpo ferromagnético se lleva a las proximidades del sensor.



<http://proton.ucting.udg.mx/materias/robotica>



<http://proton.ucting.udg.mx/materias/robotica>



<http://proton.ucting.udg.mx/materias/robotica>

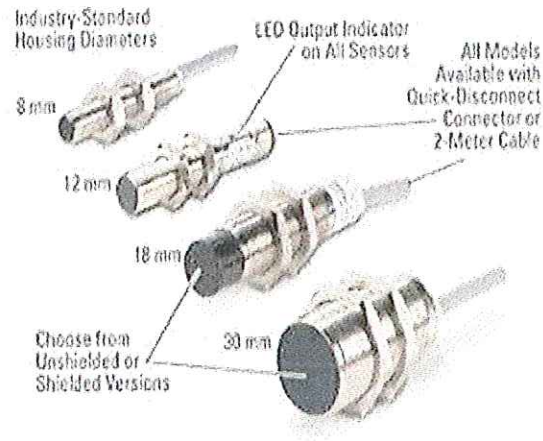
La figura 11 muestra un diagrama esquemático de un sensor inductivo, que consiste fundamentalmente en una bobina arrollada, situada junto a un imán permanente empacquetado en un receptáculo simple y robusto.

El efecto de llevar el sensor a la proximidad de un material ferromagnético produce un cambio en la posición de las líneas de flujo del imán permanente según se indica en la figura 11. En condiciones estáticas no hay ningún movimiento en las líneas de flujo y, por consiguiente, no se induce ninguna corriente en la bobina. Sin embargo, cuando un objeto ferromagnético penetra en el campo del imán o lo abandona, el cambio resultante en las líneas de flujo induce un impulso de corriente, cuya amplitud y forma son proporcionales a la velocidad de cambio de flujo.

La forma de onda de la tensión, observada a la salida de la bobina, proporciona un medio efectivo para la detección de proximidad.

En la figura 12 se ilustra la relación existente entre la amplitud de la tensión y la distancia sensor-objeto. A partir de esta figura se deduce que la sensibilidad cae rápidamente al aumentar la distancia y que el sensor solo es efectivo para fracciones de un milímetro.

Figura 12. Amplitud entre el sensor y el objeto



<http://proton.ucting.udg.mx/materias/robotica>

Puesto que el sensor requiere movimiento para generar una forma de onda de salida, un método para producir una señal binaria es integrar esta forma de onda.

La salida binaria se mantiene a nivel bajo en tanto que el valor integral permanezca por debajo de un umbral especificado, y luego se conmuta a nivel alto (indicando la proximidad de un objeto) cuando se supera el umbral.

8.6 MATERIALES UTILIZADOS

8.6.1 ACEROS INOXIDABLES: Los aceros inoxidable se caracterizan por un contenido de cromo del 12% como mínimo. Este elemento forma un compuesto oxidado en la superficie de la aleación que detiene o disminuye la corrosión (capa pasiva), en este punto es fácil comprender que cuando se inicia el crecimiento de la película, si hay sobre la superficie impurezas o materias extrañas evitarán la formación de dicha capa, lo cual ocasionará problemas de corrosión en el futuro.

La estabilidad de la capa pasiva es el factor determinante para la resistencia a la corrosión en los aceros inoxidable. La diferencia de los aceros inoxidable con

otros metales es que la capa pasiva la genera la propia aleación; la resistencia a la corrosión en los aceros inoxidable depende de la naturaleza del entorno corrosivo y de los elementos de aleación **Cr, Ni, C, Mo, N**; también depende de la condición de la superficie y del tratamiento de pasivación previo.

¿Que sucede cuando la película se rompe? El solo contacto del oxígeno del ambiente hará crecer de nuevo la película pasiva y el material volverá a tener la misma resistencia a la corrosión que antes del rasguño, lo que quiere decir que el acero inoxidable tiene lo que podríamos llamar reparación automática.

8.6.2 AISI 304L: El carbono en estas variantes del AISI 304 y 316 esta muy reducido en cantidades no superiores al 0,03%; las características mecánicas a temperatura ambiente son similares a las de los tipos normales. Debido al bajo porcentaje de carbono, presenta buena actitud para soldabilidad.

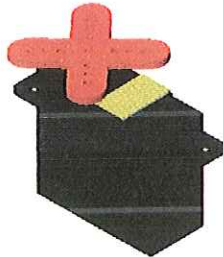
8.6.3 Aluminio: Elemento químico metálico, de símbolo Al, número atómico 13, peso atómico 26.9815, que pertenece al grupo IIIA del sistema periódico. El aluminio puro es blando y tiene poca resistencia mecánica, pero puede formar aleaciones con otros elementos para aumentar su resistencia y adquirir varias propiedades útiles. Las aleaciones de aluminio son ligeras, fuertes, y de fácil formación para muchos procesos de metalistería; son fáciles de ensamblar, fundir o maquinar y aceptan gran variedad de acabados. Por sus propiedades físicas, químicas y metalúrgicas, el aluminio se ha convertido en el metal no ferroso de mayor uso.

El aluminio es estable al aire y resistente a la corrosión por el agua de mar, a muchas soluciones acuosas y otros agentes químicos. Esto se debe a la protección del metal por una capa impenetrable de óxido. A una pureza superior al 99.95%, resiste el ataque de la mayor parte de los ácidos, pero se disuelve en agua regia. Su capa de óxido se disuelve en soluciones alcalinas y la corrosión es rápida.

8.7 ACTUADORES

8.7.1 Servomotor

Figura 13. Servomotor



Autor (ver anexo A 1)

El servo es un pequeño pero potente dispositivo que dispone en su interior de un pequeño motor con un reductor de velocidad y multiplicador de fuerza, también dispone de un pequeño circuito que gobierna el sistema. El recorrido del eje de salida es de 180° en la mayoría de ellos, pero puede ser fácilmente modificado para tener un recorrido libre de 360° y actuar así como un motor.

Funcionamiento:

El control de posición lo efectúa el servo internamente mediante un potenciómetro que va conectado mecánicamente al eje de salida y controla un pwm (modulador de anchura de pulsos) interno para así compararlo con la entrada pwm externa del servo, mediante un sistema diferencial, y así modificar la posición del eje de salida hasta que los valores se igualen y el servo pare en la posición indicada, en esta posición el motor del servo deja de consumir corriente y tan solo circula una pequeña corriente hasta el circuito interno, si forzamos el servo (moviendo el eje de salida con la mano) en este momento el control diferencial interno lo detecta y envía la corriente necesaria al motor para corregir la posición.

Para controlar un servo tendremos que aplicar un pulso de duración y frecuencia específica. Todos los servos disponen de tres cables dos para alimentación Vcc y Gnd y otro cable para aplicar el tren de pulsos de control que harán que el circuito de control diferencial interno ponga el servo en la posición indicada por la anchura del pulso.

En la siguiente tabla están indicados los valores de control y disposición de cables de varias marcas que comercializan servos.

Tabla 2. Señales del servo

Fabricante	Duración pulso (ms)			Hz	disposición de cables		
	min	Neutral	máx		+ batt	- batt	pwm
Hitech	0.9	1.5	2.1	50	Rojo	negro	amarillo

www.x-robotics.com

8.7.2 Motores CC

Figura 14. Motor C.C



www.mamco.thomasregister.com

El motor eléctrico es un dispositivo electromotriz, esto quiere decir que convierte la energía eléctrica en energía motriz. Todos los motores disponen de un eje de salida para acoplar un engranaje, polea o mecanismo capaz de transmitir el movimiento creado por el motor.

Funcionamiento:

El funcionamiento de un motor se basa en la acción de campos magnéticos opuestos que hacen girar el rotor (eje interno) en dirección opuesta al estator (imán externo o bobina), con lo que si sujetamos por medio de soportes o bridas la carcasa del motor el rotor con el eje de salida será lo único que gire.

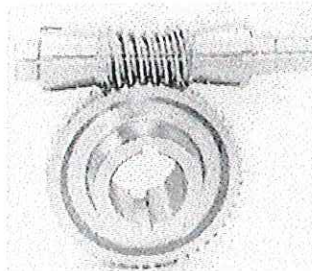
Para cambiar la dirección de giro en un motor de Corriente Continua tan solo tenemos que invertir la polaridad de la alimentación del motor.

Para modificar su velocidad podemos variar su tensión de alimentación con lo que el motor perderá velocidad, pero también perderá par de giro (fuerza) o para no perder par en el eje de salida podemos hacer un circuito modulador de anchura de pulsos (pwm) con una salida a transistor de mas o menos potencia según el motor utilizado.

8.7.3 Reducción de la velocidad de un motor.

8.7.3.1 Tornillo sin fin y corona: Permite la transmisión de potencia sobre ejes perpendiculares y son utilizado comúnmente por sus altas relaciones de transmisión (relación entre la velocidad de entrada y la de salida) en comparación con los engranajes cónicos. Poseen adicionalmente un bajo costo y la posibilidad de ser auto bloqueantes, es decir que es imposible mover el eje de entrada a través del eje de salida.

Figura 15. Tornillo sin fin y corona.

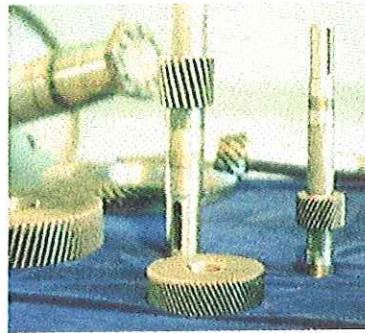


www.scamecanica.com

8.7.3.2 Engranajes cilíndricos helicoidales: Son aquellos en donde se ha creado un ángulo entre el recorrido de los dientes con respecto al eje axial con el fin de asegurar una entrada mas progresiva del contacto entre diente y diente, reduciendo el ruido de funcionamiento y aumentando la resistencia de los dientes del engranaje.

Aplicación: Constituyen los engranajes mayormente utilizados en la actualidad en aplicaciones donde es necesario la transmisión entre ejes paralelos a altas velocidades.

Figura 16. Engranaje Helicoidal.



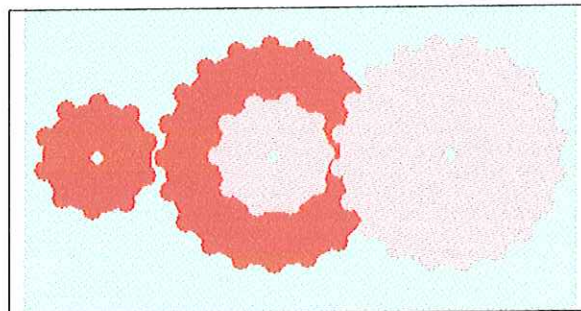
www.scamecanica.com

Desventajas: La principal desventaja frente a los engranajes cilíndricos rectos es la generación de las fuerzas axiales debido al ángulo de su hélice. Estas se pueden compensar mediante la utilización de rodamientos especiales (para torques bajos) y de engranajes con hélices opuestas en el mismo eje o engranajes bi-helicoidales (para torques altos).

8.7.3.3 Trenes de Engranajes

- ❖ Tren de engranajes compuesto:

Figura 17. Tren de engranajes compuesto.



<http://www.terra.es/personal/jdellund/tutorial/espanol/trensimple.htm>

El mecanismo está formado por más de dos ruedas dentadas compuestas, que engranan. Las ruedas compuestas constan de dos o más ruedas dentadas simples solidarias a un mismo árbol o eje..

En el caso más sencillo, se usan tres ruedas dentadas dobles idénticas, de forma que la rueda pequeña de una rueda doble engrana con la rueda grande de la rueda doble siguiente. Así se consiguen relaciones de transmisión, multiplicadoras o reductoras, muy grandes. Efectivamente, su valor viene dado por el producto de los dos engranajes simples que tiene el mecanismo, de manera que:

$$i = i1 i2$$

Donde

i : relación de transmisión del mecanismo
 $i1$: relación de transmisión entre las ruedas 1 y 2
 $i2$: relación de transmisión entre las ruedas 2 y 3

Como las ruedas dobles son iguales, $i1$ e $i2$ tienen el mismo valor. Por lo tanto, la relación de transmisión global es el cuadrado de la que corresponde a un engranaje simple. En función de las características de la rueda doble tenemos que

$$i = (z1 / z2)^2$$

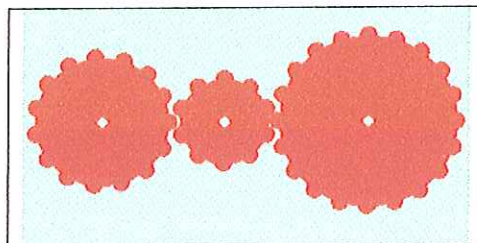
Donde

i : relación de transmisión
 $z1$: dientes de la primera rueda simple que engrana
 $Z2$: dientes de la segunda rueda simple que engrana

En la figura 17, el árbol motor aparece a la izquierda del dibujo.

❖ Tren de engranajes simple:

Figura 18. Tren de engranajes simple.



<http://www.terra.es/personal/jdellund/tutorial/espanol/trensimple.htm>

El mecanismo está formado por más de dos ruedas dentadas simples, que engranan. En el programa nos referimos al caso más sencillo, en que sólo hay tres ruedas. La rueda motriz transmite el giro a una rueda intermedia, que suele llamarse rueda loca o engranaje loco. Finalmente, el giro se transmite a la rueda solidaria al árbol resistente. Esta disposición permite que el árbol motor y el resistente giren en el mismo sentido. También permite transmitir el movimiento a árboles algo más alejados. Hay trenes de engranaje en el interior de relojes mecánicos.

La relación de transmisión viene dada por el producto de los dos engranajes que tiene el mecanismo, de manera que

$$i = i1 i2$$

Donde

i : relación de transmisión del mecanismo
 $i1$: relación de transmisión entre las ruedas 1 y 2
 $i2$: relación de transmisión entre las ruedas 2 y 3

Es inmediato comprobar, a partir de esta expresión, que el engranaje loco no tiene influencia alguna en la relación de transmisión del sistema, y que simplemente actúa como intermediario entre las ruedas extremas. Este resultado es generalizable a un número arbitrario de ruedas intermedias. Por lo tanto, obtenemos la sencilla expresión

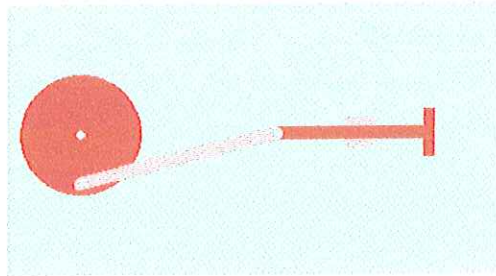
$$i = z \text{ conductora} / z \text{ resistente}$$

Donde

i : relación de transmisión
 $z \text{ conductora}$: número de dientes de la rueda conductora
 $z \text{ resistente}$: número de dientes de la rueda resistente

8.8 MECANISMO DE BIELA- MANIVELA

Figura 19. Mecanismo de biela-manivela



<http://www.terra.es/personal/jdellund/tutorial/espanol/biela.htm>

En este mecanismo, el movimiento de rotación de una manivela o cigüeñal provoca el movimiento rectilíneo, alternativo, de un pistón o émbolo. Una biela sirve para unir las dos piezas. Con la ayuda de un empujón inicial o un volante de inercia, el movimiento alternativo del pistón se convierte en movimiento circular de la manivela. El movimiento rectilíneo es posible gracias a una guía o un cilindro, en el cual se mueve. Este mecanismo se usa en los motores de muchos vehículos.

El recorrido máximo que efectúa el pistón se llama carrera del pistón. Los puntos extremos del recorrido corresponden a dos posiciones diametralmente opuestas de la manivela. Por lo tanto, el brazo de la manivela (distancia del eje al punto de unión con la biela) equivale a la mitad de la carrera del pistón.

El pistón completa dos carreras por cada vuelta de la manivela, de manera que la relación entre velocidades es

$$V_m = 2 w R / p$$

Donde

V_m : velocidad media del pistón
 w : velocidad de giro de la manivela
 R : brazo de la manivela

El cálculo de la velocidad máxima que adquiere el pistón es más complicado, y depende básicamente de la longitud de la biela. Cuando la biela es bastante mayor que el brazo de la manivela, la máxima velocidad se produce aproximadamente a medio recorrido, y toma por valor

$$V_M = w * R$$

Donde

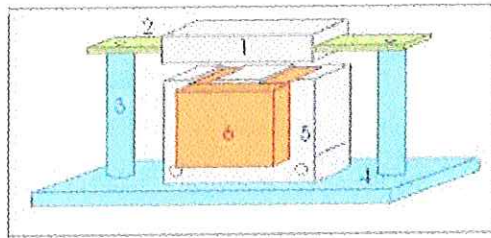
VM: velocidad máxima del pistón

8.9 DOSIFICADORES

8.9.1 Por Vibración: Este sistema es práctico para dosificar productos secos de estructura rígida con una precisión no muy alta.

Está compuesto por un elemento que produce la vibración y un soporte elástico.

Figura 20. Dosificado por vibración.



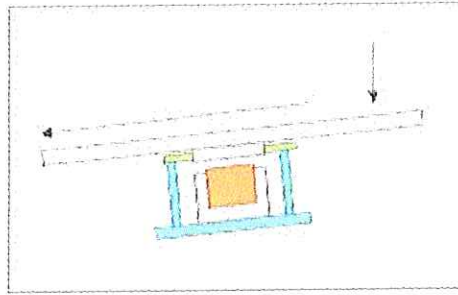
www.anser.com.ar/ Dosificadores

Un ejemplo de vibrador electromagnético es el mostrado en la figura 20.

El núcleo 5 es rodeado por la bobina 6 que produce el campo magnético alterno. La laminación 1 es atraída por el campo magnético y no choca con el núcleo por estar suspendido con los flejes 2 a una distancia de 3-4 mm.

El campo magnético es una onda que varía 50 veces por segundo, en su momento de mayor poder la pieza 1 está más cerca del núcleo, en el momento cero está en su posición de reposo. Esto se produce 50 veces por segundo en nuestra red eléctrica. Si sobre la pieza 1 colocamos una bandeja con forma de U e inclinamos el conjunto, el material sobre la bandeja se deslizará hacia abajo.

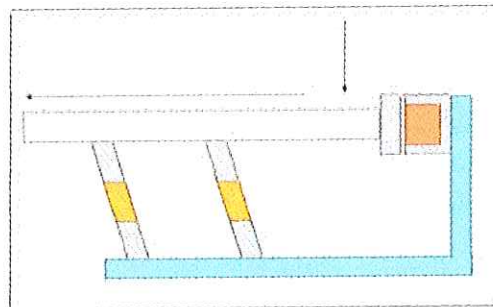
Figura 21. Primer paso



www.anser.com.ar/ Dosificadores

En el ejemplo el material cae sobre la bandeja y se desliza hacia abajo por la vibración. Regulando la intensidad de la vibración se regula la cantidad de material dosificado.

Figura 22. Segundo paso.

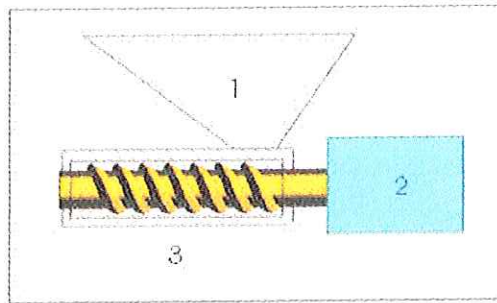


www.anser.com.ar/ Dosificadores

En este modelo la bandeja vibratoria está horizontal, el vibrador en su extremo y los soportes tienen una zona flexible (amarillo) de poliuretano. La vibración se transmite a la bandeja y el material es desplazado hacia adelante.

8.9.2 Por Tornillo: El elemento de dosificación en este tipo es una rosca de paso 1-1 que al girar desenroscando traslada el material desde la tolva a la salida.

Figura 23. Dosificado por tornillo.



www.anser.com.ar/ Dosificadores

En 1 esta la tolva con material, 2 es el motor de velocidad variable y 3 el tornillo dentro de su camisa. Este sistema es de muy buena precisión.

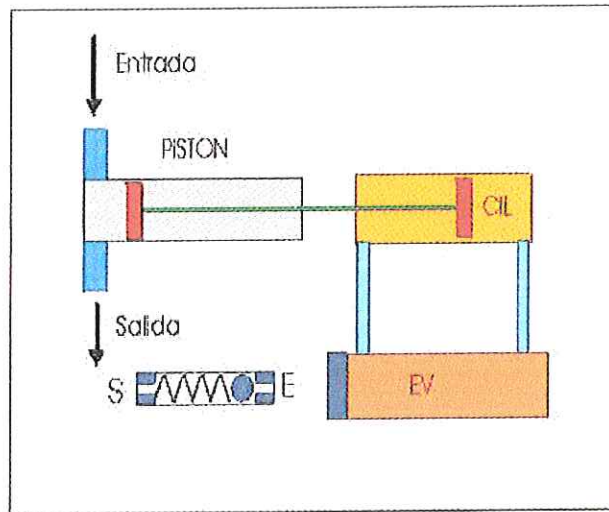
8.9.3 Dosificación de líquidos: La dosificación de líquidos se realiza en una variedad de formas.

Todas deben de alguna manera determinar la cantidad de centímetros cúbicos o litros entregados.

El sistema por volumen se basa en llenar un recipiente de volumen fijo y descargarlo la cantidad de veces necesarias para completar la cantidad a dosificar.

El peso específico en relación al volumen desplazado permite conocer los cm^3 medidos Un simple pistón con dos válvulas sirve como método como vemos abajo

Figura 24. Dosificado por volumen.



www.anser.com.ar/ Dosificadores

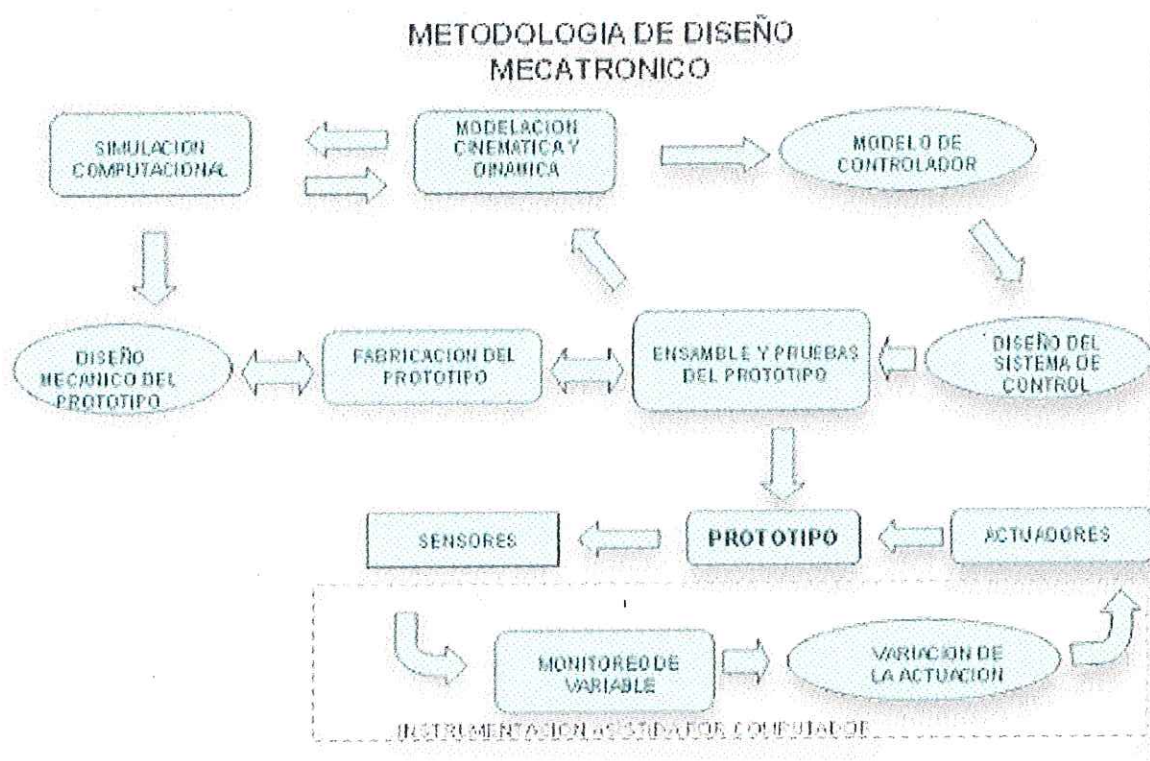
En este caso un cilindro neumático empuja el pistón dentro del pistón dosificador la electroválvula EV inicia y detiene el avance del cilindro de empuje, las válvulas del dosificador constan de una bolilla empujada por un resorte Cuando hay presión del liquido dentro del pistón dosificador la misma se abre y deja pasar una cantidad de liquido dosificado.

Avanzando o retrocediendo el cilindro neumático en relación con el pistón dosificador se cambia la cantidad de líquido controlado.

9. DISEÑO MECATRÓNICO

Para el desarrollo y construcción del piloto de la maquina envasadora de sustancias líquidas se sigue la metodología de diseño Mecatrónico planteada por el Doctor José Emilio Vargas Soto; a esta metodología, se le hicieron algunas modificaciones para adaptarlas a este proyecto.

Figura 25. Metodología del diseño mecatrónico

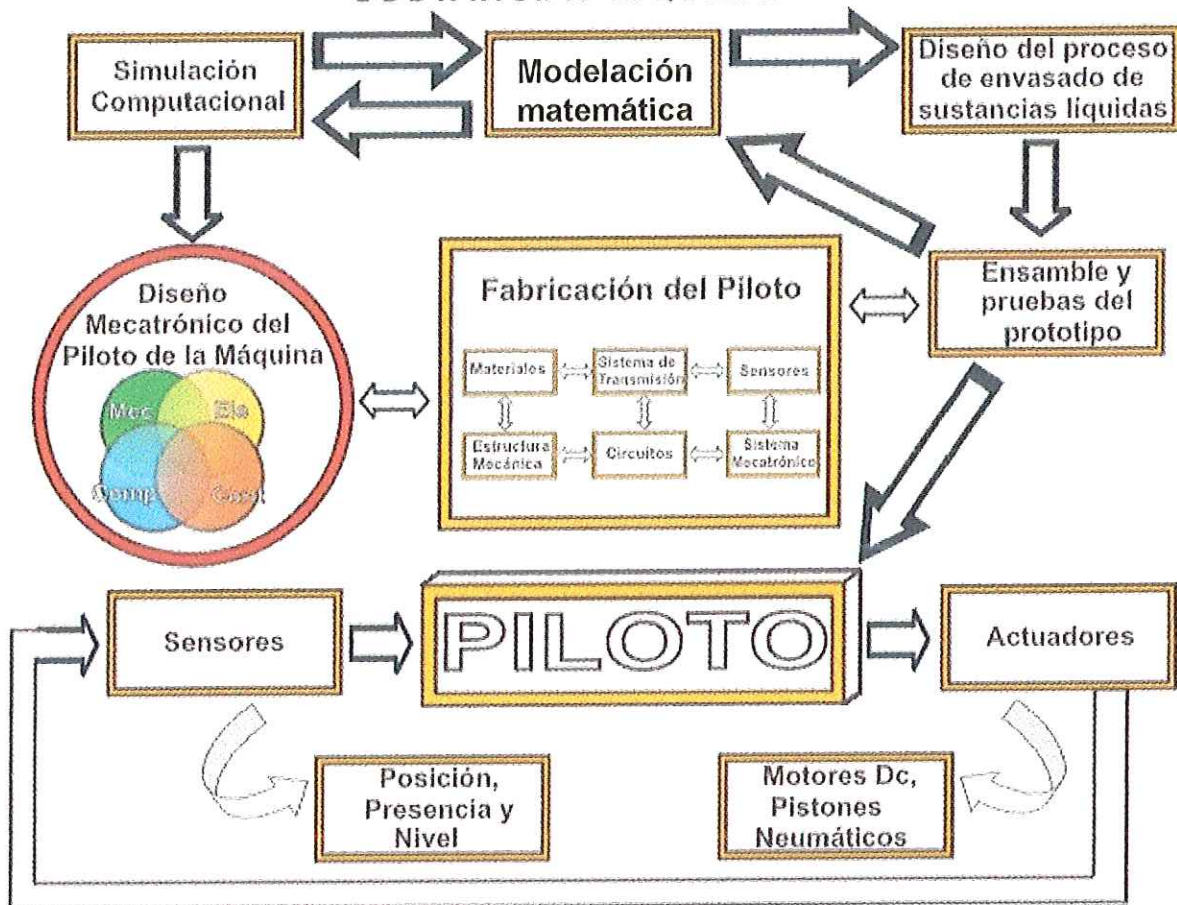


Doctor José Emilio Vargas Soto⁹

⁹ Doctor José Emilio Vargas Soto, Universidad Complutense de Madrid-España, docente de Informática y Automática.

Figura 26. Metodología del diseño Mecatrónico aplicado al diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas.

METODOLOGÍA DEL DISEÑO MECATRÓNICO DE UN PROCESO AUTOMATIZADO PARA EL ENVASADO DE SUSTANCIAS LÍQUIDAS

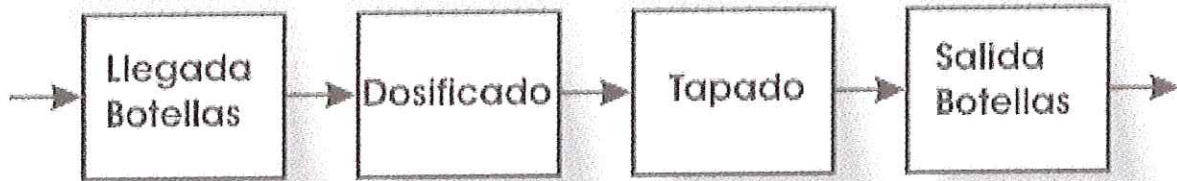


Autor

Siguiendo la metodología del diseño mecatrónico desarrollada para este proyecto se busca implementar los resultados obtenidos para obtener un proceso de envasado de sustancias líquidas que fácilmente se pueda realizar en la industria y al mismo tiempo sirva a los estudiantes para tener una visión más amplia desde sus aulas de clase de los procesos automatizados que hoy en día no es un privilegio si no una necesidad de las empresas que quieren ser competitivas en el mercado no solo nacional sino mundial.

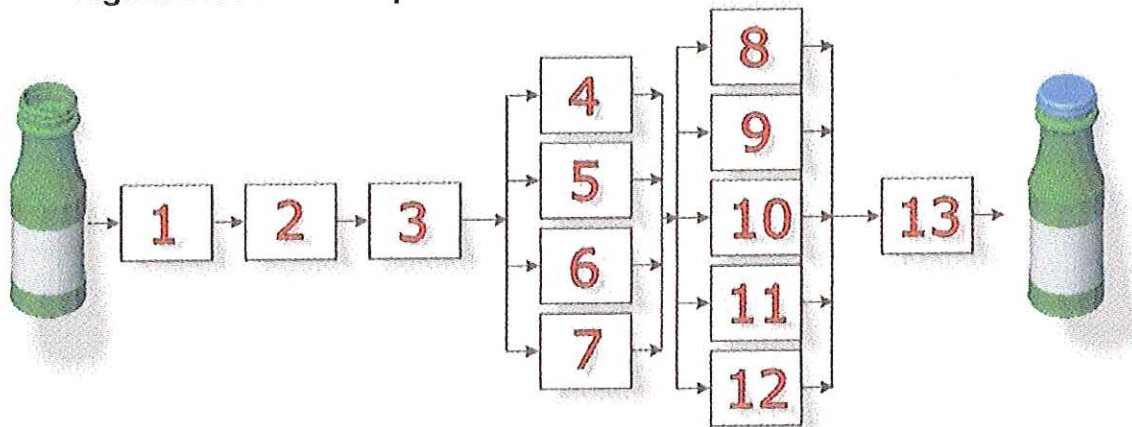
9.1 DISEÑO GENERAL DE UN PROCESO AUTOMATIZADO PARA EL ENVASADO DE SUSTANCIAS LÍQUIDAS.

Figura 27. Diagrama general del proceso de envasado de sustancias líquidas.



Autor

Figura 28. Pasos del proceso de envasado de sustancias líquidas.



Autor

Cuando la máquina se prende por primera vez, deben existir en cada parte del proceso botellas para que se puedan realizar las funciones programadas.

- 1. Llegada de las botellas:** Esta es la parte inicial del proceso, en este sector, las botellas llegan vacías desde un punto de alimentación, para ser ubicadas luego en el sistema de envasado.
- 2. Agarrar botellas vacías:** Por medio de un mecanismo, las botellas vacías son agarradas y sacadas del punto de llegada para comenzar así el proceso de envasado.
- 3. Desplazar botellas al disco:** Las botellas vacías que han sido agarradas anteriormente son desplazadas por el mecanismo que las agarró hasta un disco en el cual se desarrollará todo el proceso de envasado.

4. **Dejar botellas en el disco:** El mecanismo que agarró las botellas vacías las ubica en el disco.
5. **Dosificar botellas:** En el instante en que el mecanismo que agarró las botellas las deja en el disco, un mecanismo independiente se encarga de dosificar las botellas vacías que ese encuentran ubicadas en dicha parte del proceso.
6. **Tapado botellas:** Un mecanismo se encarga de tapar las botellas que han sido dosificadas para cumplir así con el proceso de envasado.
7. **Agarrar botellas envasadas:** Una vez tapadas las botellas, un mecanismo se encarga de agarrarlas para esperar la orden de sacarlas del proceso.
8. **Girar disco 90°:** Una vez realizado el proceso de dejar las botellas en el disco, dosificar las botellas, taparlas y retirar las que ya han sido tapadas, el disco gira 90° para ubicar las botellas en una nueva parte del proceso, así, las botellas que llegaron vacías quedan ubicadas en el dosificado, las que fueron dosificadas pasan al tapado y las botellas tapadas pasan a la parte en que son retiradas del disco.
9. **Llenar sistema dosificado:** Un mecanismo se encarga bombear el fluido desde un tanque hasta las cámaras de dosificado una vez se ha realizado el proceso.
10. **Ubicar tapas en el sistema de tapado:** Un mecanismo se encarga de colocar las tapas para que puedan ser ubicadas en sus respectivas botellas que permita realizar el proceso de tapado.
11. **Regresar mecanismo agarrar botellas:** El mecanismo que dejó las botellas vacías en el disco se regresa a su posición inicial para esperar la orden de agarrar las nuevas botellas que llegan al proceso.
12. **Regresar mecanismo transporte de botellas envasadas:** El mecanismo desplaza las botellas llenas hasta un punto de salida donde se dará por terminado el proceso.
13. **Dejar botellas envasadas en el sistema de salida:** El mecanismo deja las botellas envasadas en el punto de salida y termina así, para estas botellas el ciclo, al mismo tiempo, el mecanismo que agarra las botellas vacías hace su trabajo para transportar nuevas botellas y comenzar para estas el proceso de envasado.

9.2 DIMENSIONES DE LA MESA DE LA MÁQUINA.

Figura 29. Mesa

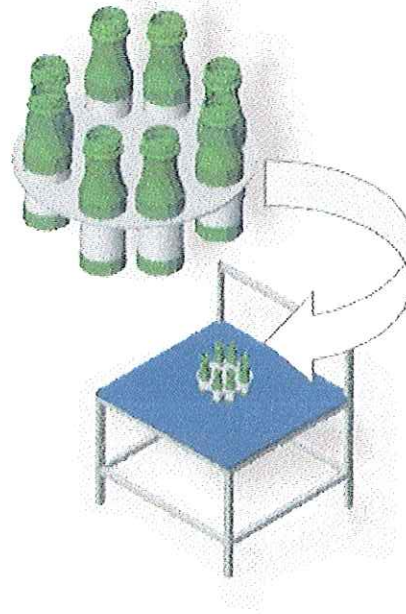


Autor (ver anexo A 4)

La mesa es la estructura en la cual van a ir ubicados todos los mecanismos y elementos necesarios para el funcionamiento de la máquina. Esta hecha en tubo cuadrado de 1 ½ " con un ancho de 1 metro * 93 centímetros de largo y una altura de 72 centímetros, posee una estructura adicional de una altura de 37 centímetros y un 1 metro de ancho en donde van a ir ubicados los elementos de la parte de control (plc's, borneras, electroválvulas). La bandeja de la mesa esta hecha en coll roller calibre 12.

9.3 SELECCIÓN DEL MOTOR QUE MUEVE EL DISCO.

Figura 30. Ubicación disco



Autor (ver anexo A 4)

En todo el centro de la mesa va ubicado un disco en acero inoxidable de 4 milímetros de grosor con un diámetro de 30 centímetros y ocho orificios de 6 centímetros de diámetro cada uno, en donde se depositan las botellas para ser desplazadas a cada punto del proceso (dosificado, tapado y salida). Para que el disco gire se necesita seleccionar un motor que posea la potencia necesaria para realizar este trabajo. Los parámetros que se tienen en cuenta para la selección del motor son los siguientes:

Tabla 3. Peso elementos disco

ELEMENTO	CANTIDAD	PESO UNITARIO (gr)	PESO TOTAL (gr)
Disco	1	1000	1000
Botella	8	350	2800
SUMA PESO TOTAL			3800

Autor

Se toma como 5000 gr el peso estimado que debe mover el motor para tener un factor de seguridad más amplio.

El disco debe girar a 5 rpm.

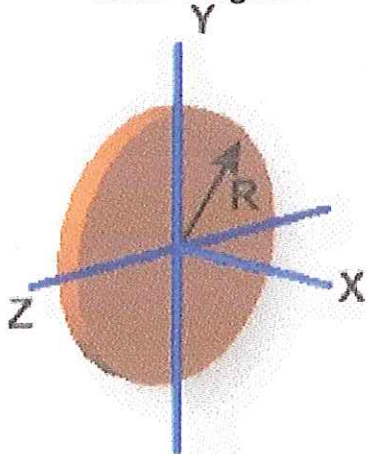
El radio del disco es 15 centímetros.

Para saber que motor se debe seleccionar se calcula el torque¹⁰ (T) que debe tener para que sea capaz de mover la carga.

Como el disco va a estar girando, apoyado sobre el eje del motor únicamente, el torque se calcula a partir del momento de inercia¹¹ (I) y la aceleración angular¹² (α).

$$T = I * \alpha$$

Tabla 4. Momento de inercia de un disco delgado

DISCO DELGADO	
$I_x = \frac{1}{2} * m * r^2$	<p>Figura 31. Momento de inercia de un disco delgado.</p>  <p>Física universitaria – Pearson Educación</p>
$I_y = I_z = \frac{1}{4} * m * r^2$	

Autor

Como el disco gira sobre su eje X, el momento de inercia que se escoge es I_x .

$$I = (1/2) * m * r^2$$
$$I = (1/2) * 5000g * (0.15m)^2$$

¹⁰ Ver glosario.

¹¹ Ver glosario.

¹² Ver glosario.

$$I = 0.05625 \text{Kg.m}^2$$

Ahora se calcula la velocidad lineal que el disco tiene girando a una velocidad angular de 5 rpm, esta velocidad lineal sirve para encontrar la aceleración tangencial que tendría el disco en un punto determinado y con esta poder encontrar la aceleración angular que experimenta el disco para poder completar nuestra ecuación y conocer el valor del torque que proporciona dicha carga al eje del motor.

$$V = w \cdot r$$

Como la velocidad angular se tiene en rpm para poder usarla en esta ecuación se debe convertir a rad/s.

$$W(\text{rad/s}) = \frac{1 \text{ rev} * 1 \text{ min} * 2 \pi}{1 \text{ min} * 60 \text{ seg} * 1 \text{ rev}}$$

$$W = \frac{5 \text{ rev} * 1 \text{ min} * 2 \pi}{1 \text{ min} * 60 \text{ seg} * 1 \text{ rev}}$$

$$W = (1/6) * \pi \text{ rad/s}$$

Teniendo la velocidad angular en rad/s se puede calcular la velocidad lineal del disco.

$$V = (1/6) * \pi \text{ rad/s} * 0.15 \text{ m}$$

$$V = 7.853 * 10^{-2} \text{ m/s}$$

Conociendo la velocidad lineal se puede calcular la aceleración tangencial del disco en un punto dado, esta aceleración sirve para calcular finalmente la aceleración angular que es la que se necesita.

$$\text{Si } v = w \cdot r$$

$$dv/dt = a_t$$

$$\text{Entonces } a_t = (v - v_0) / t$$

Para conocer el tiempo que el disco se demora en dar una vuelta se recurre a la velocidad angular a la que gira para que permita saber el dato que necesitamos.

$$\begin{array}{l} 5 \text{ vueltas} \longrightarrow 60 \text{ s} \\ 1 \text{ vuelta} \longrightarrow X \text{ s} \end{array}$$

$$X = 60s \cdot 1 \text{ vuelta} / 5 \text{ vueltas}$$

$$X = 12 \text{ s}$$

V_0 es igual a cero porque el disco siempre arranca desde el reposo.

$$a_t = v / t$$

$$a_t = 7.853 \cdot 10^{-2} \text{ m/s} / 12 \text{ s}$$

$$a_t = 6.544 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^2$$

Teniendo estos valores se puede calcular la aceleración angular del disco.

$$a_t = r \cdot dw/dt$$

$$\text{donde } dw/dt = \alpha$$

$$a_t = r \cdot \alpha$$

$$\alpha = 6.544 \text{ m/s}^2 / 0.15 \text{ m}$$

$$\alpha = 4.363 \cdot 10^{-2} \text{ rad/s}^2$$

Como ya se poseen los valores del momento de inercia y de la aceleración angular se procede a remplazar en la ecuación para conocer el valor del torque.

$$T = I \cdot \alpha$$

$$T = 0.05625 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 \cdot 4.363 \cdot 10^{-2} \text{ rad/s}^2$$

$$T = 2.454 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}$$

Aunque al hacer los cálculos del torque, para conocer el momento de inercia se sugirió una masa de 5000 g (1200g más que la masa del disco y las botellas), se recomienda buscar un motor que como mínimo desarrolle un torque mayor o igual a dos veces el torque que le genera la carga para tener un factor de seguridad adecuado.

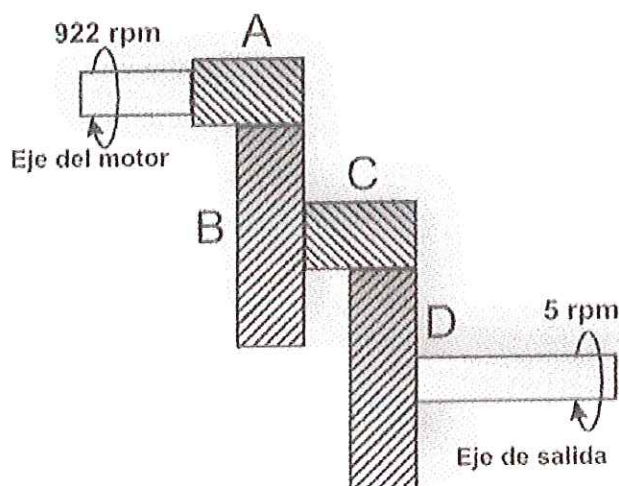
Partiendo de esta sugerencia se necesita un motor que desarrolle un torque igual o mayor a:

$$T_{\text{sugerido}} \geq 4.908 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}$$

El voltaje con el cual se va a trabajar es de 24 V Dc, por tal razón, a este voltaje aplicado el motor debe entregar a la salida una velocidad angular de 5 rpm. Como es difícil encontrar un motor que por si solo gire a esta velocidad se requiere diseñar un tren de engranajes que reduzcan la velocidad del motor a la velocidad requerida para el giro del disco.

Al aplicarle un voltaje de 24 V al motor este gira a una velocidad angular de 922 rpm. En el eje del motor se ubica un tornillo sinfín de 2 entradas (A), el cual transmite el movimiento a un engranaje helicoidal (B) que lleva acoplado otro tornillo sinfín de 3 entradas (C) que transmite el movimiento a un engranaje helicoidal (D) en el cual se ubica el eje de salida donde está acoplado el disco.

Figura 32. Tren de engranajes.



Autor

Conociendo la velocidad angular a la que gira el tornillo sinfín (A), el número de entradas que tienen los tornillos sinfín (A) y (C) y el número de dientes de los engranajes helicoidales (B) y (D) se puede comprobar que la reducción de velocidad angular que realiza este tren de engranajes es la adecuada.

$$\text{rpm del helicoidal} = \frac{\text{rpm del sinfín} * \text{número de entradas}}{\text{dientes de la rueda}}$$

Para B:

$$\text{rpm de B} = \frac{\text{rpm de A} * \text{número de entradas de A}}{\text{dientes de B}}$$

$$\begin{aligned} \text{rpm de B} &= 922 \text{ rpm} * 2 / 26 \\ \text{rpm de B} &= +/- 71 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Para C:

$$\text{rpm C} = \text{rpm de B}$$

Para D:

$$\text{rpm de D} = \frac{\text{rpm de C} * \text{número de entradas de C}}{\text{dientes de D}}$$

$$\text{rpm de D} = 71 \text{ rpm} * 3 / 43$$

$$\text{rpm de D} = +/- 5 \text{ rpm}$$

Tabla 5. Elementos del tren de engranajes.

	Elemento	Rpm	Número de entradas	Número de dientes
(A)	Tornillo sinfín	922	2	----
(B)	Engranaje Helicoidal	71	----	26
(C)	Tornillo sinfín	71	3	----
(D)	Engranaje Helicoidal	5	----	43

Autor

Conociendo que el motor con el tren de engranajes proporciona la velocidad angular requerida, se debe conocer ahora la potencia que este entrega para confirmar que es apropiado para el trabajo que se necesita.

Como se mencionó anteriormente, el voltaje al cual se va a trabajar es de 24 V Dc, al aplicársele este voltaje al motor este consume una corriente de 0.5 A. Conociendo el voltaje y la corriente que consume se puede calcular la potencia eléctrica, la cual sirve para conocer la potencia mecánica que es la que finalmente dice si el motor es el adecuado.

$$P_{\text{eléctrica}} = V * I$$

$$P_{\text{eléctrica}} = 24 \text{ V} * 0.5 \text{ A}$$

$$P_{\text{eléctrica}} = 12 \text{ W}$$

Con el valor que se obtiene de la potencia eléctrica y suponiendo una eficiencia del 50 % (generalmente la eficiencia de los motores esta en el orden de 70 % - 80

%, pero se escoge una eficiencia menor para tener un factor de seguridad mayor) se obtiene la potencia mecánica.

$$\text{Eficiencia} = P_{\text{mecánica}} / P_{\text{eléctrica}}$$

$$P_{\text{mecánica}} = 0.5 * 12 \text{ W}$$

$$P_{\text{mecánica}} = 6 \text{ W}$$

Cuando se conoce la potencia mecánica y la velocidad angular a la que gira el motor (salida del tren de engranajes) se puede conocer también el torque que este suministra. El motor sirve para la aplicación que se necesita si el torque que este desarrolla es igual o mayor a:

$$T_{\text{sugerido}} \geq 4.908 * 10^{-3} \text{ N*m}$$

Por último se calcula el torque que proporciona el motor.

$$P_{\text{mecánica}} = T * \omega \text{ (rad/s)}$$

$$T_{\text{motor}} = 6 \text{ W} / (1/6) * \pi \text{ rad/s}$$

$$T_{\text{motor}} = 0.2 \text{ N*m}$$

$$(T_{\text{motor}}) 0.2 \text{ N*m} > (T_{\text{sugerido}}) 4.908 * 10^{-3} \text{ N*m}$$

El torque que el motor proporciona es muchísimo mayor que el torque sugerido, lo cual confirma que el motor seleccionado cumplirá sin ningún problema el trabajo necesitado. Tal vez se pudo seleccionar un motor más pequeño que también entregara el torque necesario para mover el disco, pero hay que recordar que este proyecto se desarrolla con el mayor número de elementos disponible en los laboratorios, y los motores más pequeños a este no eran capaces de suministrar el valor del torque necesario.

9.4 CÁLCULO DE LOS CILINDROS.

En el proceso se utilizan 7 pistones neumáticos de doble efecto, hay que conocer la fuerza que desarrollan al aplicárseles una presión determinada para comprobar que funcionan de la manera adecuada.

Tabla 6. Pistones utilizados.

PISTONES UTILIZADOS					
Pistón	Ubicación	Fuerza que debe hacer (N)	Presión de trabajo (Bar)	Diámetro del émbolo (mm)	Diámetro del vástago (mm)
1	Mecanismo para depositar las botellas en el disco.	5.4	2	20	8
2	Mecanismo para depositar las botellas en el disco.	5	2	20	8
3	Mecanismo Dosificado.	14.7	3	25	11
4	Mecanismo tapado.	1	2	20	8
5	Mecanismo tapado.	15	4	20	8
6	Mecanismo para retirar las botellas del disco.	10.3	2	20	8
7	Mecanismo para retirar las botellas del disco.	9.8	2	20	8

Autor

9.4.1 Fuerza del émbolo: La fuerza ejercida por un elemento de trabajo depende de la presión del aire, del diámetro del cilindro, del rozamiento de las juntas. La fuerza teórica del émbolo se calcula con la siguiente formula:

$$F_{\text{teórica}} = A * P$$

$F_{\text{teórica}}$	=	Fuerza teórica del embolo	(N)
A	=	Superficie útil del embolo	(cm^2)
P	=	Presión de trabajo	(KPa, 10^5 N/m^2 , Bar)

En la práctica es necesario conocer la fuerza real. Para determinarla hay que tener en cuenta los rozamientos. En condiciones normales de servicio (presiones de 400 a 800 KPa / 4 a 8 Bar) se puede suponer que las fuerzas de rozamiento representan de un 3 a un 20 % de la fuerza calculada.

Tabla 7. Cálculo de la fuerza de un pistón de doble efecto.

FORMULA PARA CALCULAR LA FUERZA DEL EMBOLO EN UN PISTÓN DE DOBLE EFECTO.		
En el avance		En el retroceso
$F_n = A * P - F_R$		$F_n = A' * P - F_R$
Variable	Descripción	Unidades
F_n	Fuerza efectiva o real del émbolo	N
A	Superficie útil del émbolo $(D^2 * \pi)/4$	cm^2
A'	Superficie útil del anillo del émbolo	cm^2
P	Presión de trabajo	KPa, 10^5 N/m^2 , Bar
F_R	Fuerza de rozamiento (3 – 20 %)	N
D	Diámetro del émbolo	mm
d	Diámetro del vástago	mm

Autor

Conociendo los valores de cada variable solo basta remplazar en la formula para conocer la fuerza que haría cada pistón y compararla con la fuerza que debe mover para observar que se esta trabajando con los valores correctos.

Se toma la fuerza de rozamiento como del 20% para trabajar los valores críticos y tener así un mayor factor de seguridad.

Los valores de P y los diámetros de cada uno de los pistones se encuentran en la tabla 6.

Tabla 8. Fuerza del embolo en avance y en retroceso.

