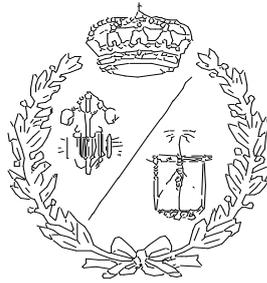


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



***Proyecto / Trabajo Fin de Carrera***

**DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA  
CONTROLADOR DE PASTILLAS DE FRENO  
(DESIGN AND DEVELOPMENT OF A BRAKE PAD  
CONTROLLER SYSTEM)**

Para acceder al Título de

**GRADUADO EN INGENIERÍA MECÁNICA**

Autor: Hugo Cano Riancho

Septiembre – Año2020



## Índice

1.TITULO Y RESUMEN .....	13
2.INTRODUCCION .....	14
3.PRODUCCION.....	15
4.ANTECEDENTES .....	16
5.DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	17
6.HISTORIA DEL VEHÍCULO .....	18
7.SISTEMA DE FRENADO .....	19
7.1 Componentes del sistema de frenado:.....	19
7.1.1 Frenos de Tambor .....	19
7.1.2 Frenos de Disco.....	20
7.1.3 Freno de Estacionamiento .....	20
7.2 Duración:.....	21
7.3 Revisión: .....	22
8. PASTILLAS DE FRENO.....	22
9. PROGRAMAS DE CALCULO .....	25
10. ELEMENTOS DEL SISTEMA .....	26
10.1 Compresor .....	26
10.2 Acumulador .....	27
10.3 La red de distribución.....	27
10.3.1 Tubería principal: .....	27
10