FUERZA DEL EMBOLO EN AVANCE Y RETROCESO DE CADA PISTÓN						
Pistón	A (D²*pi)/ 4 (cm²)	A' (D²-d²) *pi/4 (cm²)	F_R P*A*20/10 0 (N)	F_n avance A*P-F_R (N)	F_n Retorno A'*P-F_R' (N)	Fuerza que debe hacer (N)
1	3.14	2.63	F _R =12.56 F _R '=10.52	50.24	42.08	5.4
2	3.14	2.63	F _R =12.56 F _R '=10.52	50.24	42.08	5
3	4.9	3.95	F _R =29.4 F _R '=23.7	117.6	94.8	14.7
4	3.14	2.63	F _R =12.56 F _R '=10.52	50.24	42.08	1
5	3.14	2.63	F _R =25.12 F _R '=21.4	100.48	84.16	15
6	3.14	2.63	F _R =12.56 F _R '=10.52	50.24	42.08	10.3
7	3.14	2.63	F _R =12.56 F _R '=10.52	50.24	42.08	9.8

Autor

Como se observa, la fuerza que es capaz de entregar cada pistón tanto en el avance como en el retroceso es mucho mayor a la que se le exige en el proceso, pero no se recomienda trabajar a presiones muy bajas ya que las electroválvulas con las que se trabajan en este proyecto requieren de una presión a la entrada necesaria (1 – 2 Bar) para poder hacer la conmutación.

9.4.2 Cálculo del consumo de aire de cada pistón: Para disponer de aire y conocer el gasto de energía, es importante conocer el consumo de la instalación.

Para una presión de trabajo, un diámetro y una carrera de émbolo determinado, el consumo de aire para un pistón de doble efecto se calcula como sigue:

Relación de compresión*Superficie del émbolo*Carrera

La relación de compresión P_{e2}:P_{e1} se calcula de la siguiente forma:

101.3 + Presión de trabajo en KPa (referida al nivel del mar)
101.3

Para poder calcular el consumo de aire en un pistón de doble efecto se usa la siguiente formula:

$$Q = \{ s \cdot (D^2 \cdot \pi) / 4 + s \cdot (D^2 - d^2) \cdot \pi / 4 \} \cdot n \cdot \text{Relación de compresión (l/min)}$$

Q = Cantidad de aire (l/min)

s = Longitud de la carrera (cm)

n = Ciclos por minuto

Tabla 9. Consumo de aire de cada pistón.

CONSUMO DE AIRE DE CADA PISTÓN					
Pistón	Relación de compresión (kPa)	S (cm)	N	Presión de trabajo (KPa)	Q (l/min)
1	2.97	10	6	200	1.030
2	2.97	10	12	200	2.06
3	3.96	5	6	300	1.053
4	2.97	10	6	200	1.03
5	4.94	10	6	400	1.713
6	2.97	10	6	200	1.03
7	2.97	10	12	200	2.06

Autor

9.4.3 Selección del compresor: Para la selección del compresor hay que tener en cuenta el caudal de aire que consume cada pistón, hay que recordar que los pistones usados en este proyecto proporcionan una fuerza mayor que la necesaria en la máquina, se usan estos pistones porque son los que existen en los laboratorios y los que se implementan en las practicas desarrolladas por los estudiantes. Por tal razón, aunque ya se calculó el caudal que consume cada pistón a la presión de trabajo de cada sección, se recomienda calcular nuevamente este caudal a una presión de trabajo de 6 Bar para cada pistón, esto debido a que aunque no hay una norma que lo establezca, la gran mayoría de los fabricantes aceptan la presión de trabajo que debe entregar un compresor entre 6 – 8 bar.

Tabla 10. Consumo de aire de cada pistón a una presión de 6 Bar.

CONSUMO DE AIRE DE CADA PISTÓN A UNA PRESIÓN DE 6 Bar					
Pistón	Relación de compresión (KPa)	S (cm)	N	Presión de trabajo (KPa)	Q (l/min)
1	6.9	10	6	600	2.393
2	6.9	10	12	600	4.786
3	6.9	5	6	600	1.835
4	6.9	10	6	600	2.393
5	6.9	10	6	600	2.393
6	6.9	10	6	600	2.393
7	6.9	10	12	600	4.786

Autor

Para calcular el compresor existe una tabla en donde conociendo el caudal, la diferencia de presión y la frecuencia de conmutación (cuantas veces se debe activar el compresor en una hora) se puede saber con facilidad el valor de la capacidad del acumulador.

Ap = Diferencia de presión (10²KPa, 1 Bar)

V = Caudal (m³/min)

Z = Frecuencia de conmutación por hora

V_B = Capacidad del acumulador (m³)

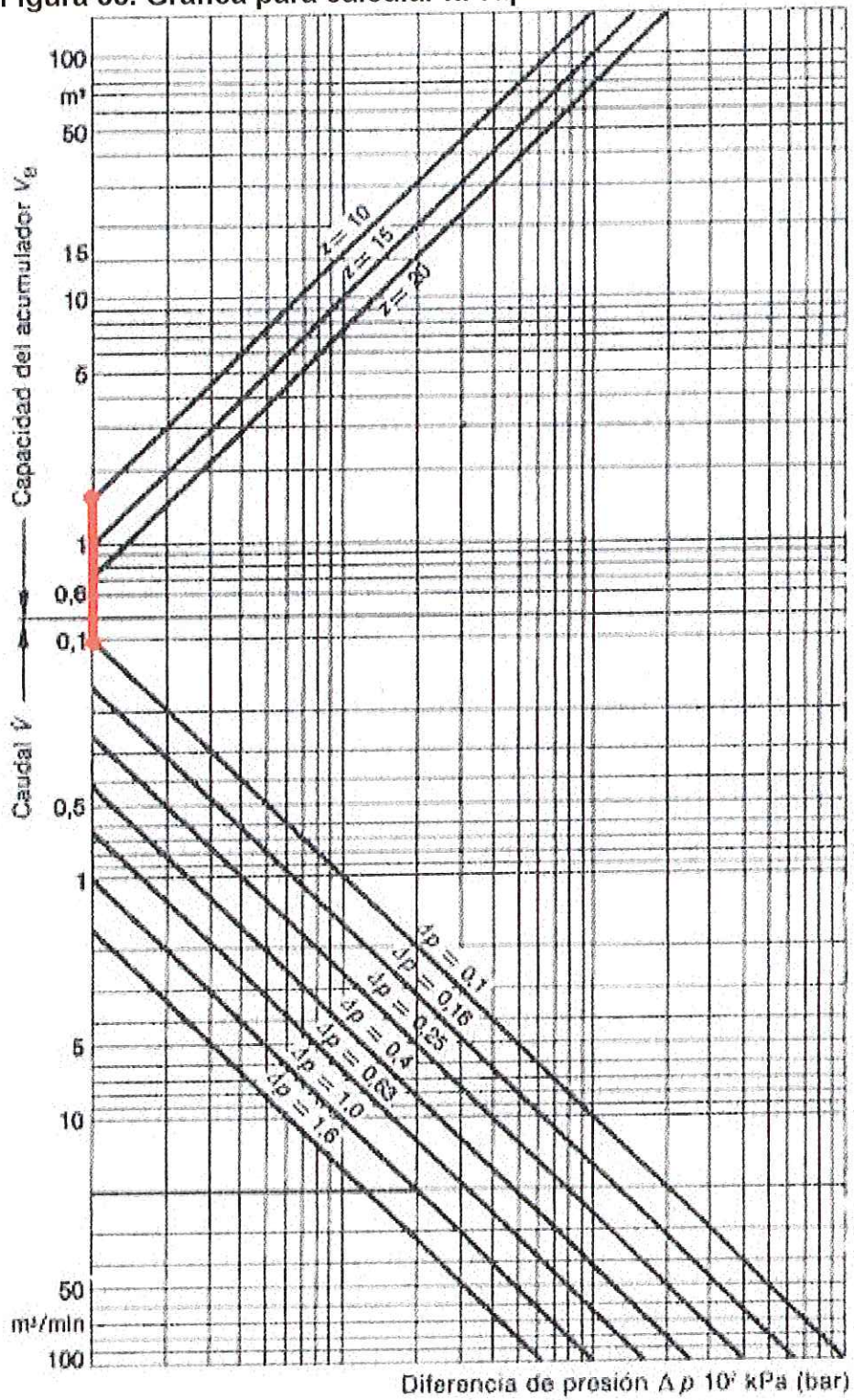
Para calcular el caudal se suma el caudal consumido por cada pistón. Para tener un mayor grado de seguridad al valor obtenido se multiplicará por 3, esto asumiendo el caudal que circula por las tuberías y el que se puede llegar a desperdiciar por pérdidas.

$$\text{Caudal} = 3 \cdot (2.393 + 4.786 + 1.835 + 2.393 + 2.393 + 2.393 + 4.786) \text{ l/min}$$

$$\text{Caudal} = 0.0629 \text{ m}^3/\text{min}$$

La diferencia de presión se toma de un 10% y la frecuencia de conmutación se escoge 10, estos valores se toman al gusto de la persona que va a seleccionar el compresor.

Figura 33. Gráfica para calcular la capacidad del acumulador.



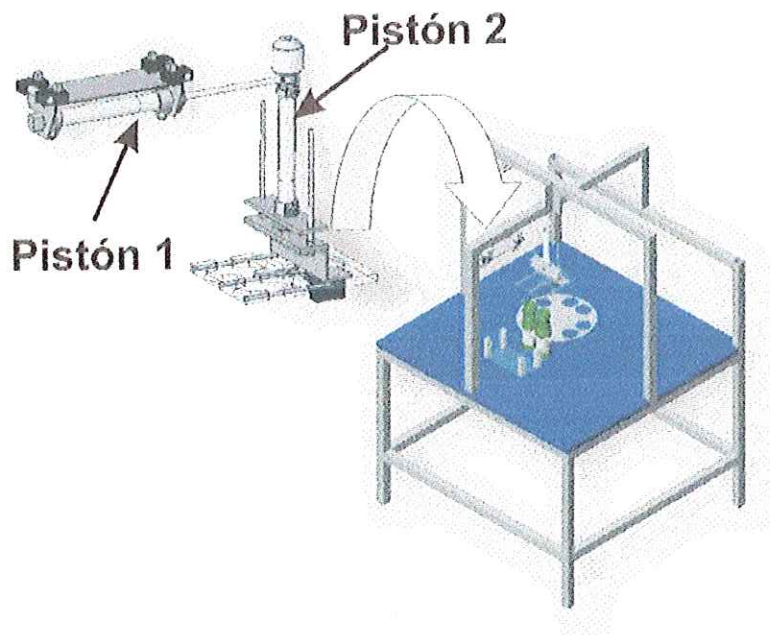
www.sapiensman.com/neumatica

Aunque el caudal que consumen los pistones es de $0.0629 \text{ m}^3/\text{min}$ en la tabla se escoge $0.1 \text{ m}^3/\text{min}$ que es el valor mínimo que presenta, a este valor y dibujando una línea hasta el valor de z la capacidad del acumulador es de:

$$V_B = +/- 2 \text{ m}^3$$

9.5 MECANISMO DE SUJECIÓN PARA LA ENTRADA DE BOTELLAS.

Figura 34. Ubicación del mecanismo de sujeción para la entrada de botellas.



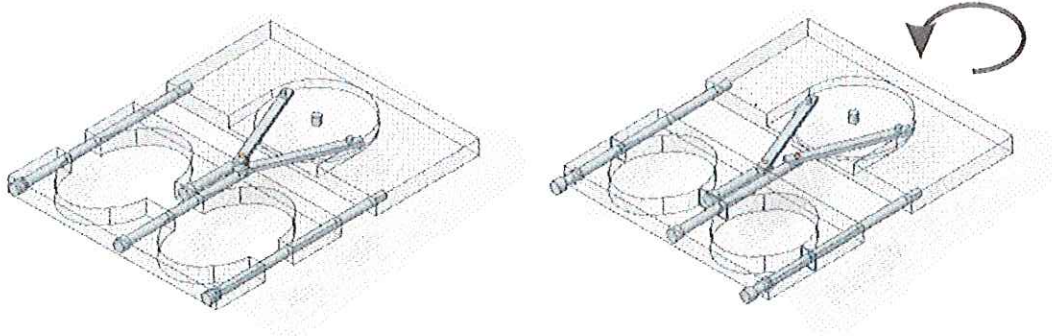
Autor (ver anexo A 4)

Este es un mecanismo que consta de dos grados de libertad, el pistón 1 se desplaza en el eje X y el pistón 2 en el eje Y, el pistón 2 tiene en su extremo, en la parte del eje, un mecanismo adicional hecho en acrílico y accionado por un servo motor cuya función consiste en abrir y cerrar unas pinzas para agarrar o soltar las botellas según sea el caso.

Este sistema recoge las botellas vacías de la canastilla de acrílico y las deposita en el disco; desplazándose el vástago del pistón (1) en ambas direcciones llevando en la parte superior un apoyo para un mejor desempeño del actuador, sin que este se flecte con el peso del mecanismo que esta soportando.

9.5.1 Diseño de las pinzas de sujeción.

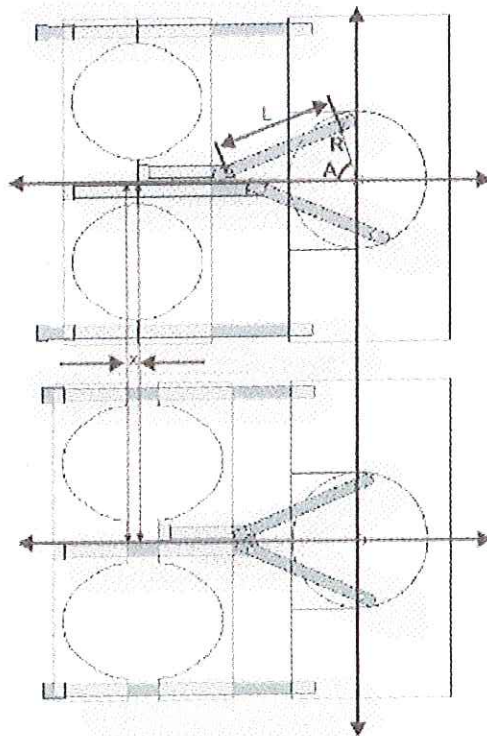
Figura 35. Pinzas



Autor (Ver anexo A 4)

Las pinzas del mecanismo de sujeción son las encargadas de retener y liberar las botellas cuando estas son desplazadas.

Figura 36. Análisis biela – manivela



Autor

El diseño consiste en un mecanismo biela manivela, cuando el disco gira un ángulo determinado (el radio en este caso es la manivela) desplaza la barra L que es la biela, mientras el extremo derecho de L describe una trayectoria circular el extremo izquierdo describe una trayectoria rectilínea.

Para saber cuantos grados hay que girar el disco se utiliza la siguiente formula:

$$X = R*(1 - \cos(A) \pm \frac{1}{2}*(R/L)*\sin^2(A))$$

X = Distancia rectilínea que recorre el extremo izquierdo de la barra al gira un ángulo determinado el disco.

R = Radio que forma el extremo derecho de la barra con el origen.

L = Longitud de la barra.

Como se observa en la figura 36 cuando el extremo derecho de la barra se encuentra a 90 ° del eje horizontal las pinzas están abiertas, para saber cuantos grados se debe girar para que las pinzas cierren se calcula primero como si el extremo derecho de la barra se hubiese desplazado los 90 ° a partir del eje horizontal (por construcción el mecanismo nunca llegara al extremo horizontal pero por cuestión de calculo hay que suponerlo así).

L = 53 mm

R = 25 mm

$$X = 25*(1 - \cos(90) + \frac{1}{2}(25/53)*\sin^2(90))$$

$$X = \pm 31 \text{ mm}$$

El extremo izquierdo de la barra se desplaza 31 mm cuando gira 90 °, ahora se hacen los cálculos si se desplaza 7 mm menos que es lo que la pinza debe recorrer para cerrarse.

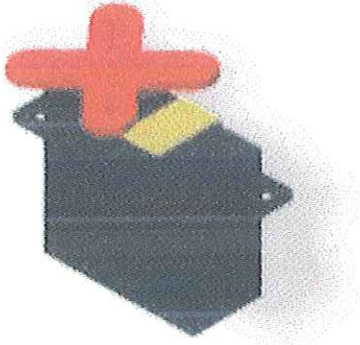
$$24 = 25*(1 - \cos(A) + \frac{1}{2}(25/53)*\sin^2(A))$$

$$A = \pm 75^\circ$$

Si a 90 ° la barra se desplaza 31 mm y a 75 ° se desplaza 24 mm el disco del mecanismo debe girar 15 ° para lograr desplazar las pinzas 7 mm que es el valor que se necesita para que se abran y se cierren.

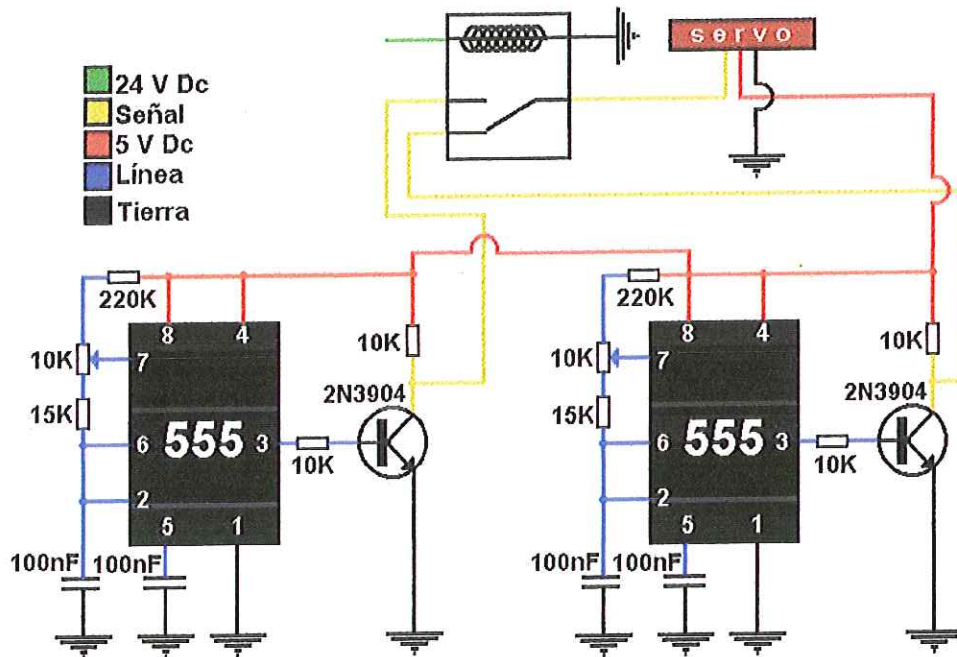
9.5.2 Circuito del servo motor que acciona las pinzas.

Figura 37. Servo.



Autor (ver anexo A 1)

Figura 38. Circuito que acciona el servo de la pinza.



Autor

El servomotor está ensamblado en el disco de acrílico que lleva las dos barras que transmiten el movimiento a las pinzas. El debe girar 15° en ambos lados para que las barras logren abrir y cerrar las pinzas.

El servo recibe la señal del circuito del 555 que es un generador de impulsos, para que gire en ambos sentidos se usan dos circuitos de este integrado, la señal que sale de cada uno va a un relé que es conmutado a 24 V Dc por una salida del PLC, así, cuando el relé no se activa la señal del primer circuito va al servo y hace que gire para que las pinzas se abran, al conmutarse el relé se activa la otra salida y hace que las pinzas se cierren.

El potenciómetro que va a la pata 7 del integrado es el que sirve para graduar el ancho de pulso necesario para que el servo gire los grados necesarios.

Tabla 11. Ancho de pulso de un servo para ángulos conocidos.

ANCHO DE PULSO EN mS PARA DETERMINADOS GRADOS DE GIRO DEL SERVO		
0 °	90 °	180 °
0.5	1.5	2.5

Autor

Si se conoce el ancho de pulso a 90 ° y a 180 ° se puede conocer el ancho de pulso a los 15 ° que es lo que necesita girar el servo para abrir y cerrar las pinzas.

$$m = (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)$$

$$m = (2.5 - 1.5) / (180 - 90)$$

$$m = 1.1 \cdot 10^{-2}$$

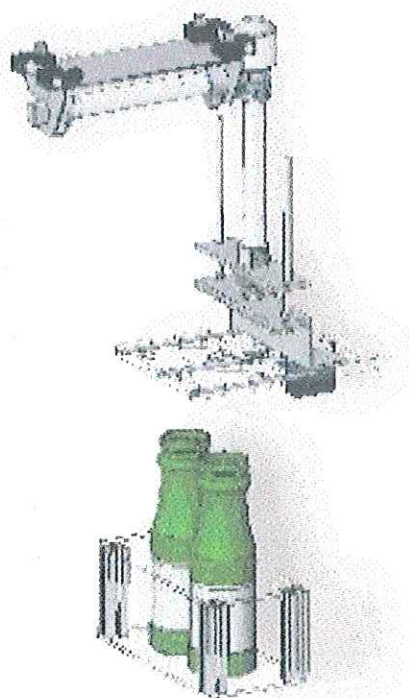
$$(1.5 - \text{ancho de pulso}) / (90 - 15) = 1.1 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{Ancho de pulso} = -1.1 \cdot 10^{-2}(75) + 1.5$$

$$\text{Ancho de pulso} = 0.675 \text{ ms}$$

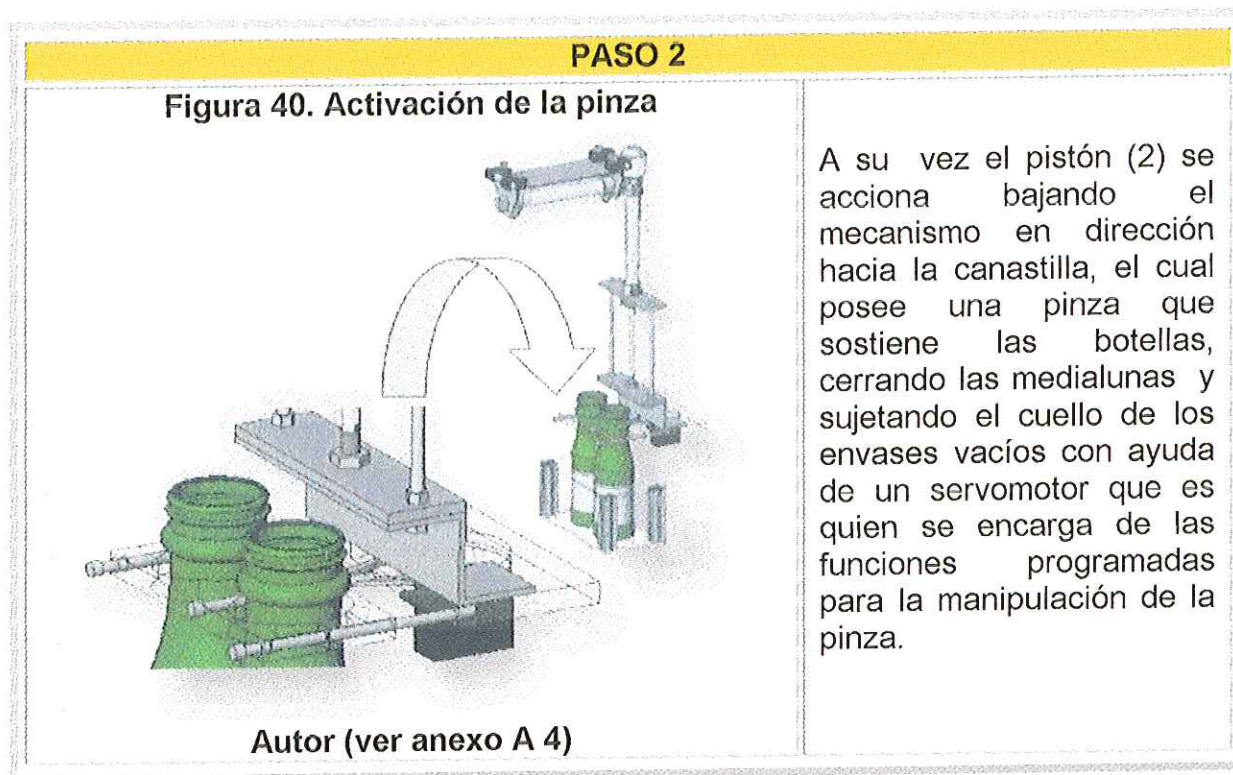
9.5.3 Pasos del mecanismo de sujeción para la entrada de botellas.

Tabla 12. Paso 1 del mecanismo de sujeción para la entrada de botellas.

PASOS DEL MECANISMO PASO 1	
<p>Figura 39. Mecanismo de sujeción para la entrada de botellas.</p>  <p>Autor (ver anexo A 4)</p>	<p>Esta es la parte inicial, al empezar el proceso el pistón 1 siempre debe estar dentro, al ubicarse en esa posición acomoda el pistón 2 para que quede el mecanismo de las pinzas sobre las botellas.</p>

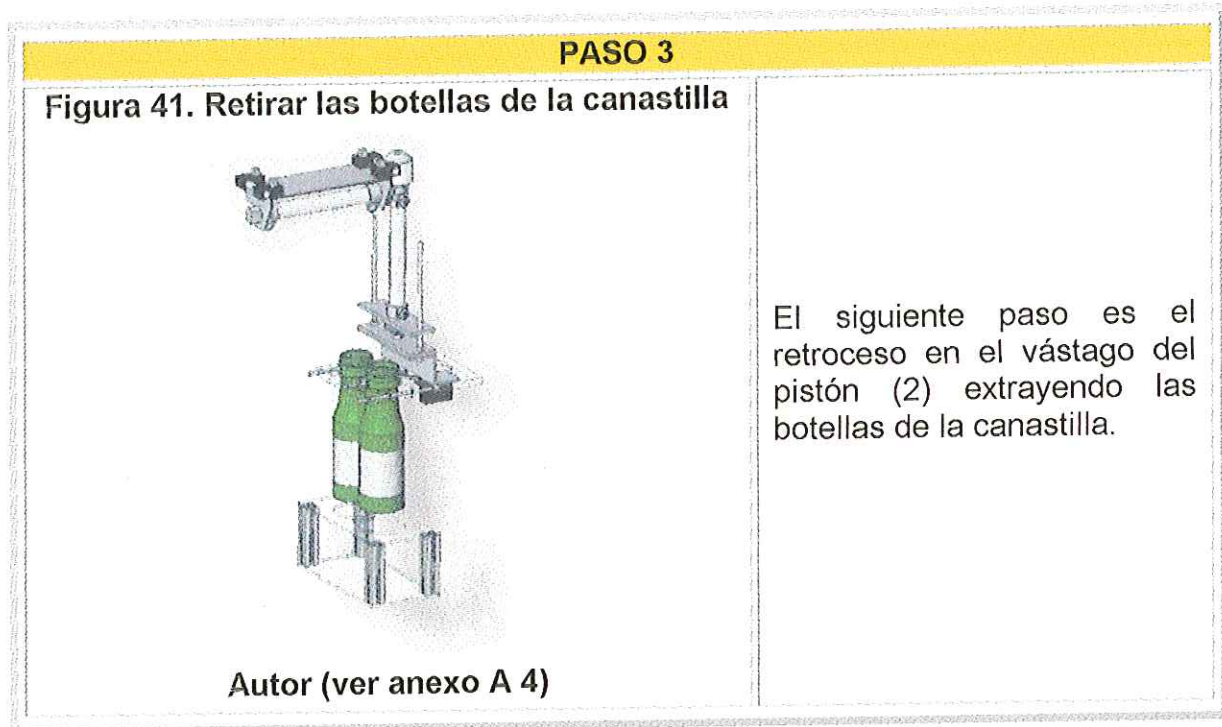
Autor

Tabla 13. Paso 2 del mecanismo de sujeción para la entrada de botellas



Autor

Tabla 14. Paso 3 del mecanismo de sujeción para la entrada de botellas



Autor

Tabla 15. Paso 4 del mecanismo de sujeción para la entrada de botellas

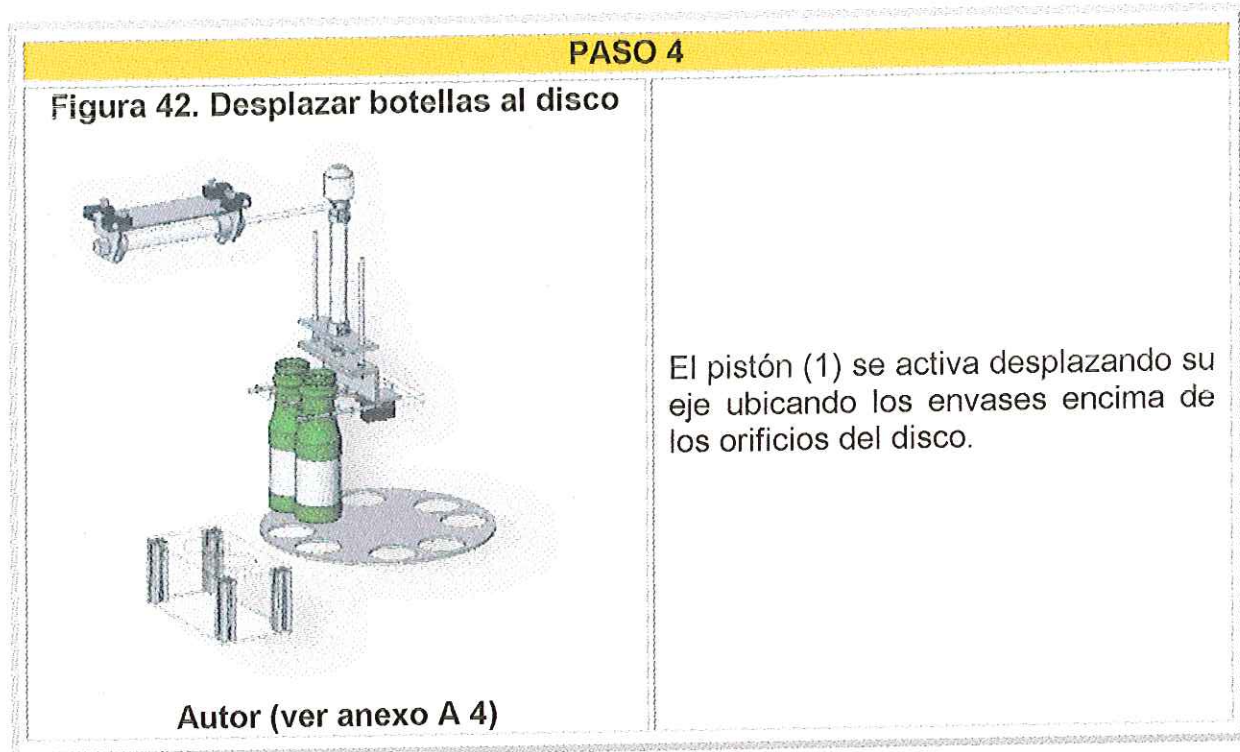
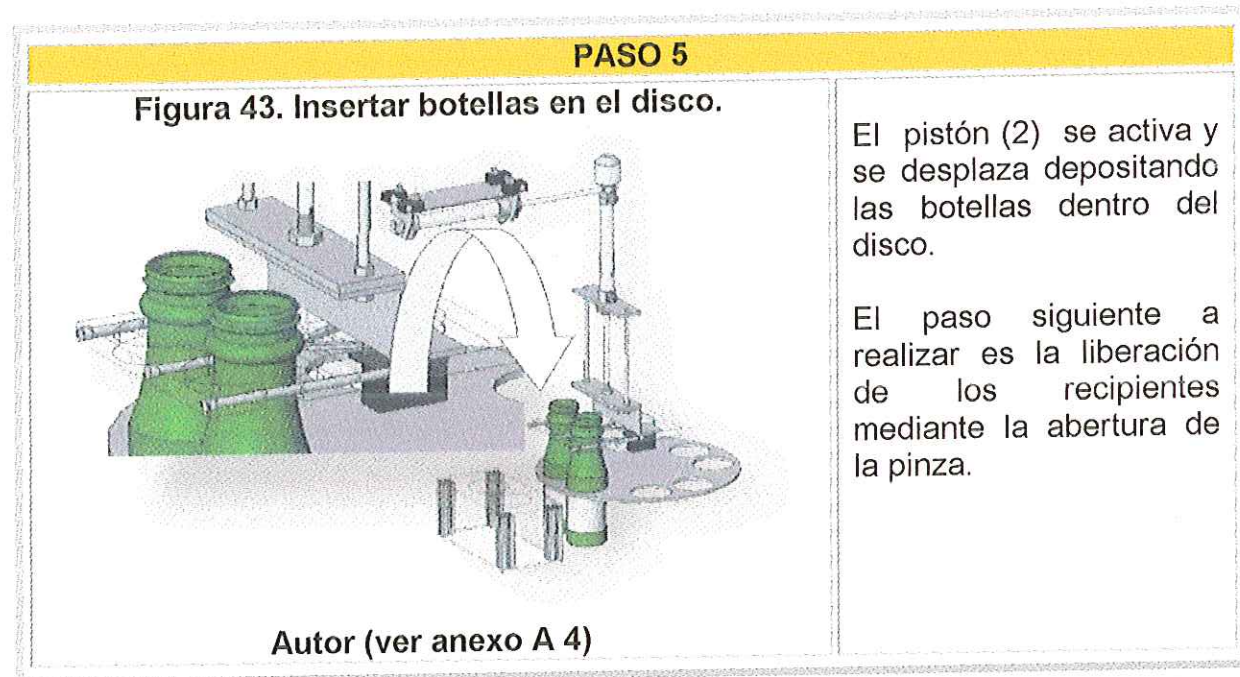


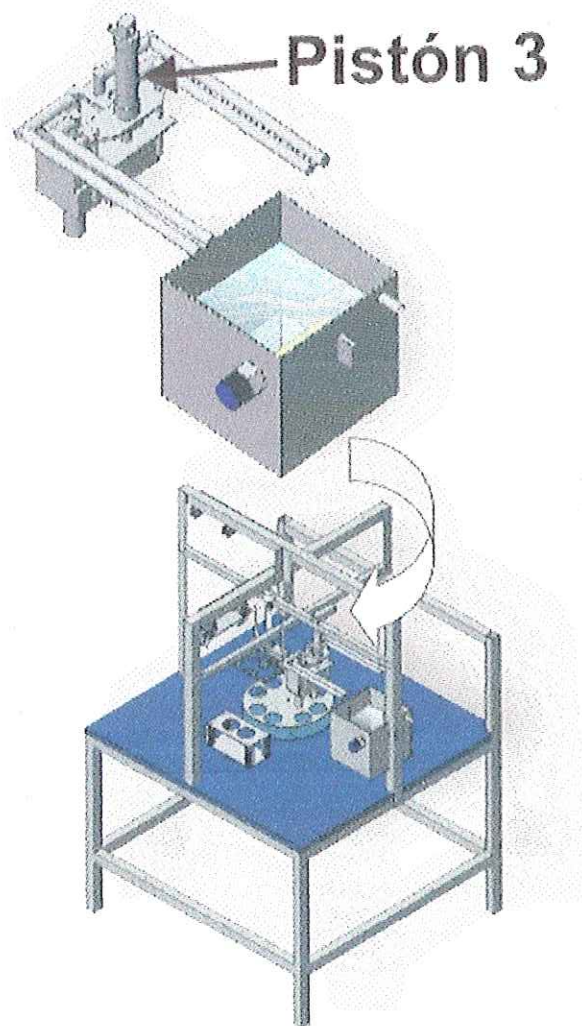
Tabla 16. Paso 5 del mecanismo de sujeción para la entrada de botellas



Una vez ubicadas las botellas en el disco el pistón 2 sube y el pistón 1 entra ubicándose en su posición inicial para comenzar un nuevo ciclo y repetir todos los pasos anteriores.

9.6 MECANISMO DE DOSIFICADO.

Figura 44. Ubicación del mecanismo de dosificado en la mesa de trabajo.



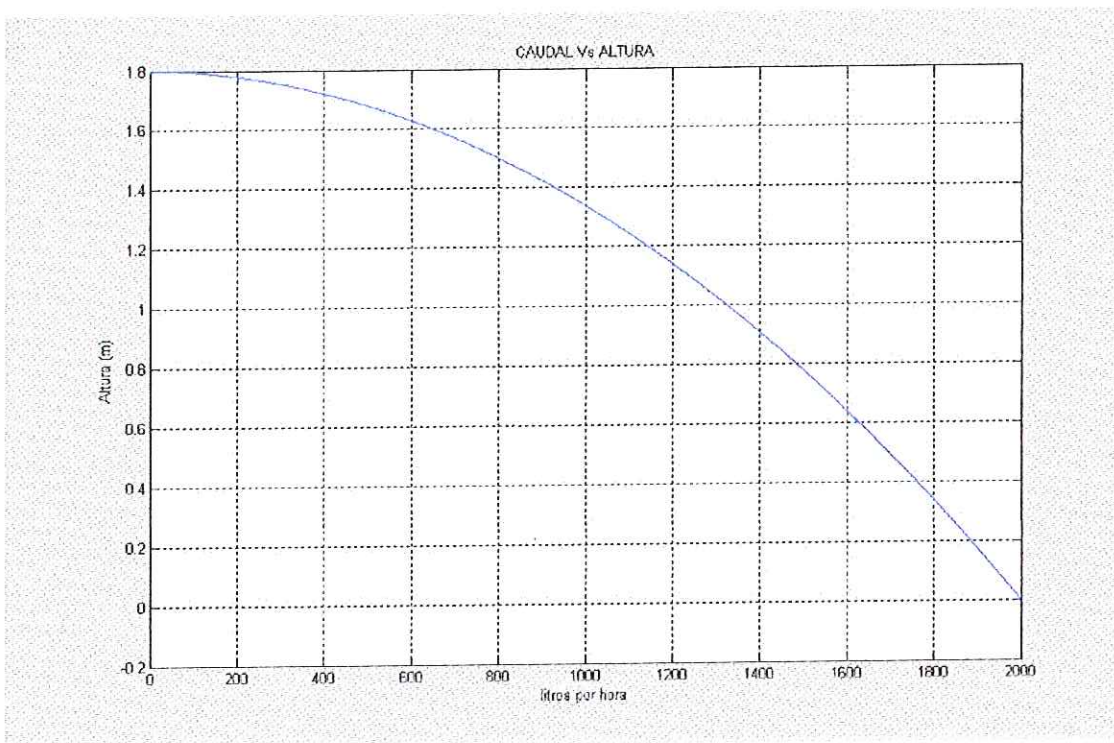
Autor (ver anexo A 4)

Es el proceso encargado del suministro de líquido hacia los envases que se depositan frente al sistema.

El líquido se encuentra almacenado en una tolva, que a su vez es impulsado por una bomba sumergible instalada en el interior de esta; saliendo por 2 conductos y llegando a ser depositado en 2 cámaras de dosificado. Son sostenidas por el pistón 3; cuando este se acciona las dirige hasta el pico de la botella; colocando dentro de los envases el líquido y así de esta manera, darle paso al sistema de tapado para que continúe con el proceso.

9.6.1 Selección de la bomba para el dosificado: Se requiere dosificar 700 mL de agua en unas cámaras de llenado en el menor tiempo posible (350 mL es el volumen máximo que cabe en una botella del proyecto, pero se dosifican dos al tiempo).

Figura 45. Litros de agua entregados por hora dependiendo de la altura



Autor

La grafica muestra que a una altura de 1 m el caudal que pasa es de 1300 L/H.

$$\text{Tiempo dosificado} = 1300 \text{ L/H} * 1 \text{ H}/3600 \text{ s}$$

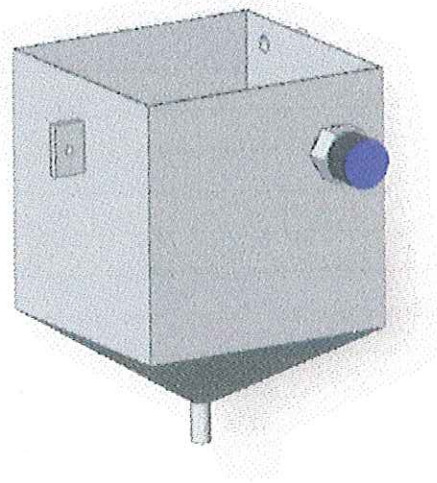
$$\text{Tiempo dosificado} = 361 \text{ mL/s}$$

Como se observa, en 1 seg llena 361 L, pero contando con las perdidas de tuberías, mangueras y T's, el tiempo de dosificar se puede establecer en 5 s para tener un mayo rango y no presentar problemas a la hora de llenar las cámaras de dosificado.

La bomba debe estar siempre sumergida al momento de operar para no presentar problemas de funcionamiento.

9.6.2 Diseño de la tolva

Figura 46.Tolva



Autor (ver anexo A 4)

Aunque se dosifican 290 mL, los cálculos se hacen con 350 mL que es la cantidad de fluido que cabe en las botellas.

$$\text{Volumen por ciclo} = 350\text{mL} * 2 \text{ botellas}$$

$$\text{Volumen por ciclo} = 700 \text{ mL}$$

$$\text{Volumen en un minuto} = \text{Volumen por ciclo} * \text{número de ciclos en un minuto}$$

$$\text{Volumen en un minuto} = 700 \text{ mL} * 6$$

$$\text{Volumen en un minuto} = 4.2 \text{ L}$$

Si se dosifican en un minuto 4.2 litros, la tolva debe contener una cantidad suficiente para que sea capaz de entregar este volumen sin ningún problema, también debe poseer un espacio adicional para que no quede llena al raz y se puedan presentar derrames de líquido.

El tamaño de la tolva no puede ser muy grande para el proyecto que se está desarrollando ya que la máquina quedará ubicada en un laboratorio y debe ser de fácil desplazamiento, por tal motivo, se diseñó para que pudiera almacenar 6 litros de fluido a dosificar y el espacio de sobra para que no quede totalmente llena, aproximadamente un litro de más.

La tolva tiene una forma cuadrada y en un extremo termina en forma de pirámide.

Para calcular el volumen de la tolva se suma el volumen del cubo más el volumen de la pirámide.

$$\text{Volumen}_{\text{tolva}} = \text{Volumen}_{\text{cubo}} + \text{Volumen}_{\text{pirámide}}$$

Como se conoce que la tolva debe tener un volumen de 7 litros, se escoge un valor para la base del cubo y para la altura de la pirámide para saber que altura va a tener la tolva, estos valores se escogen a criterio personal pero teniendo en cuenta las dimensiones para obtener un diseño proporcionado.

Volumen tolva = 7 Litros

Base cubo = 185 * 185 mm²

Altura pirámide = 60 mm

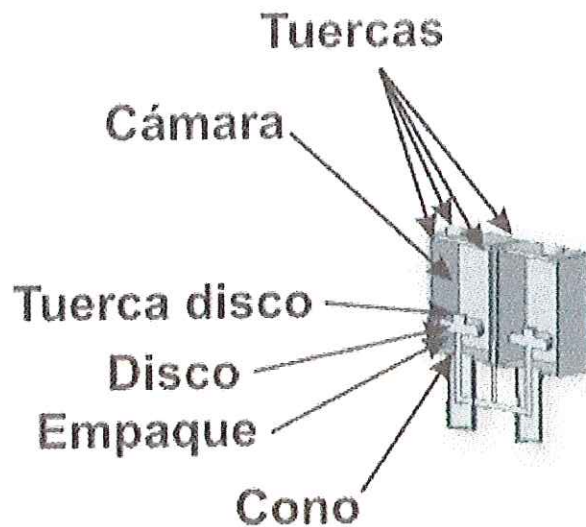
$$\text{Volumen}_{\text{tolva}} = \text{Base}_{\text{cubo}} * \text{altura} + 1/3 * \text{Base}_{\text{cubo}} * \text{altura}_{\text{pirámide}}$$

$$7L = (185\text{mm} * 185\text{mm}) * \text{altura} + 1/3 * (185\text{mm} * 185\text{mm}) * 60\text{mm}$$

$$\text{Altura} = +/- 185 \text{ mm}$$

9.6.3 Diseño de las cámaras de dosificado.

Figura 47. Cámaras del dosificado



Autor (ver anexo A 4)

Las cámaras de dosificado son los dispositivos en los cuales se va a almacenar el líquido para dosificar en las botellas. Son dos cámaras rectangulares con unas boquillas en las puntas que son las que entran en las botellas y por donde sale el líquido.

Las cámaras deben almacenar 290 mL cada una, que es el volumen de líquido a dosificar.

Cada cámara poseen dentro un disco con un empaque que son los encargados de hacer el sello para que el fluido permanezca dentro, un cono que es donde el disco reposa apretando el empaque contra este para realizar el sello, el disco tiene una tuerca para permitir soltarlo de la varilla a donde va sujeto y unas tuercas en la parte superior de la cámara que es donde se instalan los tornillos que sujetan la tapa superior.

Para calcular el volumen que debe tener la cámara hay que tener en cuenta los siguientes parámetros:

$$\mathbf{V. dosificar = V. cámara - V. disco - V. Empaque - V. cono - V. tuerca disco - V. tuercas}$$

Al hacer referencia a los conos el volumen que ellos representan se calcula como si se tratara de una platina, pues el líquido que se deposita al lado de ellos no saldrá de la cámara a la hora de dosificar, por eso hay que restarle a la cámara

ese volumen que queda almacenado y se obtiene con la formula de base*altura*profundidad.

b = base (mm)

a = altura (mm)

p = profundidad (mm)

r = radio (mm)

n = numero de lados del hexágono

l = largo de un lado del hexágono (mm)

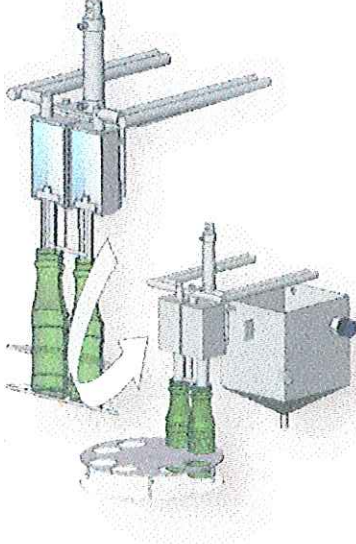
Tabla 17. Volumen de los elementos que conforman la cámara.

VOLUMEN DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA CÁMARA					
Cámara (b*a*p)	Disco (pi*r²)*a	Empaque (pi*r²)*a	Cono (b*a*p)	Tuerca Disco (1/4*n*l²/ tan(180/n))*p	Tuercas (4) (1/4*n*l²/ tan(180/n))*p*4
60*94*60	Pi*20 ² *5	Pi*20 ² *5	60*8*6 0	(1/4*6*15 ² / tan(180/6))*7	(1/4*6*7 ² / tan(180/6))*5*4
338400 mm³	6283.1 mm³	6283.1 mm³	28800 mm³	4091.97 mm³	2546.1 mm³
VOLUMEN TOTAL DE LA CAMARA = 290395 mm³ (290.3mL)					

Autor

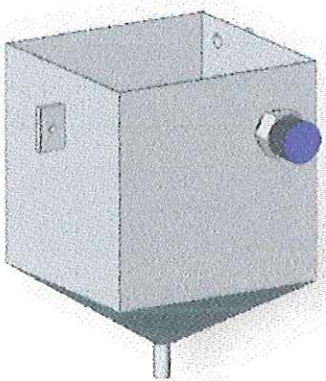
9.6.3 Pasos del mecanismo de dosificado

Tabla 18. Paso 1 del mecanismo de dosificado

PASO 1	
<p>Figura 48. Llenado cámaras de dosificado</p>  <p>Autor (ver anexo A 4)</p>	<p>Es el proceso encargado del suministro de líquido hacia los envases que se depositan frente al sistema dosificando cada uno en 290 ml.</p> <p>La bomba se encarga de llenar las cámaras de dosificado con el fluido que hay en la tolva. Esto se realiza durante 5 seg, tiempo en el cual el proceso se encarga de ubicar nuevas botellas en el disco y retirar las que ya fueron envasadas.</p>

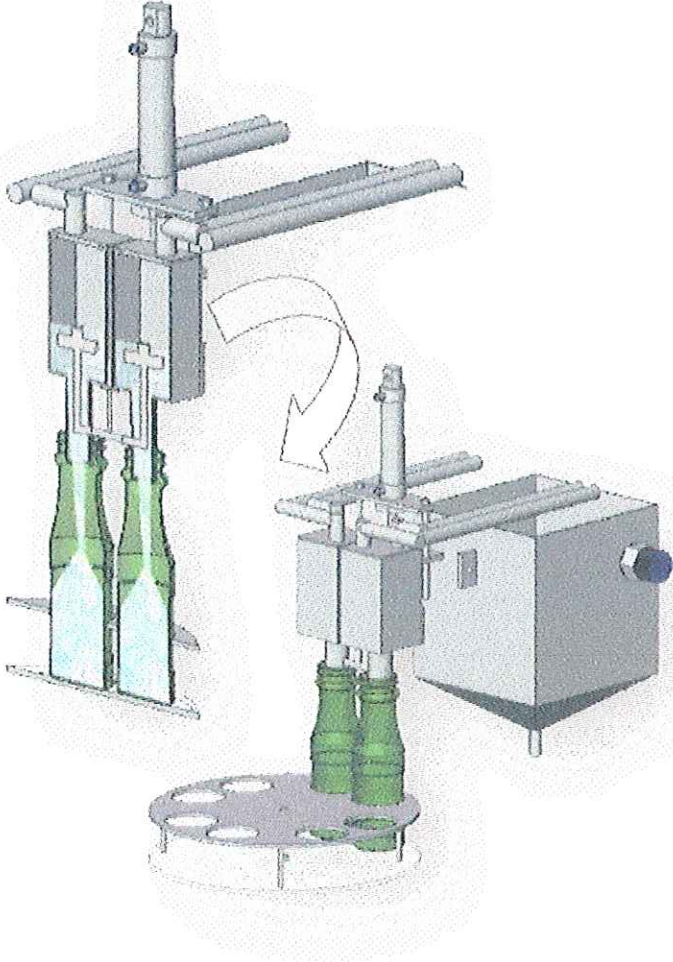
Autor

Tabla 19. Continuación del paso 1 del mecanismo de dosificado

CONTINUACIÓN PASO 1	
<p>Figura 49. Tolva de dosificado</p>  <p>Autor (ver anexo A 4)</p>	<p>El líquido se encuentra almacenado en una tolva. Esta es controlada por medio de 1 sensor de nivel que mantiene constante el fluido que esta dentro de ella, enviando la información a una electro válvula para que esta se accione cada vez que sea necesario.</p> <p>El líquido es impulsado por una bomba sumergible instalada en el interior de la tolva.</p>

Autor

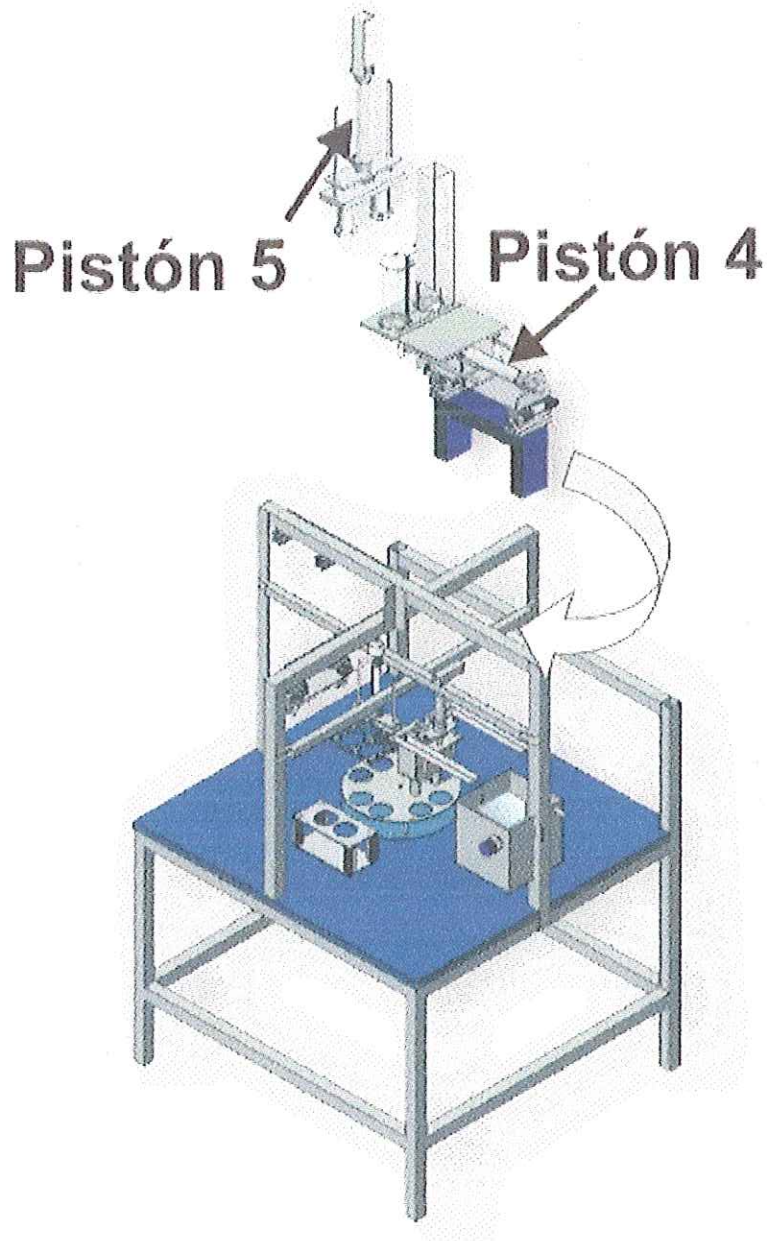
Tabla 20. Paso 2 del mecanismo de dosificado

PASO 2	
<p>Figura 50. Dosificado de las botellas</p>  <p>Autor (ver anexo A 4)</p>	<p>Las cámaras permiten un dosificado por volumen de 290 ml por botella.</p> <p>Las cámaras son sostenidas por el pistón 3.</p> <p>Cuando el vástago del pistón 3 se desplaza hacia afuera las cámaras se dirigen hasta el pico de la botella, allí, la U que sostiene los discos se detiene mientras las boquillas continúan entrando al envase, por esta razón las cámaras ya no quedan selladas permitiendo ubicar dentro de los envases el líquido.</p> <p>Y así de esta manera, darle paso al sistema de tapado para que continúe con el proceso.</p>

Autor

9.7 MECANISMO DE TAPADO.

Figura 51. Ubicación del mecanismo de tapado en la mesa de trabajo

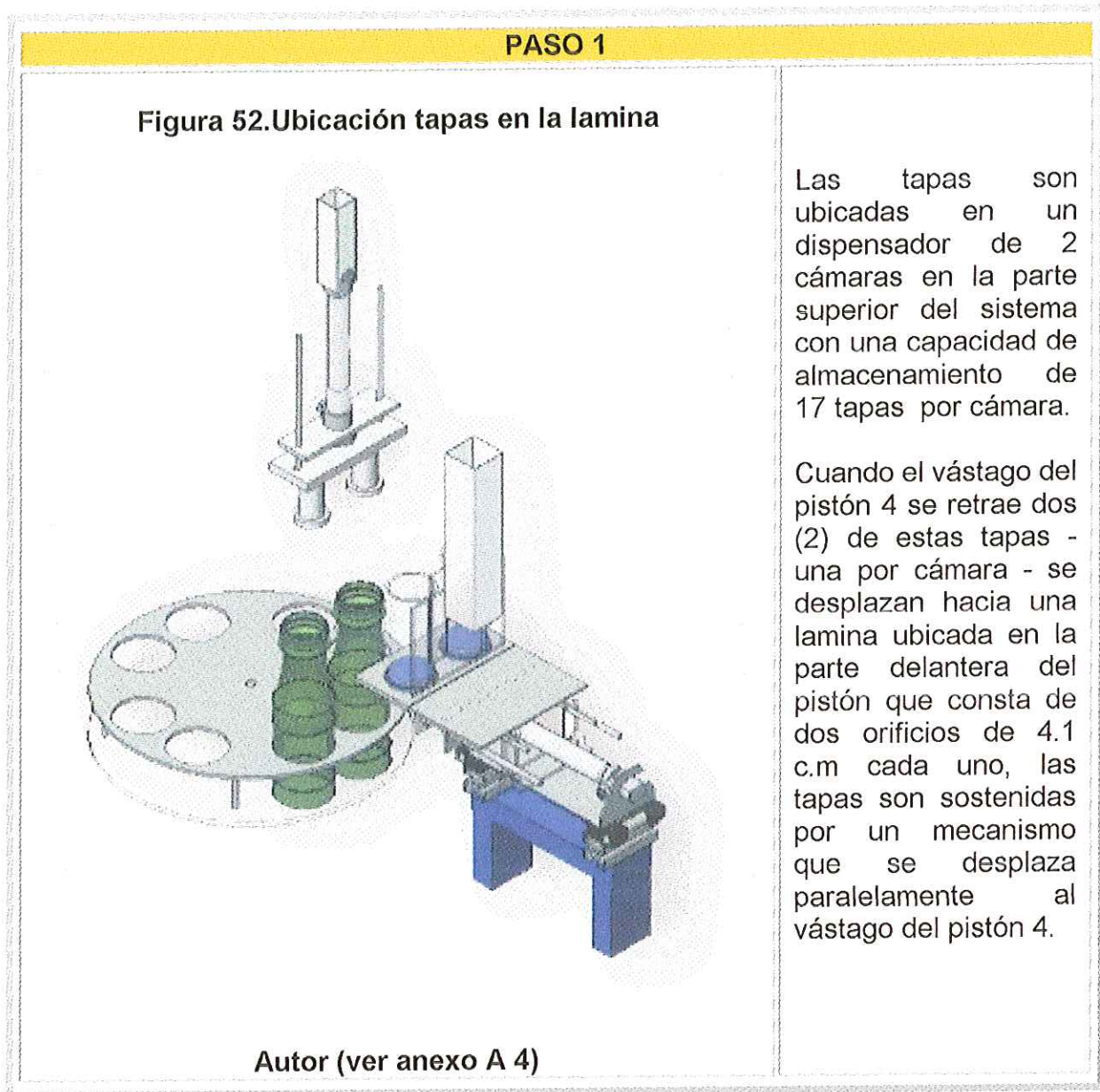


Autor (ver anexo A 4)

Mecanismo cuya finalidad es sellar las botellas que vienen llenas del dosificado con tapas cilíndricas las cuales poseen un diámetro de 3.8 cm y una altura de 0.6 cm.

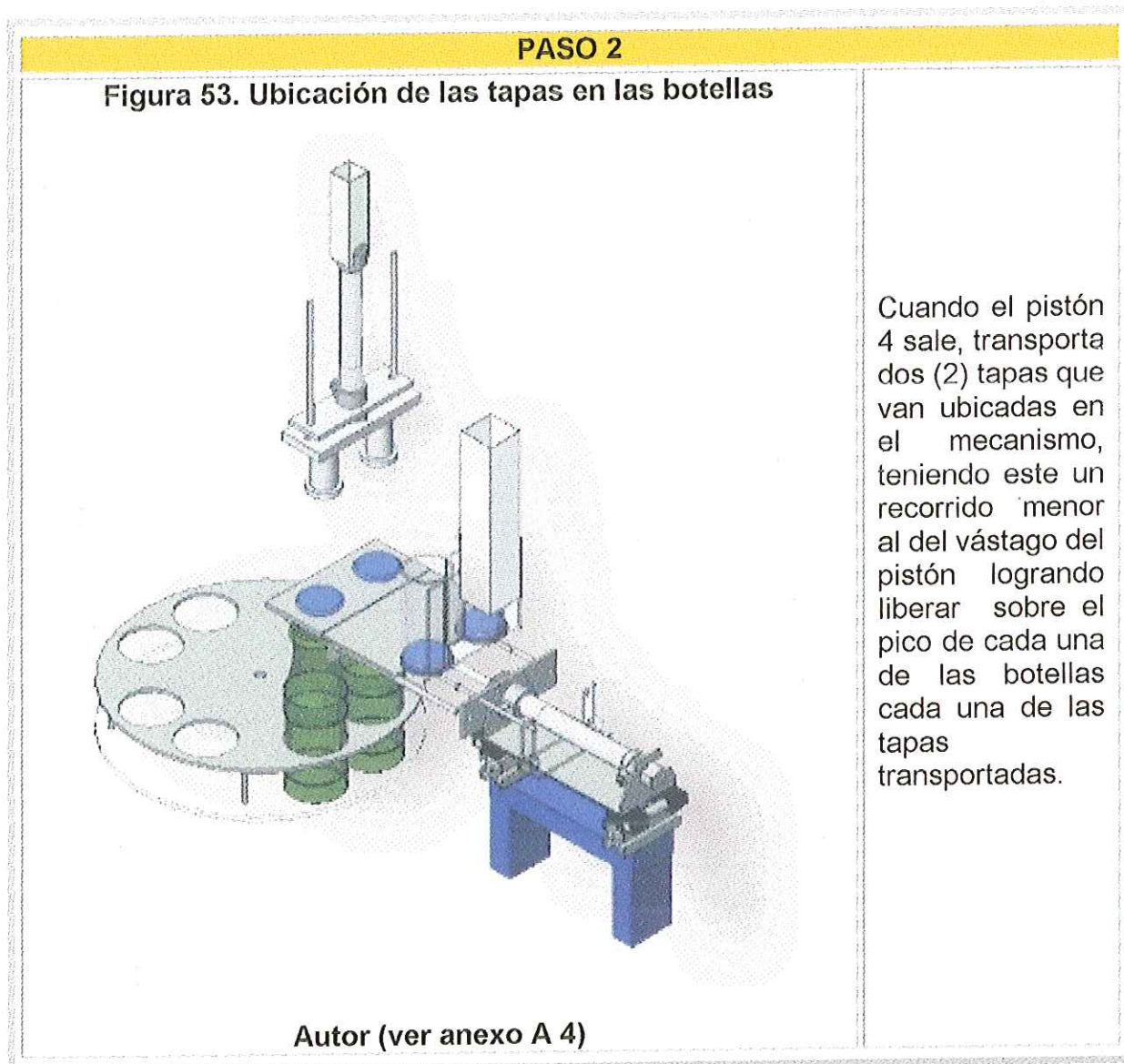
9.7.1 Pasos del mecanismo de tapado

Tabla 21. Paso 1 del mecanismo de tapado



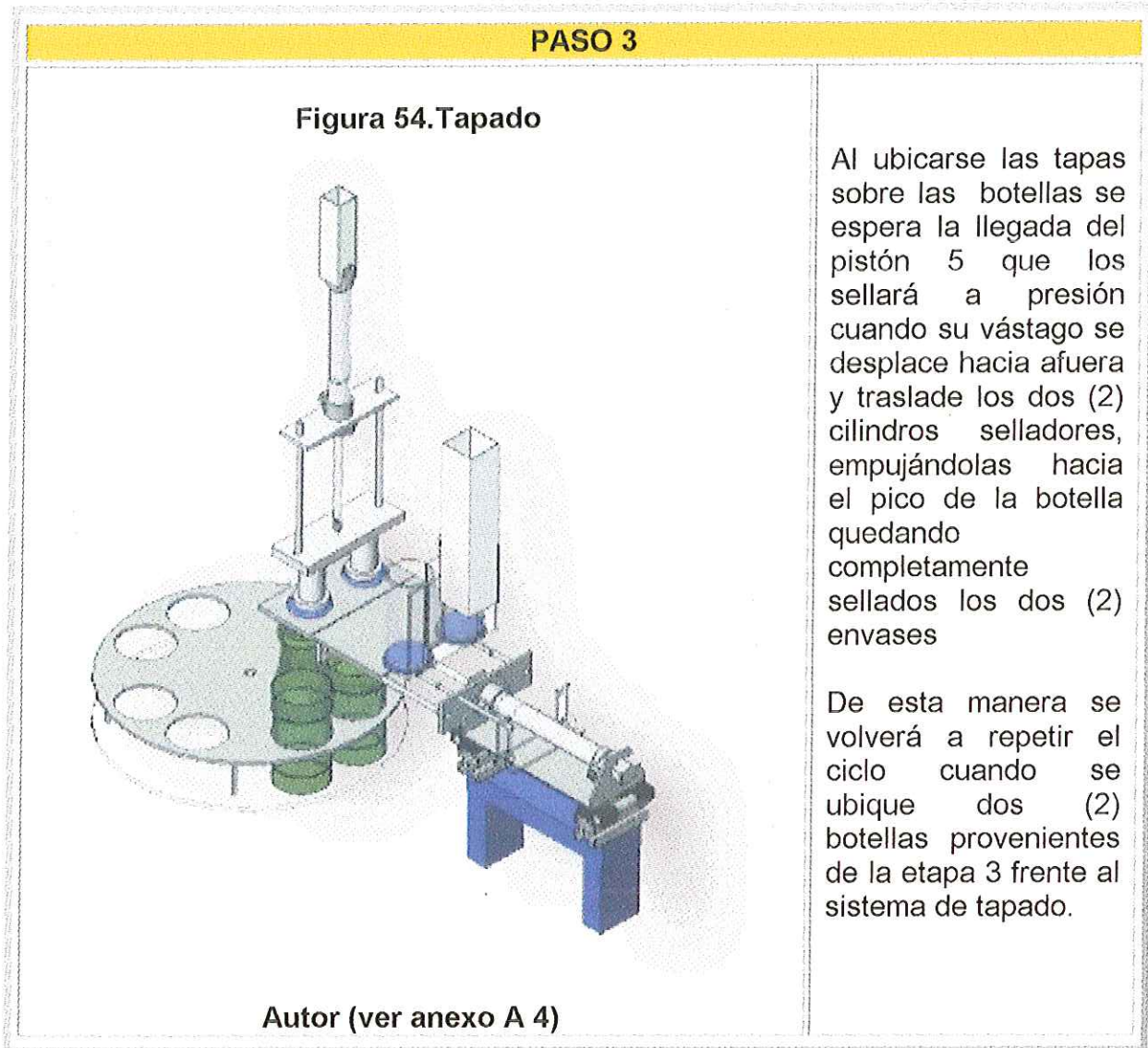
Autor

Tabla 22. Paso 2 del mecanismo de tapado.



Autor

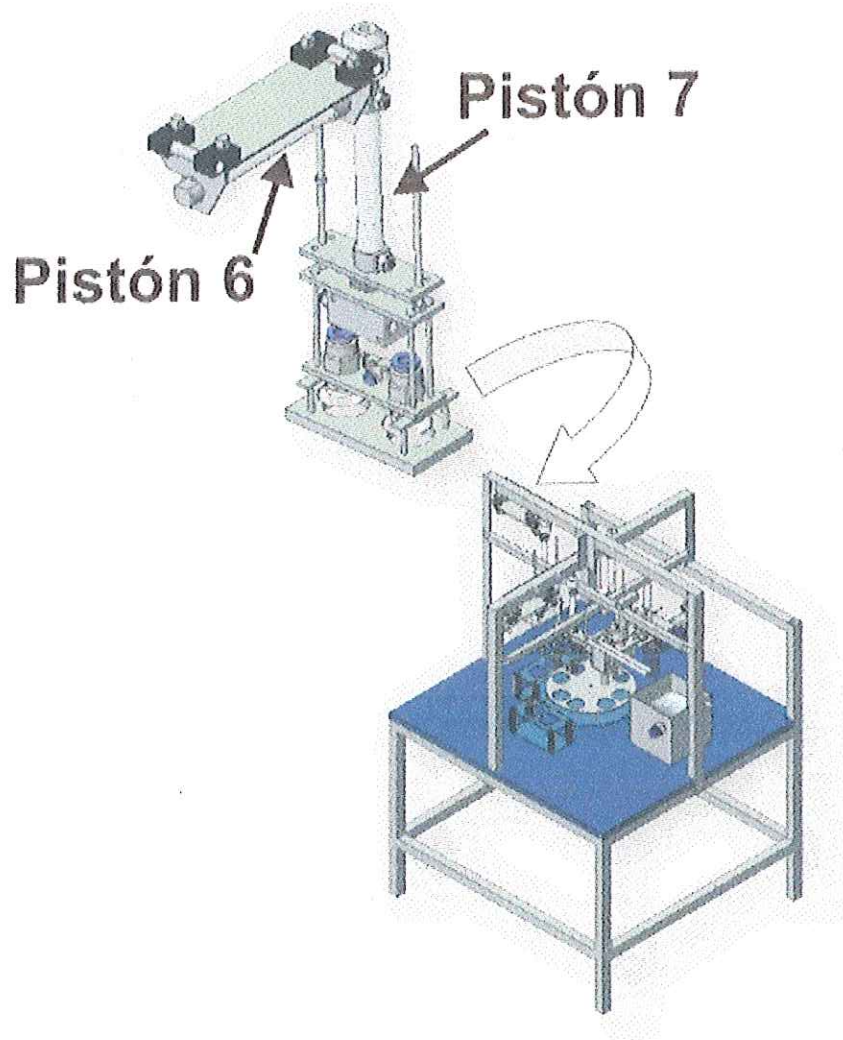
Tabla 23. Paso 3 del mecanismo de tapado



Autor

9.8 MECANISMO DE SUJECIÓN PARA LA SALIDA DE BOTELLAS.

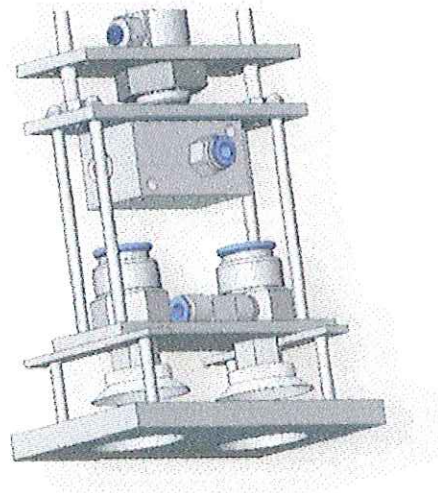
Figura 55. Ubicación del mecanismo de sujeción para la salida de botellas en la mesa de trabajo



Autor (ver anexo A 4)

9.8.1 Selección de la ventosa que sujeta las botellas dosificadas.

Figura 56. Ventosa



Autor (ver anexo A 4)

Se requiere seleccionar una ventosa para realizar el proceso de sujeción a las botellas que ya han sido envasadas.

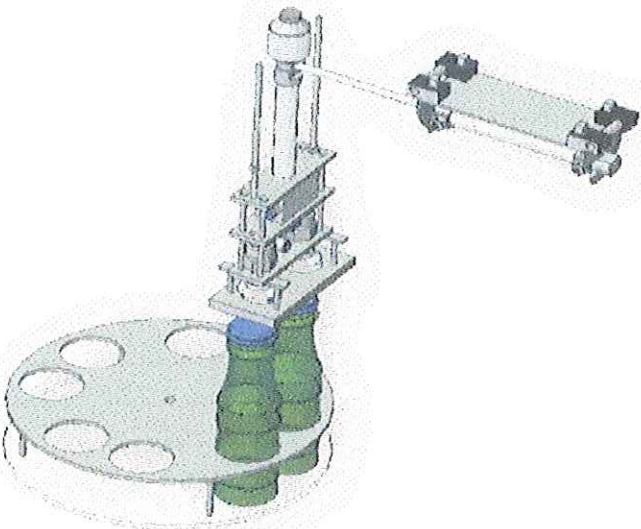
Para esta selección se observan los datos técnicos que los fabricantes suministran y se escoge la ventosa que se adapte a las necesidades planteadas.

Para la selección se busca una ventosa cuyo diámetro no sea mayor a 4 cm (diámetro de las tapas = 3.8 cm) y que sea capaz de levantar como mínimo una carga que le represente una fuerza de 15 N (aunque las botellas dosificadas hacen una fuerza de 7 N) para que logre resistir la fuerza que le puede causar el desplazamiento cuando los pistones trabajan.

La ventosa que se selecciono con sus datos técnicos se encuentra en anexos A 1.

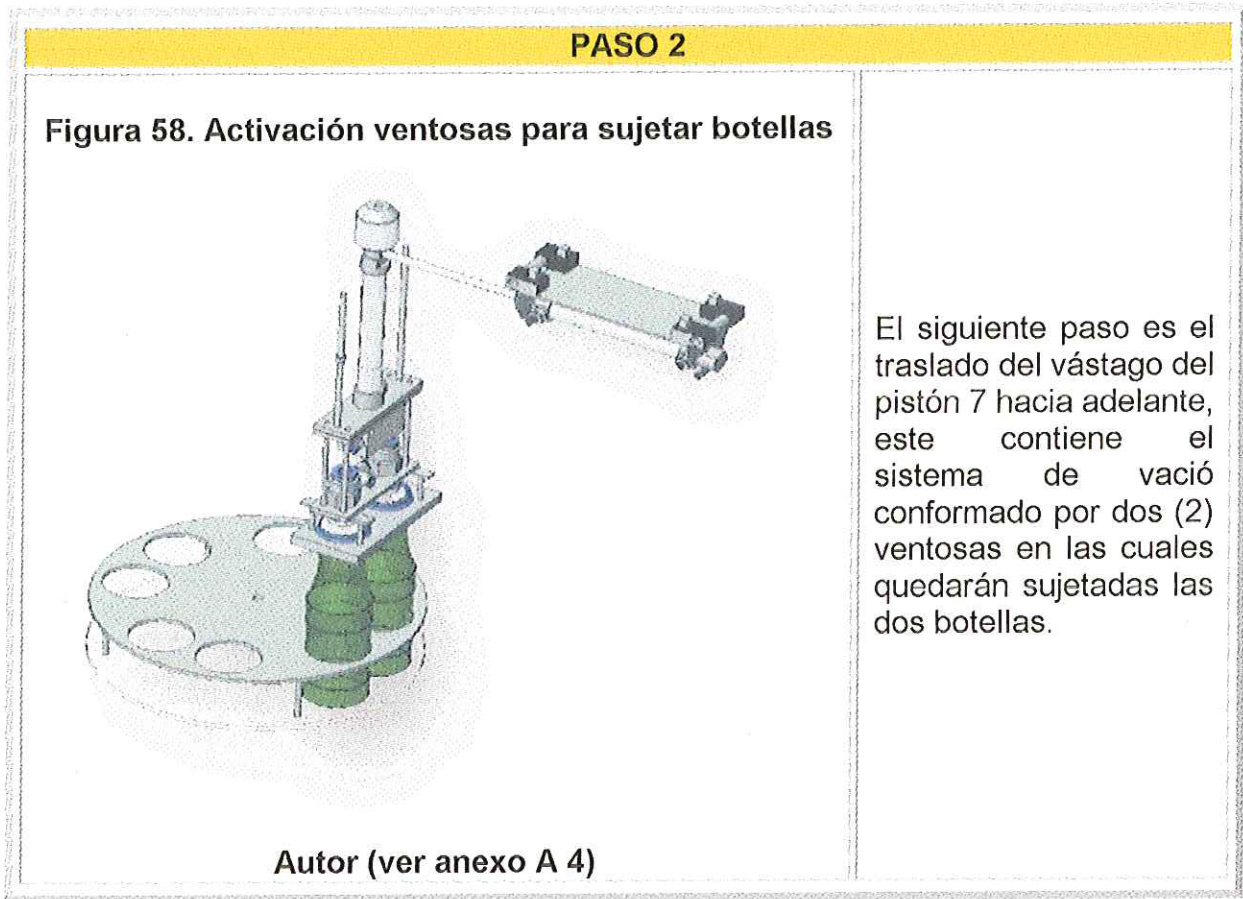
9.8.2 Pasos del mecanismo de sujeción para la salida de botellas.

Tabla 24. Paso 1 del mecanismo de sujeción para la salida de botellas

PASO 1	
<p>Figura 57. Ubicación ventosas sobre las botellas</p>  <p>Autor (ver anexo A 4)</p>	<p>Este sistema recoge las botellas que terminan el proceso.</p> <p>Desplazando el vástago del pistón 6 hacia fuera, llevando consigo un mecanismo de sujeción que proporciona estabilidad al vástago.</p>

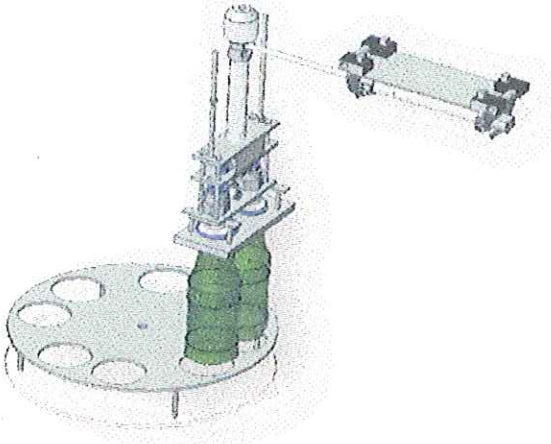
Autor

Tabla 25. Paso 2 del mecanismo de sujeción para la salida de botellas



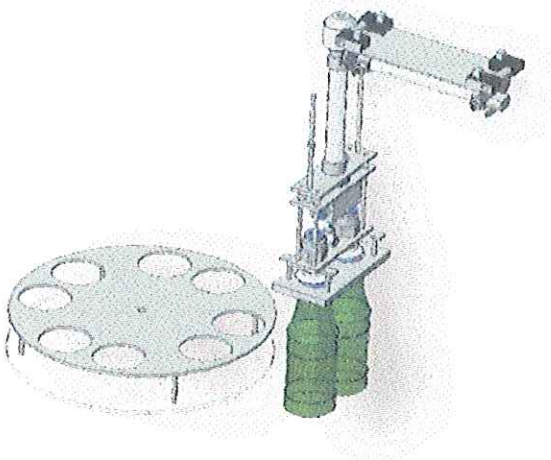
Autor

Tabla 26. Paso 3 del mecanismo de sujeción para la salida de botellas

PASO 3	
<p>Figura 59. Retirar botellas disco</p>  <p>Autor (ver anexo A 4)</p>	<p>Las ventosas se accionan cuando una tobera de aspiración por depresión se activa, succionando las tapas de los envases para poder ser transportados.</p>

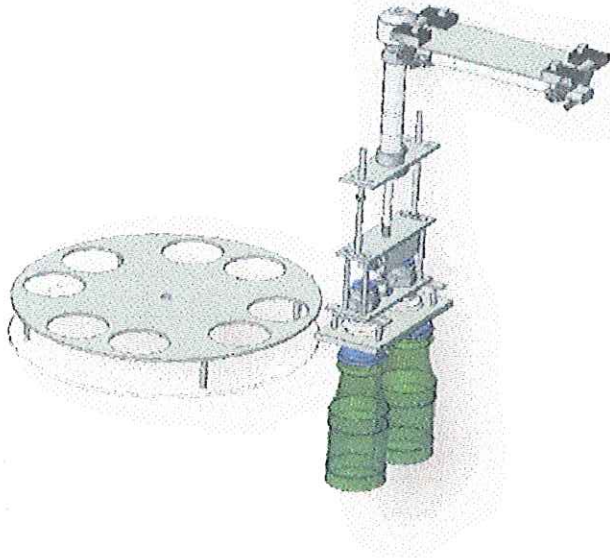
Autor

Tabla 27. Paso 4 del mecanismo de sujeción para la salida de botellas

PASO 4	
<p data-bbox="326 373 951 411">Figura 60. Ubicar botellas fuera del disco</p>  <p data-bbox="475 926 797 963">Autor (ver anexo A 4)</p>	<p data-bbox="1089 331 1393 621">Realizada esta labor el vástago del pistón 7 y del pistón 6 se retraen ubicando de esta forma los dos envases sobre la parte superior de la canastilla de salida.</p>

Autor

Tabla 28. Paso 5 del mecanismo de sujeción para la salida de botellas

PASO 5	
<p>Figura 61. Ubicación botellas envasadas en la salida del proceso</p>  <p>Autor (ver anexo A 4)</p>	<p>Originando como último paso la activación del pistón 7 y la desactivación de la ventosa, conduciendo así las botellas sobre la salida, repitiéndose nuevamente este ciclo cada vez que existan envases frente al sistema.</p>

Autor

9.9 DISEÑO DEL CIRCUITO NEUMÁTICO DE LA MÁQUINA.

Los pistones son accionados por unas electrovalvulas que a la vez reciben la señal de conmutación del PLC.

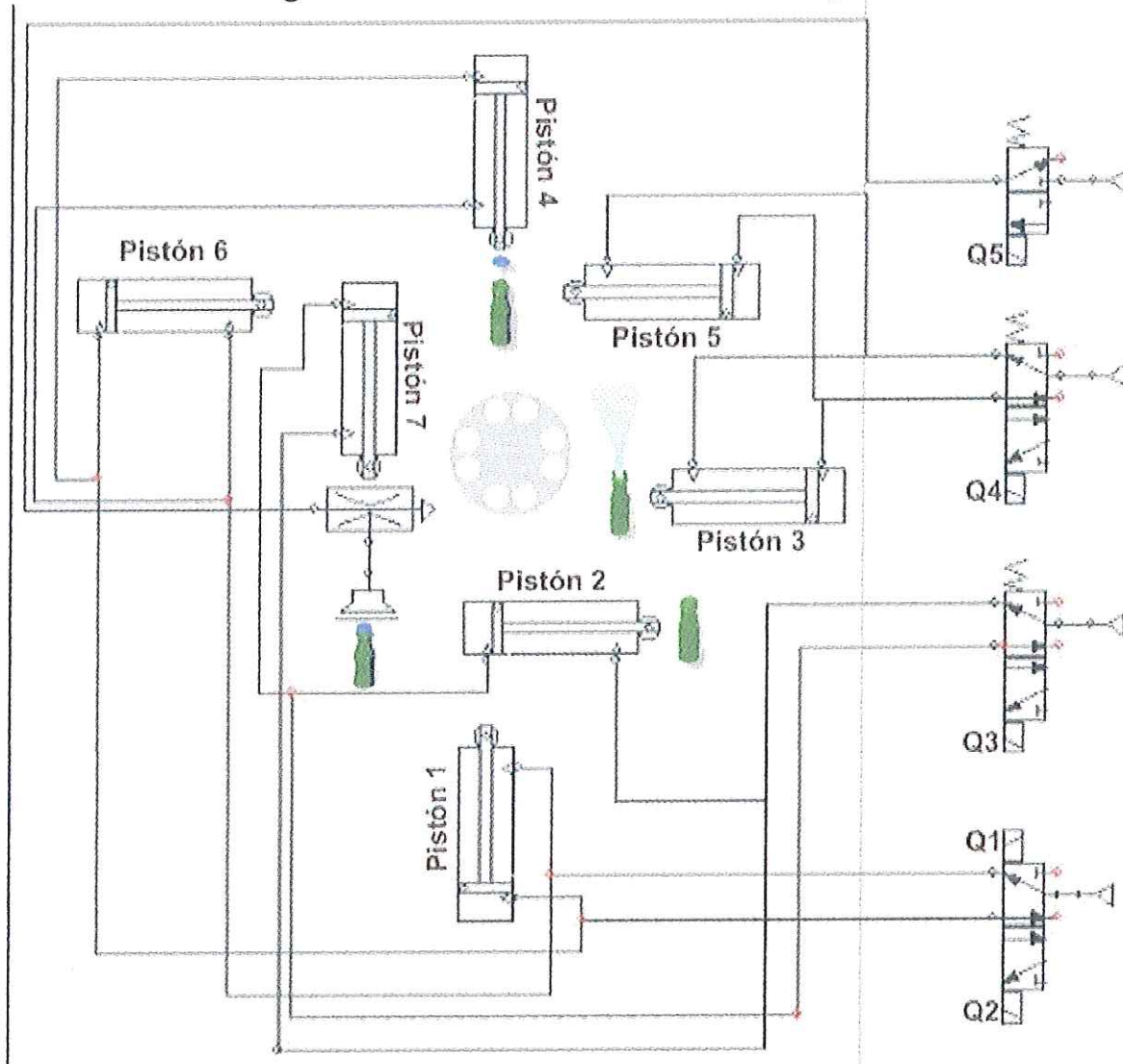
Tabla 29. Electrovalvulas utilizadas en el control del proceso

ELECTROVALVULAS UTILIZADAS				
Diagrama	Número de vías	Solenoides que posee	Pistones que acciona	Nombre en el programa
<p>Figura 62. Electrovalvula de 5/2 vías</p> <p>Automation Studio</p>	5/2	2	1, 4, 6	Q ₁ – Q ₂
<p>Figura 63. Electrovalvula de 5/2 vías</p> <p>Automation Studio</p>	5/2	1	2,7	Q ₃
<p>Figura 64. Electrovalvula de 5/2 vías</p> <p>Automation Studio</p>	5/2	1	3, 5	Q ₄
<p>Figura 65. Electrovalvula de 3/2 vías NC</p> <p>Automation Studio</p>	3/2 NC	1	Ventosa	Q ₅

Autor

El circuito neumático implementado para la máquina es el siguiente:

Figura 66. Circuito neumático de la máquina



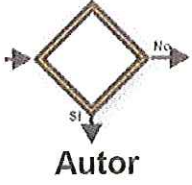
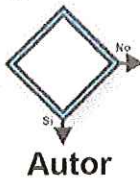
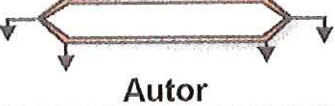

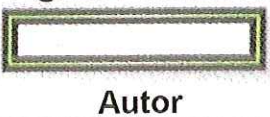

Autor

9.9.1 Programa implementado para manejar la máquina

El código del programa está hecho en lenguaje de logo soft, software que implementa logo – siemens para trabajar desde el PC y por medio del puerto serial del computador enviar al autómeta las instrucciones. El código del programa se puede ver en el anexo A 3.

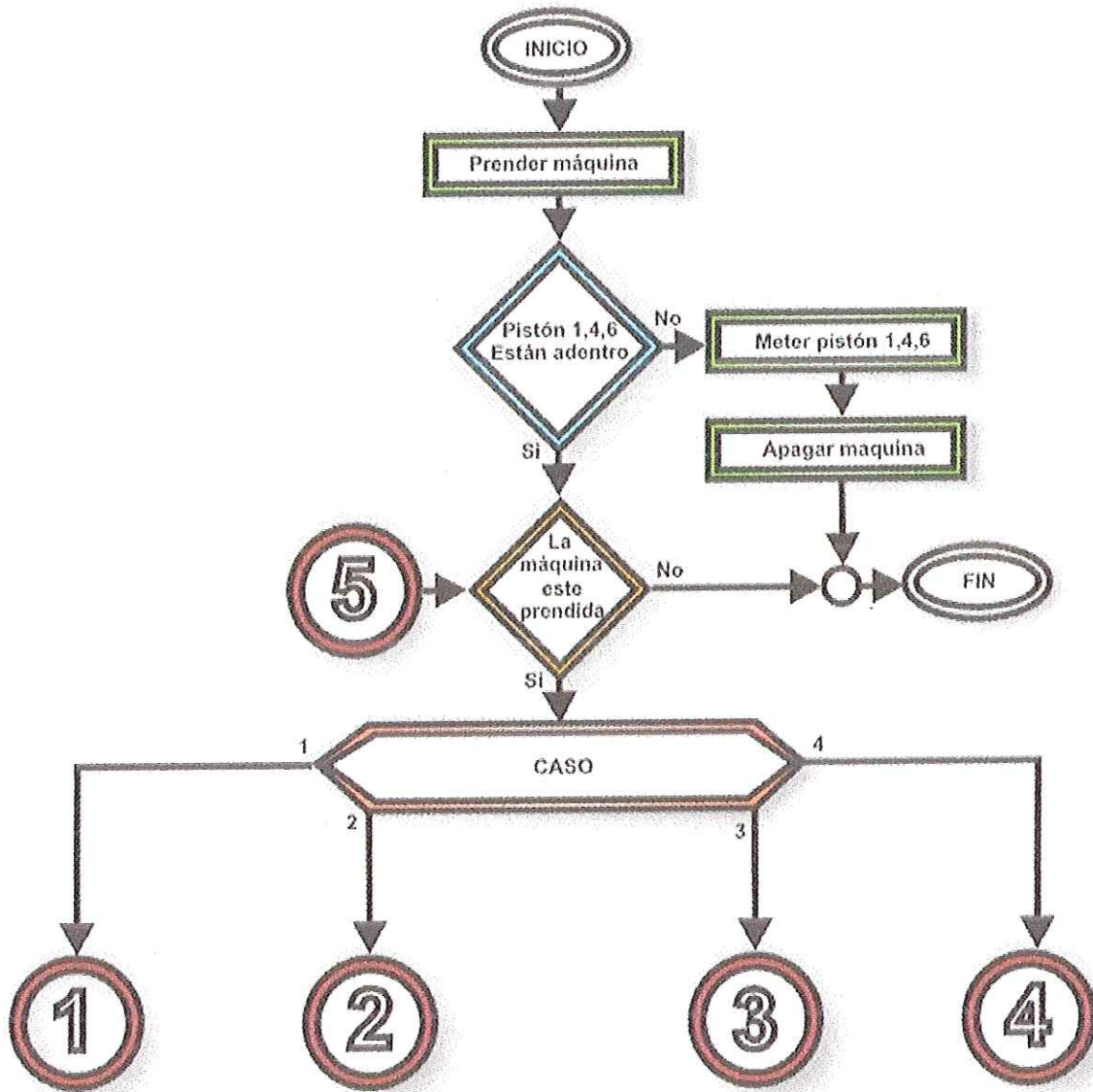
Para interpretar mejor el programa, se muestra el diagrama de flujo implementado al momento de desarrollar la lógica necesaria para que la máquina funcione.

Tabla 30. Instrucciones usadas en el diagrama de flujo.

INTRUCCIONES USADAS EN EL DIAGRAMA DE FLUJO		
Diagrama	Nombre	Descripción
<p>Figura 67. While</p> 	While	Es un ciclo que se repite mientras la condición que está dentro del rombo se cumpla.
<p>Figura 68. If</p> 	If	Realiza una acción si la condición que esta dentro del rombo se cumple o realiza otra acción si no se cumple.
<p>Figura 69. Case</p> 	Case	Ubica el programa dependiendo del caso que se este cumpliendo.
<p>Figura 70. Inicio/fin</p> 	Inicio/fin	Indica donde comienza el programa y donde termina.
<p>Figura 71. Acción</p> 	Acción	Instrucción que realiza la operación que se encuentre dentro del rectángulo.
<p>Figura 72. Conector</p> 	Conector	Cuando se realiza un diagrama grande, indica la continuación de una línea en otra parte del programa.
<p><u>Mod</u></p>	Mod	Instrucción que divide un número a entre un número b y devuelve el residuo de esta división, si el residuo es cero es porque b es múltiplo de a.
<p>Cont1 / cont2</p>	Contadores	Variables que se usan como contadores

Autor

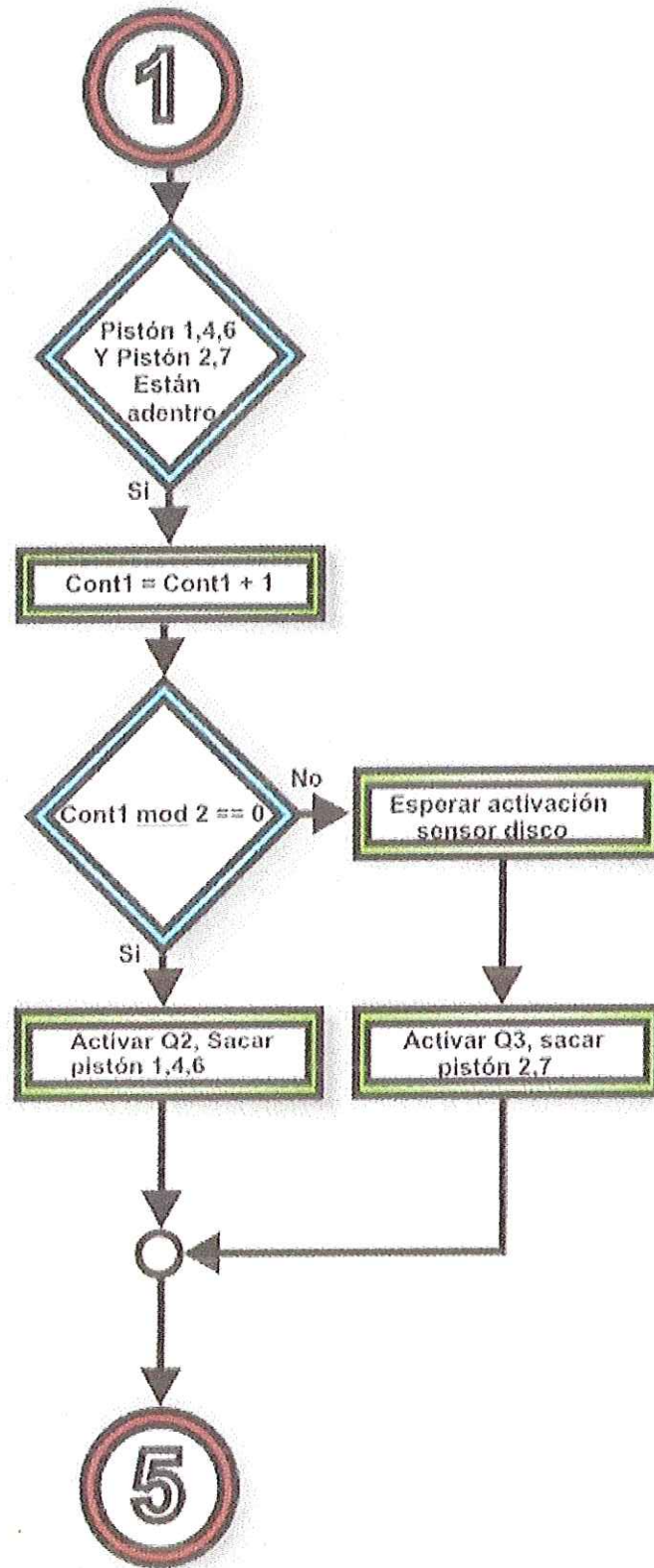
Figura 73. Diagrama de flujo del programa



Autor

En el caso uno, el programa debe saber si tiene que activar la electroválvula Q_3 para recoger botellas vacías o si debe activar la electroválvula Q_2 para salir a ubicar las botellas vacías sobre el disco. El programa sabe si los pistones están adentro o afuera porque reciben la señal de unos sensores inductivos ubicados en cada uno de los extremos de los pistones.

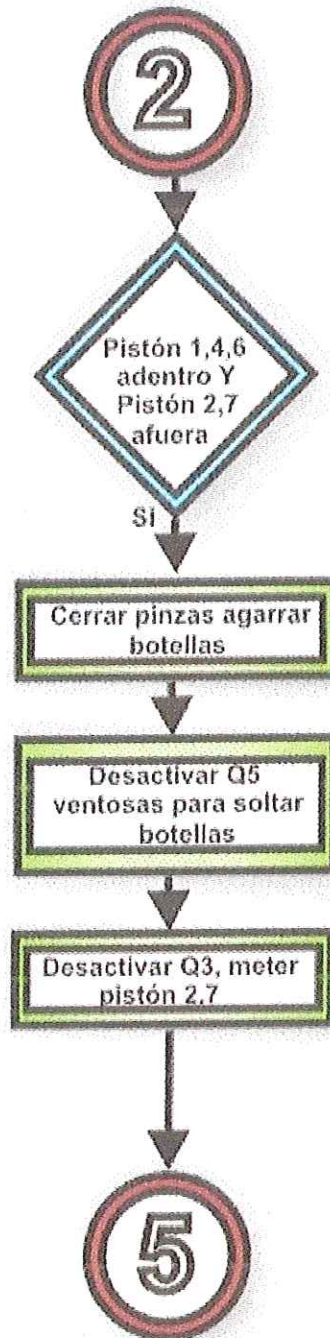
Figura 74. Diagrama de flujo_Caso 1



Autor

En el caso dos el programa debe desactivar la electroválvula Q₅ para que la ventosa deje de sujetar la botella dosificada, también debe activar el servomotor de las pinzas para que se cierren y sujetar las nuevas botellas que vienen vacías, finalmente, desactivar la electroválvula Q₃ para que los pistones 2 y 7 entren y sacar las botellas de la canastilla (pistón 2).

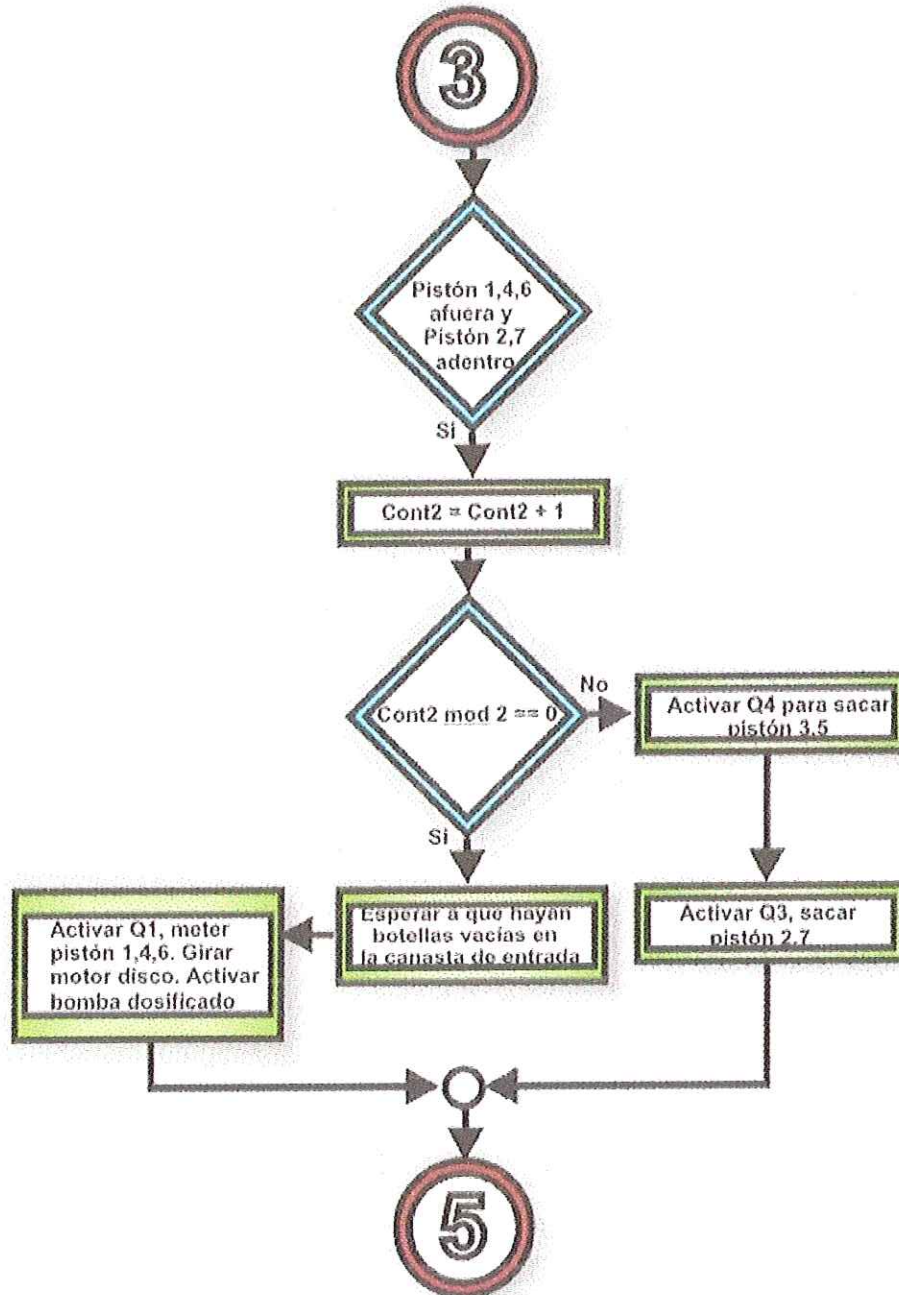
Figura 75. Diagrama de flujo_caso 2



Autor

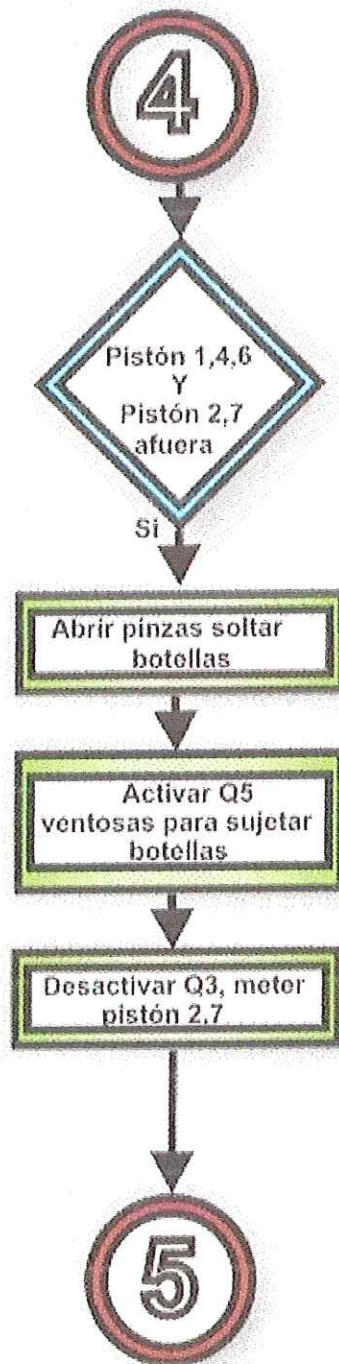
En el caso tres, el programa debe saber si tiene que activar la electroválvula Q₃ para dejar las botellas vacías en el disco, activar la electroválvula Q₄ para bajar el dosificado y el tapado o si debe activar la electroválvula Q₁ para entrar los pistones y ubicarlos sobre las botellas vacías, activar el motor para que gire 90° y prender la bomba de dosificado. El programa sabe si los pistones están adentro o afuera porque reciben la señal de unos sensores inductivos ubicados en cada uno de los extremos de los pistones.

Figura 76. Diagrama de flujo_caso3



En el caso cuatro el programa debe activar la electroválvula Q₅ para que la ventosa sujete las botellas dosificadas, también debe activar el servomotor de las pinzas para que se abran y depositar las botellas que vienen vacías en el disco, finalmente, desactivar la electroválvula Q₃ para que los pistones 2 y 7 entren y sacar las botellas dosificadas del disco (pistón 7).

Figura 77. Diagrama de flujo_caso 4

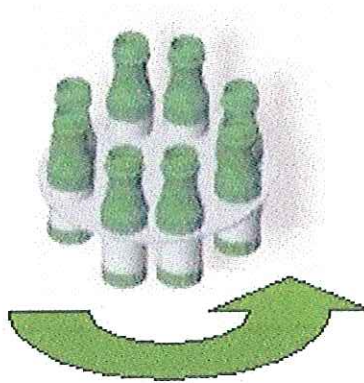


Autor

10. PRUEBAS Y AJUSTES

10.1 GIRO DEL DISCO

Figura 78. Giro del Disco



Giro 90°

Autor

El motor tiene una velocidad de 5 revoluciones por minuto siendo utilizada para mover el disco que gira 90 grados cada vez que se activa, este actúa ubicando las botellas en cada una de las partes del proceso, de esta manera los mecanismos del sistema realizan la acción respectiva.

10.1.1 Prueba con temporizado:

Al disco inicialmente se le realizaron controles a través de temporizado generado por el PLC. No fue una solución óptima para posicionar el disco cada 90°. El rango de valores que se obtenían era entre 2.35 y 2.40 segundos, al escoger el primero el disco se detenía antes y al utilizar el segundo se detenía después. Por lo tanto, se observó que el valor deseado se encontraba en este intervalo, pero el logo posee una restricción en sus valores y no permite utilizar valores de milisegundos que no sean múltiplos de 5, debido a esto se descartó esta opción.

Pese a tener estos problemas se optó por realizar el control del motor con un sensor inductivo, que cumple la función de detener el mecanismo cada vez que

este elemento se encuentra con unas laminas de aluminio ubicadas en el disco cada 90°.

10.2 MECANISMO DE SUJECIÓN PARA LA ENTRADA DE BOTELLAS

Para llegar a obtener este resultado se buscaron alternativas para realizar esta acción.

La primera alternativa planteada fue transportar las botellas de la misma manera como se realiza a la salida del sistema (a través de vacío).

No fue una solución ideal por que cuando el sistema succionaba el envase a la presión de trabajo lo deformaba completamente.

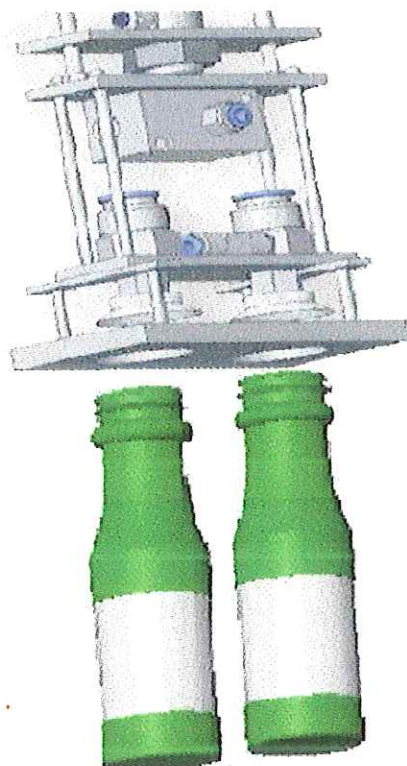
De esta manera se realizaron diferentes pruebas variando la presión de trabajo, en donde se encontró una manera para no deformar el envase era trabajar a una presión de 0.5 bares. Presión no optima por que los envases se soltaban del mecanismo.

Tabla 31. Prueba para la primera alternativa planteada en el mecanismo de sujeción para la entrada de botellas.

PRUEBA	ESTADO DEL ENVASE DE PLASTICO
A 4 BARES DE PRESION	DEFORMACION DEL ENVASE
A 3.5 BARES DE PRESION	DEFORMACION DEL ENVASE
A 3 BARES DE PRESION	DEFORMACION DEL ENVASE
A 2.5 BARES DE PRESION	DEFORMACION DEL ENVASE
A 2 BARES DE PRESION	DEFORMACION DEL ENVASE
A 1.5 BARES DE PRESION	DEFORMACION DEL ENVASE
A 1 BARES DE PRESION	DEFORMACION DEL ENVASE
A 0.5 BARES DE PRESION	SIN DEFORMACION DEL ENVASE

Autor

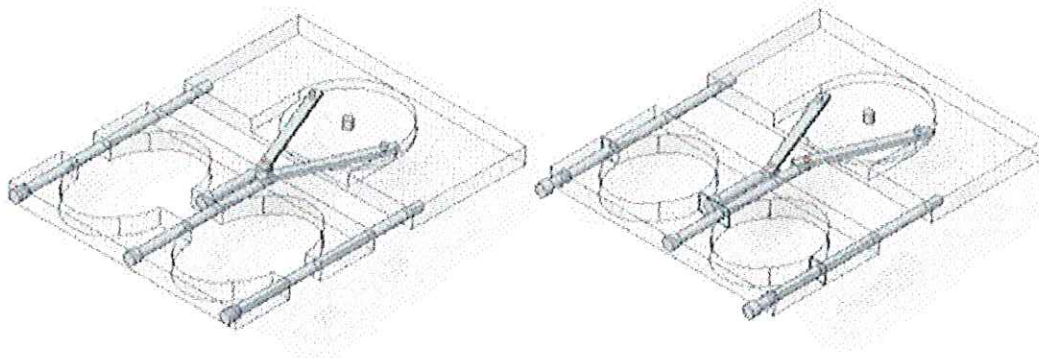
Figura 79. Primera alternativa planteada en el mecanismo de sujeción para la entrada de botellas.



Autor

La segunda alternativa planteada fue la utilización de unas pinzas que sujetaban las botellas a través de 2 medias lunas, Mecanismo que se acciona con un servomotor y un circuito de control que permite abrir y cerrar este elemento.

Figura 80. Pinzas utilizadas en el mecanismo de sujeción para la entrada de botellas.



PINZA ABIERTA

PINZA CERRADA

Autor

10.3 MECANISMO DE DOSIFICADO

10.3.1 Alternativa de dosificado por gravedad con electroválvula.

Se seleccionó una electroválvula que al conmutarse permitía el paso del líquido hacia los envases, pero internamente, la electroválvula posee un empaque con una perforación demasiado reducida (0.05 mm) lo cual impedía el paso fácilmente del fluido hacia el exterior ocasionando grandes tiempos en el dosificado (aproximadamente 20 seg cada botella).

Tabla 32. Dosificado por gravedad con electroválvula.

DOSIFICADO POR GRAVEDAD	TIEMPO EMPLEADO
PRUEBA 1	21 seg
PRUEBA 2	22 seg
PRUEBA 3	25 seg
PRUEBA 4	24 seg
PRUEBA 5	21 seg

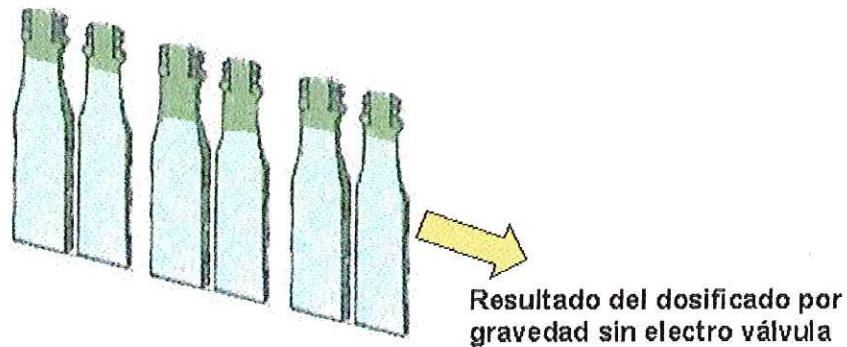
Autor

10.3.2 Alternativa de dosificado por gravedad sin electroválvula.

Este sistema de dosificado tiene la necesidad de ubicar la tolva de llenado en la parte superior de todo el sistema; aproximadamente a 1 metro de altura de cada uno de los sistemas. Su nivel de precisión es difícil de calcular pese a que una bomba es quien entrega el líquido a cada uno de los envases.

Cuando la bomba envía fluido a través de una tubería se generan espacios con vacío y por esta razón es difícil determinar un nivel exacto a la hora de entregar el líquido a los envases, motivo por el cual no se optó por la utilización de dicho mecanismo.

Figura 81. Nivel entregado por la bomba.



Autor

Figura 82. Dosificado por gravedad sin electroválvula.

DOSIFICADO POR GRAVEDAD	TIEMPO EMPLEADO
PRUEBA 1	4 seg
PRUEBA 2	5 seg
PRUEBA 3	5 seg
PRUEBA 4	5 seg
PRUEBA 5	5 seg

Autor

10.3.3 Alternativa de dosificado por volumen.

Con este sistema se eliminan todos los inconvenientes presentados en las alternativas anteriores, por su precisión y rapidez en la entrega del líquido a cada uno de los envases.

10.3.3.1 Llenado de las cámaras.

Para el llenado de las cámaras de dosificado cuya capacidad es de 290 ml por cada una. Estas se llenan en un tiempo de 5 segundos.

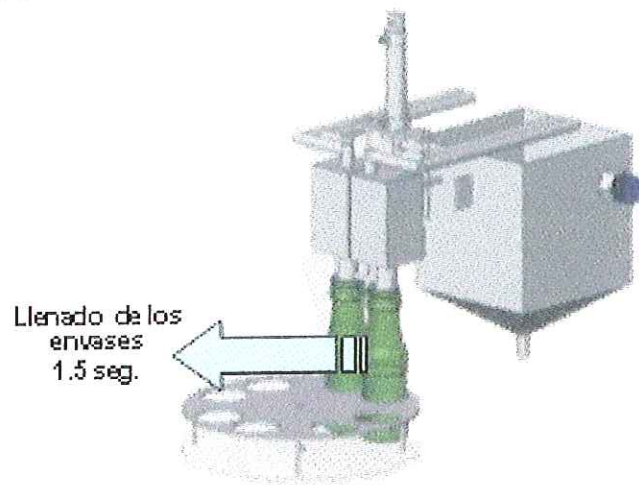
El tiempo empleado en el llenado de los envases corresponde a 1.5 segundos

Figura 83. Tiempo empleado en el llenado de las cámaras de dosificado.



Autor

Figura 84. Llenado de los envases en el mecanismo de dosificado.



Autor

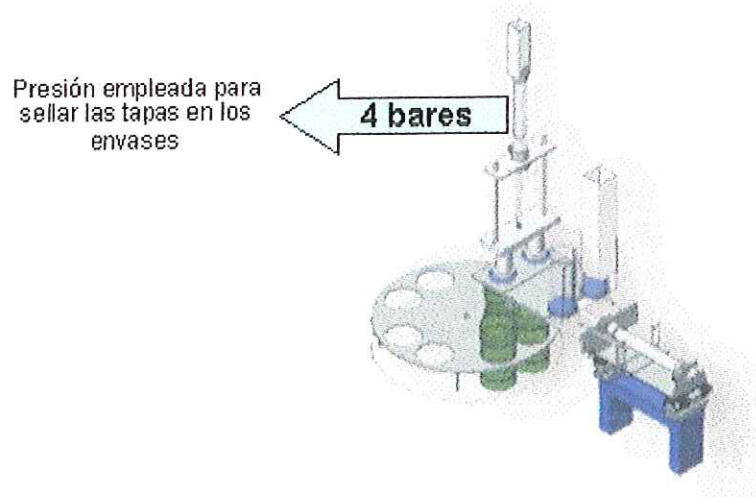
Tabla 33. Tiempo empleado con las cámaras de dosificado.

ENTREGA DE LIQUIDO A LOS ENVASES	TIEMPO EMPLEADO
PRUEBA 1	1.7 seg
PRUEBA 2	1.4 seg
PRUEBA 3	1.1 seg
PRUEBA 4	1.5 seg
PRUEBA 5	1.5 seg

Autor

10.4 MECANISMO DE TAPADO

Figura 85. Presión empleada en el mecanismo de tapado.



Autor

Durante la calibración de este mecanismo se tuvo en cuenta la presión empleada en el sellado de las tapas. Dando como resultado 4 bares de presión como la más óptima.

Tabla 34. Prueba del mecanismo de sellado.

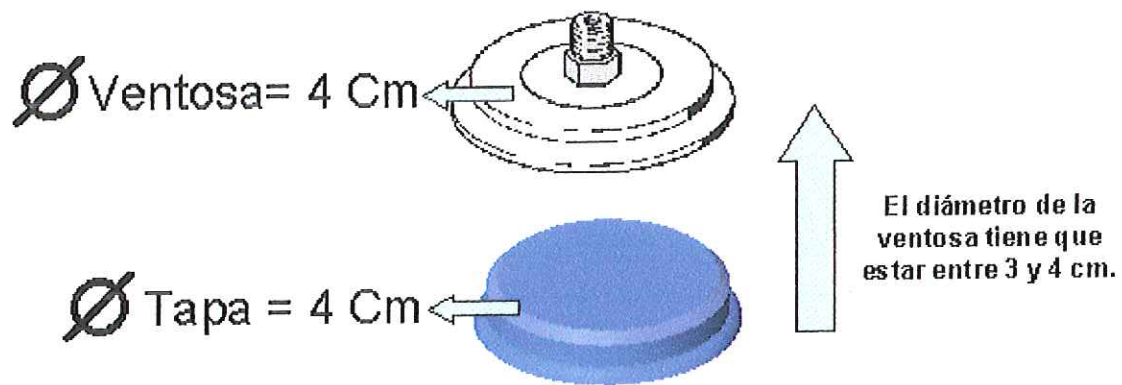
PRUEBA DEL MECANISMO DE SELLADO	PRESION EMPLEADA (bar)
PRUEBA 1	2
PRUEBA 2	3
PRUEBA 3	3.5
PRUEBA 4	4
PRUEBA 5	4.5

Autor

10.5 MECANISMO DE SUJECIÓN PARA LA SALIDA DE LAS BOTELLAS.

Durante el diseño de este mecanismo se seleccionaron las ventosas de la siguiente manera.




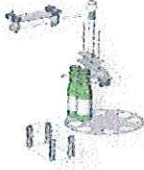
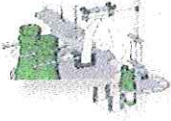




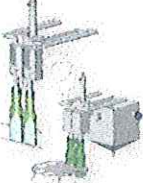







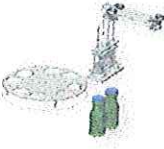
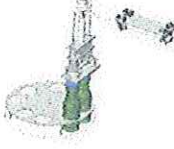

Figura 86. Selección de la ventosa.



Autor

Para seleccionar la ventosa se tuvo en cuenta el diámetro de la tapa, se requería tener una ventosa con un diámetro aproximado a 4 cm para aprovechar la mayor área posible, además, con una ventosa de esta medida se logra transportar el peso que se requiere.

Tabla 35. Ciclos del proceso.

1	2	3	4	5
				
				
				
				

Autor



No hace nada en ese momento.

CONCLUSIONES

Queda la motivación de seguir investigando y mejorando los diseños propuestos en este trabajo, para obtener mejores resultados conservando el proceso planteado.

Basados en la metodología Mecatrónica desarrollada por el Dr. José Emilio Vargas Soto, se realizó una adaptación que se ajustara al proyecto con el fin de seguir los lineamientos iniciales del desarrollo del proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas.

El aire comprimido es una gran fuente de energía que se transforma fácilmente para dar movimiento a los elementos neumáticos.

Es necesario desarrollar elementos de la industria que conduzcan a un mejor entendimiento de las áreas vistas durante la carrera.

Los laboratorios de la universidad cuentan con los elementos necesarios para ser implementados en procesos industriales reales que amplíen la visión de los estudiantes en su etapa de formación como ingenieros.

Es importante ver que en nuestra región se pueden desarrollar procesos automatizados a bajo costo.

Tener en cuenta las materias primas que ofrece el mercado al momento de realizar diseños.

La simulación de diseños no es suficiente para asegurar si un proceso va a funcionar correctamente, da una idea general del comportamiento que va experimentar.

Al utilizar ventosas se requiere conocer la forma del material al cual se le va a hacer el vacío, las botellas que se utilizan en este proyecto son muy delgadas y sufren fácilmente deformaciones en el momento de extraer el aire que hay dentro de ellas.

Para transportar las botellas vacías que llegan al sistema hacia el disco con un sencillo mecanismo biela manivela se obtienen los resultados esperados.

Para implementar un sistema de dosificado no es recomendable el control de nivel de llenado por medio de gravedad ya que no es preciso al momento de obtener una medida específica. El llenado por volumen representa una solución confiable y realizando un mecanismo variable se pueden obtener con facilidad el líquido que se desea dosificar de una manera precisa.

El mecanismo de tapado requiere de mucha precisión para desarrollar su función, independiente de su diseño y construcción hay que lograr combinar otros factores independientes a él para que funcione correctamente, como la posición y ubicación de las botellas, por tal motivo se construyen guías que acomodan las botellas para solucionar estos problemas.

Para la salida de las botellas, las ventosas si representan una solución práctica para desarrollar esta función, pues sujetan la tapa y el mecanismo puede transportar los envases con facilidad.

La selección del motor que mueve el disco fue uno de los criterios que más cuidado se le prestó, ya que había que conseguir un actuador que fuera capaz de mover la carga que se le ubicaría en él, además, la velocidad de giro es importante tanto para que suministre a tiempo los envases en cada proceso como para el control de posición del mismo.

GLOSARIO DE TERMINOS

Torque

Cuando se aplica una fuerza en algún punto de un cuerpo rígido, el cuerpo tiende a realizar un movimiento de rotación en torno a algún eje. La propiedad de la fuerza para hacer girar al cuerpo se mide con una magnitud física que llamamos torque o momento de la fuerza. Se prefiere usar la palabra torque y no momento, porque esta última se emplea para referirnos al momento lineal, momento angular o momento de inercia, que son todas magnitudes físicas diferentes para las cuales se usa una misma palabra.

Momento de inercia

El momento de inercia (Moment of inertia, "MOI") es similar a la inercia, excepto en que se aplica a la rotación más que al movimiento lineal. La inercia es la tendencia de un objeto a permanecer en reposo o a continuar moviéndose en línea recta a la misma velocidad. La inercia puede pensarse como una nueva definición de la masa. El momento de inercia es, entonces, masa rotacional. Al contrario que la inercia, el MOI también depende de la distribución de masa en un objeto. Cuanto más lejos está la masa del centro de rotación, mayor es el momento de inercia.

Aceleración angular

Se denomina aceleración angular media al cociente entre el cambio de velocidad angular y el intervalo de tiempo que tarda en efectuar dicho cambio.

$$\langle \alpha \rangle = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$$

La aceleración angular en un instante, se obtiene calculando la aceleración angular media en un intervalo de tiempo que tiende a cero.

$$\alpha = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{d\omega}{dt}$$

Aceleración tangencial

En el caso en el cual una partícula que siguiendo una trayectoria circular cambia de rapidez (movimiento circular no uniforme, como por ejemplo, un objeto que sujeto a una cuerda inextensible se hace girar en un círculo vertical desde el reposo y se va aumentando gradualmente la velocidad), entonces la magnitud y la dirección de la velocidad cambian y por lo mismo, la aceleración no puede ser ni paralela ni perpendicular a la velocidad. Pero podemos descomponer el vector aceleración en dos componentes, una paralela y otra perpendicular a la velocidad.

Aceleración radial

Es la aceleración perpendicular a la velocidad porque se dirige hacia el centro de la trayectoria circular. A la aceleración paralela a la velocidad se le llama aceleración tangencial por ser tangente a la trayectoria circular.

La aceleración radial se encarga de cambiar solamente la dirección de la velocidad y actúa igual que la aceleración en el movimiento circular uniforme, y su magnitud es $a_r = \frac{v^2}{r}$. La aceleración tangencial se encarga de cambiar solo la magnitud de la velocidad, y actúa igual que en el movimiento en una dimensión; siendo su magnitud $a_t = \frac{dv}{dt}$. La magnitud del vector aceleración o la aceleración neta, puede calcularse con la combinación de éstas dos componentes mediante la relación $a = \sqrt{a_r^2 + a_t^2}$ y el ángulo comprendido entre la aceleración neta y la aceleración radial se determina por $\theta = \arctan \frac{a_t}{a_r}$.

Velocidad angular

Cuando un objeto se mueve en una circunferencia, llevará una velocidad, ya que recorre un espacio, pero también recorre un ángulo (ϕ), por lo que podemos definir la velocidad angular (ω) de ese objeto como el cociente entre el ángulo recorrido y el tiempo que tarda en recorrerlo:

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

Dada la definición de **velocidad angular**, para calcular el ángulo recorrido, basta pasar el tiempo, que está dividiendo, multiplicando a la velocidad angular:

$$\phi = \omega \times t$$

Potencia mecánica

La rapidez con que se realiza un trabajo es definida como potencia mecánica. Por definición

$$Pot = \frac{dU}{dt} = \frac{\vec{F} \cdot d\vec{r}}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

Cuando el trabajo es realizado por un par \vec{M} , la potencia se expresa como

$$Pot = \frac{dU}{dt} = \frac{\vec{M} \cdot d\vec{\theta}}{dt} = \vec{M} \cdot \vec{\omega}$$

Las unidades para expresar la potencia son unidades de trabajo por unidad de tiempo. En el sistema internacional (SI) la unidad de potencia es el *Watio* (W) que es, por definición, un Julio (J) por segundo,

$$1W = \frac{1J}{s} = \frac{1N \cdot m}{s}$$

otras unidades utilizadas son el *hp* (*horse power*) y el *cv* (*caballo de vapor*). Sus equivalencias son

$$1hp = 746W = 0.746 KW$$

$$1hp = 550 \frac{Lb \cdot ft}{s}$$

$$1cv = 735.5W = 0.7355 KW$$

Potencia eléctrica

Potencia es la velocidad a la que se consume la energía. Si la energía fuese un líquido, la potencia sería los litros por segundo que vierte el depósito que lo contiene. La potencia se mide en joule por segundo (**J/seg**) y se representa con la letra "P".

Un **J/seg** equivale a **1 watt (W)**, por tanto, cuando se consume 1 joule de potencia en un segundo, estamos gastando o consumiendo 1 watt de energía eléctrica.

La unidad de medida de la potencia eléctrica "P" es el "watt", y se representa con la letra "W".

BIBLIOGRAFIA

FESTO DIDACTIC. Sensores para la técnica de procesos y manipulación. Esslingen, 1993.

Manual LOGO Switch over (Siemens) Ed 07/2001 A5E00119094-01

ERDMAN, Arthur G. Diseño de mecanismos análisis y síntesis. México; Prentice Hall Editorial, 1998.

Lewis Paul H. Sistemas de control en ingeniería. Madrid. Prentice hall

Calero Perez, Roque. Fundamentos de mecanismos y maquinas para ingenieros. Madrid. Mc Graw Hill.

MAJUNDAR, S.R. Sistemas neumáticos principios y mantenimiento. México: Mc Graw Hill Editorial, 1997.

Chapman, Stephen J. Máquinas Eléctricas tercera edición Santa fe de Bogota Mc Graw Hill 2000.

BIBLIOGRAFIA ELECTRONICA

[http:// www.festo.com](http://www.festo.com)

<http://www.airtac.com>

<http://www.alumina.com>

<http://www.cga.com.co>

<http://www.sapiensman.com/neumatica>

http://www.sapiensman.com/control_automatiko

<http://www.sensotec-instruments.com/castellano/>

<http://www.anser.com.ar/Dosificadores.htm>

<http://www.sensing.es/transductor%202.htm>

<http://proton.ucting.udg.mx/materias/robotica>

<http://www.scamecanica.com>

<http://www.terra.es/personal/jdellund/tutorial/espanol>

Anexos

TABLA DE CONTENIDO ANEXOS

A1. ELEMENTOS UTILIZADOS

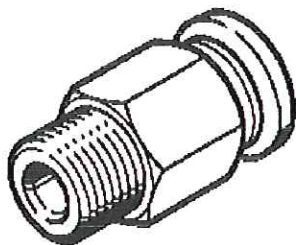
A2. PERFILERIA

A3. PROGRAMA MAQUINA

A4. PLANOS

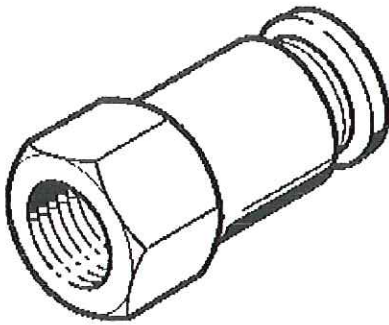
A1. ELEMENTOS UTILIZADOS

**Racor rápido roscado
QS-1/4-6**



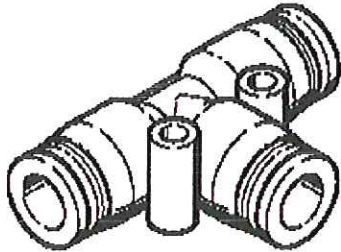
Criterio	Característica
Tamaño	Estándar
Diámetro nominal	4,6 mm
Tipo de junta del eje atornillable	Recubrimiento
Construcción	Principio de empuje y tracción
Presión de funcionamiento	-0,95 - 10 bar
Fluido	Aire comprimido filtrado, sin lubricar Aire filtrado y lubricado
Clase de resistencia a la corrosión KBK	1
Temperatura ambiente	0 - 60 °C
Par de apriete máximo	12 Nm
Peso del producto	17 g
Conexión neumática	R1/4 para diámetro exterior del tubo flexible de 6 m
Información sobre el material del cuerpo	Latón
Información sobre el material de la cinta de la rosca	PTFE
Información sobre el material de la junta del tubo flexible	NBR
Datos sobre el material del segmento de sujeción del tubo flexible	Acero inoxidable de aleación fina Latón

**Racor rápido roscado
QSF-1/4-6-B**



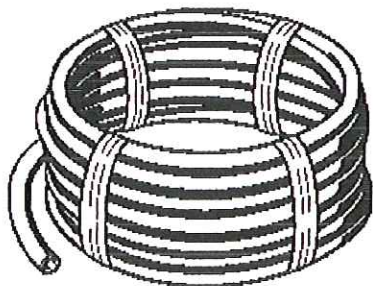
Criterio	Característica
Tamaño	Estándar
Diámetro nominal	4,6 mm
Construcción	Principio de empuje y tracción
Presión de funcionamiento	-0,95 - 10 bar
Fluido	Aire comprimido filtrado, sin lubricar Aire filtrado y lubricado
Clase de resistencia a la corrosión KBK	1
Temperatura ambiente	0 - 60 °C
Par de apriete máximo	12 Nm
Peso del producto	25 g
Conexión neumática	G1/4 para diámetro exterior del tubo flexible de 6 m
Información sobre el material del cuerpo	Latón

**Racor rápido en T
QST-6**



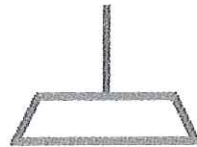
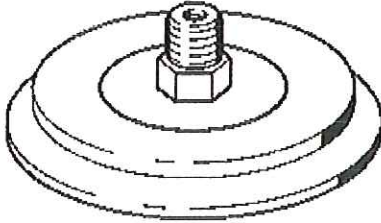
Criterio	Característica
Tamaño	Estándar
Diámetro nominal	4,6 mm
Construcción	Principio de empuje y tracción
Presión de funcionamiento	0 - 10 bar
Fluido	Aire comprimido filtrado, sin lubricar Aire filtrado y lubricado
Clase de resistencia a la corrosión KBK	1
Temperatura ambiente	0 - 60 °C
Conexión neumática	para diámetro exterior del tubo flexible 6 m

Tubo de material sintético
PUN-6x1-BL



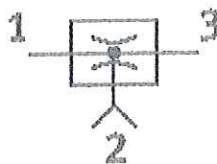
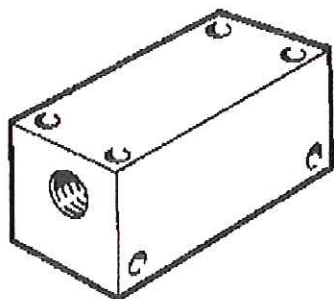
Criterio	Característica
Diámetro exterior	6 mm
Diámetro interior	4 mm
Radio máximo de curvatura	26,5 mm
Fluido	Aire comprimido filtrado Vacío
Temperatura ambiente	-35 - 60 °C
Peso del producto según la longitud	0,0192 kg/m
Color	Azul
Dureza Shore	52 +/- 3
Indicación sobre el material	sin cobre y teflón
Información sobre el material del tubo flexible	TPE-U(PU)

Ventosa plana
VAS-40-1/4-PUR



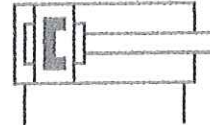
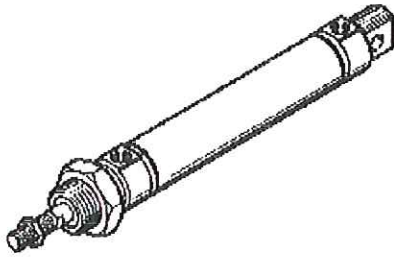
Criterio	Característica
Diámetro nominal	4 mm
Diámetro de la ventosa	40 mm
Diámetro útil de la ventosa	32 mm
Construcción	Conexión de vacío arriba redondo, estándar
Fluido	Aire atmosférico
Temperatura ambiente	-20 - 60 °C
Fuerza de separación con vacío de 70%	56 N
Rosca de fijación	G1/4
Fijación de la ventosa	G ¼
Conexión de vacío	G1/4
Dureza Shore	62
Información sobre el material de la chaveta atornillable	Fundición inyectada de zinc
Información sobre el material de la ventosa	TPE-U(PU)

**Tobera aspiradora por vacío
VAD-1/4**



Criterio	Característica
Diámetro nominal de la tobera Laval	1 mm
Posición de montaje	Indistinto
Característica del eyector	Alto vacío
Construcción	forma en T
Presión de funcionamiento	1,5 - 10 bar
Vacío máximo	80 %
Fluido	Aire comprimido filtrado
Temperatura del medio	-20 - 80 °C
Temperatura ambiente	-20 - 80 °C
Tipo de fijación	con taladro pasante
Conexión neumática 1	G1/4
Conexión neumática 3	G1/4
Conexión de vacío	G1/4
Indicación sobre el material	sin cobre y teflón
Información sobre el material del cuerpo	Fundición inyectada de aluminio

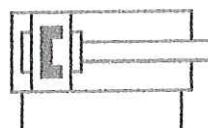
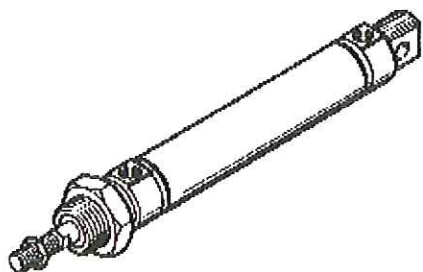
**Cilindros normalizados
DSNU-20-100-P-A**



Criterio	Característica
Carrera	100 mm
Diámetro del émbolo	20 mm
Rosca del vástago	M8
Amortiguación	Amortiguación neumática regulable en ambos lados (PPV)
Posición de montaje	Indistinto
Corresponde a la norma	ISO 6432
Extremo del vástago	Rosca exterior
Construcción	Émbolo Vástago
Detección de la posición	con detector de proximidad
Variantes	vástago simple
Presión de funcionamiento	1 - 10 bar
Forma de funcionamiento	De efecto doble
Fluido	Aire seco, lubricado o sin lubricado
Clase de resistencia a la corrosión KBK	2
Temperatura ambiente	-20 - 80 °C
Energía del impacto en las posiciones finales	7,2 J
Fuerza teórica con 6 bar, retroceso	158,3 N

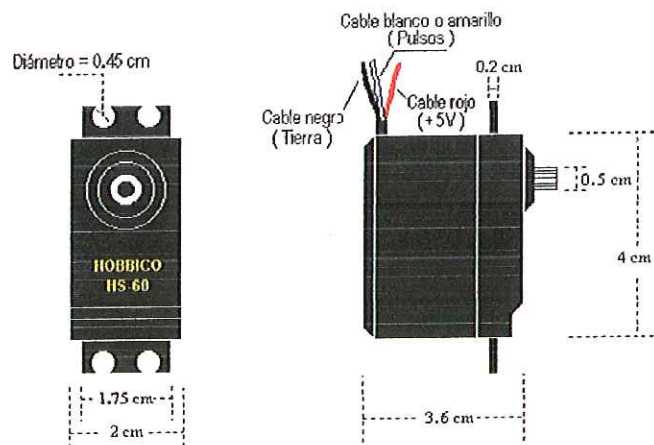
Fuerza teórica con 6 bar, avance	188,5 N
Masa móvil con carrera de 0 mm	44 g
Peso adicional por 10 mm de carrera	7,2 g
Peso básico con carrera de 0 mm	186,8 g
Masa adicional por 10 mm de carrera	4 g
Tipo de fijación	con accesorios
Conexión neumática	G1/8
Información sobre el material de la tapa	Aleación forjable de aluminio Anodizado incoloro
Información sobre el material de las juntas	TPE-U(PU) NBR
información sobre el material del cuerpo	Acero inoxidable de aleación fina
Información sobre el material del vástago	Acero inoxidable de aleación fina
Información sobre el material de la camisa del cilindro	Acero inoxidable de aleación fina

**Cilindros normalizados
AIRTAC
SERIE-MA**



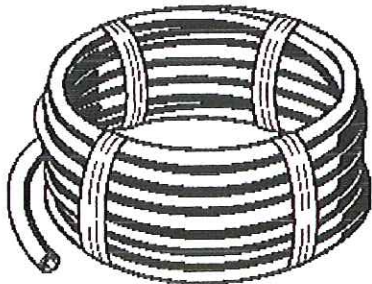
Criterio	Característica
Carrera	1 – 75 mm
Diámetro del émbolo	25 mm
Amortiguación	Amortiguación neumática regulable en ambos lados
Presión de operación	1-9 kg/cm²
Temperatura	0 - 70°C
Rango de velocidad	50 – 800 mm/s
Anillo magnético	Standard
Alimentación	Doble efecto
Camisa	En acero inoxidable
Lubricación	No requiere
Vástago	Acero 1045 cromado
Cabezas	Aluminio
Pistón	Aluminio
Empaques	NBR
Anillo magnético	Plastico

SERVOMOTOR HOBBICO HS-60



Criterio	Característica
Descripción	HS-60 Standard Sport
Dimensiones L x W x H (in.)	1.6 x 0.8 x 1.4
peso (oz.)	1.57
Tipo de engrane	resina
A 4.8V Velocidad(sec/60)	0.19
Torque (oz-in.)	42.00
A 6.0V Velocidad (sec/60)	0.16
Torque (oz-in.)	49.00

Tubo de material sintético
PUN-4x0,75-BL



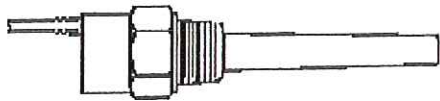
Criterio	Característica
Diámetro exterior	4 mm
Diámetro interior	2,6 mm
Radio máximo de curvatura	17 mm
Fluido	Aire comprimido filtrado vacío
Temperatura ambiente	-35 - 60 °C
Peso del producto según la longitud	0,0089 kg/m
Color	azul
Dureza Shore	52 +/- 3
Indicación sobre el material	sin cobre y teflón
Información sobre el material del tubo flexible	TPE-U(PU)

**BOMBA SUMERGIBLE
MODEL SP-3800**



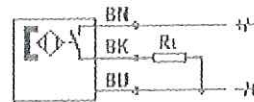
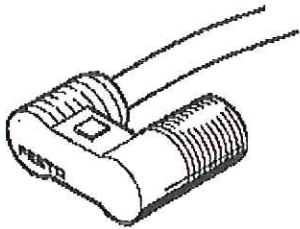
Criterio	Característica
Dimensiones (Mm.)	160x83x155
Peso (Kg.)	0.7
Voltaje	220-240V
Frecuencia	50/60Hz
Potencia (w)	25
Salida (l/h)	2000
Altura máxima (m)	1.8

**SENSOR DE NIVEL
POINTEK
CLS-100**



Criterio	Característica
Voltaje	10 - 30 Vdc
Señal de salida	
Interruptor de estado sólido	30 Vdc → seguro
Modo	Alto ó Bajo
Temperatura	- 40 a 110° C
Nivel de presión	146 Psi
Cableado	

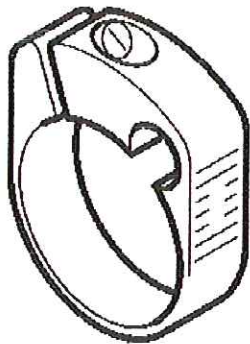
**Detector de proximidad
SMEO-4U-K-LED-24**



Criterio	Característica
Construcción	redondo
Posición de montaje	indistinto
Anticortocircuitaje	no
Principio de medición	magnético Reed
Función del elemento de conmutación	contacto de trabajo
Polos inconfundibles	no
Indicación del estado	LED amarillo
Tiempo de desconexión	0,03 ms
Tiempo de conexión	$\leq 0,5$ ms
Tensión de funcionamiento AC	12 - 27 V
Tensión de funcionamiento CD	12 - 27 V
Corriente máxima de salida	500 mA
Tensión AC máxima en la salida	27 V
Tensión DC máxima en la salida	27 V
Rendimiento DC máximo de conmutación	10 W
Salida	bipolar, con contacto
Símbolo CE	Según la directiva EU 89/336/EWG (EMV)
Tipo de protección	IP67

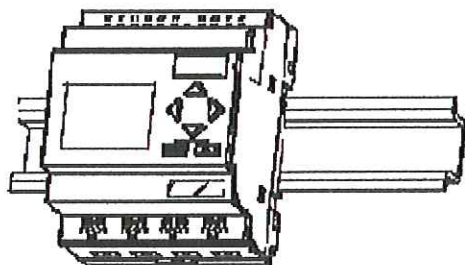
Temperatura ambiente con cableado móvil	-5 - 60 °C
Temperatura ambiente	-20 - 60 °C
Peso del producto	70 g
Reproducibilidad del valor de conmutación	+/- 0,1 mm
Conexión eléctrica	Cable trifilar
Longitud del cable	2,5 m
Tipo de fijación	con accesorios
Información sobre el material del cuerpo	PET
Información sobre el material de la cubierta del cable	PVC

**Piezas de fijación
SMBR-20**



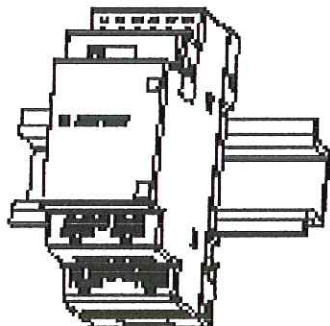
Criterio	Característica
Tamaño	8

LOGO!Basic



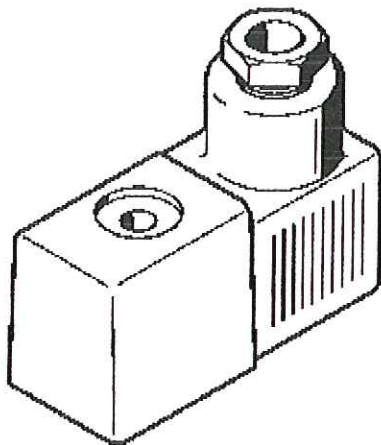
Criterio	Característica
Dimensiones (AxAxP)	72 x 90 x 55 mm
Peso	aprox. 190 g
Montaje	En riel de perfil de sombrero 35 mm4 unidades de distribución de ancho o montaje en la pared
Tensión de entrada	24 V c.c.
Margen admisible	20,4 ... 28,8 V c.c.
Protección contra inversión de polaridad	Si
Potencia disipada en caso de 24 V	0,2 ... 0,6 W
Temperatura de trabajo	0 a 55 °C
Almacenaje/transporte	- 40 °C ... +70 °C
Humedad relativa	del 10 al 85% sin formación de rocío
Presión atmosférica	795 ... 1080 hPa

**Módulo de ampliación
Para el LOGO!**



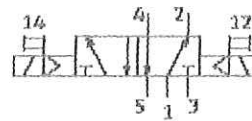
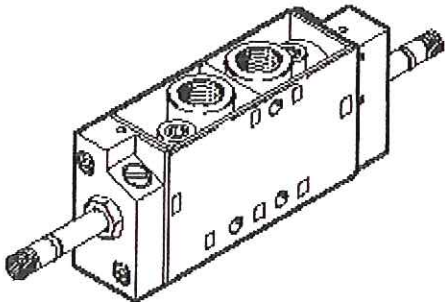
Criterio	Característica
Dimensiones (AxAxP)	36 x 90 x 55 mm
Peso	aprox. 90 g
Montaje	en riel de perfil de sombrero 35 mm 2 unidades de distribución de ancho o montaje en la pared

**Bobina
MSFG-24DC/42AC**



Criterio	Característica
Posición de montaje	indistinto
Tiempo mínimo de mantenimiento	10 ms
Duración de la conexión	100%
Valores característicos de las bobinas	24V DC: 4,5W 42V AC: 50/60Hz, AL7,5W,HL6W
Fluctuación de tensión permisible	+/- 10 %
Temperatura del medio	-10 - 60 °C
Tipo de protección	IP65
Temperatura ambiente	-5 - 40 °C
Peso del producto	65 g
Conexión eléctrica	Clavijas para MSSD-F 3 contactos
Tipo de fijación	Con tuerca moleteada
Información sobre el material del cuerpo	PA
Información sobre el material del conector tipo clavija	Acero
información sobre material bobinado	cobre

Electroválvula
JMFH-5-1/8

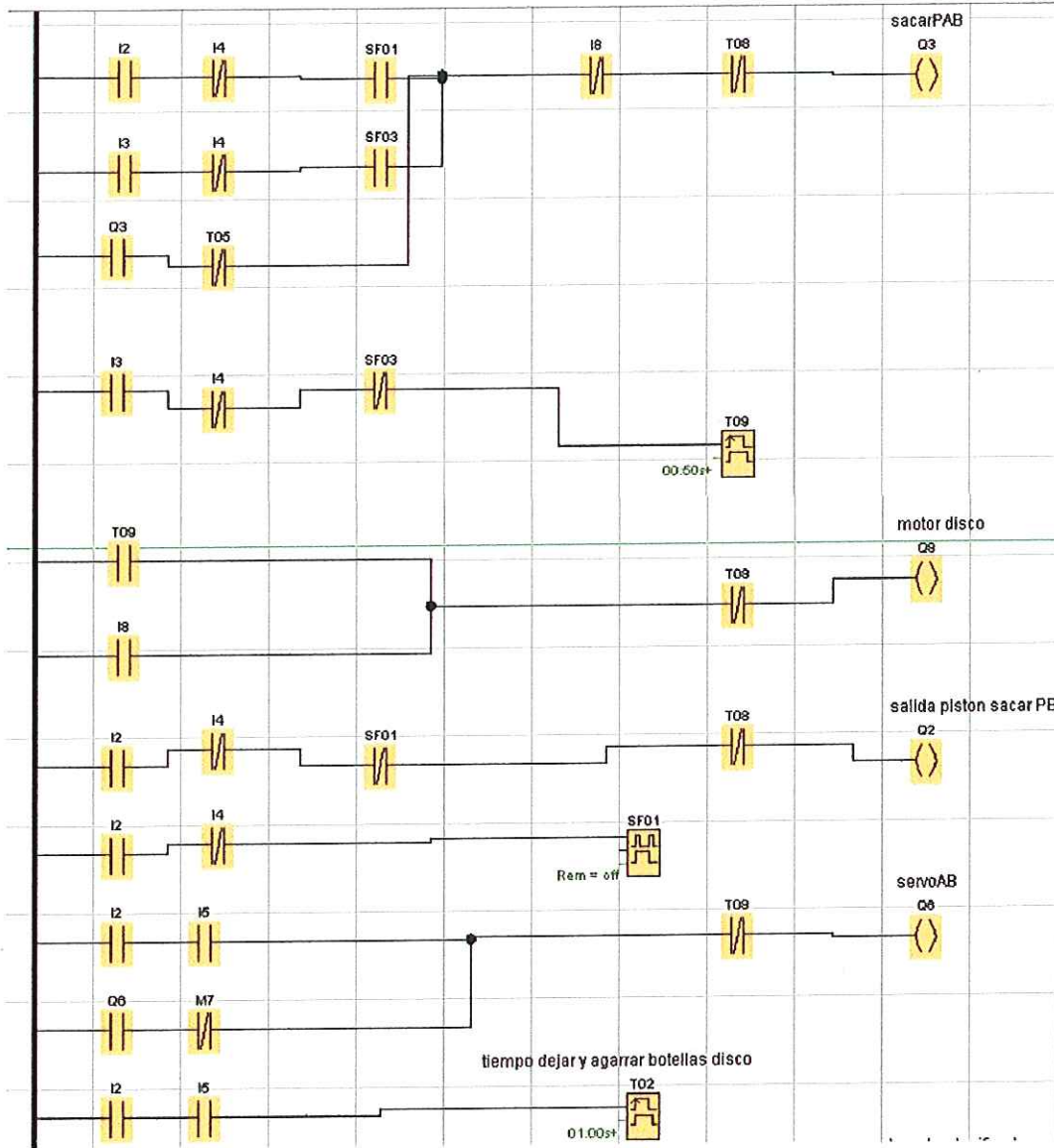


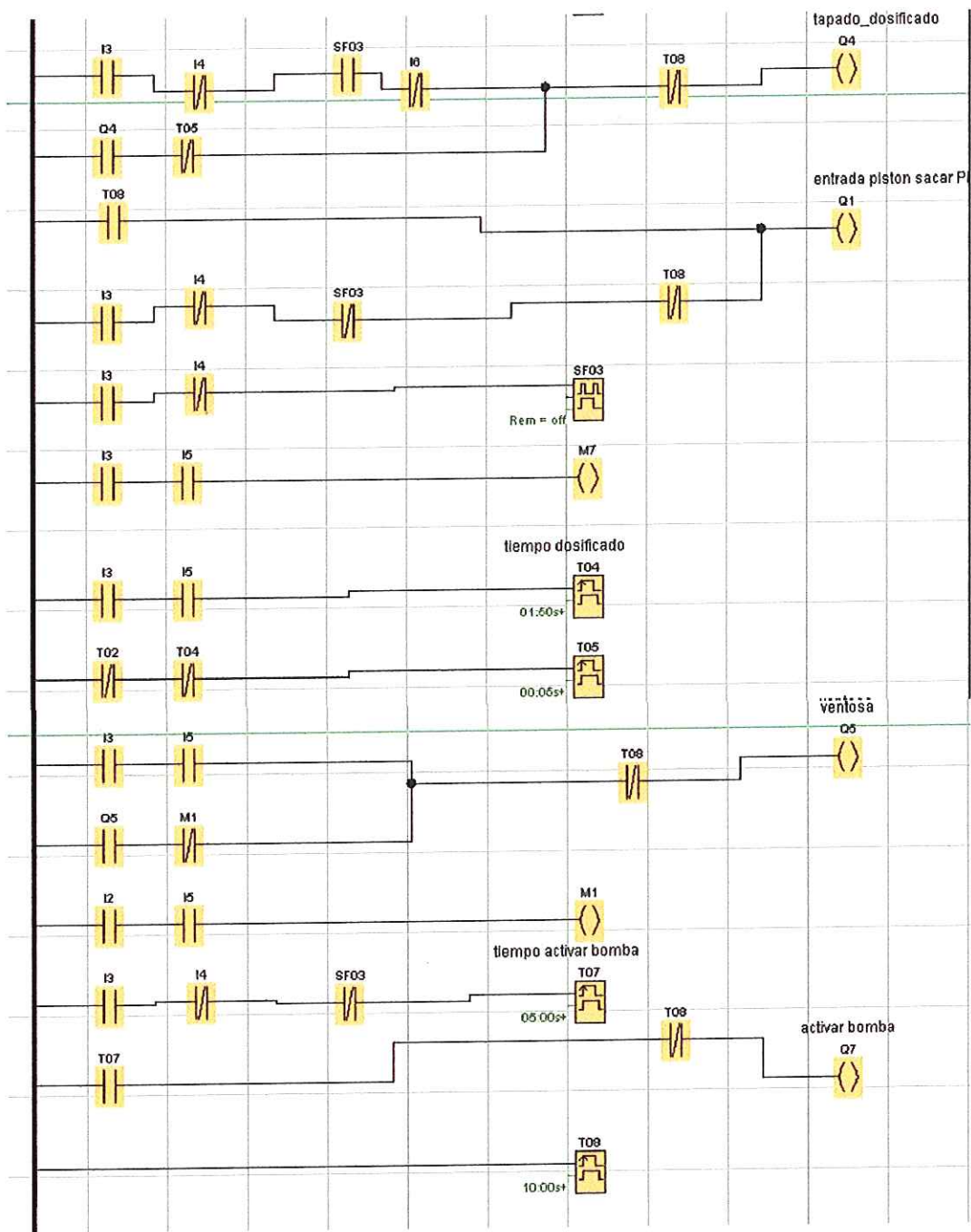
Criterio	Característica
Diámetro nominal	5 mm
Función de escape	Estrangulable
Tipo de accionamiento	Eléctrico
Principio de hermetización	Blando
Posición de montaje	Indistinto
Accionamiento manual auxiliar	con enclavamiento
Construcción	asiento de plato
Tipo de control	Prepilotado
Sentido del flujo	no reversible
Función de las válvulas	5/2
Presión de funcionamiento	1,5 - 8 bar
comportamiento de la presión de mando (diagrama)	Diagrama
Caudal nominal normal	600 l/min
Cambio del tiempo de conmutación	10 ms
Fluido	Aire seco, lubricado o sin lubricado
Temperatura del medio	-10 - 60 °C
Tipo de protección	IP65

Temperatura ambiente	-5 - 40 °C
Peso del producto	425 g
Conexión eléctrica	a través de bobina F, pedir por separado
Tipo de fijación	a elegir: con taladro pasante En el distribuidor PR
Conexión del aire de escape de pilotaje 82	M5
Conexión del aire de escape de pilotaje 84	M5
Conexión neumática 1-2-3-4-5	G1/8
Información sobre el material de las juntas	NBR
Información sobre el material del cuerpo	Fundición inyectada de aluminio Anodinado
Homologación	UL - Recognized (OL)

A3. PROGRAMA MAQUINA

PROGRAMA MAQUINA HECHO EN LOGO SOFT





VARIABLES UTILIZADAS EN EL PROGRAMA DEL PLC

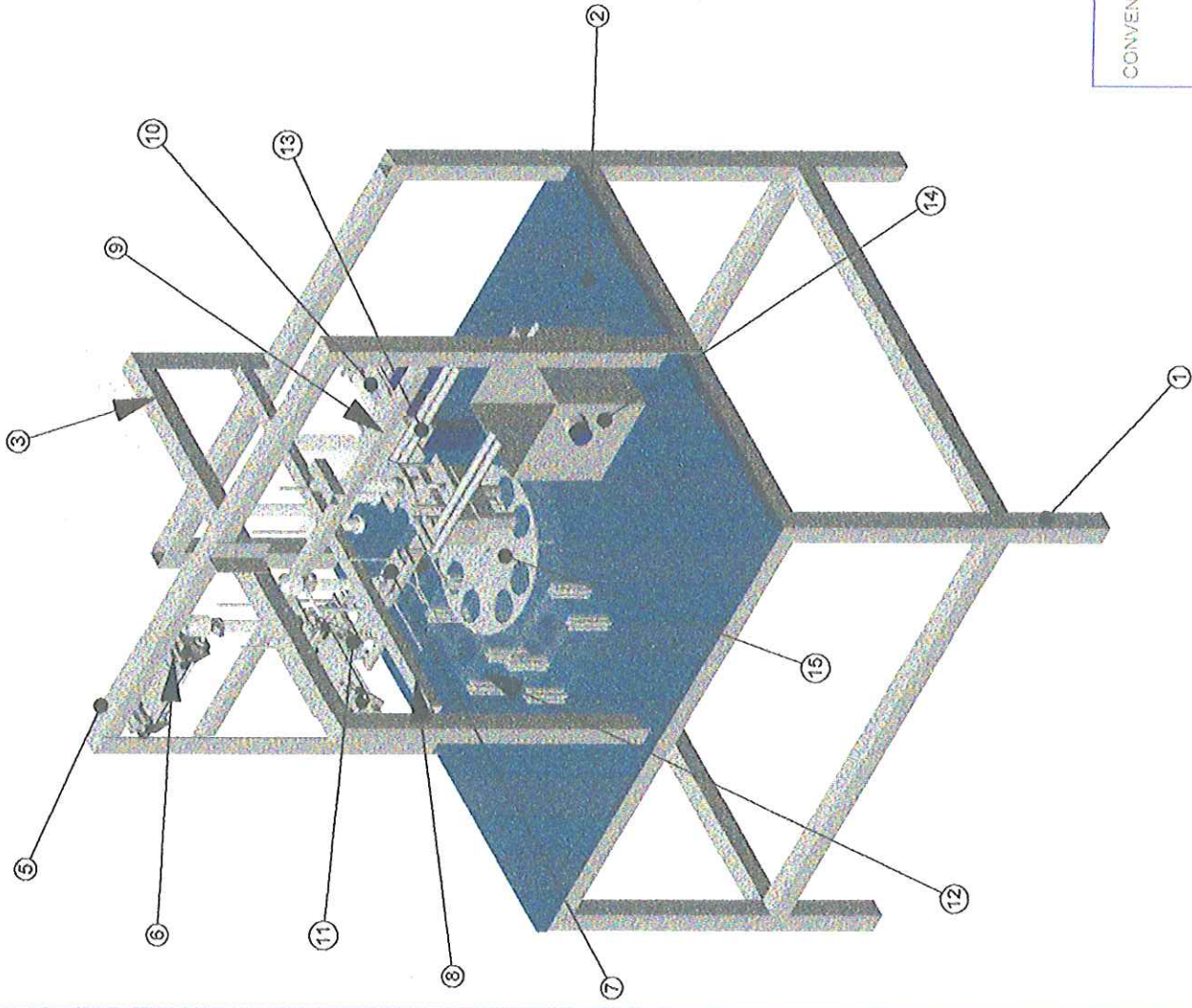
LOGO!(siemens)

VARIABLES DE ENTRADA	
I ₁	Entrada de ajuste
I ₂	Indica que el pistón 1- 4 - 6 están adentro
I ₃	Indica que el pistón 1 – 4 - 6 esta afuera
I ₄	Indica que el pistón 2 - 7 están adentro
I ₅	Indica que el pistón 2 - 7 están afuera
I ₈	Indica que el motor del disco ha girado 90°

VARIABLES DE SALIDA	
Q ₁	Activa entrada piston 1- 4- 6
Q ₂	Activa salida piston 1-4-6
Q ₃	Activa salida piston 2-7
Q ₄	Activa piston 3 – 5
Q ₅	Activar ventosa
Q ₆	Activar servo cerrar
Q ₇	Activar bomba
Q ₈	Activar motor disco

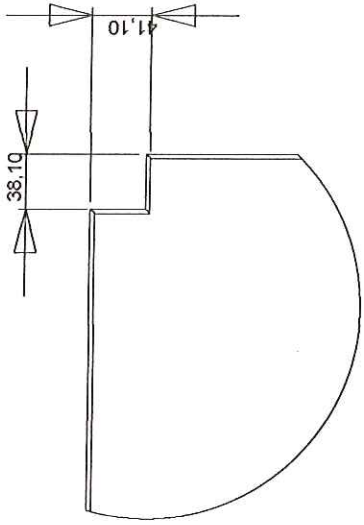
TEMPORIZADORES	
T ₂	Tiempo dejar y botellas en la canastilla
T ₄	Tiempo dosificado
T ₆	Tiempo motor – disco
T ₇	Tiempo activar bomba

A4. PLANOS

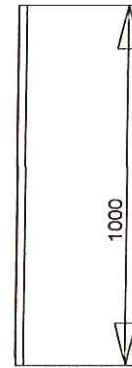
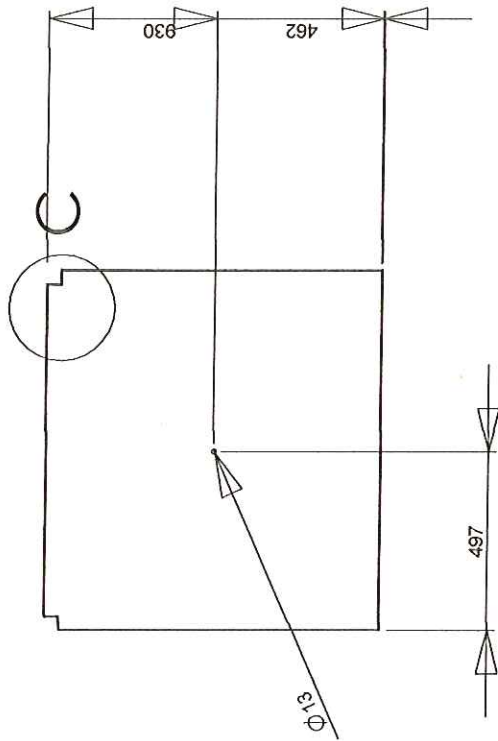
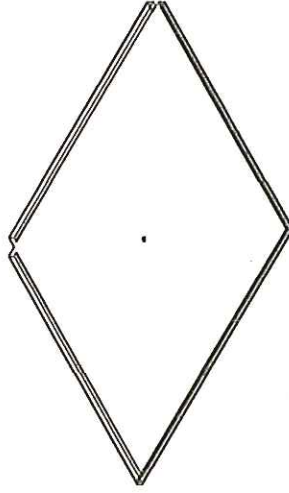


Nº DE ELEMENTO	DETALLE DE PIEZA	CANTIDAD.
1	estructura mesa	1
2	bandeja	1
3	estructura en angulo	1
4	PERFIL_3	2
5	riel	2
6	perfil	4
7	mecanismo agarrar botellas final	1
8	tubo cuadrado 2	1
9	tubo cuadrado 1	1
10	tapado	1
11	mecanismo SACAR botellas final	1
12	Assem2 caja	1
13	ensamblaje dosificado	1
14	ensamble_tolva	1
15	Disco	1

CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas
	DISEÑO: AUTOR	
NORMA: NTC....	APROBO:	ESC:.... OBSERVACIONES:
	FECHA: MAYO 1 DE 2005	
	PLANO No:	

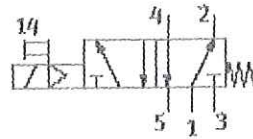
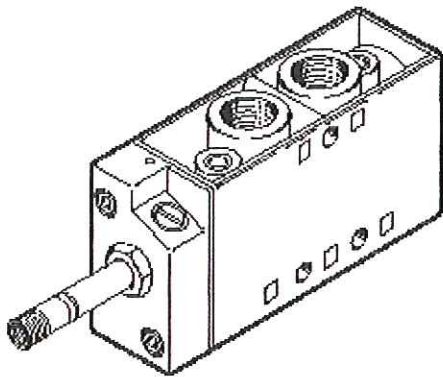


DETALLE C
ESCALA 1:5



CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas
	DISEÑO: AUTOR	
NORMA: NTC....	APROBO:	ESC: ---- OBSERVACIONES:
	FECHA: MAYO 1 DE 2005	
	PLANO No:	

**Electroválvula
MFH-5-1/8**



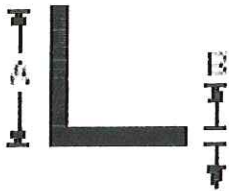
Criterio	Característica
Diámetro nominal	5 mm
Tipo de accionamiento	eléctrico
Principio de hermetización	blando
Posición de montaje	indistinto
Accionamiento manual auxiliar	con enclavamiento
Construcción	asiento de plato
Tipo de reposición	muelle mecánico
Tipo de control	prepilotoado
Sentido del flujo	no reversible
Función de las válvulas	5/2 Monoestable
Presión de funcionamiento	1,8 - 8 bar
comportamiento de la presión de mando (diagrama)	Diagrama
Caudal nominal normal	500 l/min
Desconexión del tiempo de conmutación	36 ms
Conexión del tiempo de conmutación	8 ms
Fluido	Aire seco, lubricado o sin lubricado

Temperatura del medio	-10 - 60 °C
Tipo de protección	IP65
Temperatura ambiente	-5 - 40 °C
Peso del producto	270 g
Conexión eléctrica	a través de bobina F, pedir por separado
Conexión del aire de escape de pilotaje 84	M5
Conexión neumática 1-2-3-4-5	G1/8
Información sobre el material de las juntas	NBR
Información sobre el material del cuerpo	Fundición inyectada de aluminio Anodinado
Homologación	UL - Recognized (OL) CSA (OL)

A2. PERFILERIA

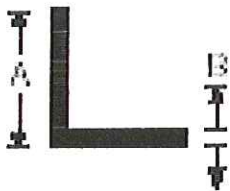
PERFILERIA

Ángulos de lados iguales A-018



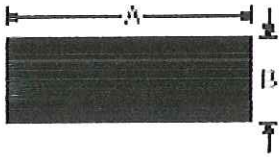
Criterio	Característica
Dimensión A (Pulg)	1-1/2
Dimensión B (Pulg)	1/16
Peso (kg/m)	0.321
perímetro (pulg)	6

Ángulos de lados iguales A-019



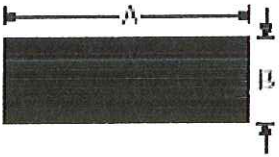
Criterio	Característica
Dimensión A (Pulg)	1-1/2
Dimensión B (Pulg)	1/8
Peso (kg/m)	0.629
perímetro (pulg)	6

**Platinas
P-031**



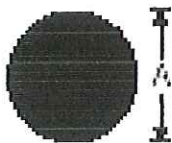
Criterio	Característica
Dimensión A (Pulg)	1-1/2
Dimensión B (Pulg)	3/16
Peso (kg/m)	0.491
perímetro (pulg)	3.37

**Platinas
P-042**



Criterio	Característica
Dimensión A (Pulg)	1-1/2
Dimensión B (Pulg)	5-16
Peso (kg/m)	0.134
perímetro (pulg)	2.16

**Alambrón
R-017**



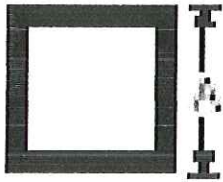
Criterio	Característica
Dimensión A (Pulg)	1/4
Peso (kg/m)	0.086
perímetro (pulg)	0.79

**Alambrón
R-011**



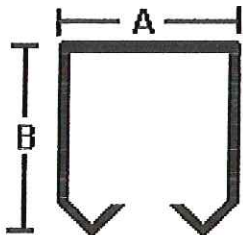
Criterio	Característica
Dimensión A (Pulg)	1
Peso (kg/m)	1.373
perímetro (pulg)	3.14

Tubulares Cuadrados
T-213



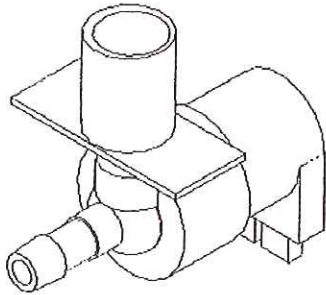
Criterio	Característica
Dimensión A (Pulg)	1-1/2
Peso (kg/m)	1.203
perímetro (pulg)	5.97

Riel Gabinete

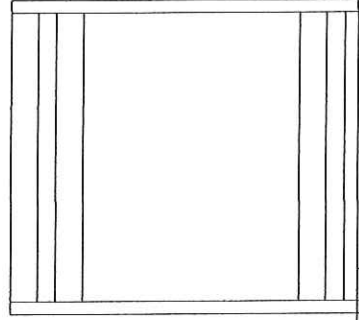
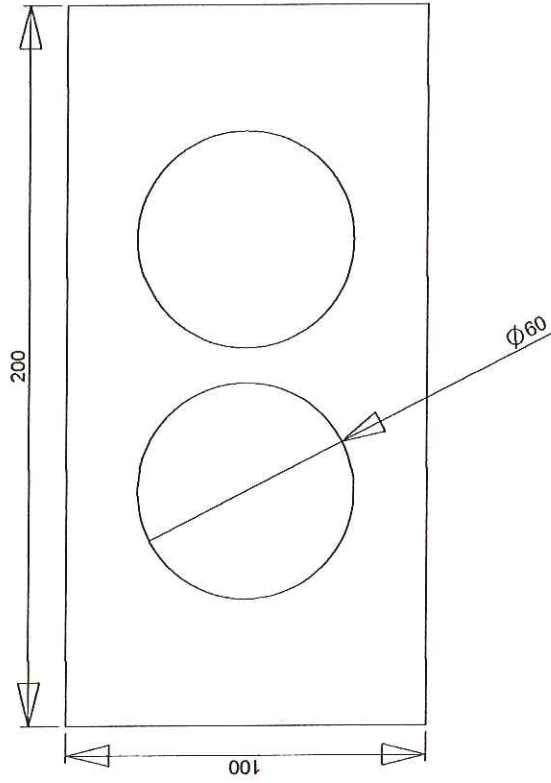
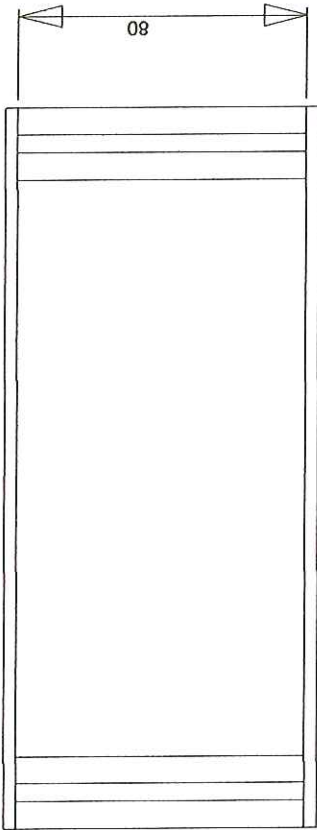
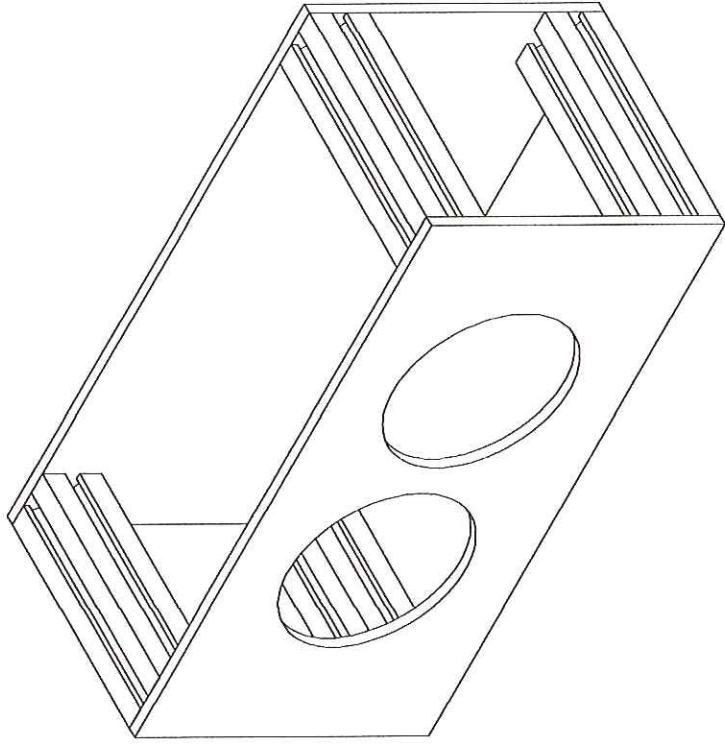


Criterio	Característica
Dimensión A (Pulg)	1-1/2
Dimensión B (Pulg)	1-1/2
Peso (kg/m)	0.472
perímetro (pulg)	3.23

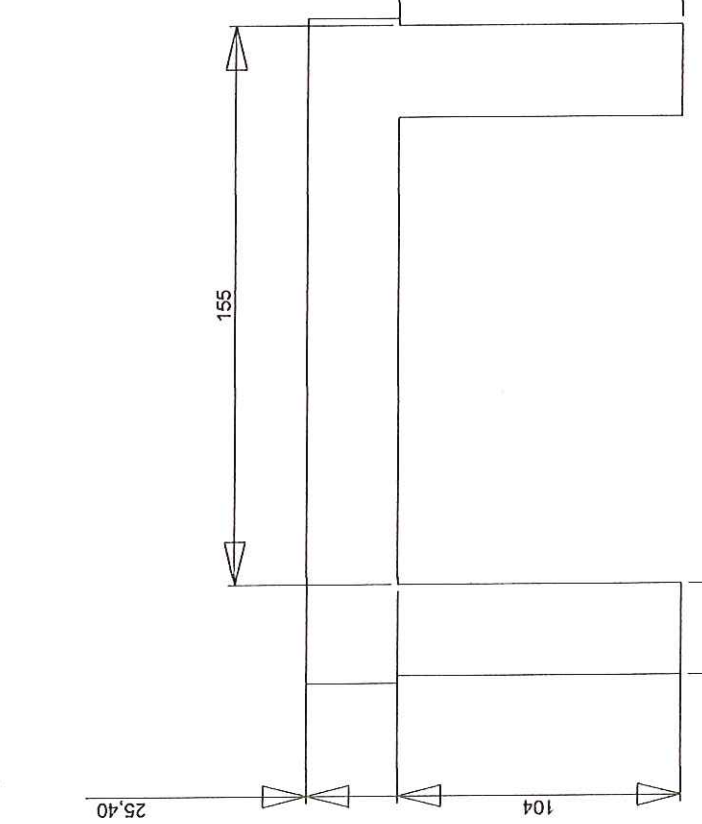
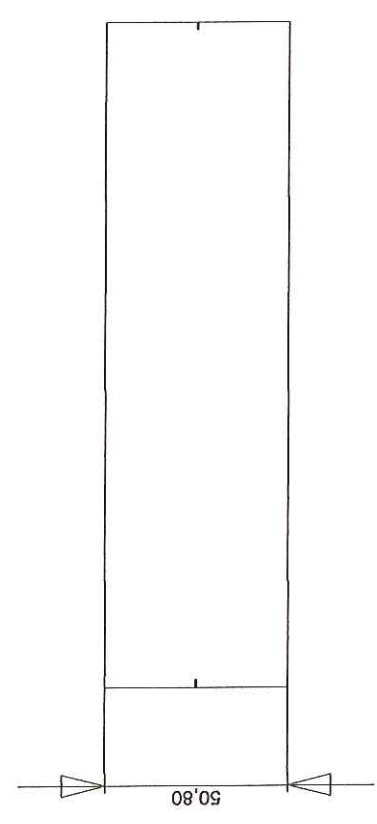
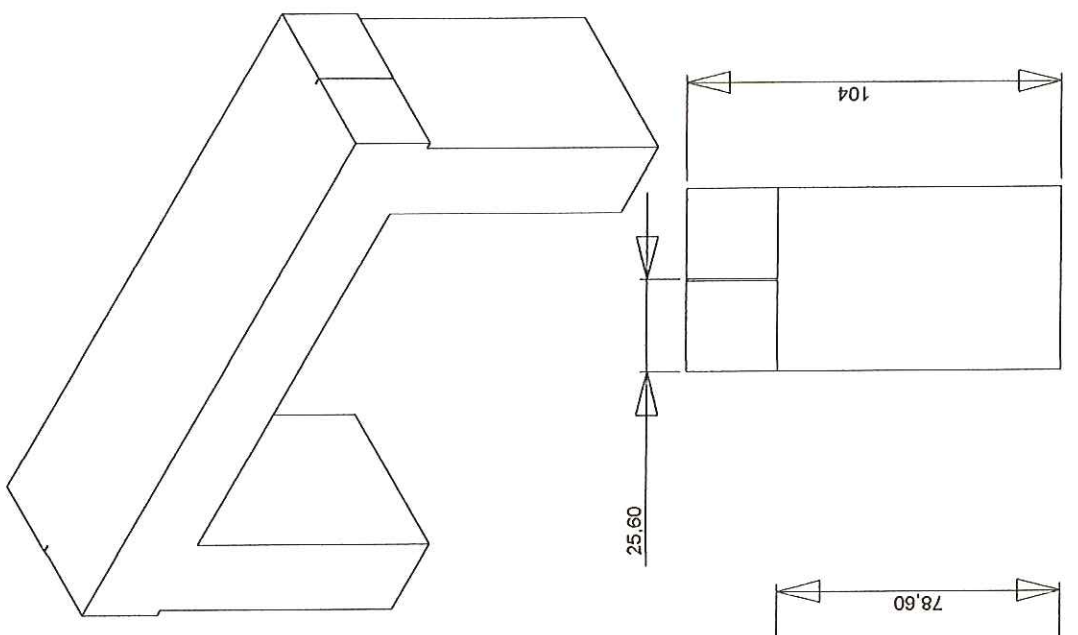
**Electrovalvula
151-1**



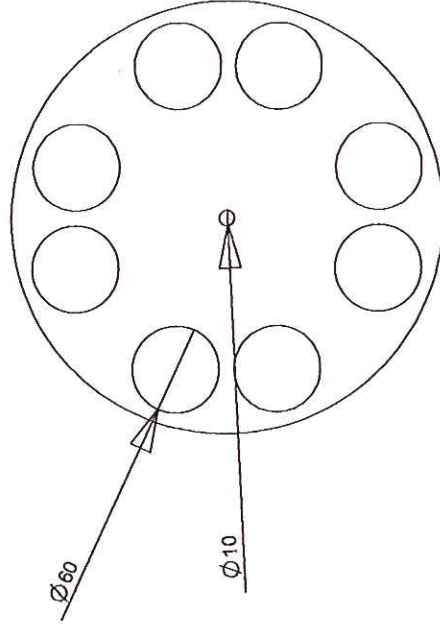
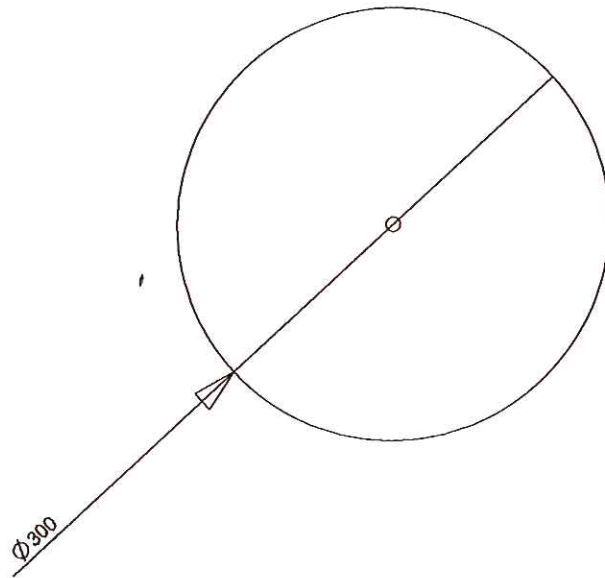
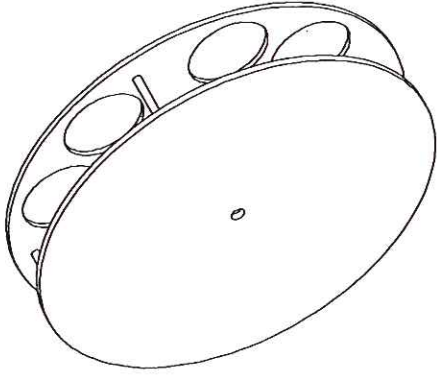
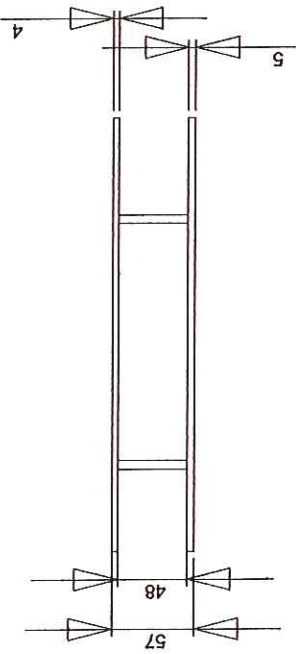
Criterio	Característica
Marca	Invensys
Voltaje (volts)	127
Frecuencia (hz)	50/60
Caudal por minuto (lts/min)	2.5



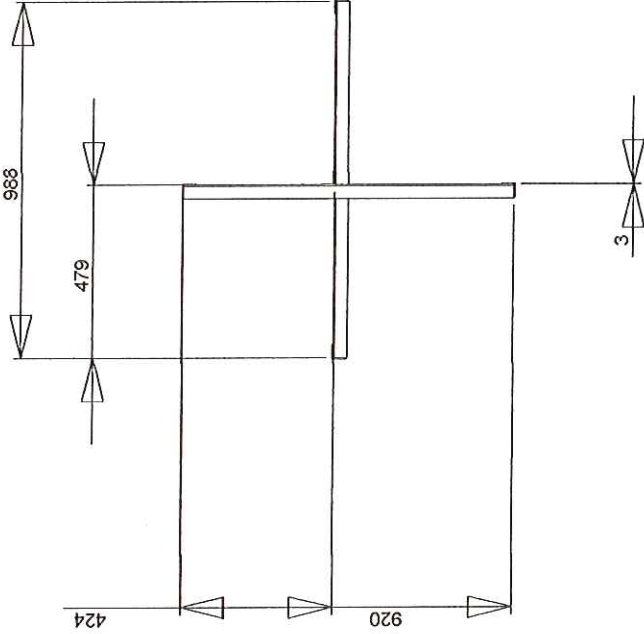
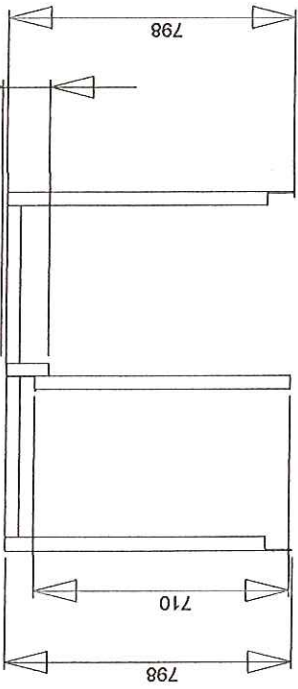
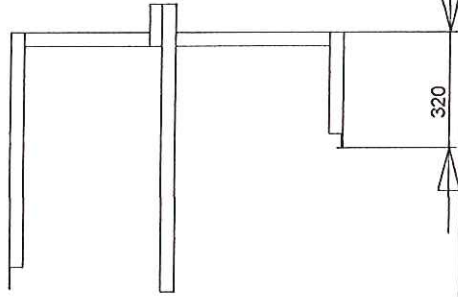
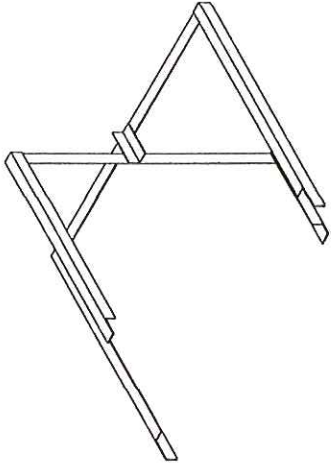
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	ESC:----
	DISEÑO: AUTOR		
NORMA: NTC....	APROBO:	OBSERVACIONES:	
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO No:		



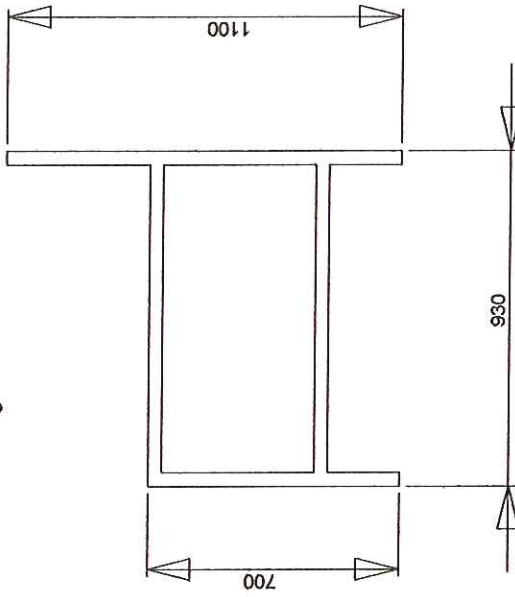
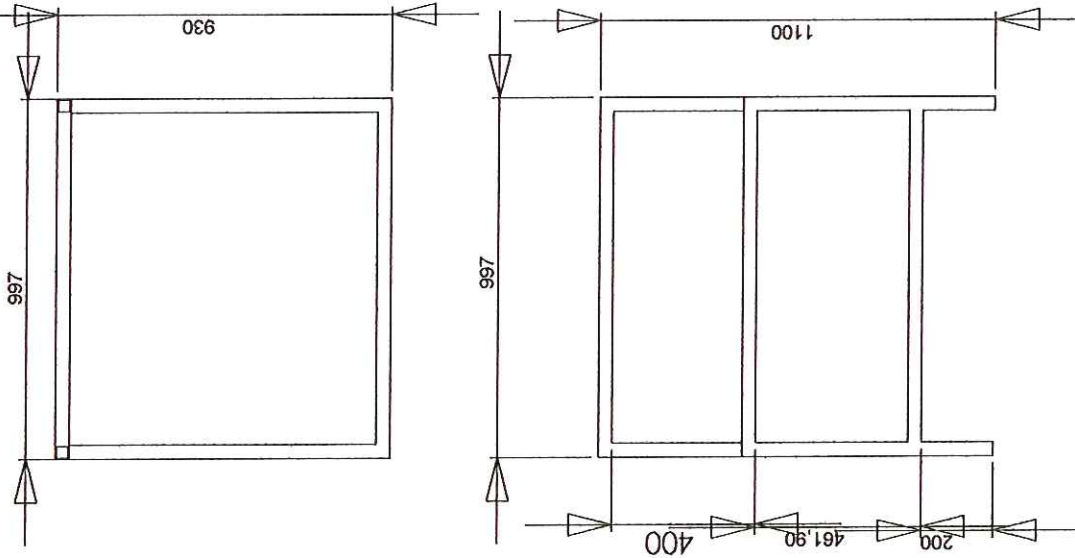
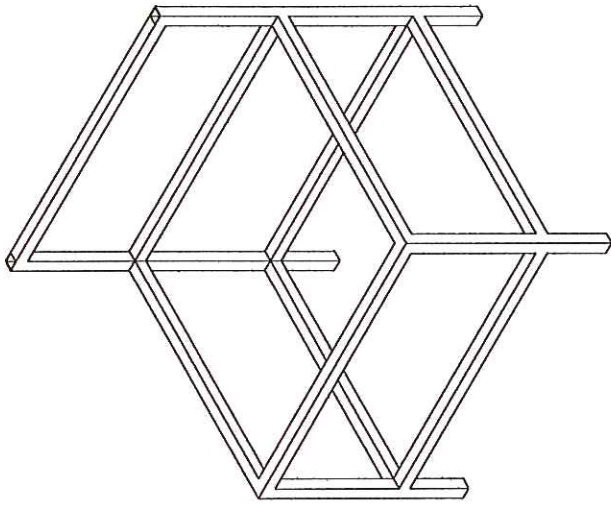
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	ESC: ----
	DISEÑO: AUTOR		
NORMA: NTC....	APROBO:	FECHA: MAYO 1 DE 2005	PLANO No:



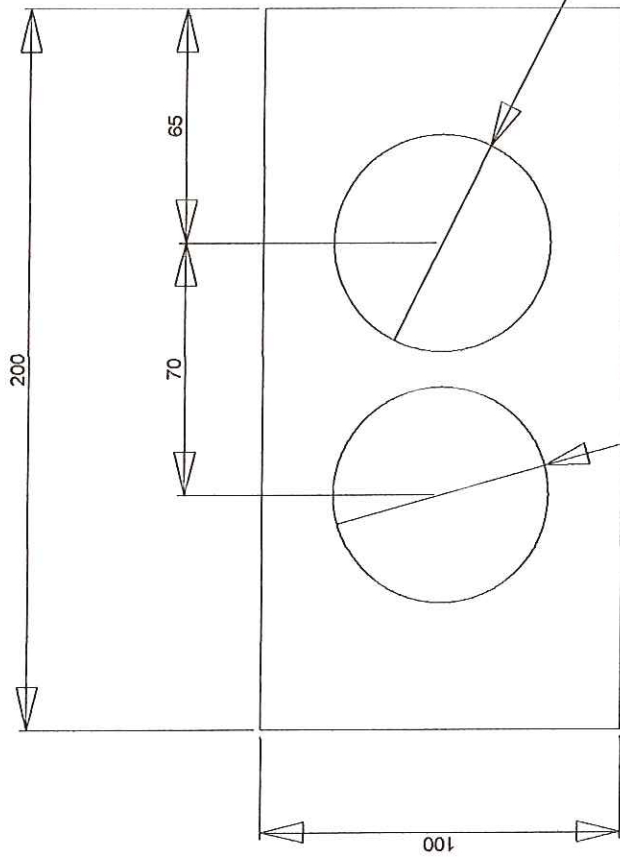
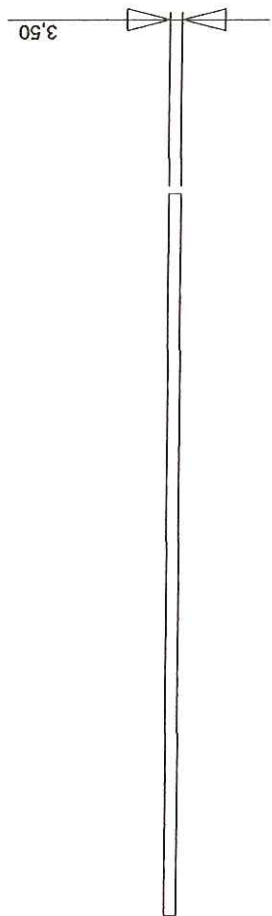
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DESEÑO: AUTOR	ESC: ----	
NORMA: NTC....	APROBO:	OBSERVACIONES:	
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO No:		



CONVENCIONES:	DISEÑO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISEÑO: AUTOR	ESC:----	OBSERVACIONES:
NORMA:	APROBO:		
NTC:...	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO No:		

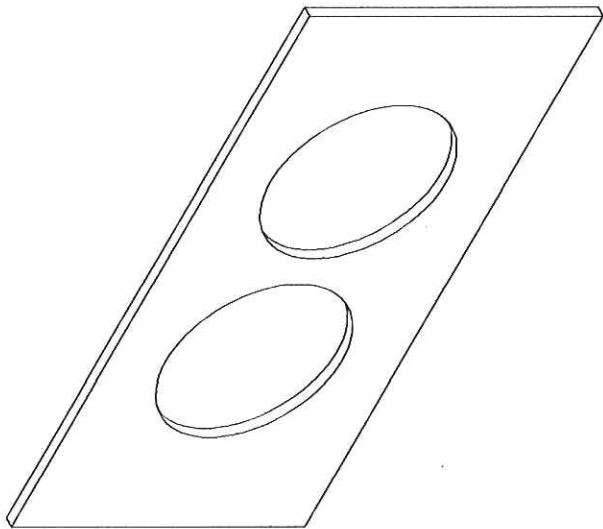


CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	ESC:----
	DISEÑO: AUTOR		OBSERVACIONES:
NORMA: NTC....	APROBO:	FECHA: MAYO 1 DE 2005	PLANO No:

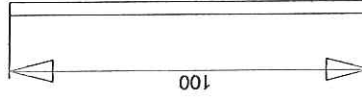
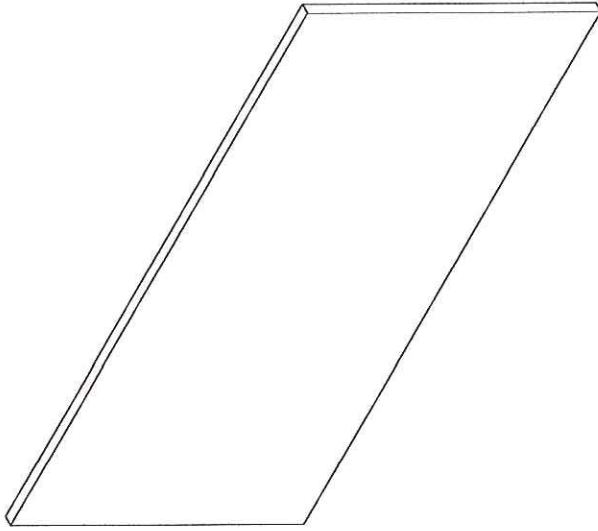
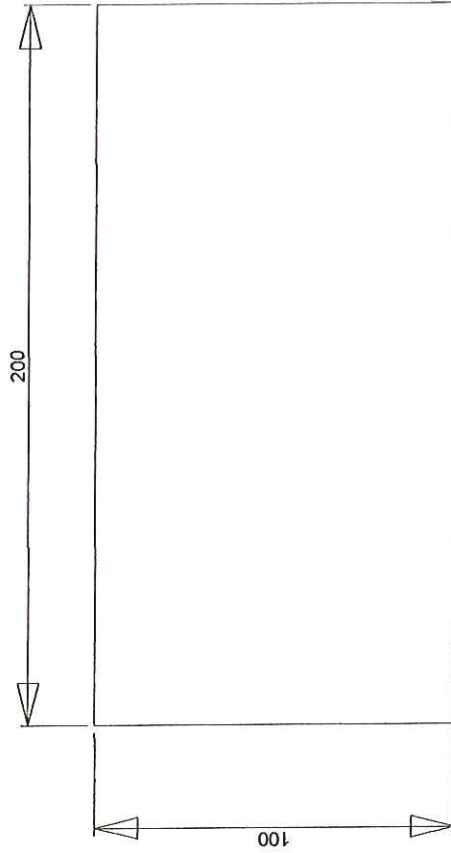
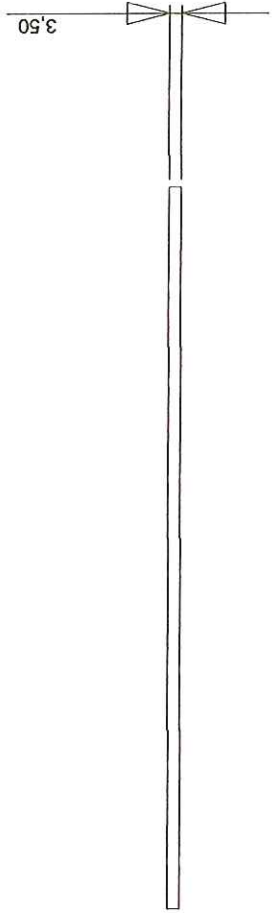


>MOD-DIAM>60

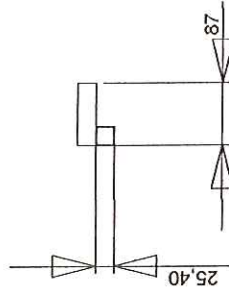
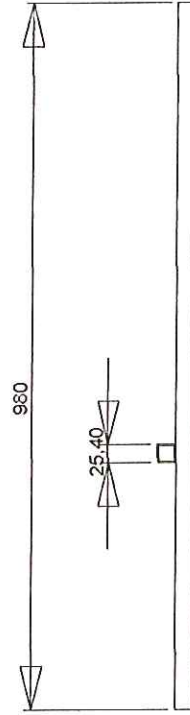
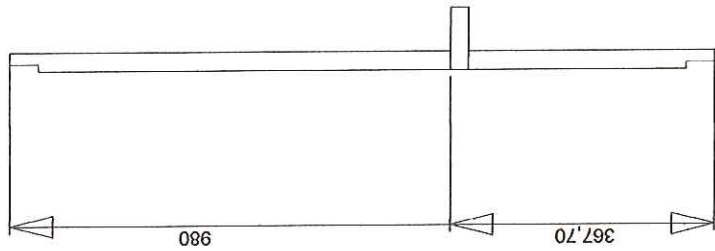
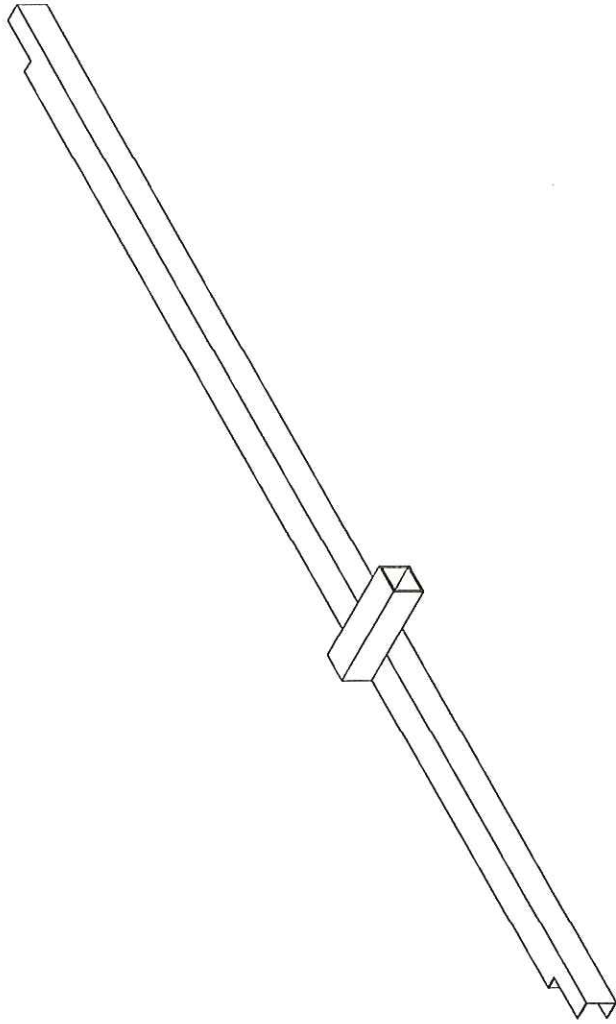
<MOD-DIAM>60



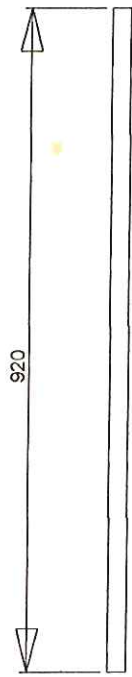
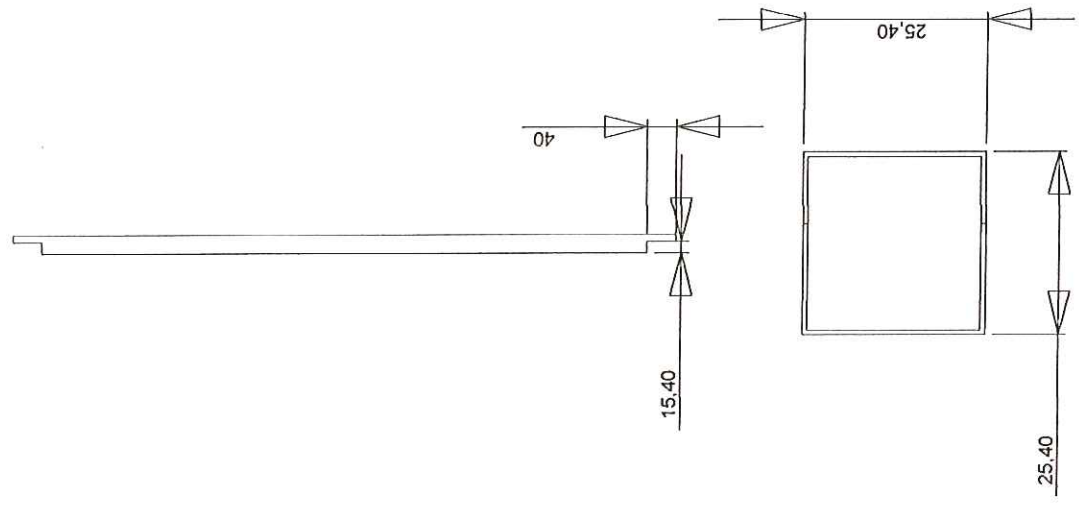
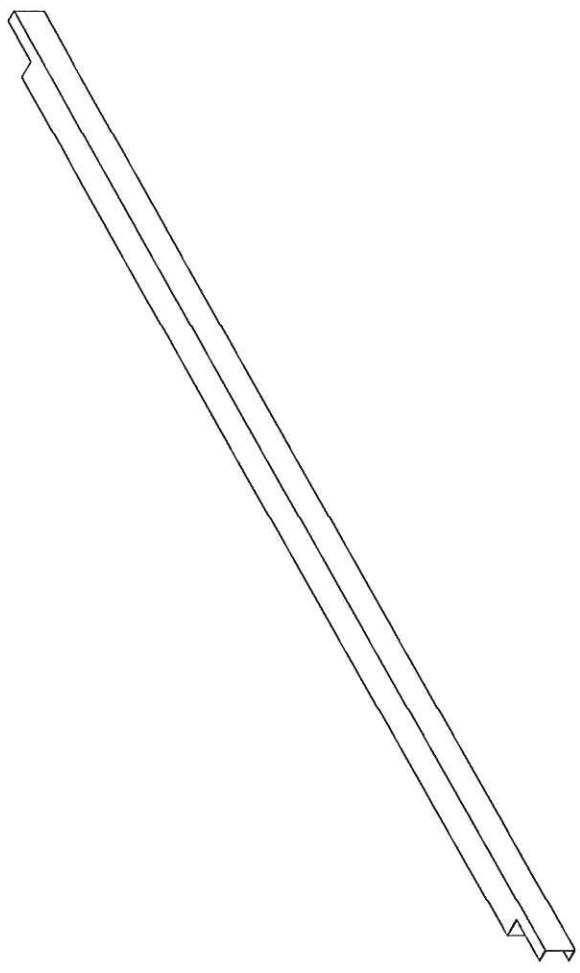
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas
	DISEÑO: AUTOR	
NORMA: NTC....	APROBO:	ESC: ---
	FECHA: MAYO 1 DE 2005	
	PLANO No:	OBSERVACIONES:



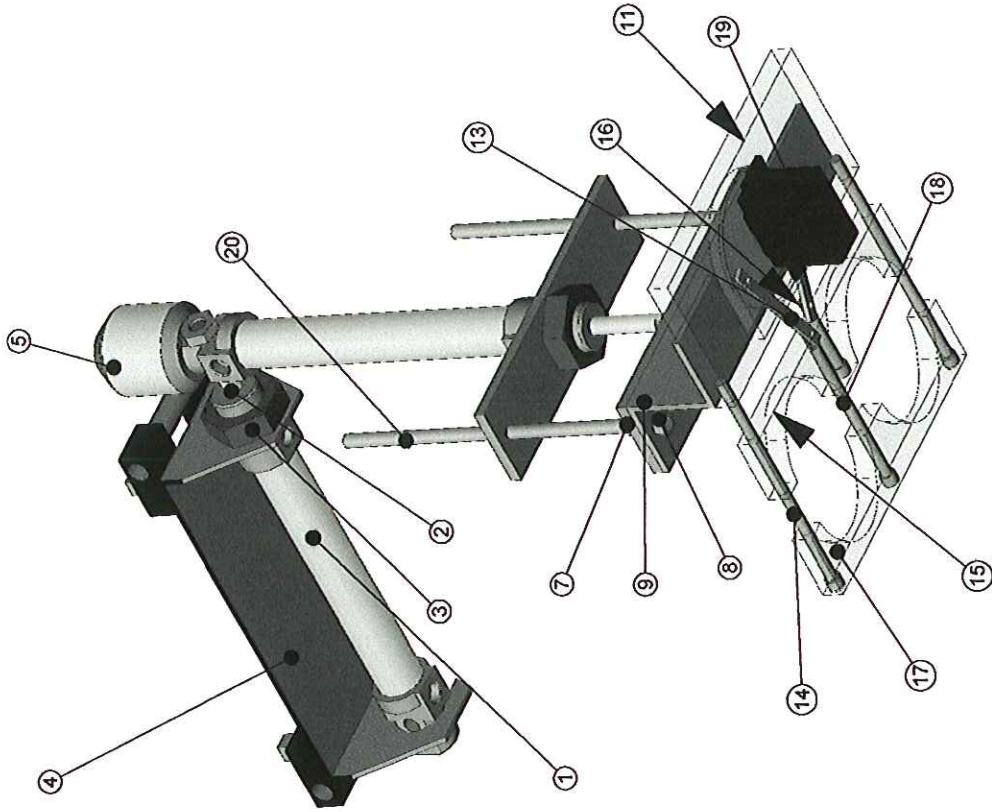
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	ESC:----
	DISEÑO: AUTOR		OBSERVACIONES:
NORMA: NTC....	APROBO:		
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO No:		



CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas
	DISEÑO: AUTOR	
NORMA: NTC....	APROBO:	ESC: 1:---
	FECHA: MAYO 1 DE 2005	
	PLANO No:	OBSERVACIONES:

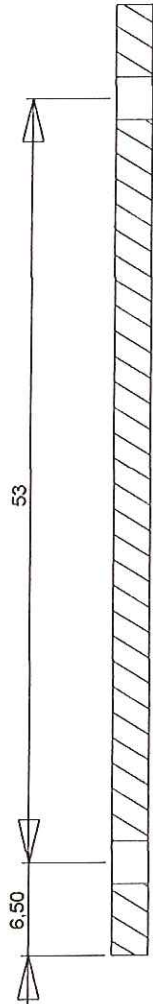


CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas
	DISEÑO: AUTOR	
NORMA: NTC....	APROBO:	ESC: ----
	FECHA: MAYO 1 DE 2005	
	PLANO No:	OBSERVACIONES:

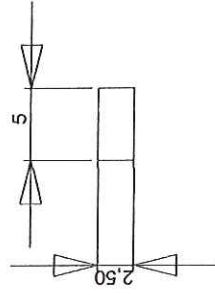
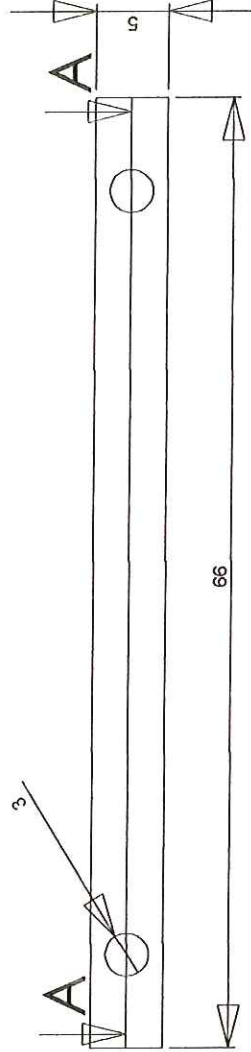
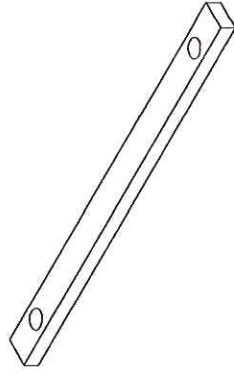


Nº DE ELEMENTO	detalle	CANTIDAD.
1	camisa piston	2
2	vastago piston	2
3	tuerca piston	2
4	base_piston	1
5	cilindro riel	1
6	platina 1	1
7	platina 2	1
8	tuerca guias	4
9	PLATINA EN Z	1
10	TUERCA VASTAGO	2
11	base_disco_mecanismo_botellas	1
12	disco_agarrar_botellas	1
13	barra_disco_botellas	2
14	guia_mecanismo_botellas	2
15	pinza1	1
16	guia_meter_pinza	1
17	pinza2	1
18	guia_sacar_pinza	1
19	servo61	1
20	varilla ventosas	2

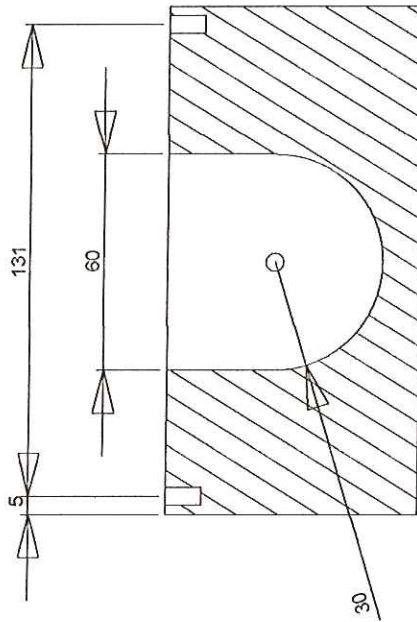
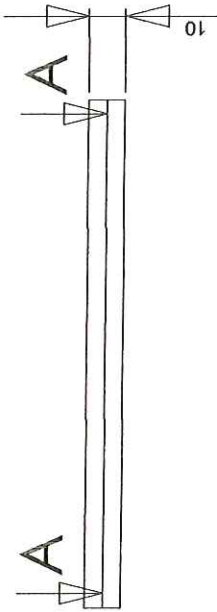
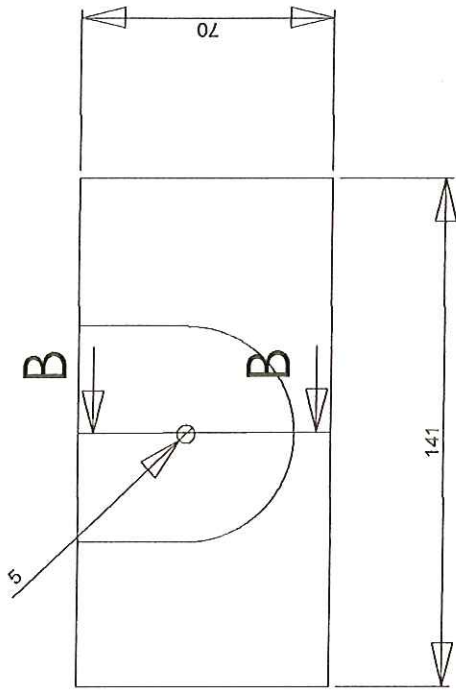
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas
	DISEÑO: AUTOR	
	APROBO:	
NORMA: NTC.....	FECHA: MAYO 1 DE 2005	ESC: ---- OBSERVACIONES:
	PLANO No:	



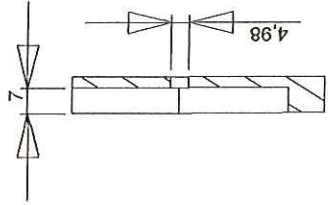
SECCIÓN A-A



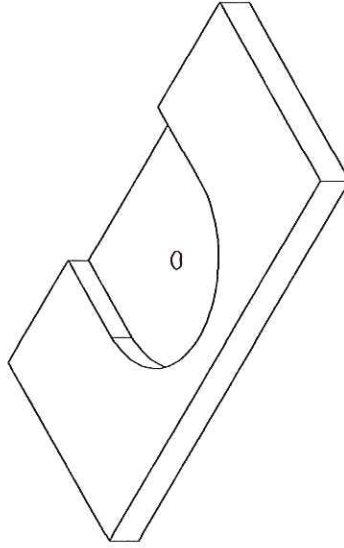
CONVENCIONES:	DISEÑO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISEÑO: AUTOR	ESC:----	
NORMA: NTC ...	APROBO:	OBSERVACIONES:	
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO No:		



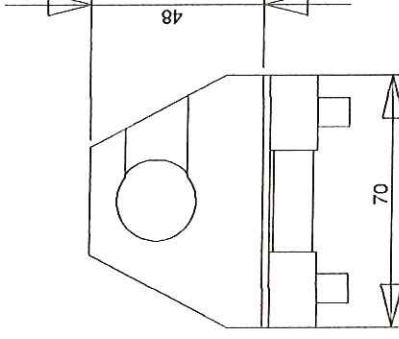
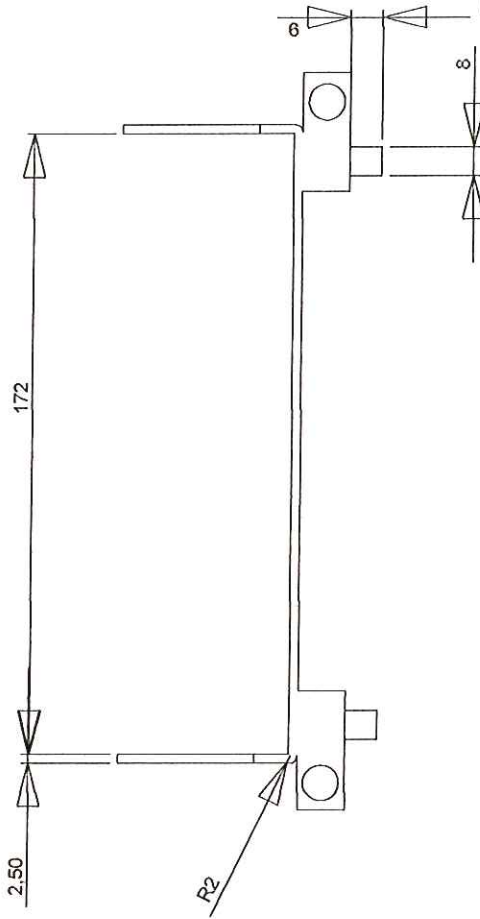
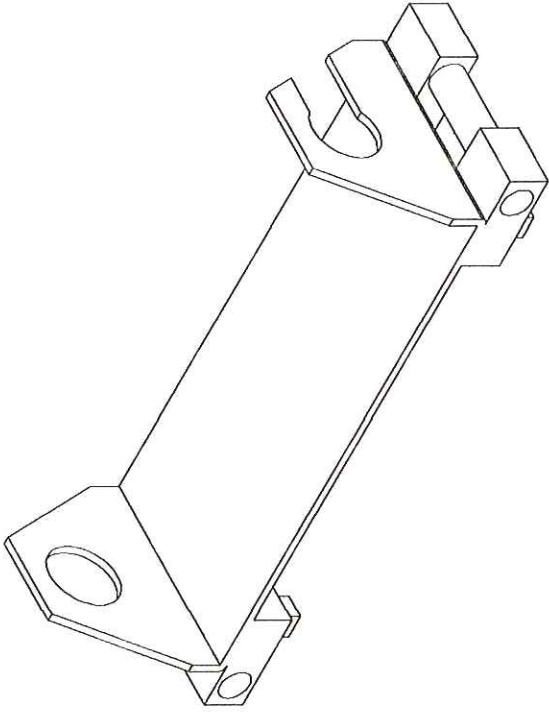
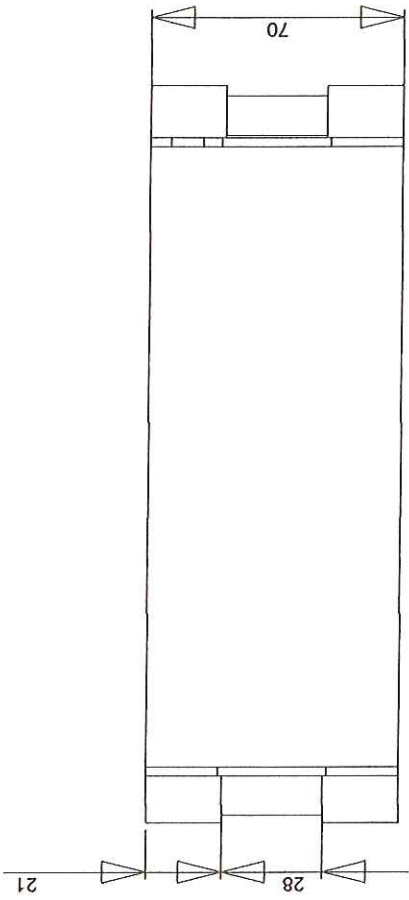
SECCIÓN A-A



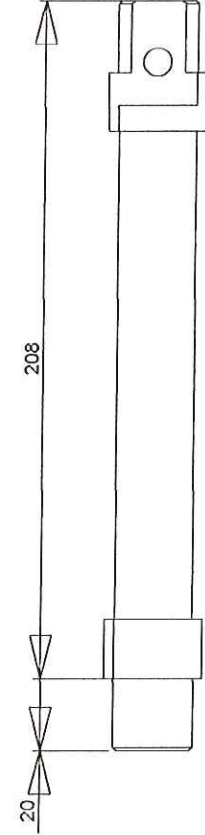
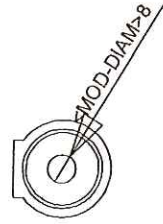
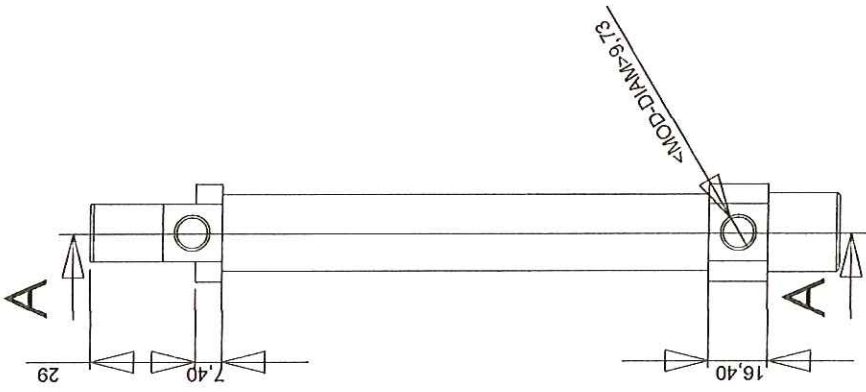
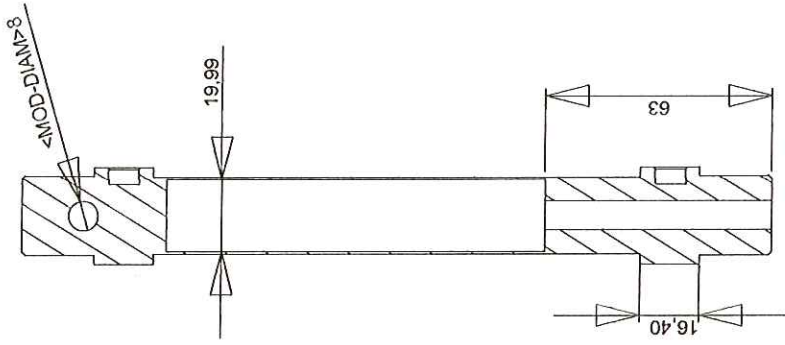
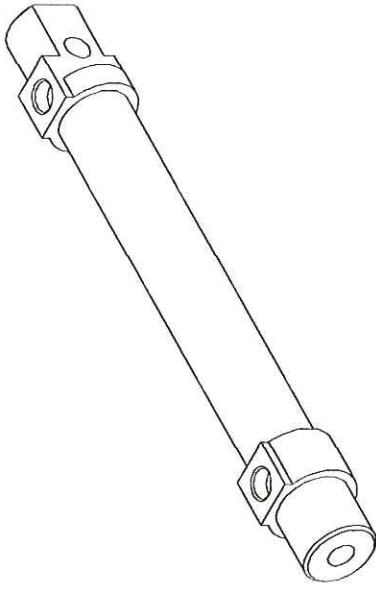
SECCIÓN B-B



CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISEÑO: AUTOR	ESC:----	
NORMA: NTC....	APROBO:	OBSERVACIONES:	
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO N°:		

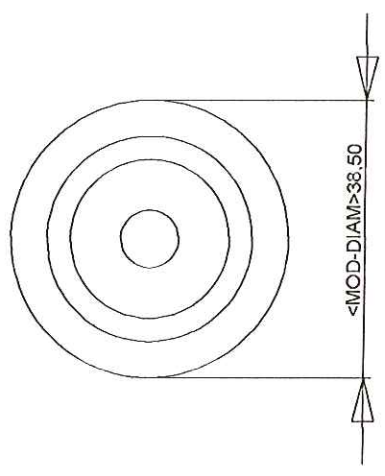
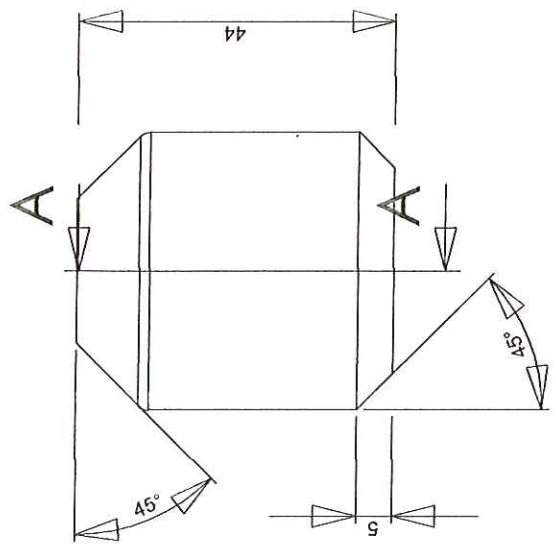
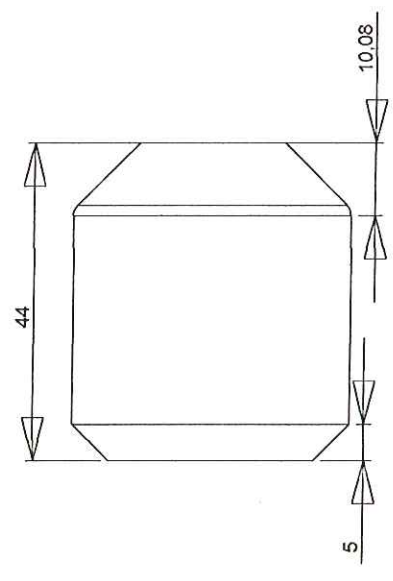
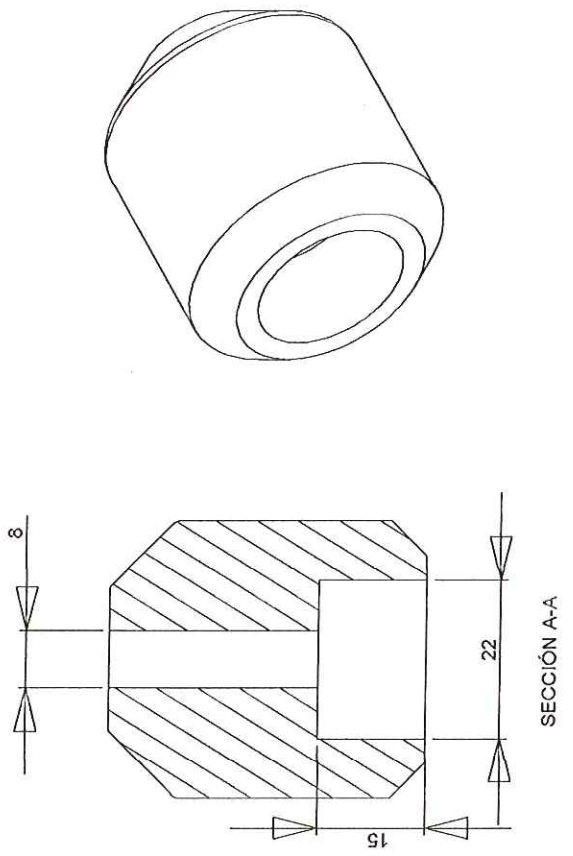


CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISEÑO: AUTOR		
NORMA: NTC....	APROBO:	ESC:	
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		OBSERVACIONES:
	PLANO Nc:		

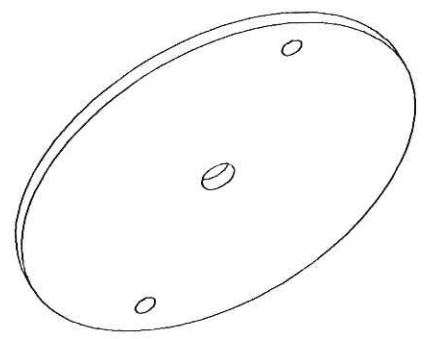
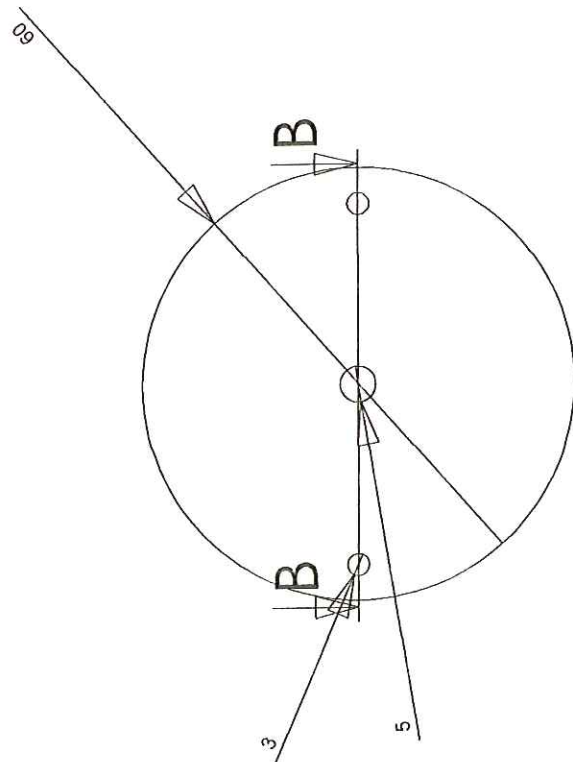
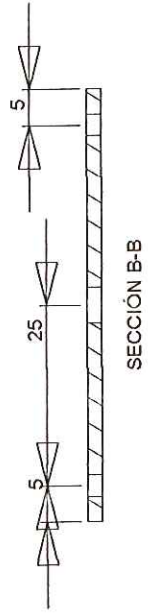
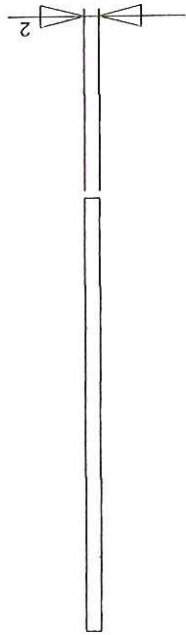


SECCIÓN A-A

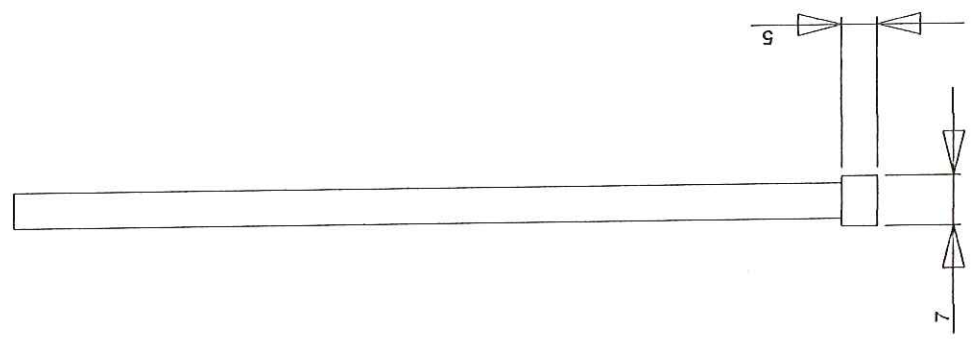
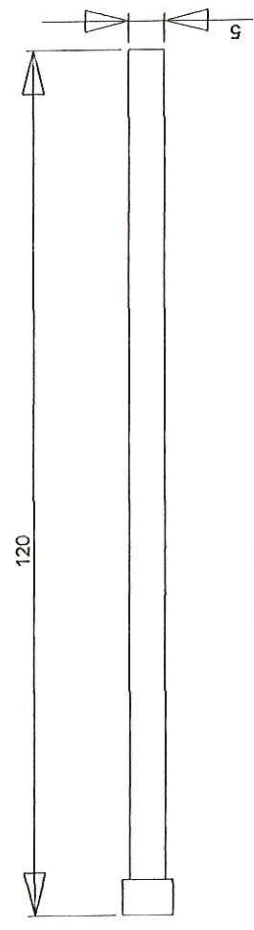
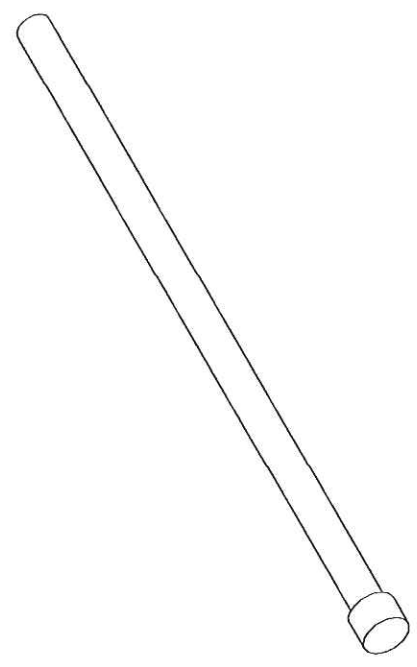
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas
	DISEÑO: AUTOR	
NORMA: NTC....	APROBO:	ESC:----
	FECHA: MAYO 1 DE 2005	
	PLANO No:	
		OBSERVACIONES:



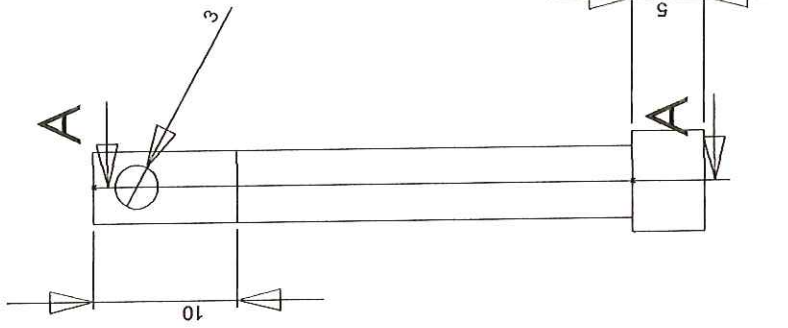
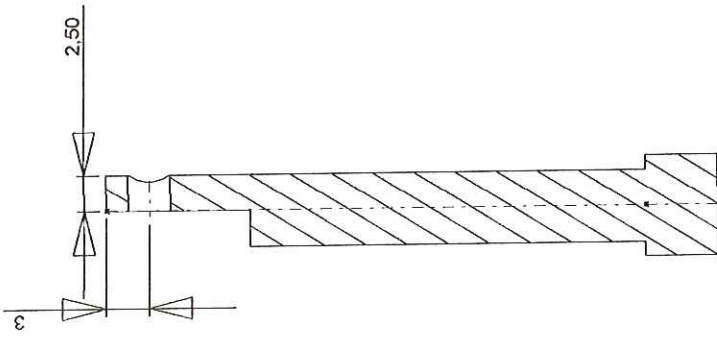
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISEÑO: AUTOR	ESC:----	
NORMA: NTC....	APROBO:	OBSERVACIONES:	
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO No:		



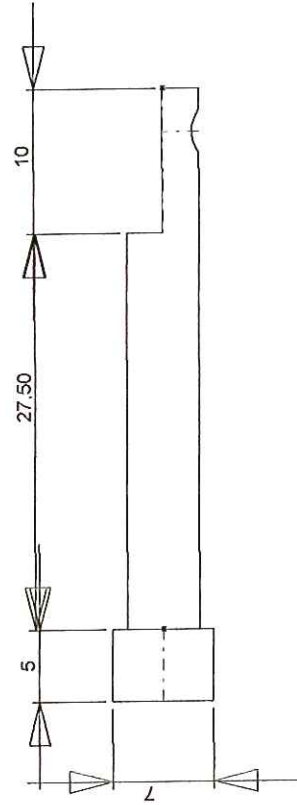
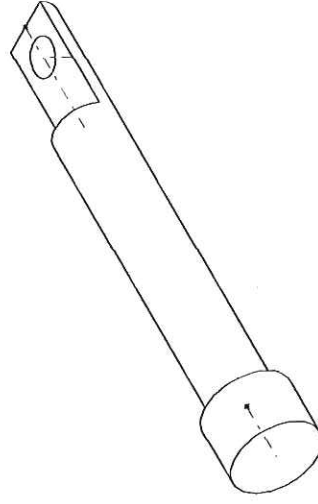
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISEÑO: AUTOR	ESC:----	
NORMA: NTC....	APROBO:	OBSERVACIONES:	
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO No:		



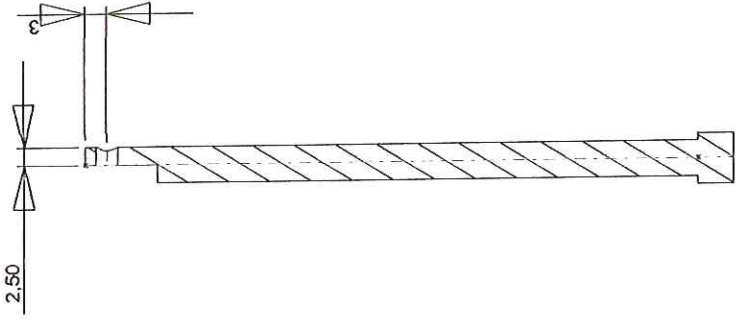
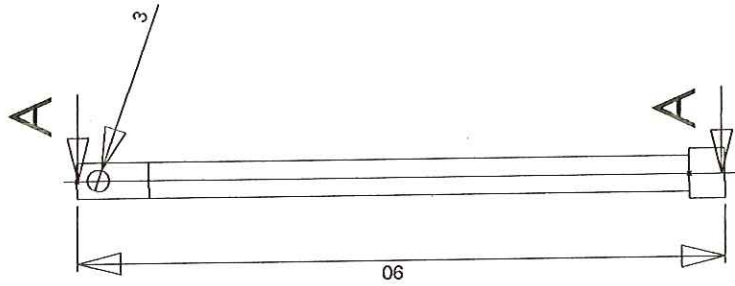
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISEÑO: AUTOR	ESC:----	OBSERVACIONES:
NORMA:	APROBO:		
NTC....	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO No:		



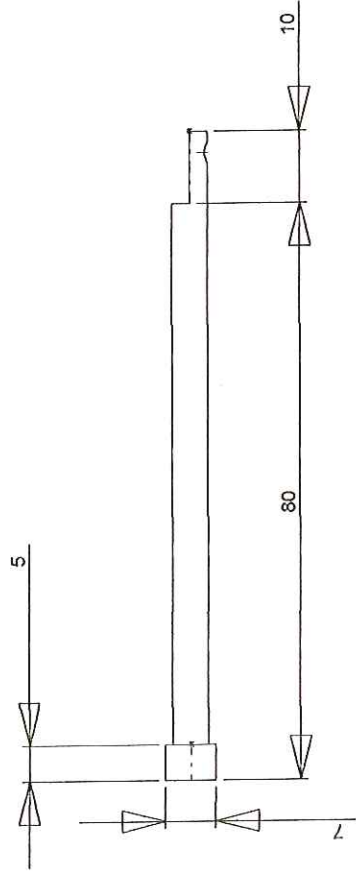
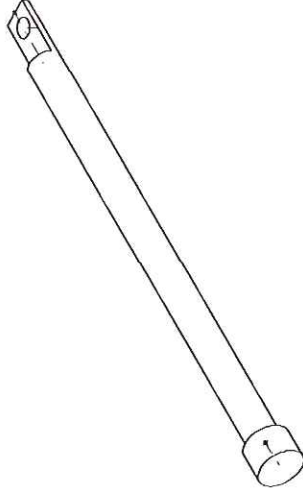
SECCIÓN A-A



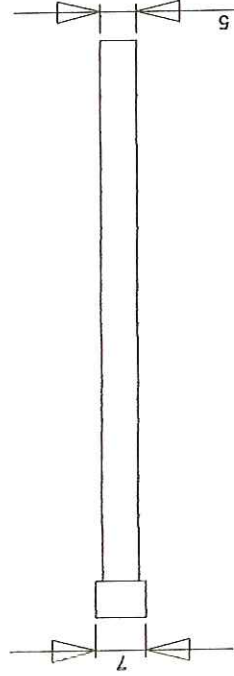
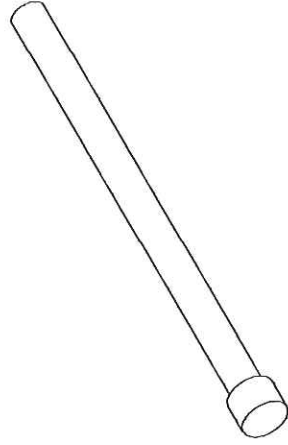
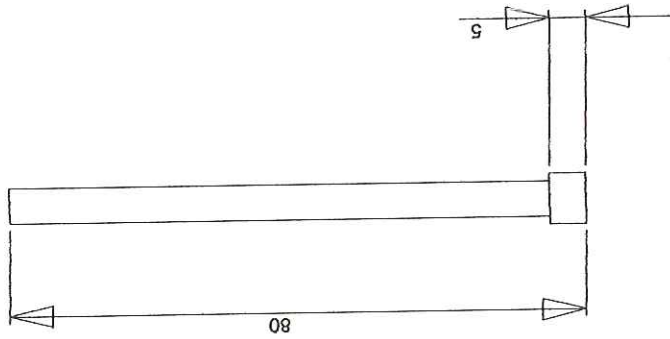
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas
	DISEÑO: AUTOR	
NORMA: NTC....	APROBO:	ESC: ----
	FECHA: MAYO 1 DE 2005	
	PLANO No:	OBSERVACIONES:



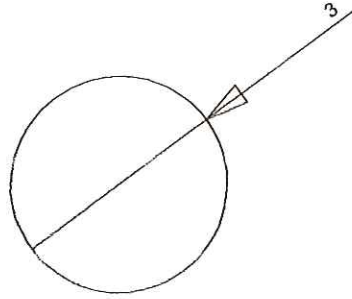
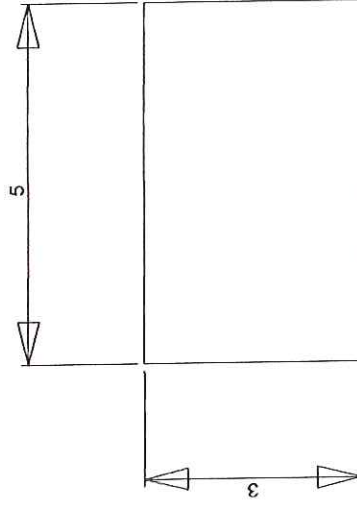
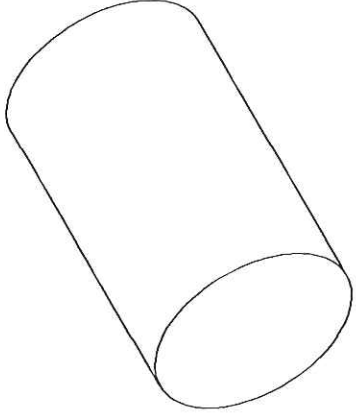
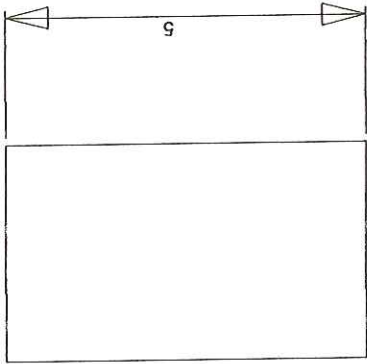
SECCIÓN A-A



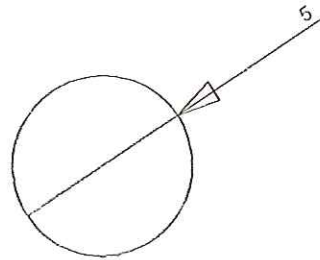
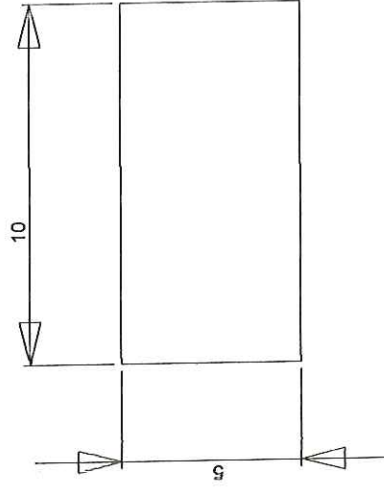
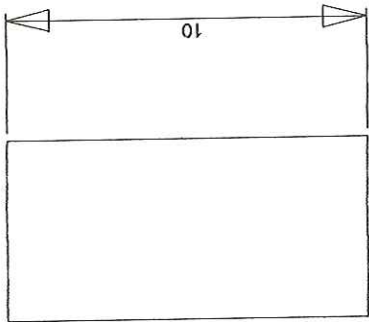
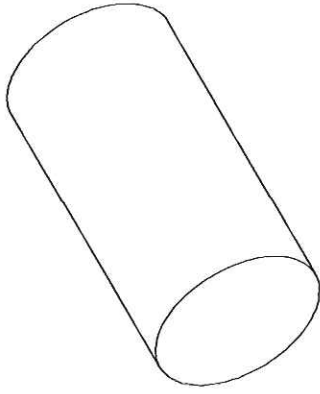
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISEÑO: AUTOR	ESC:----	
NORMA: NTC....	APROBO:	OBSERVACIONES:	
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO No:		



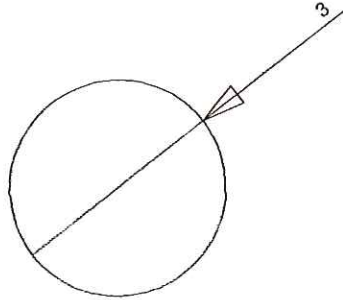
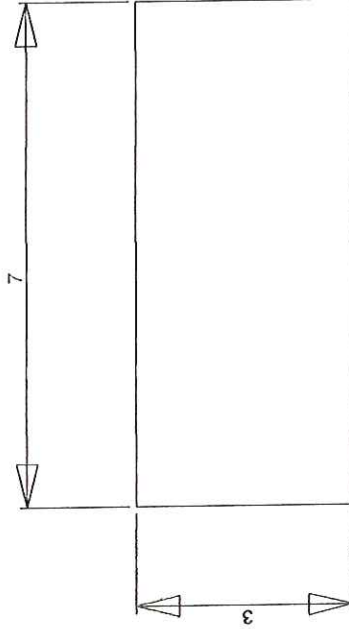
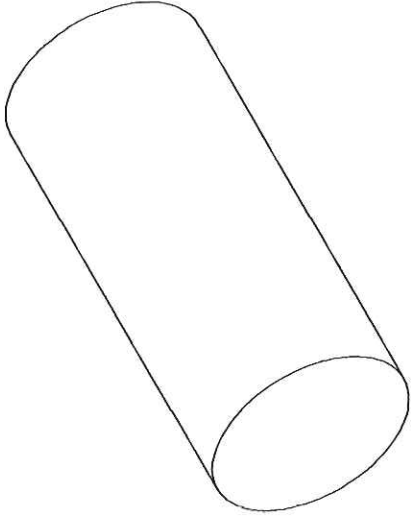
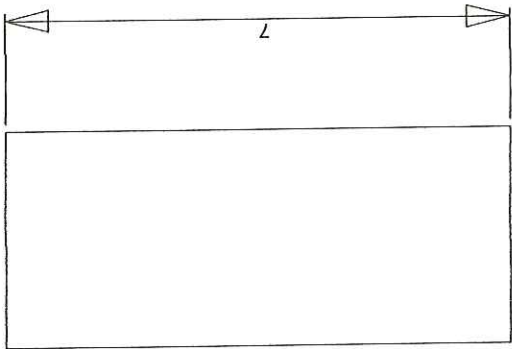
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISEÑO: AUTOR	ESC:---	
NORMA: NTC....	APROBO:	OBSERVACIONES:	
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO No:		



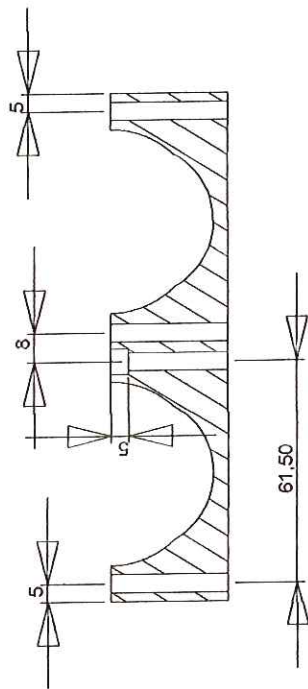
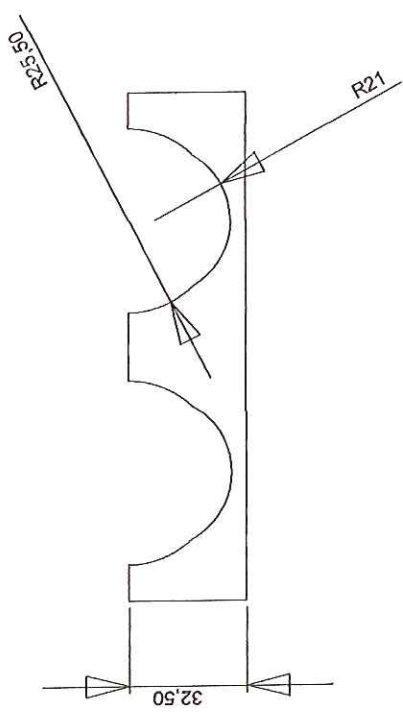
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISEÑO: AUTOR	ESC:	
NORMA: NTC....	APROBO:	OBSERVACIONES:	
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO No:		



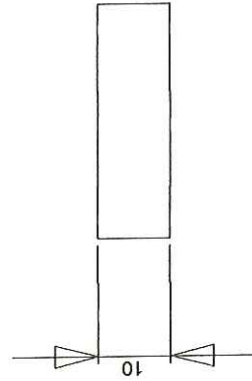
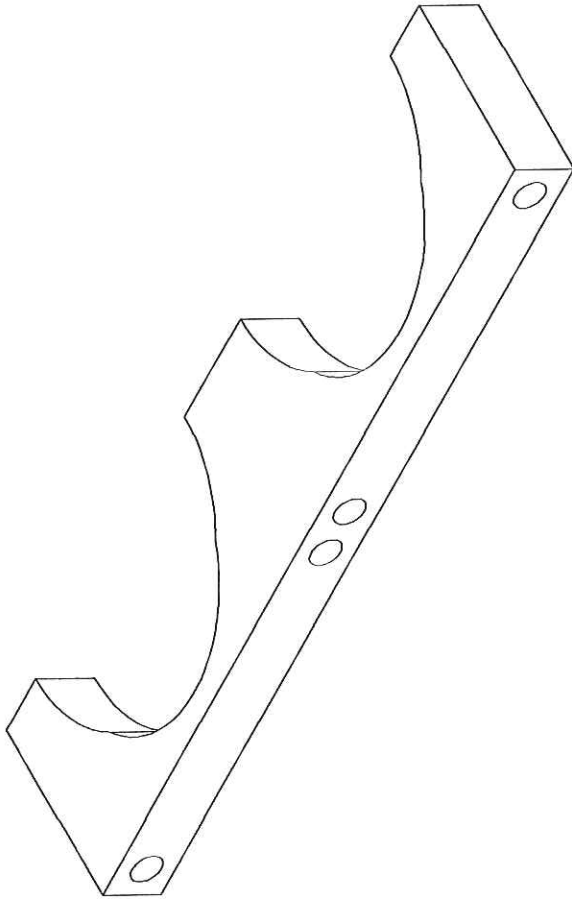
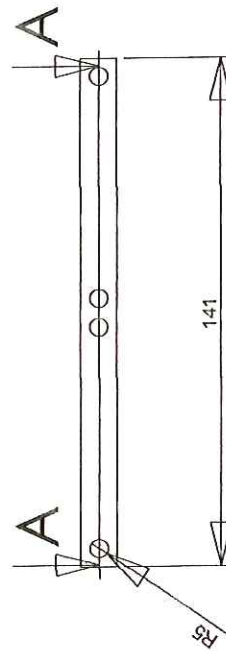
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISEÑO: AUTOR	ESC:	
NORMA: NTC....	APROBO:	OBSERVACIONES:	
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO No:		



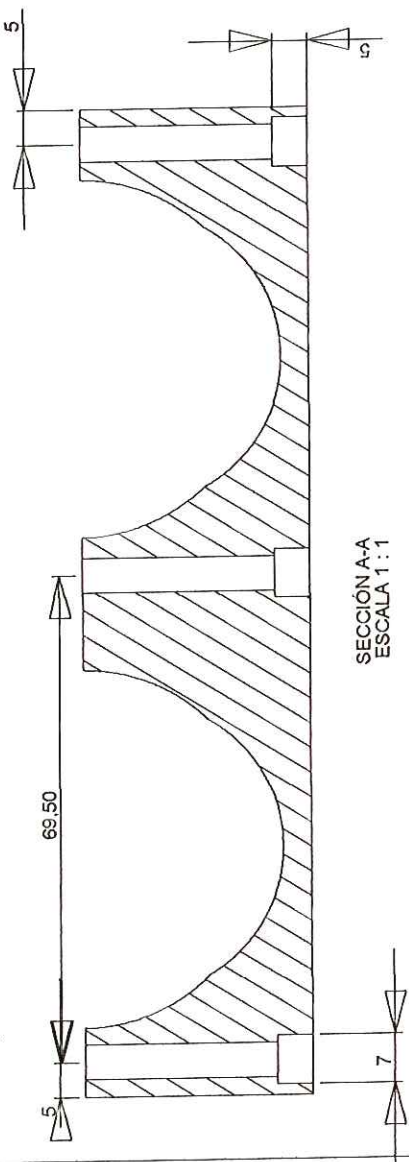
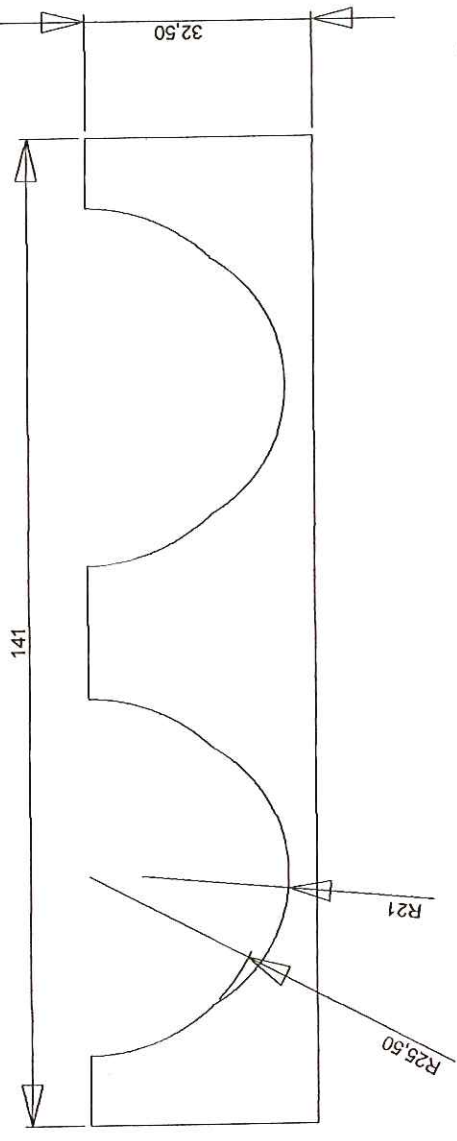
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISEÑO: AUTOR	ESC:	
NORMA: NTC....	APROBO:	OBSERVACIONES:	
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO No:		



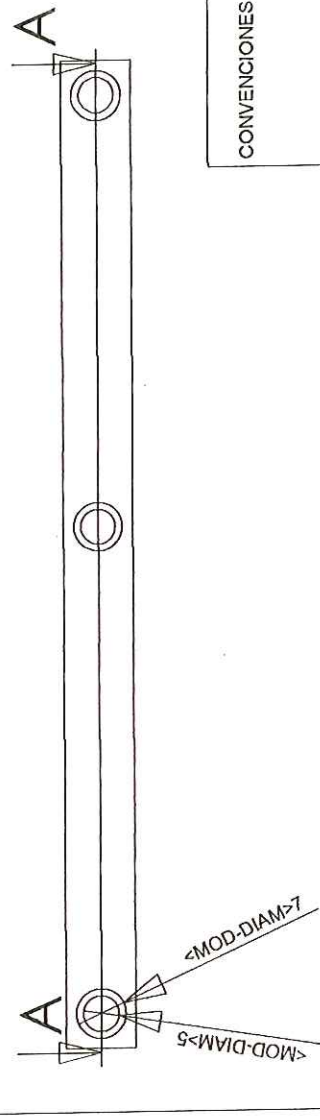
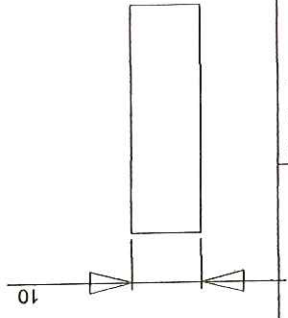
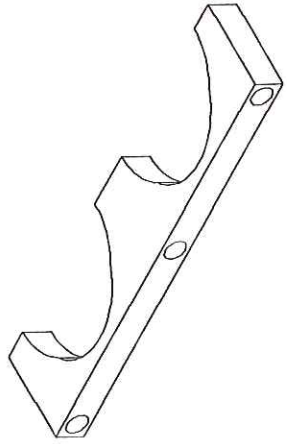
SECCIÓN A-A



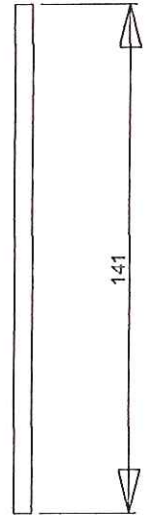
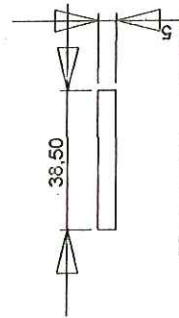
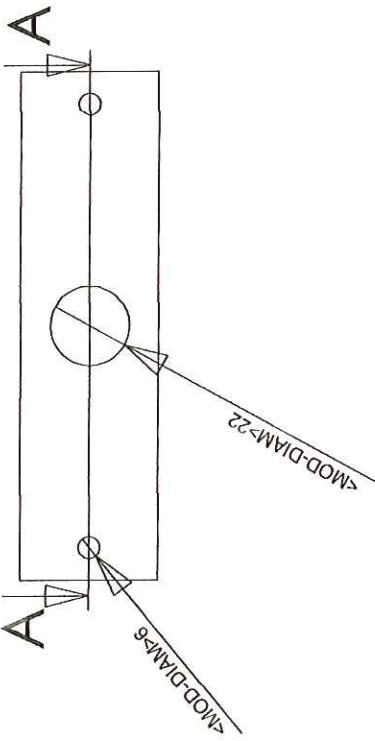
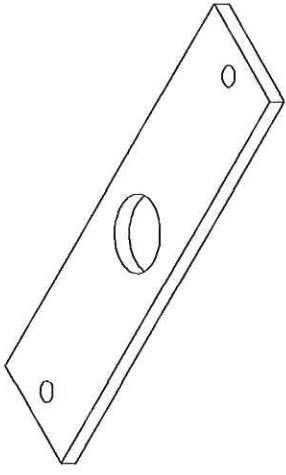
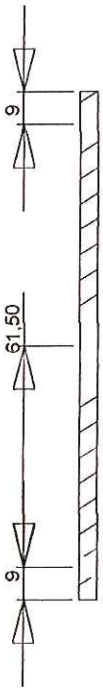
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISÑO: AUTOR	ESC: ---	
NORMA: NTC....	APROBO:	OBSERVACIONES:	
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO N°:		



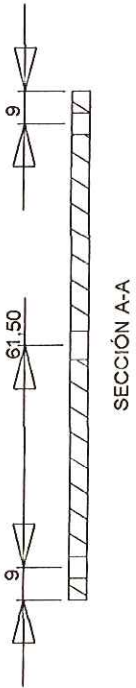
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:1



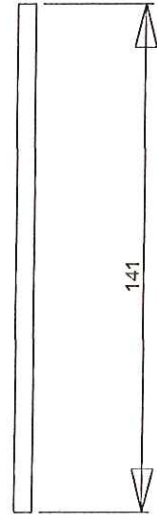
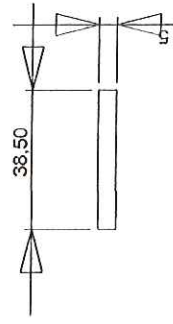
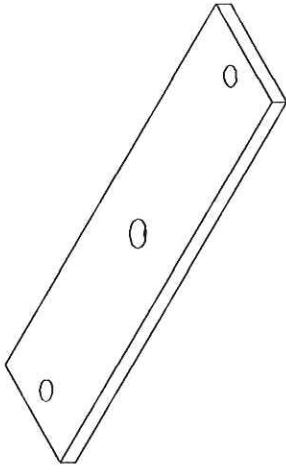
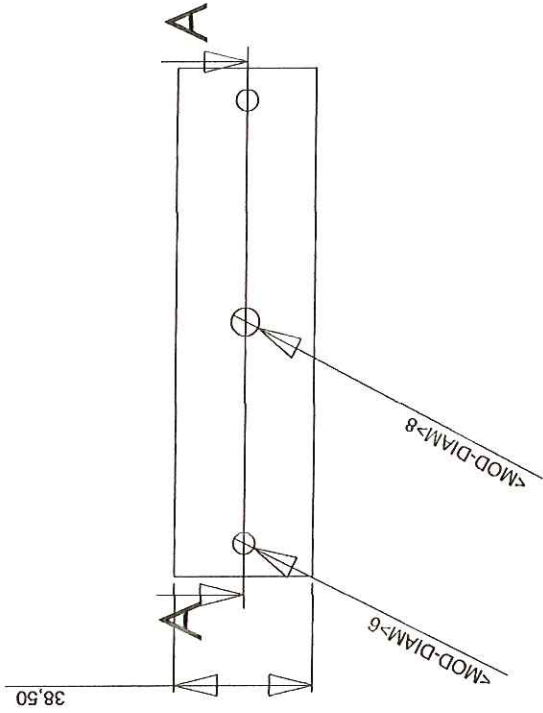
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISEÑO: AUTOR	ESC:----	
NORMA: NTC....	APROBO:	OBSERVACIONES:	
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO No:		



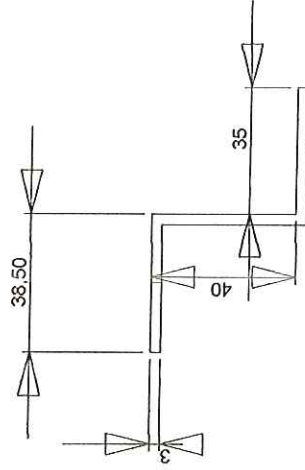
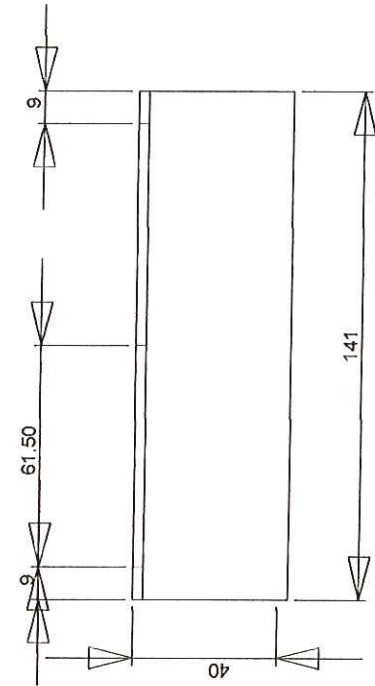
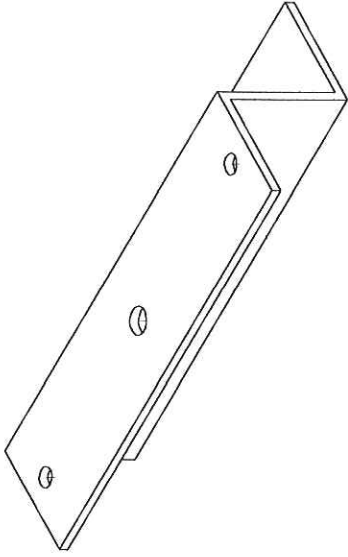
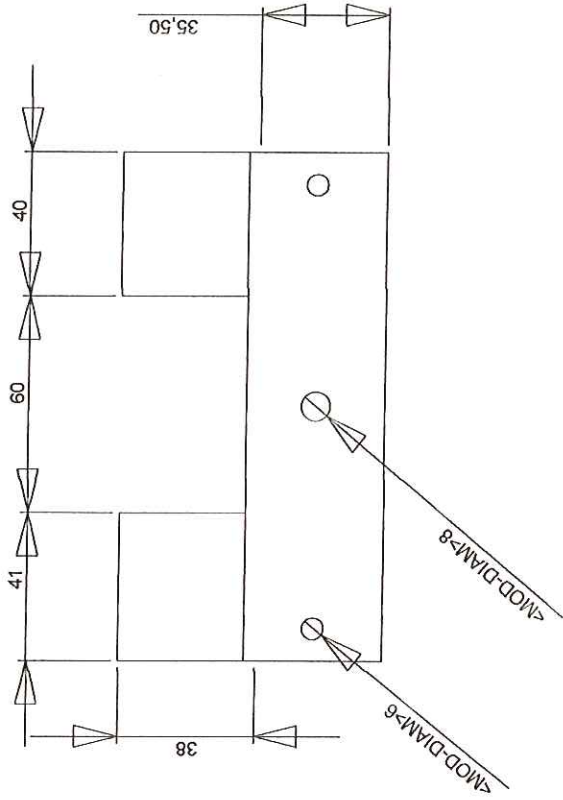
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas
	DISEÑO: AUTOR	
NORMA: NTC...	APROBO:	ESC:----
	FECHA: MAYO 1 DE 2005	
	PLANO No:	OBSERVACIONES:



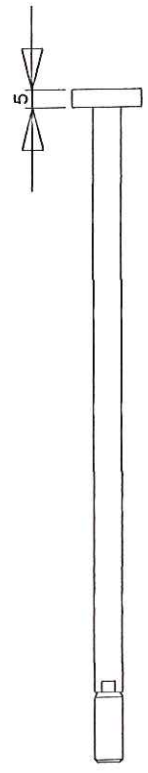
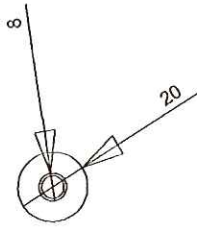
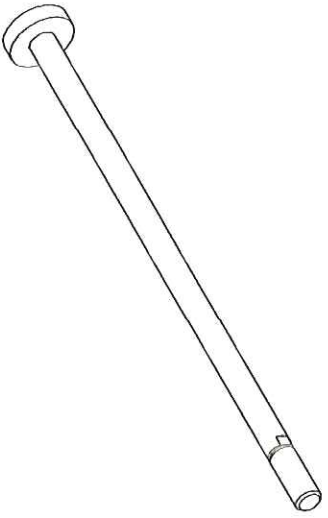
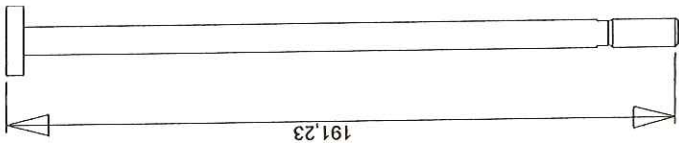
SECCIÓN A-A



CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas
	DISEÑO: AUTOR	
NORMA: NTC....	APROBO:	ESC:----
	FECHA: MAYO 1 DE 2005	OBSERVACIONES:
PLANO No:		

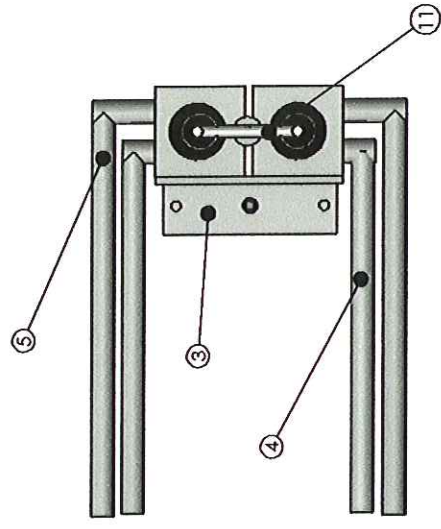
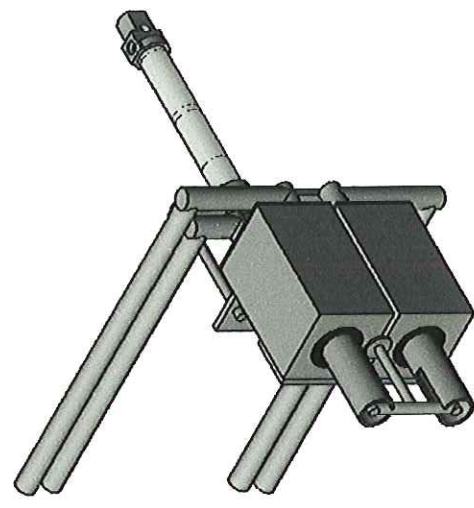
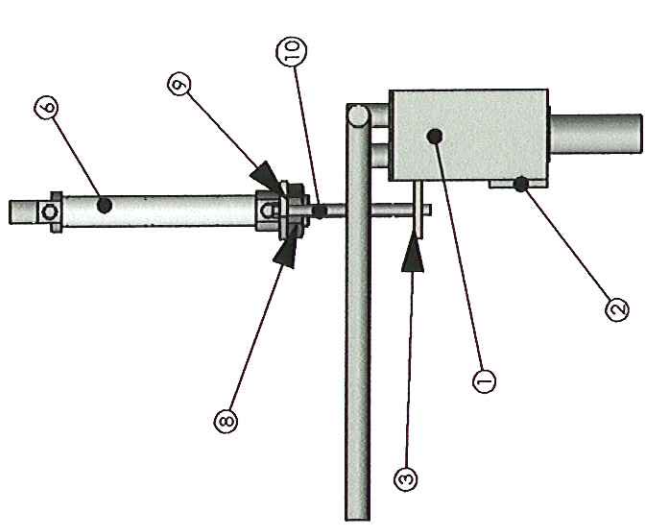


CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	ESC:----
	DISEÑO: AUTOR		OBSERVACIONES:
NORMA: NTC.	APROBO:	FECHA: MAYO 1 DE 2005	PLANO No:



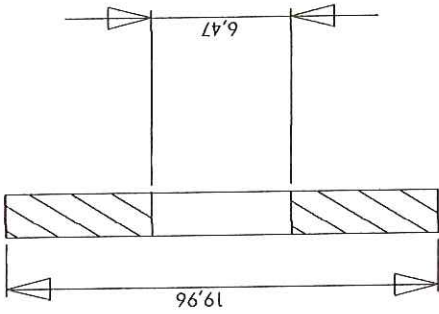
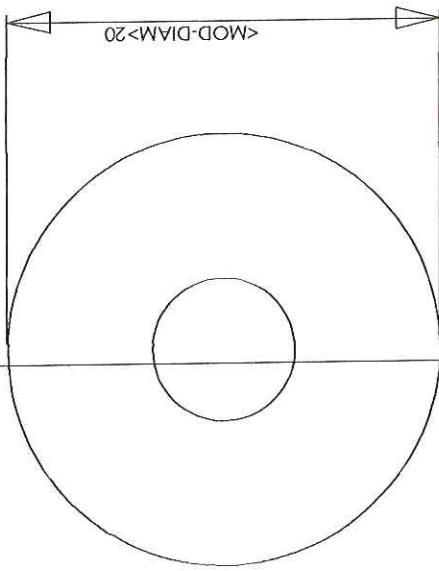
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISEÑO: AUTOR	ESC: ---	OBSERVACIONES:
	APROBO:		
NORMA:	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
NTC....	PLANO No:		

Nº DE ELEMENTO	detalle	CANTIDAD
1	Part1	2
2	lamina union camaras	1
3	lamina camisa	1
4	tapa dosificado	1
5	TAPA2	1
6	camisa piston	1
7	vastago piston	1
8	airtac tuerca piston	1
9	lamina camisa 2	1
10	guias dosificado	2
11	tapones	1
12	arandela	1

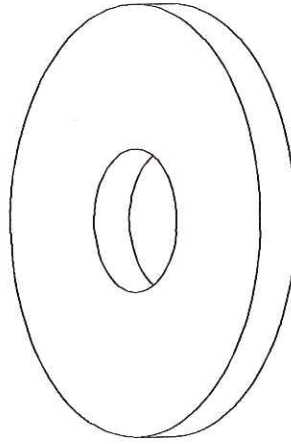
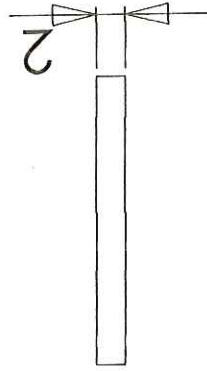


CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias liquidas
	DISEÑO: AUTOR	
NORMA: NTC.....	APROBO:	ESC:----
	FECHA: MAYO 1 DE 2005	
	PLANO N°:	OBSERVACIONES:

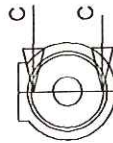
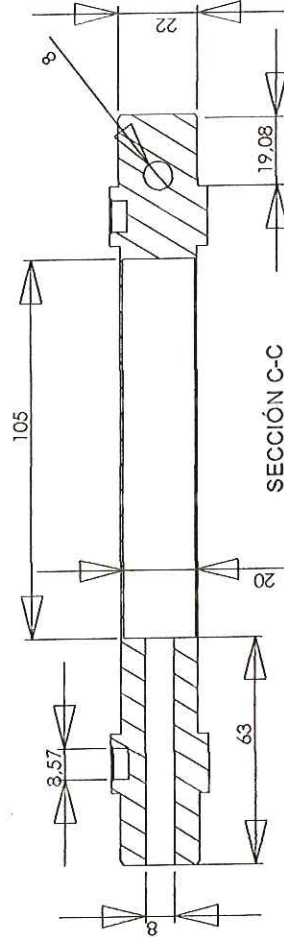
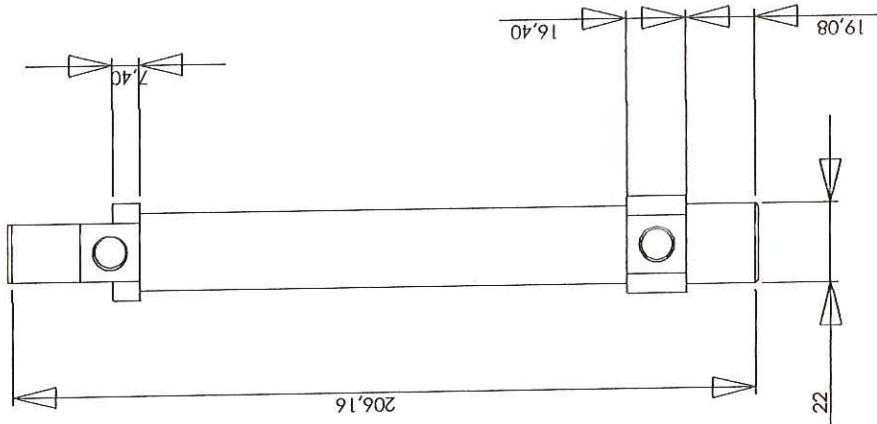
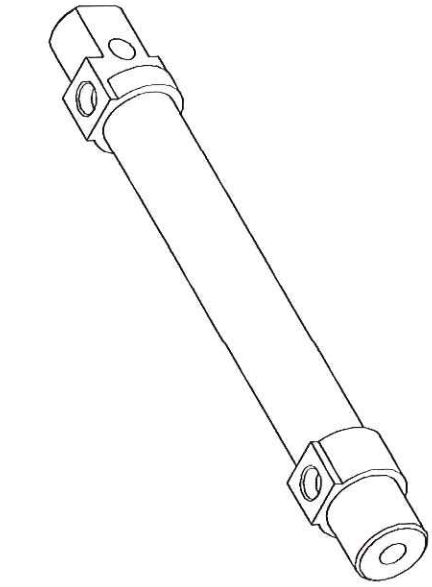
"RD1@Vista"



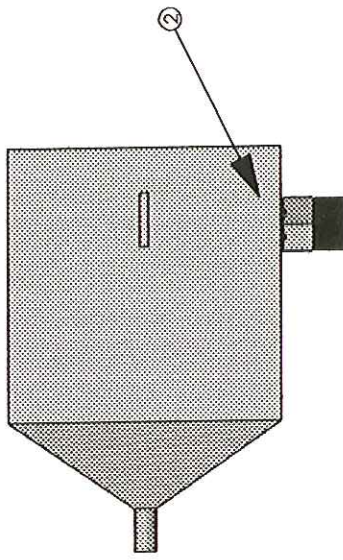
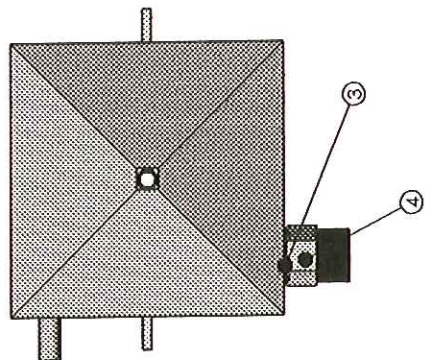
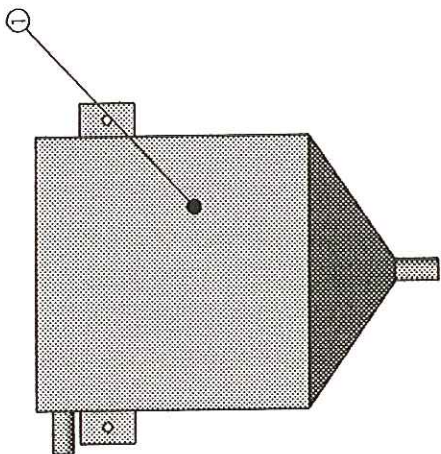
SECCIÓN "RD1@Vista-"RD1@Vista
ESCALA 3 : 1



CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas
	DISEÑO: AUTOR	
NORMA: NTC....	APROBO:	ESC:----
	FECHA: Mayo 01 de 2005 PLANO No:	OBSERVACIONES:

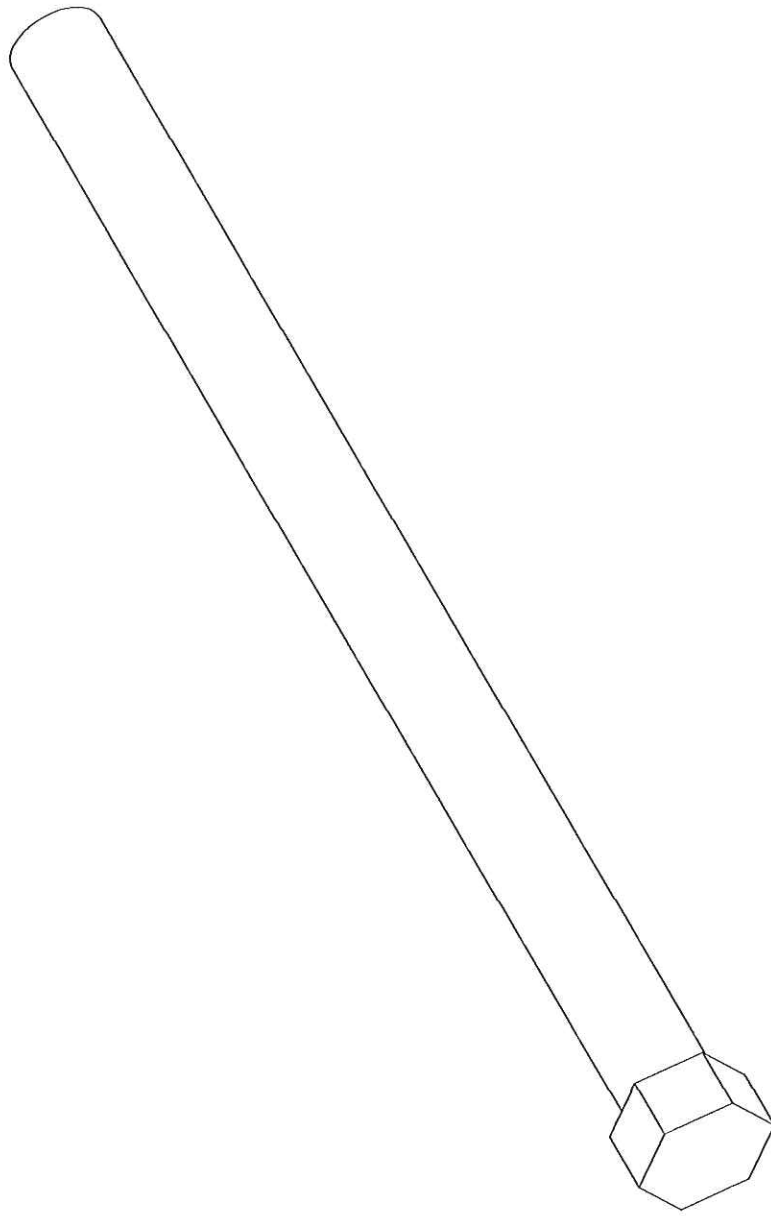
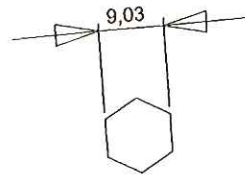
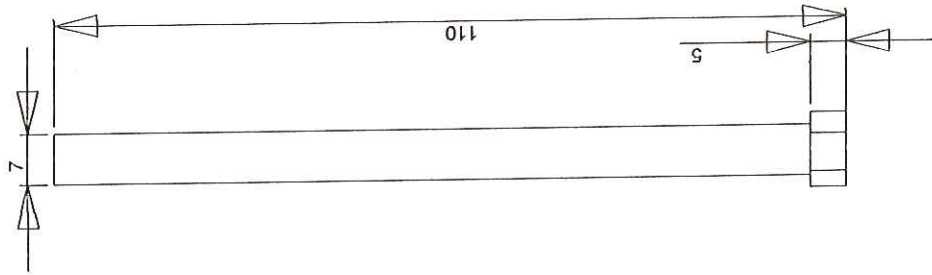


CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	ESC:----
	DISEÑO: AUTOR		
NORMA: NTC....	APROBO:	FECHA: MAYO 1 DE 2005	PLANO No:

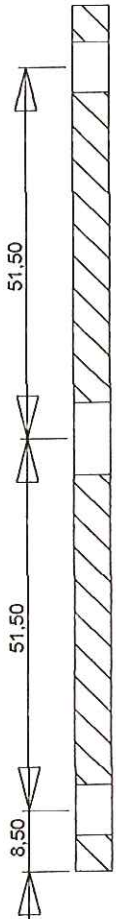


Nº DE ELEMENTO	detalle	CANTIDAD.
1	folva	1
2	tuerca_sensor	1
3	sello	2
4	sensor_nivel	1

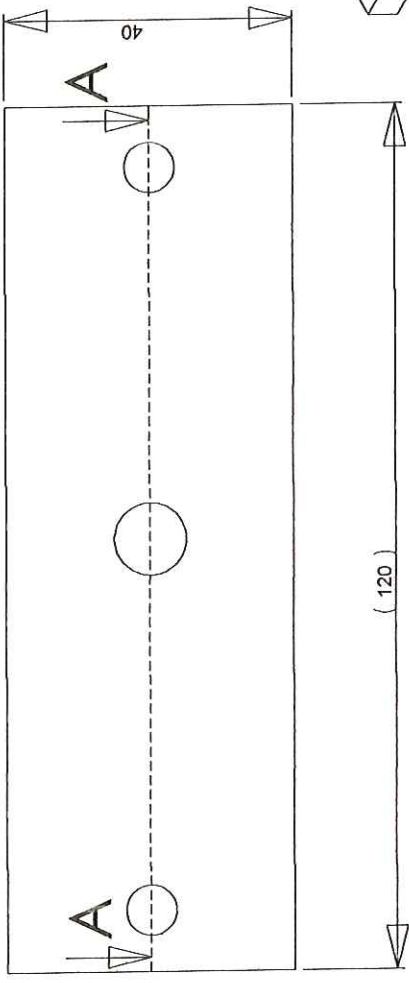
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas
	DISEÑO: AUTOR	
APROBO:	OBSERVACIONES:	
NORMA: NTC....		
	FECHA: MAYO 1 DE 2005	
	PLANO No:	



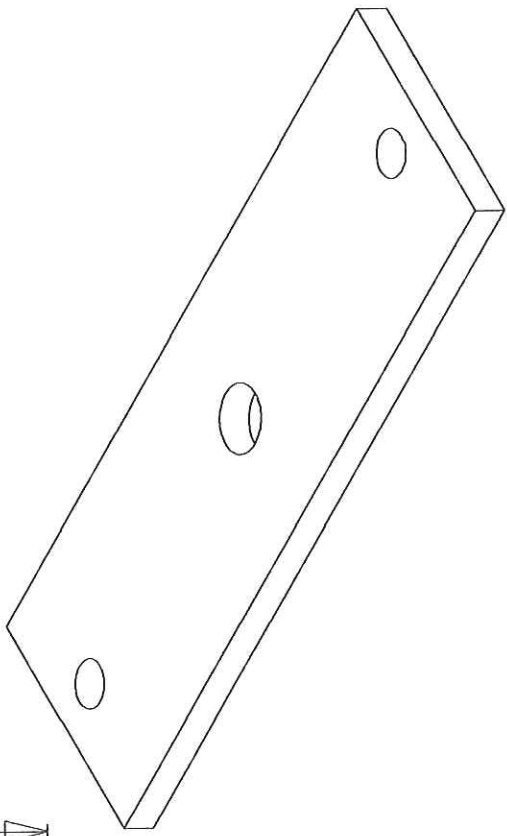
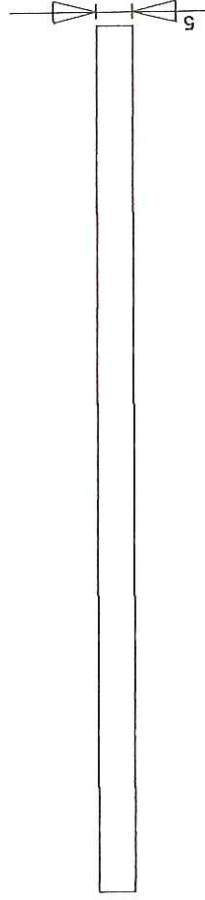
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas
	DISEÑO: AUTOR	
NORMA: NTC....	APROBO:	ESC:----
	FECHA: MAYO 1 DE 2005	
	PLANO No:	
		OBSERVACIONES:



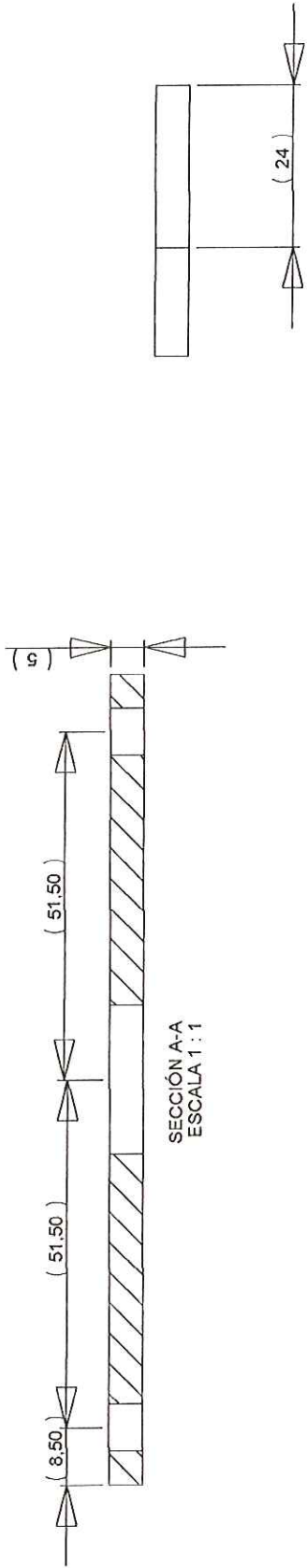
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:1



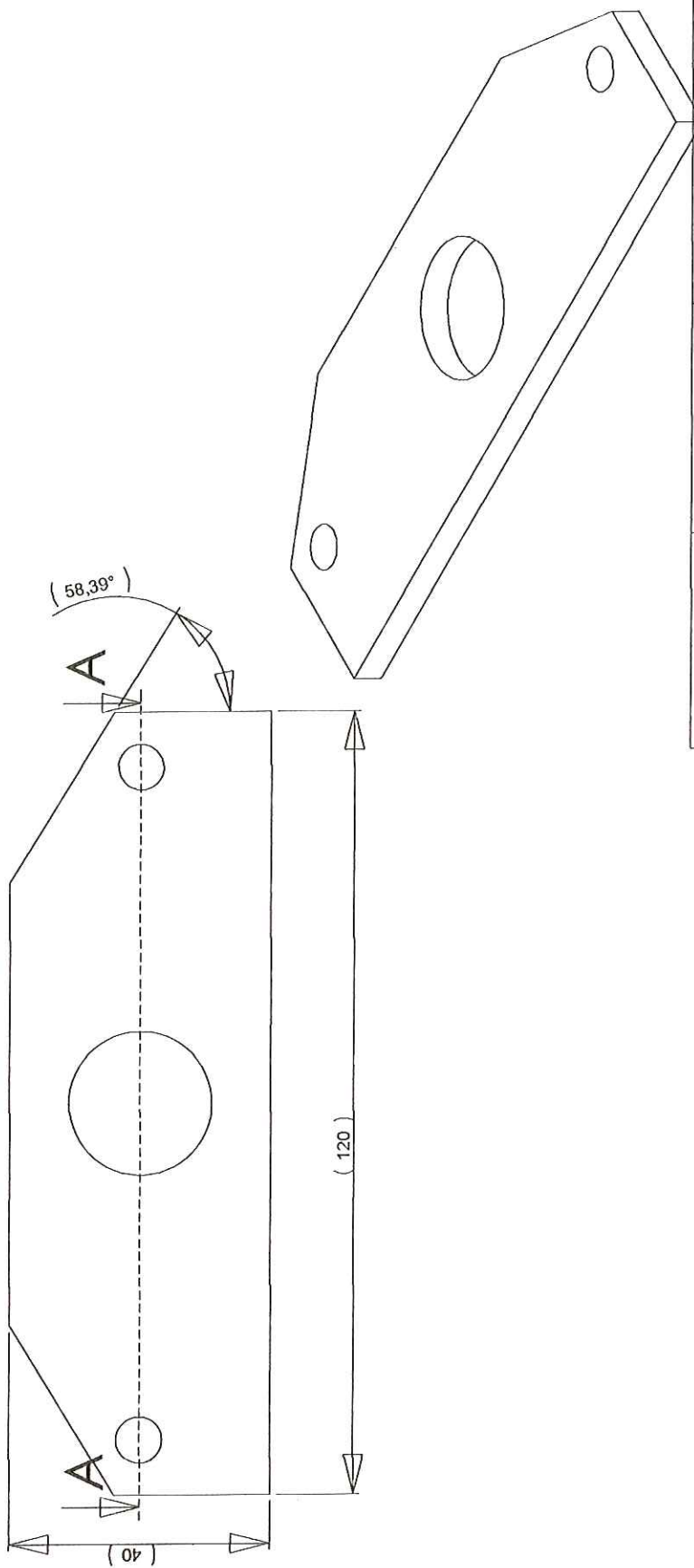
(120)



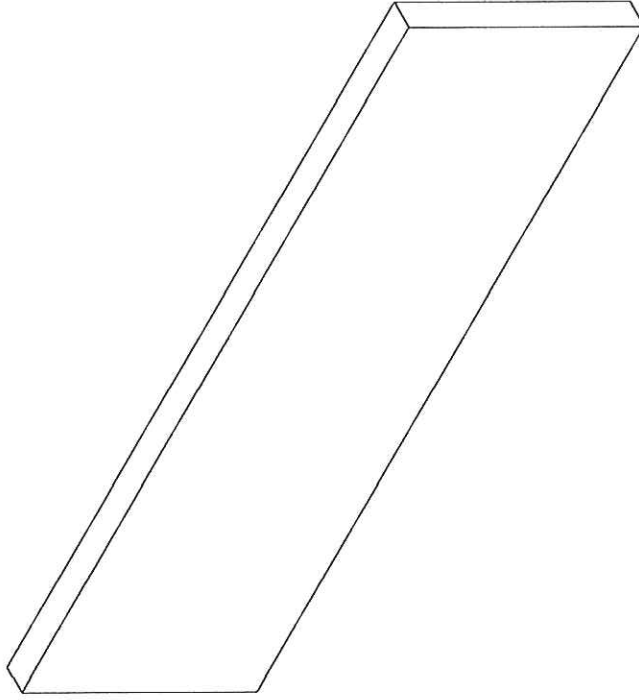
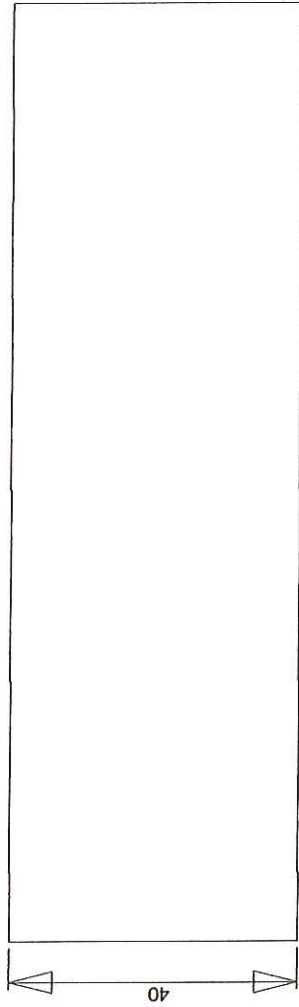
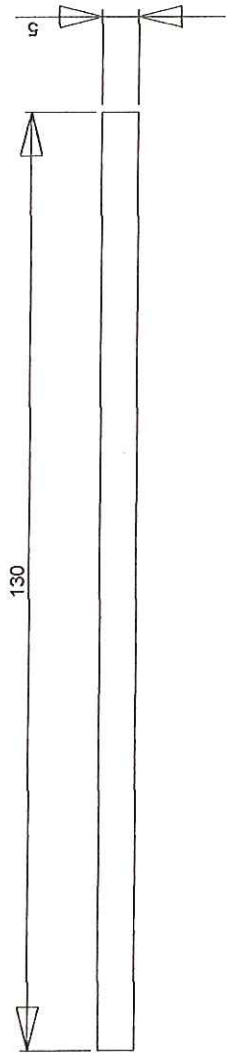
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISEÑO: AUTOR	ESC:---	
NORMA: NTC....	APROBO:	OBSERVACIONES:	
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO No:		



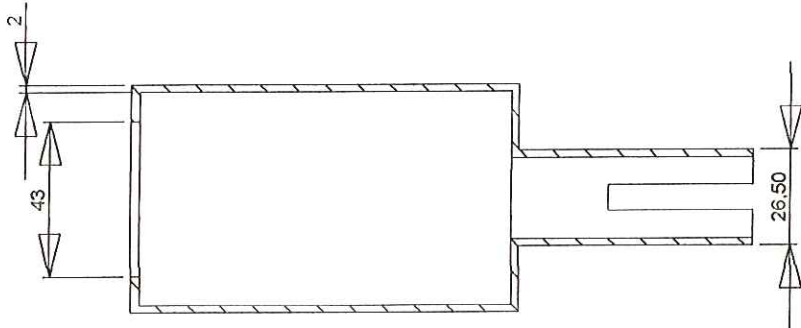
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:1



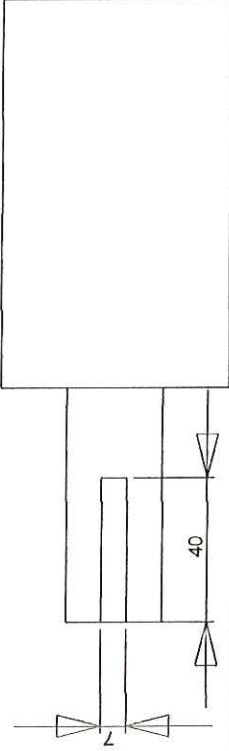
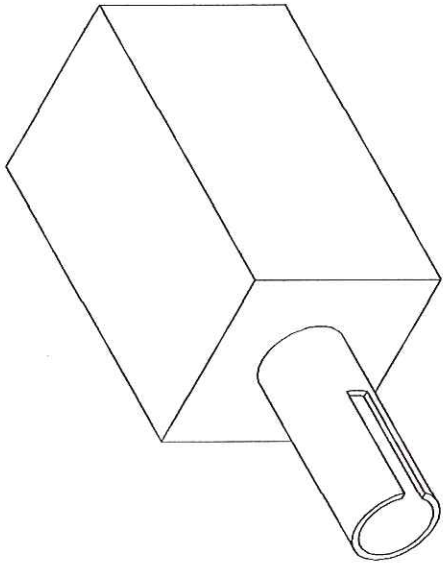
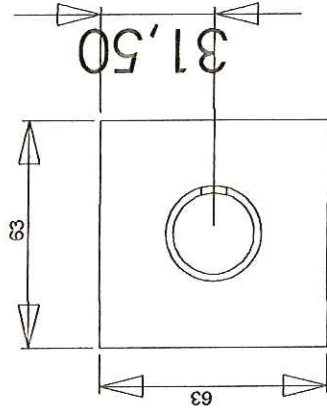
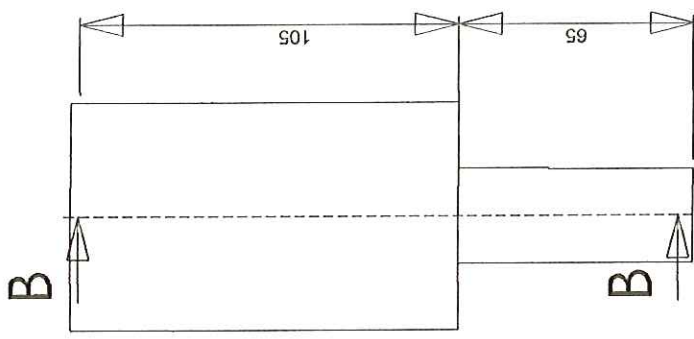
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISEÑO: AUTOR	ESC:----	
NORMA: NTC....	APROBO:	OBSERVACIONES:	
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO No:		



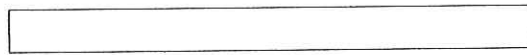
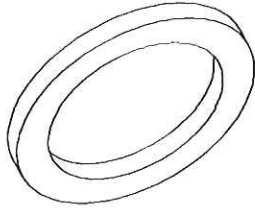
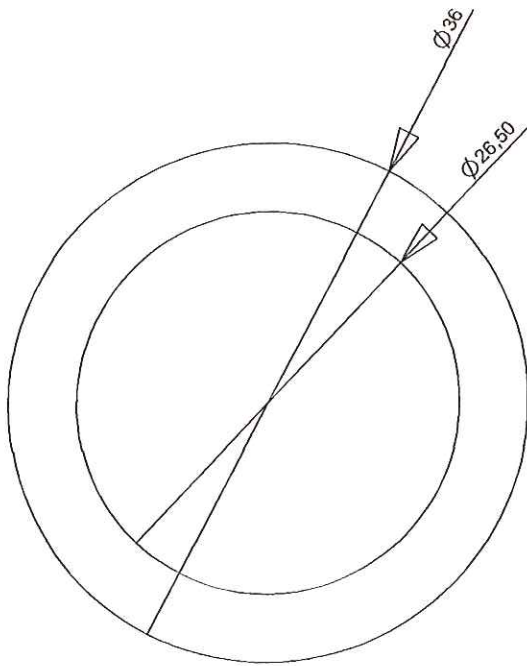
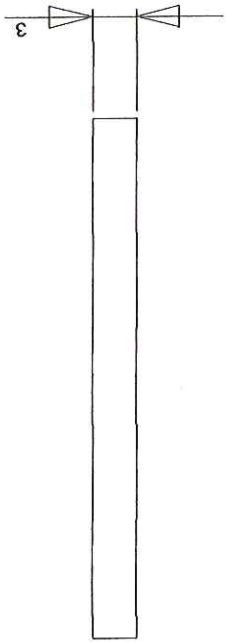
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISEÑO: AUTOR	ESC:----	
NORMA: NTC....	APROBO:	OBSERVACIONES:	
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO No:		



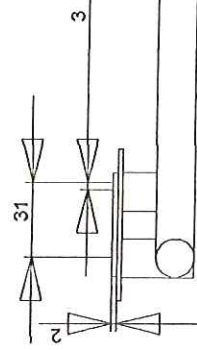
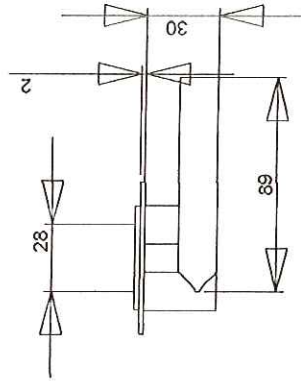
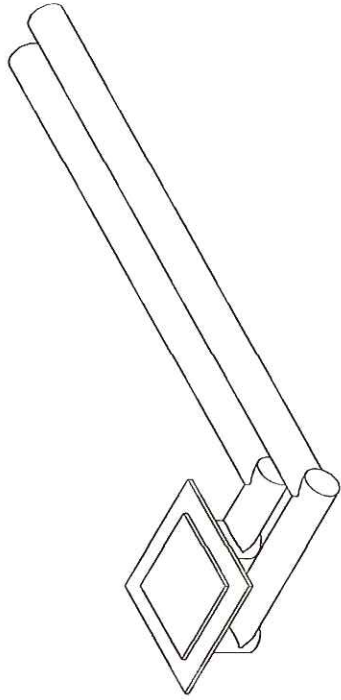
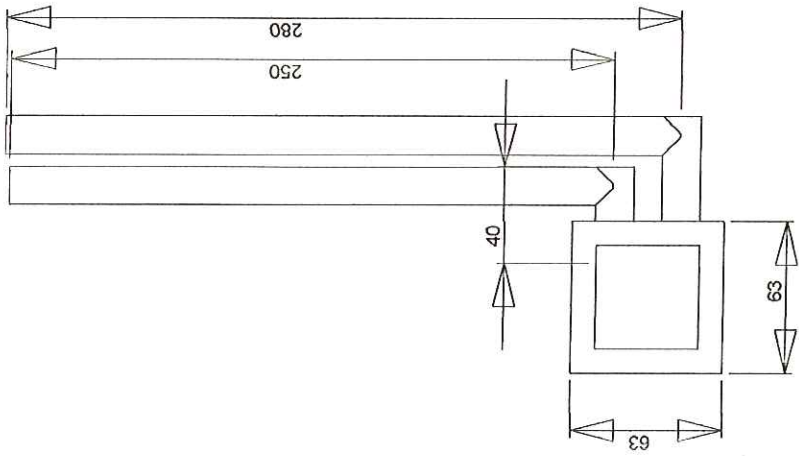
SECCIÓN B-B
ESCALA 1:2



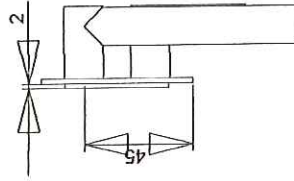
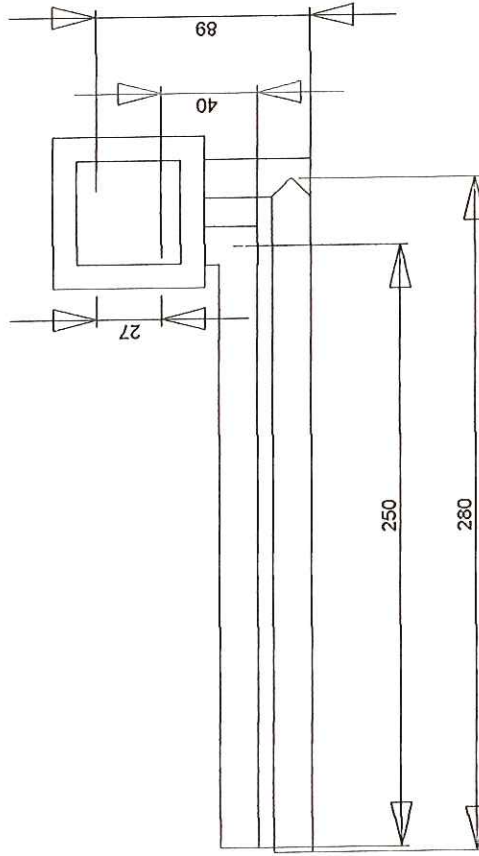
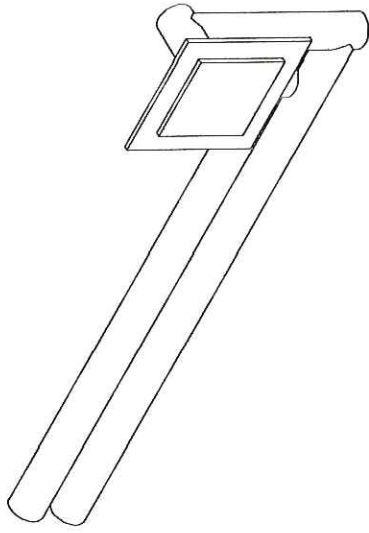
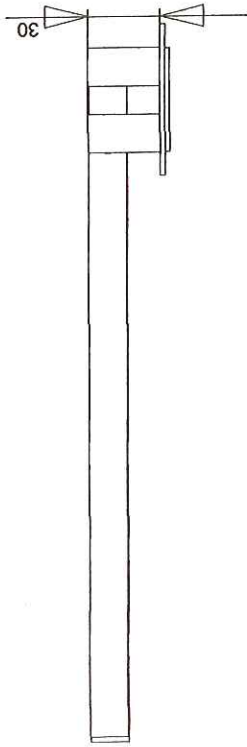
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISEÑO: AUTOR	ESC:	
NORMA: NTC:...	APROBO:	OBSERVACIONES:	
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO No:		



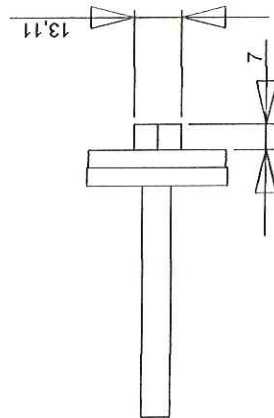
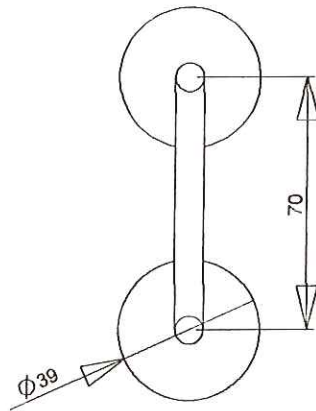
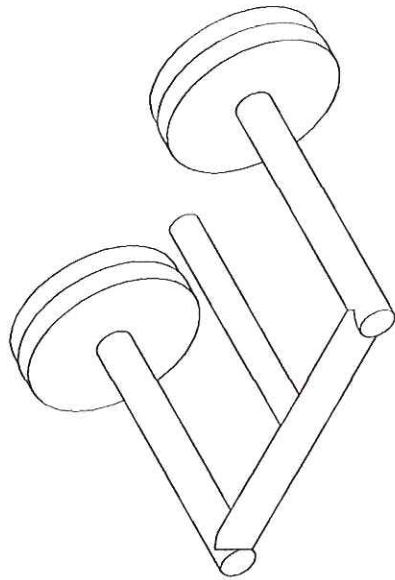
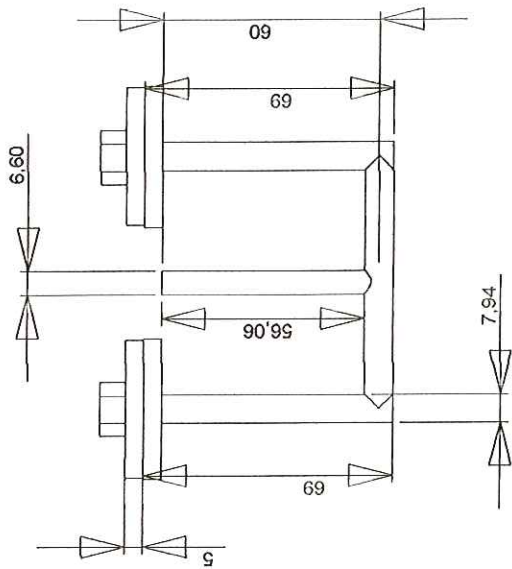
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISEÑO: AUTOR	ESC:----	
NORMA: NTC....	APROBO:	OBSERVACIONES:	
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO No:		



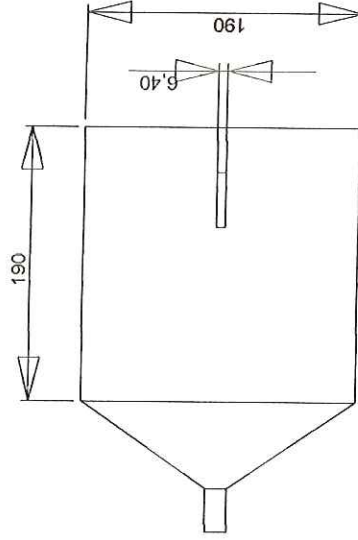
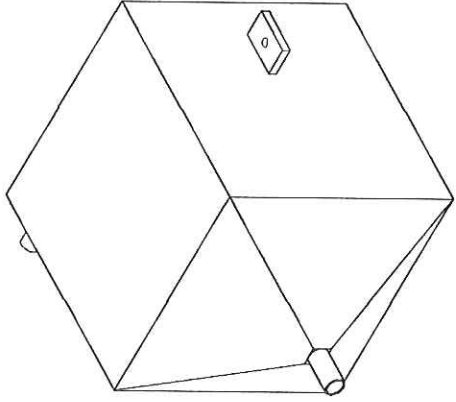
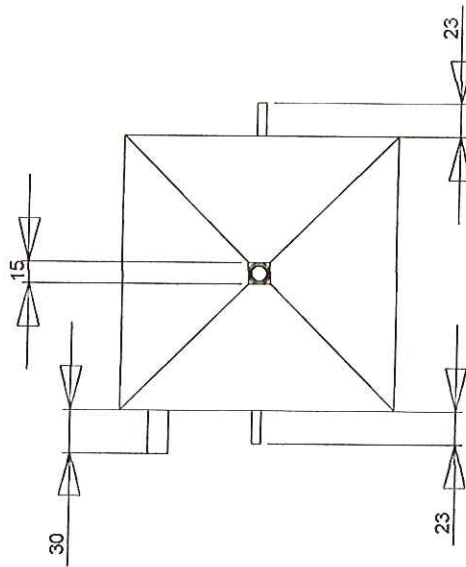
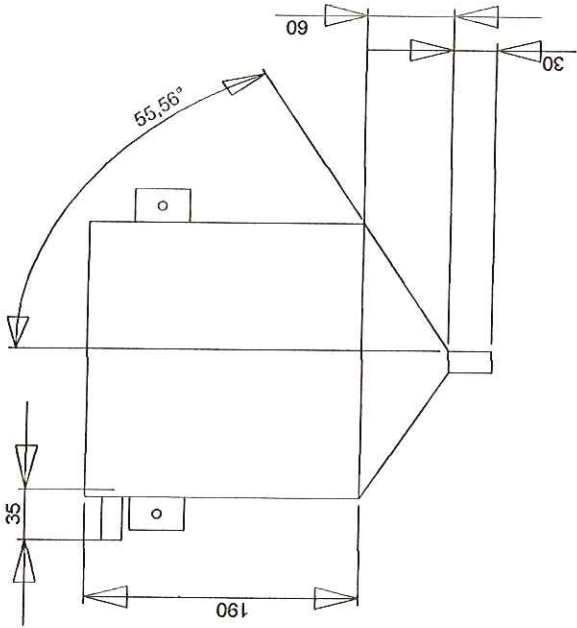
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISEÑO: AUTOR	ESC: ----	
NORMA: NTC	APROBO:	OBSERVACIONES:	
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO No:		



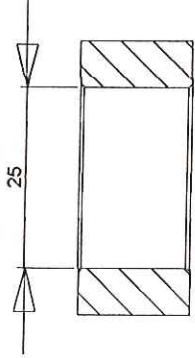
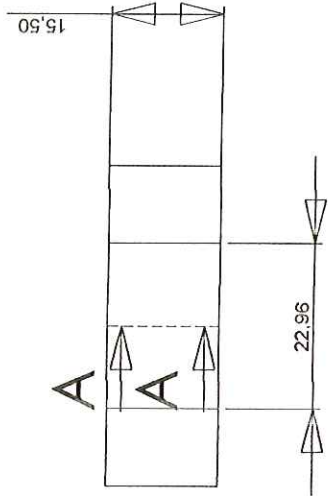
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	ESC:----
	DISEÑO: AUTOR		OBSERVACIONES:
NORMA: NTC....	APROBO:		
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO No:		



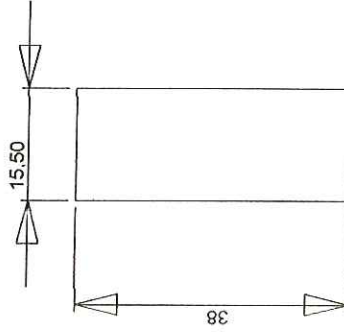
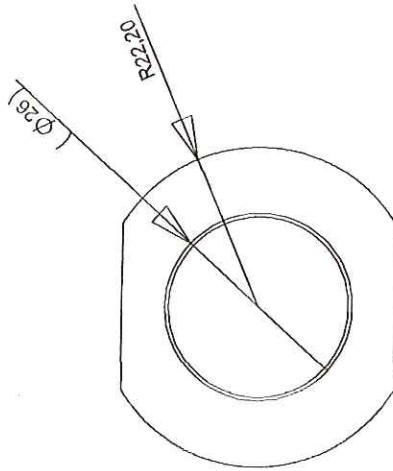
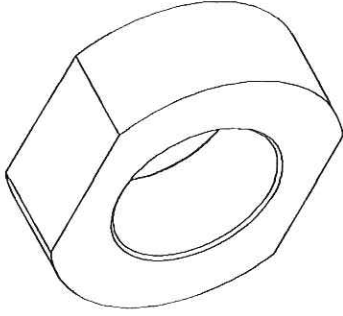
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISEÑO: AUTOR	ESC:----	OBSERVACIONES:
	APROBO:		
NORMA:	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
NTC:...	PLANO No:		



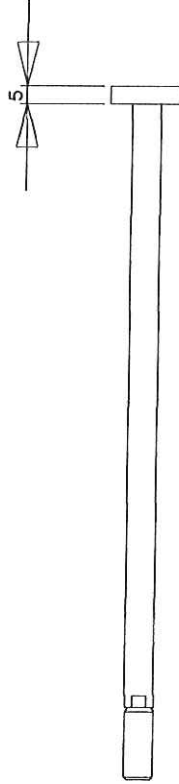
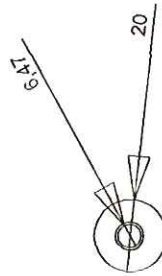
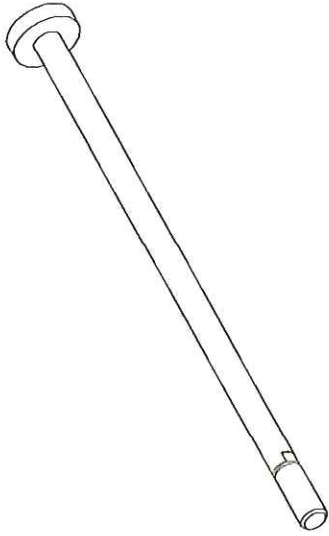
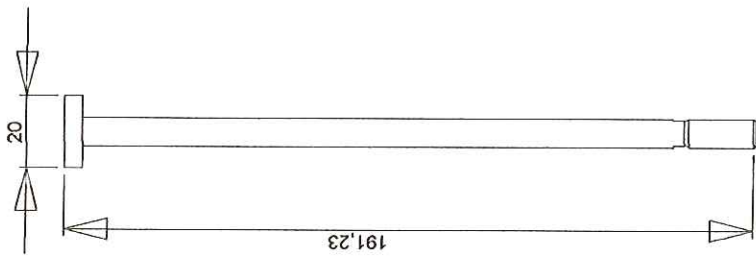
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	ESC:....
	DISEÑO: AUTOR		
NORMA: NTC....	APROBO:	FECHA: MAYO 1 DE 2005	PLANO No:



SECCIÓN A-A

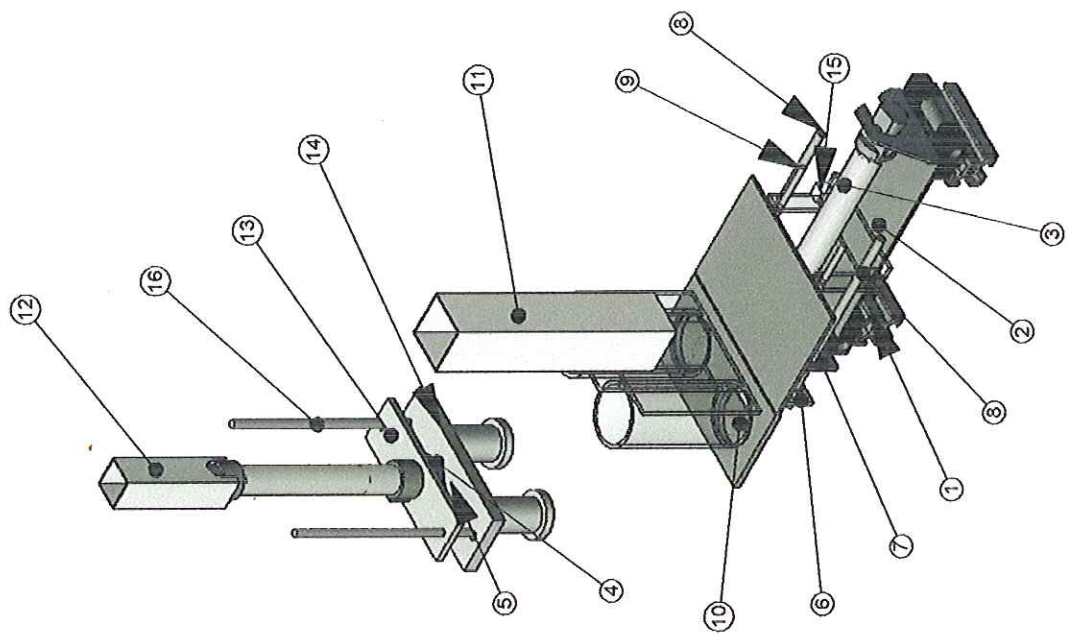


CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas
	DISEÑO: AUTOR	
NORMA: NTC....	APROBO:	ESC:----
	FECHA: MAYO 1 DE 2005	
	PLANO No:	OBSERVACIONES:

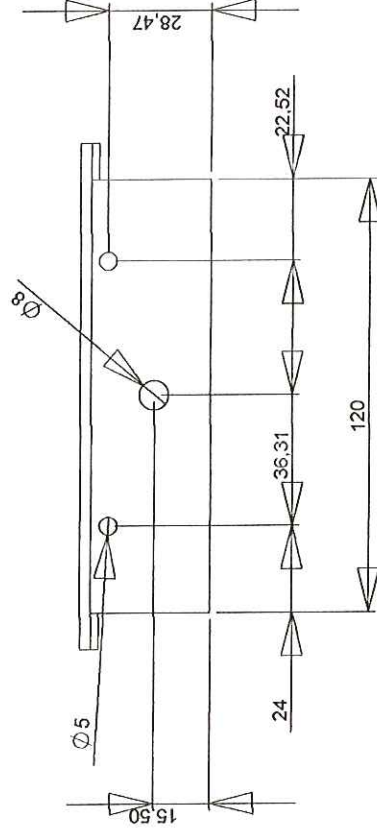
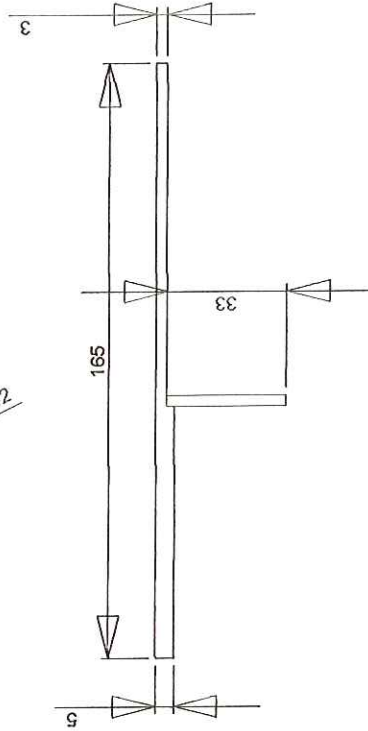
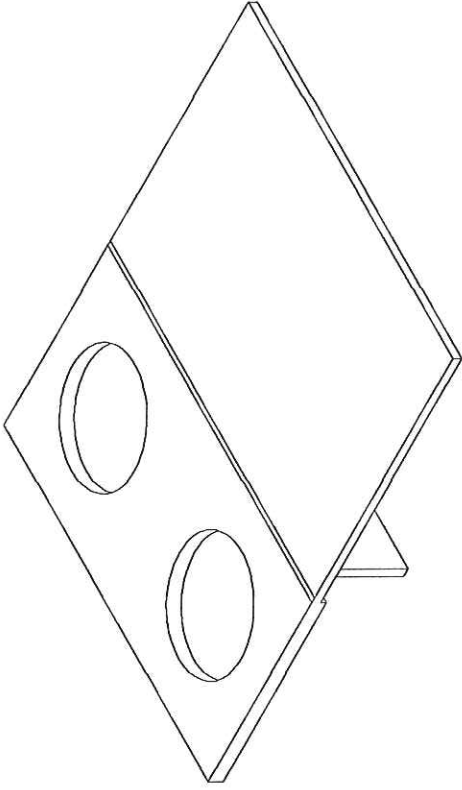
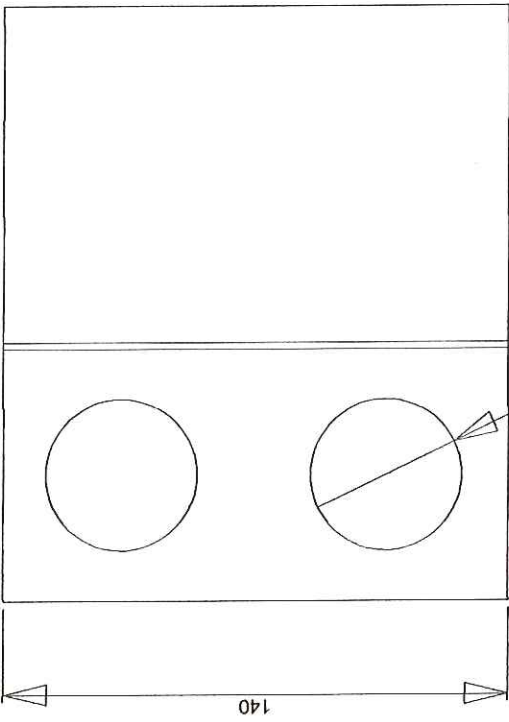


CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	ESC:----
	DISEÑO: AUTOR		
NORMA: NTC....	APROBO:	FECHA: MAYO 1 DE 2005	PLANO No:

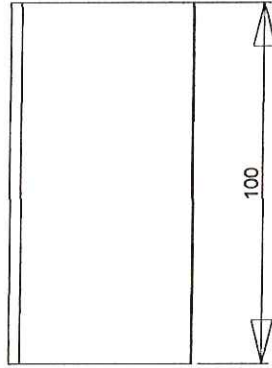
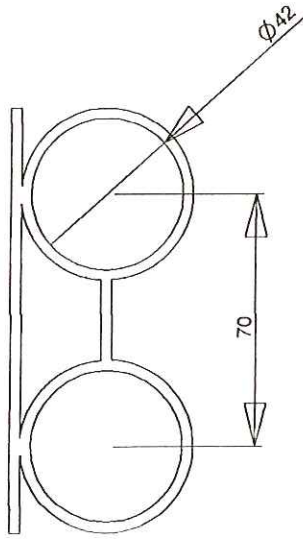
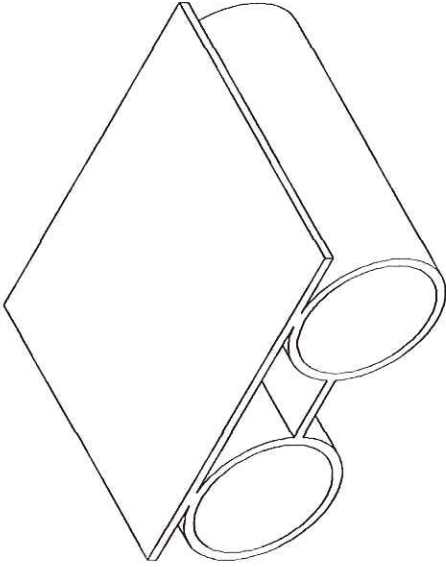
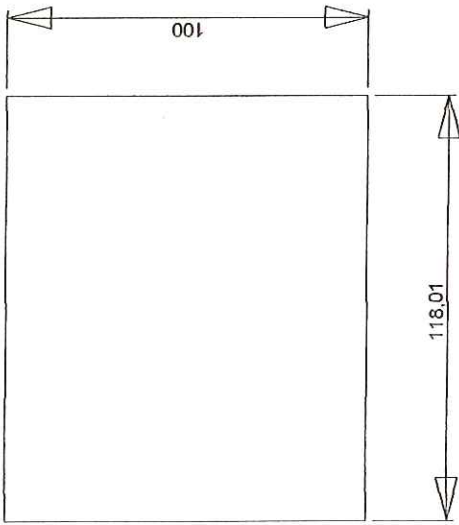
Nº DE ELEMENTO	DETALLE DE PIEZA	CANTIDAD.
1	perfil	2
2	base_piston	1
3	camisa piston	2
4	tuerca piston	2
5	vastago piston	2
6	bandeja de desplazamiento tapas	1
7	lamina guias	1
8	Copia de guias tapado	2
9	soporte tapas	2
10	dispensador de tapas	1
11	tubo cuadrado dispensador	1
12	tubo cuadrado sellado	1
13	lamina soporte piston	1
14	sellos	1
15	platina guia tapado	1
16	varilla ventosas	2



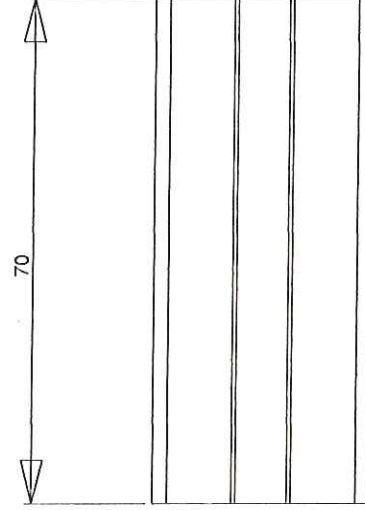
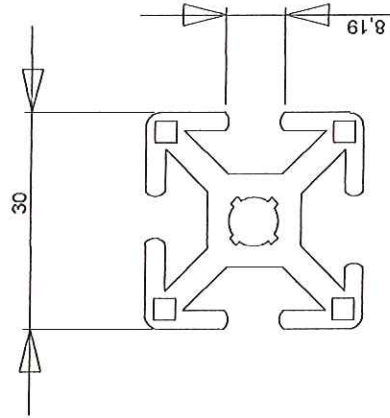
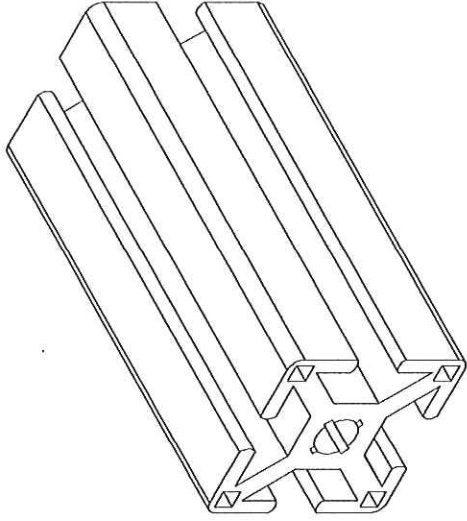
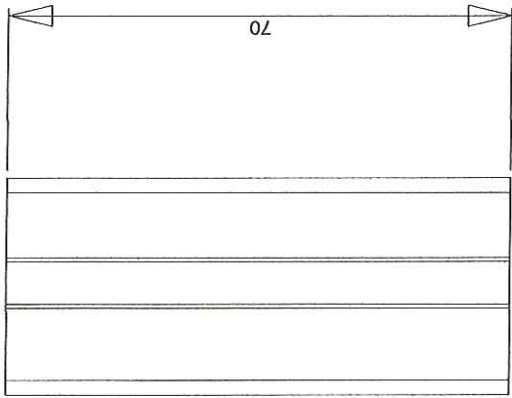
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Automatización de un proceso de dosificado de sustancias líquidas
	DISEÑO: AUTOR	
NORMA: NTC....	APROBO:	ESC:----
	FECHA: MAYO 1 DE 2005	OBSERVACIONES:
	PLANO N°:	



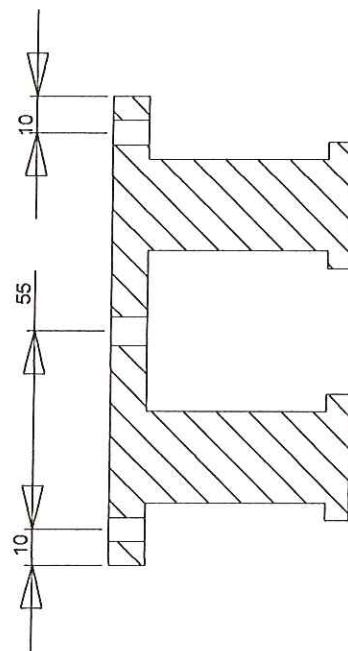
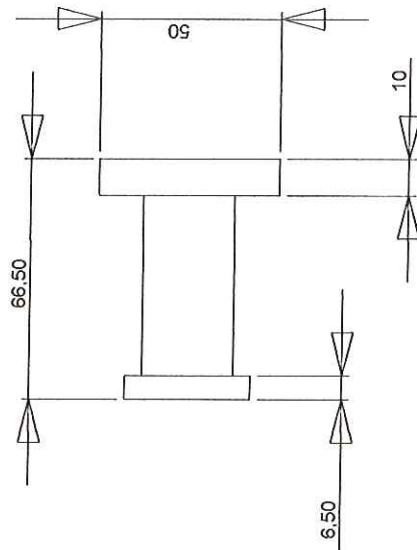
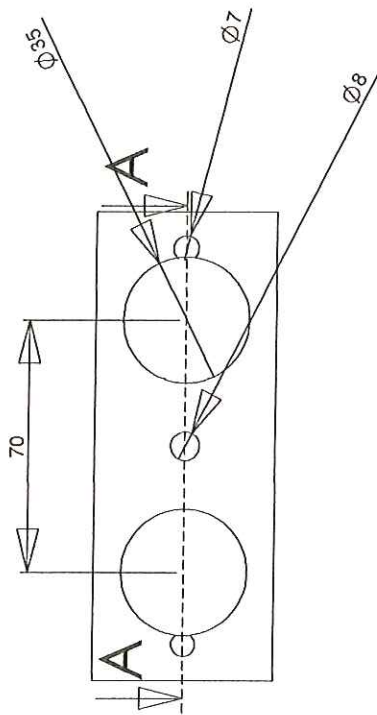
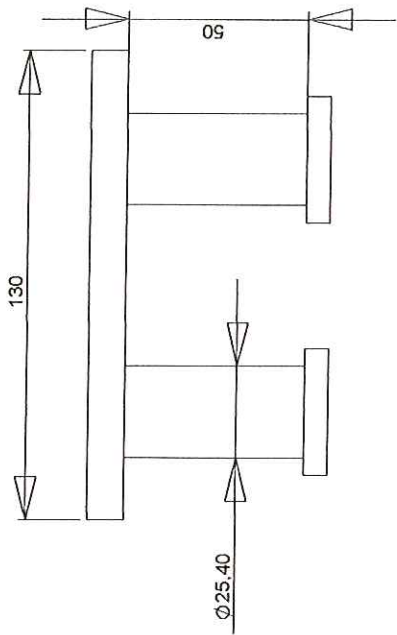
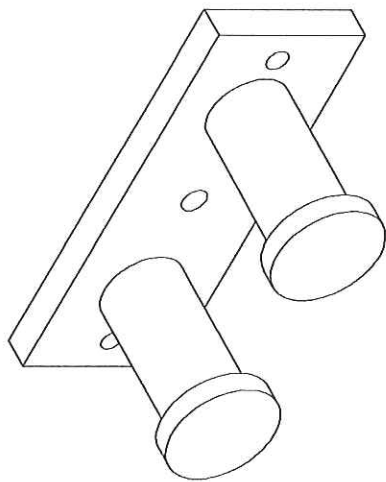
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISEÑO: AUTOR	ESC:----	
NORMA: NTC....	APROBO:	OBSERVACIONES:	
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO No.:		



CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISEÑO: AUTOR		
NORMA: NTC....	APROBO:		
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO No:		
		ESC: ---	OBSERVACIONES:

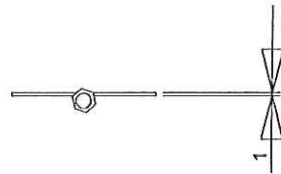
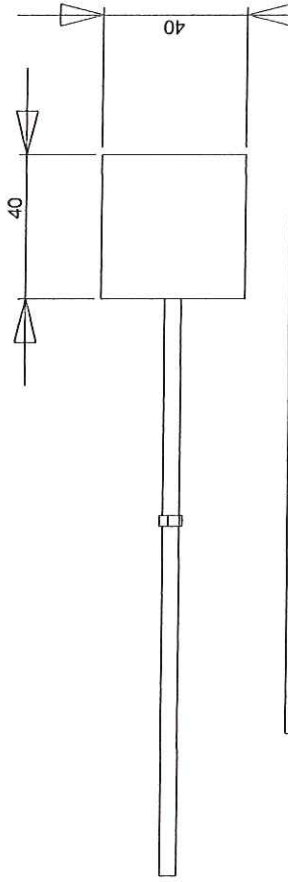
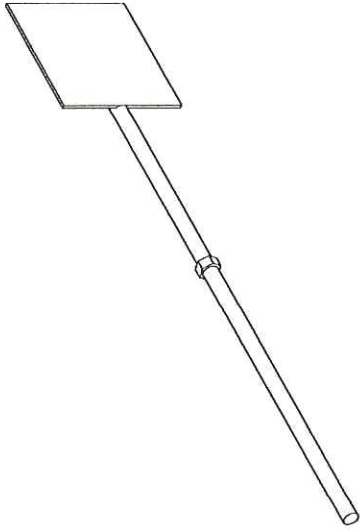
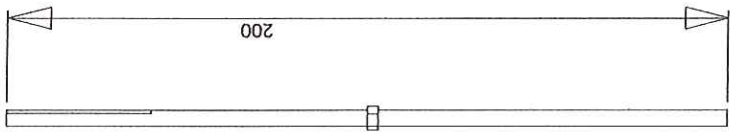


CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISEÑO: AUTOR		
NORMA: NTC	APROBO:		
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO No:		
		ESC:----	OBSERVACIONES:

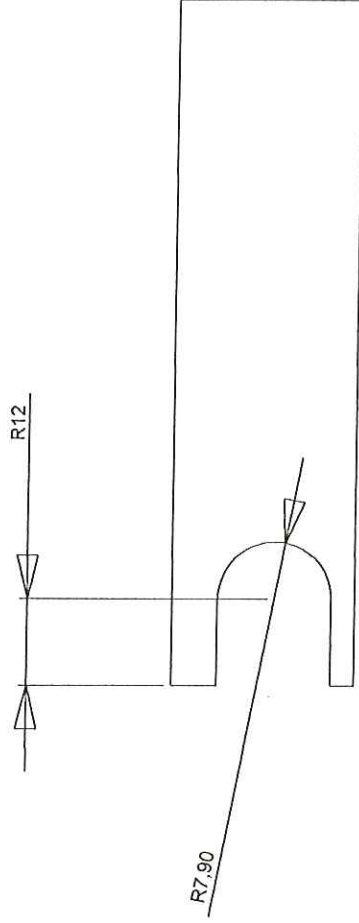
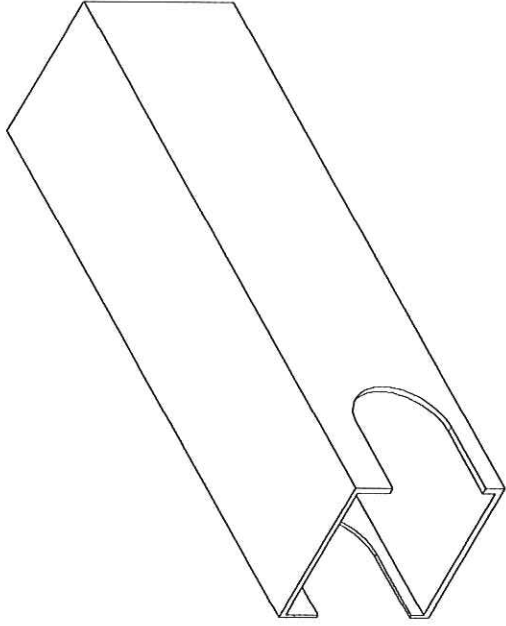
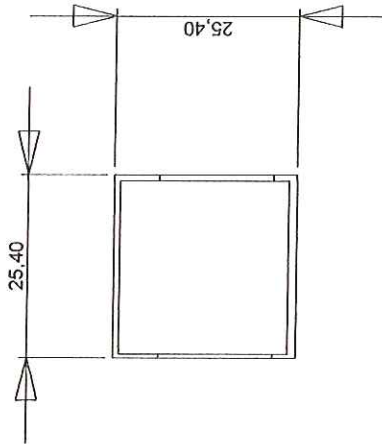
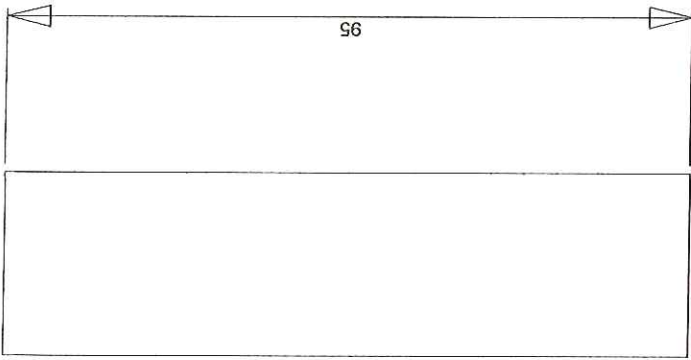


SECCIÓN A-A

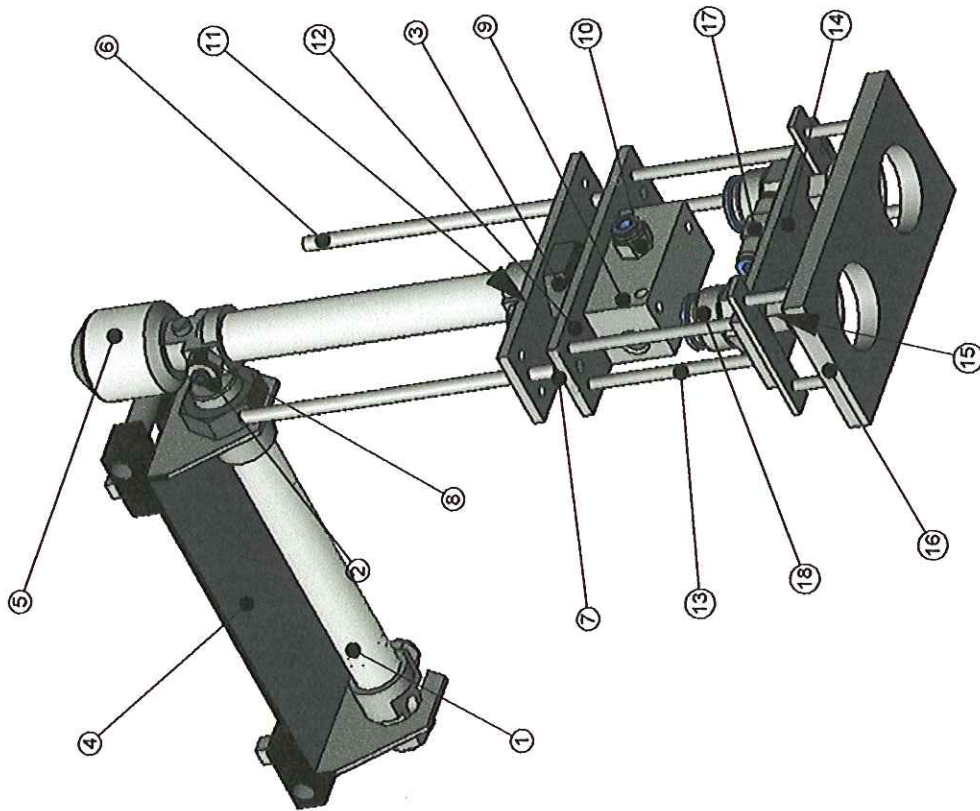
CONVENCIONES:	DISEÑO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas
	APROBO:	ESC:----
	FECHA: MAYO 1 DE 2005	OBSERVACIONES:
	PLANO No:	
NORMA:		
NTC....		



CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	ESC:----
	DISEÑO: AUTOR		
	APROBO:		
NORMA:	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
NTC....	PLANO No:		

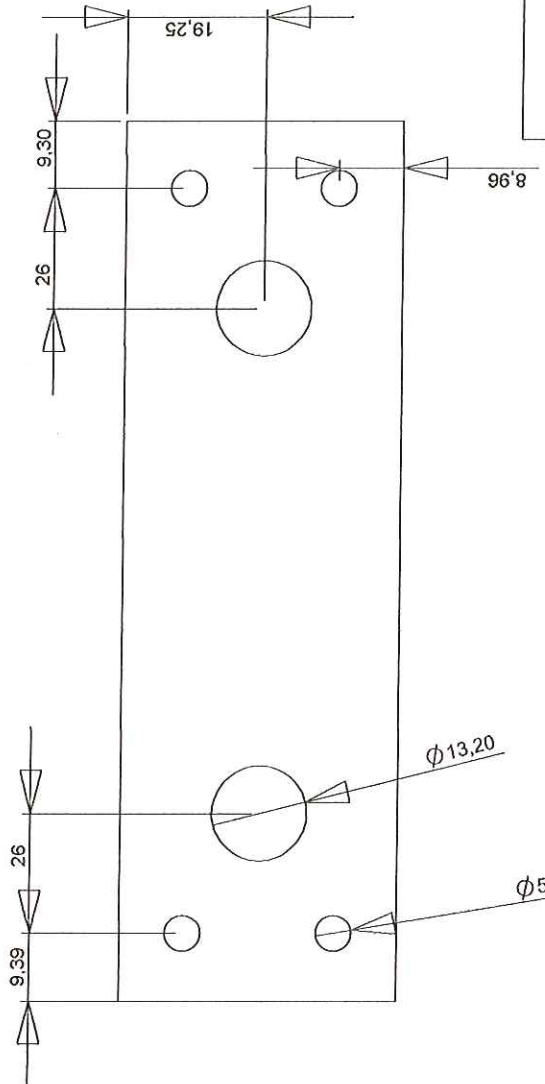
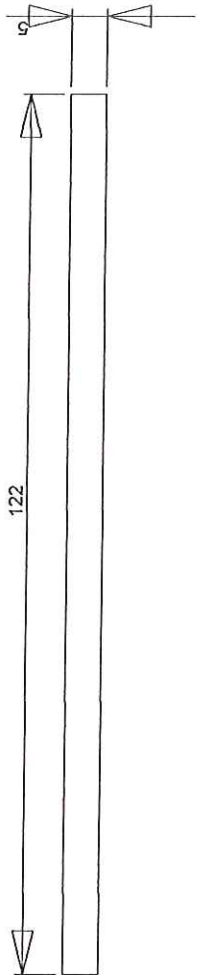
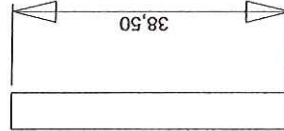
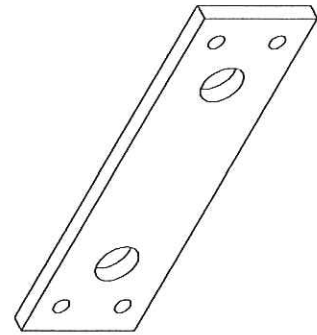


CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas
	DISEÑO: AUTOR	
NORMA: NTC....	APROBO:	ESC:----
	FECHA: MAYO 1 DE 2005	
	PLANO No:	OBSERVACIONES:

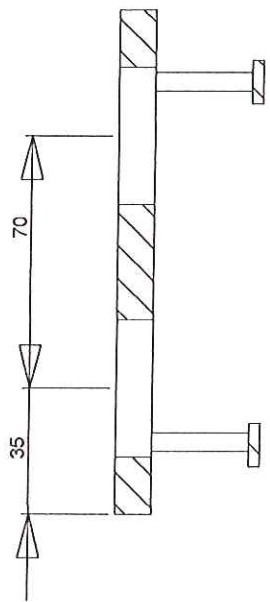
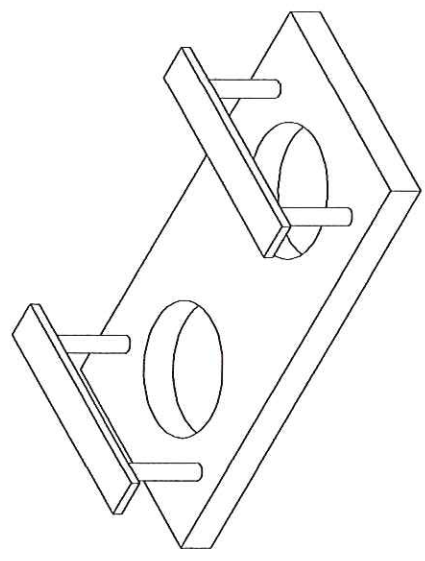
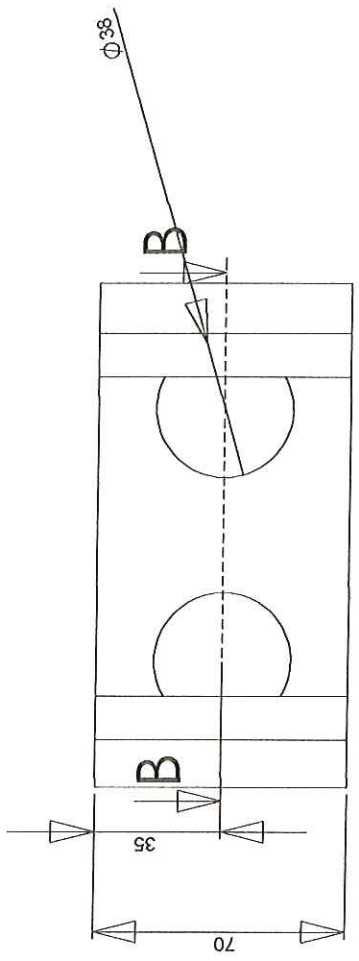


Nº DE ELEMENTO	detalle	CANTIDAD.
1	camisa piston	2
2	vastago piston	2
3	tuerca piston	2
4	base_piston	1
5	cilindro riel	1
6	varilla ventosas	2
7	tuerca guias	2
8	RACOR 4	4
9	valvula para vacio	1
10	racor ventosa	2
11	lamina piston 2	1
12	lamina piston ventosa 2	1
13	tornillos ventosa	4
14	lamina piston ventosa	1
15	ventosa	2
16	platina guia ventosas	1
17	T ventosa	1
18	racor ventosa2	2

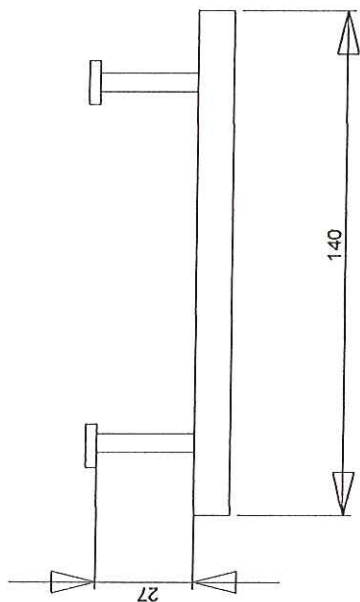
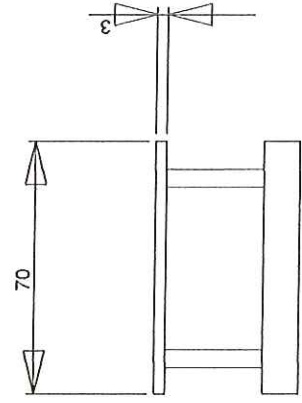
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Automatización de un proceso de dosificado de sustancias líquidas	
	DISEÑO: AUTOR		
NORMA: NTC....	APROBO:		
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO No:		
		ESC:----	OBSERVACIONES:



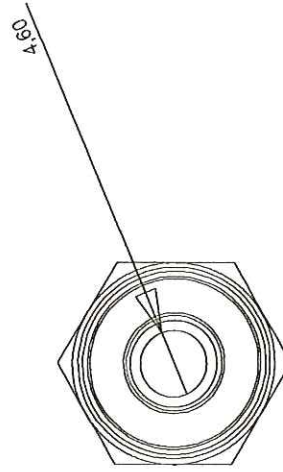
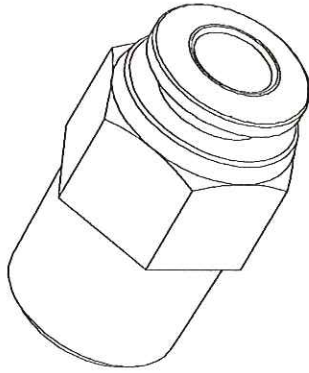
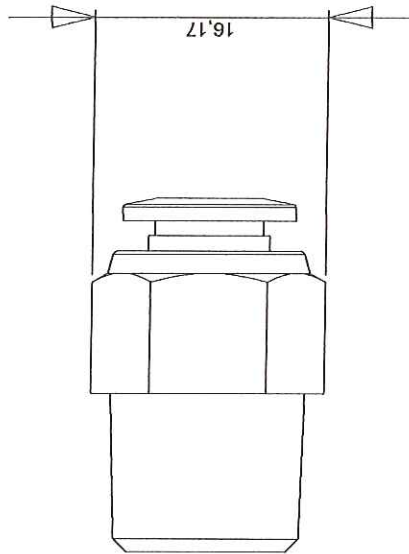
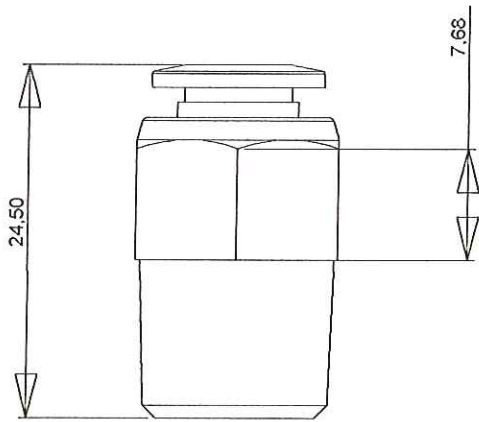
CONVENCIONES:	DISEÑO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	APROBO:	ESC:----	
NORMA: NTC....	FECHA: MAYO 1 DE 2005	OBSERVACIONES:	
	PLANO No:		



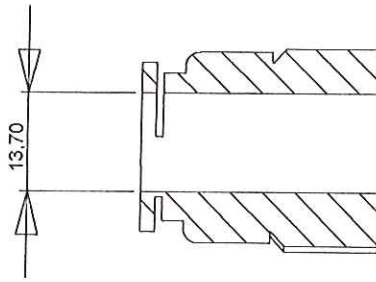
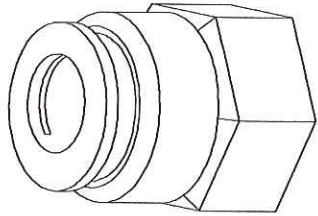
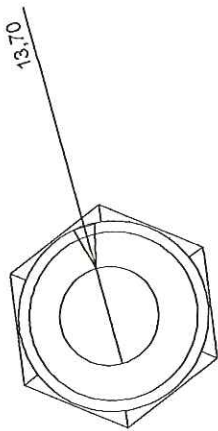
SECCIÓN B-B



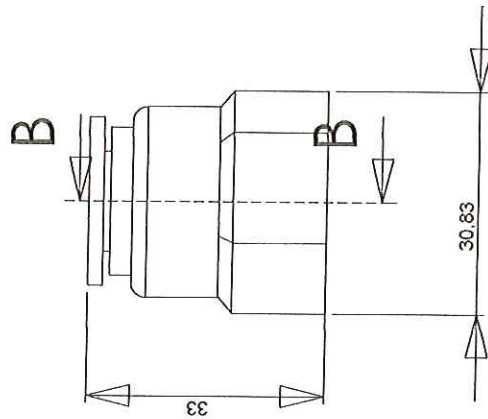
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISEÑO: AUTOR		
NORMA: NTC....	APROBO:	ESC:....	
	FECHA: MAYO 1 DE 2005	OBSERVACIONES:	
	PLANO No.:		



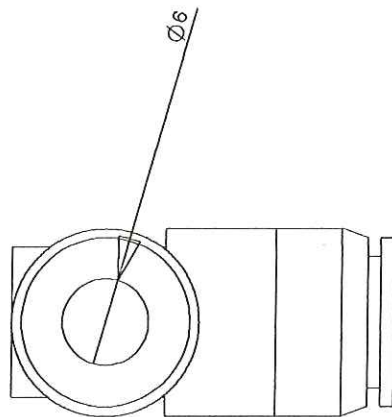
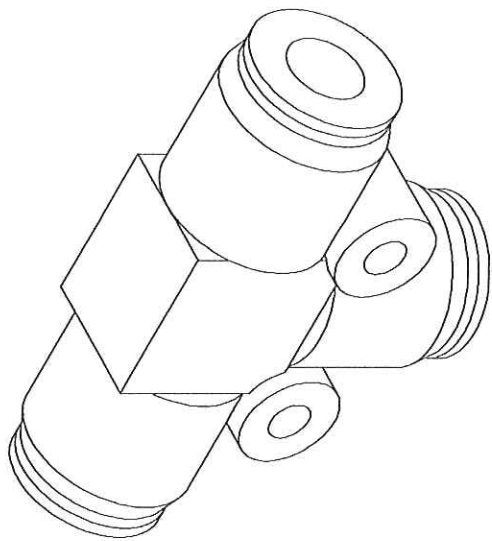
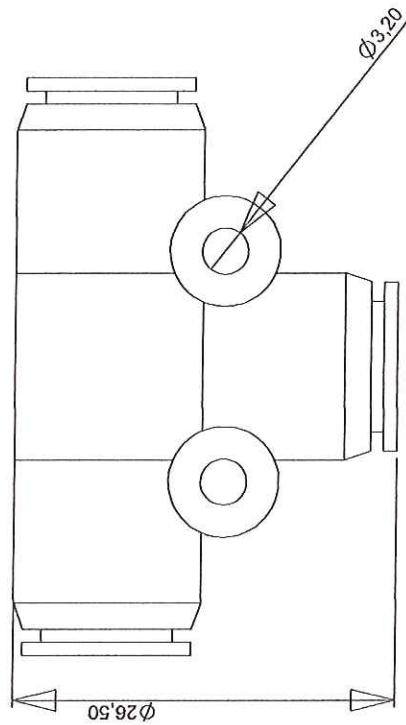
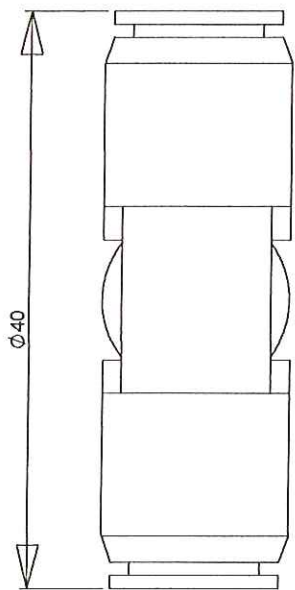
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	ESC:----
	DISEÑO: AUTOR		
NORMA: NTC....	APROBO:	FECHA: MAYO 1 DE 2005	PLANO No:



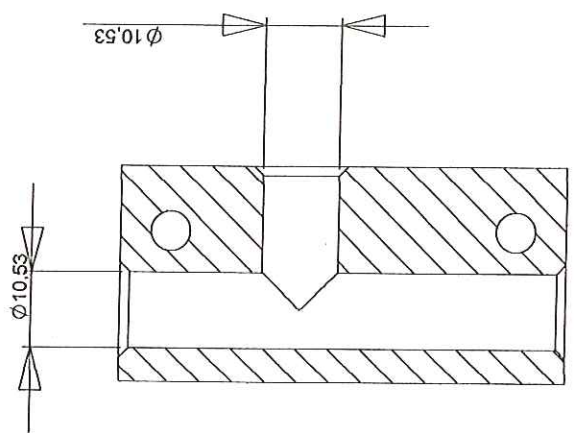
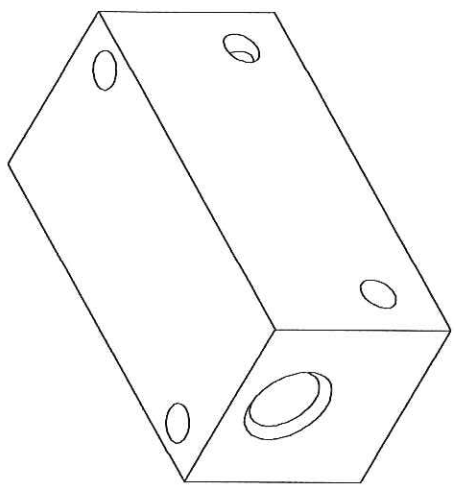
SECCIÓN B-B



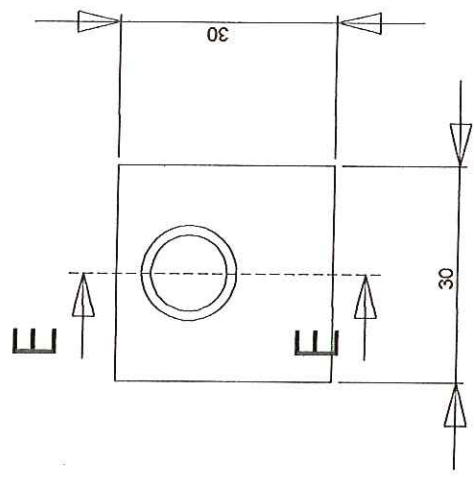
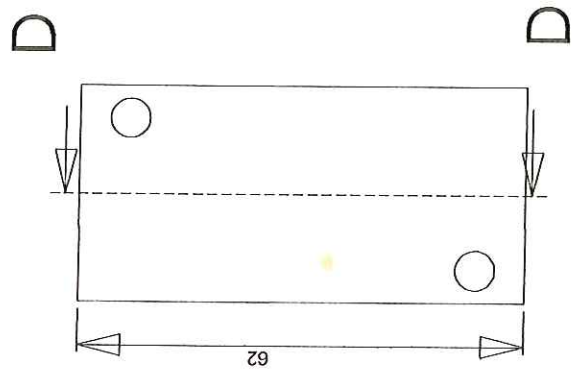
CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas
	DISEÑO: AUTOR	
NORMA: NTC....	APROBO:	ESC:----
	FECHA: MAYO 1 DE 2005	
	PLANO No:	OBSERVACIONES:



CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISENO: AUTOR	ESC:----	
NORMA: NTC....	APROBO:	OBSERVACIONES:	
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO No:		

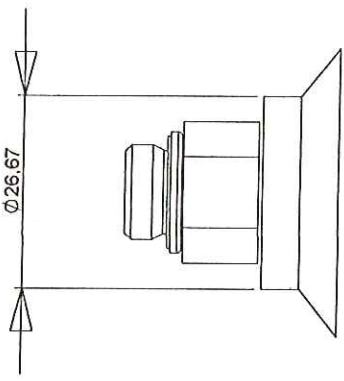
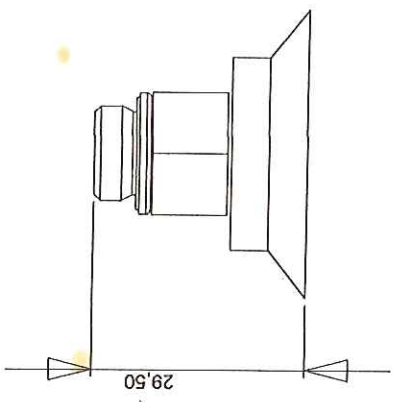
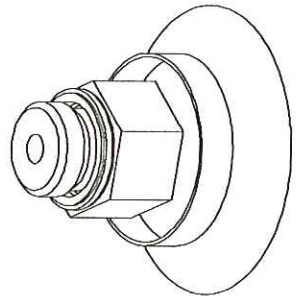
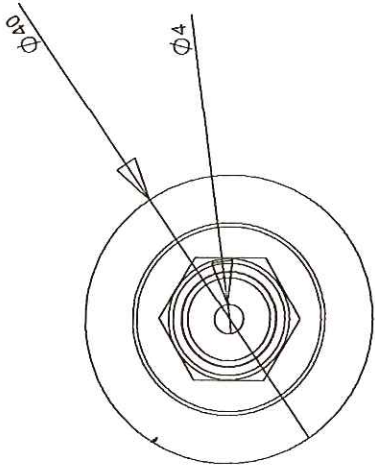


SECCIÓN D-D



SECCIÓN E-E

CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISEÑO: AUTOR	ESC:----	
NORMA: NTC....	APROBO:	OBSERVACIONES:	
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO No:		



CONVENCIONES:	DIBUJO: AUTOR	Diseño de un proceso automatizado para el envasado de sustancias líquidas	
	DISEÑO: AUTOR	ESC: ----	
NORMA: NTC	APROBO:	OBSERVACIONES:	
	FECHA: MAYO 1 DE 2005		
	PLANO No:		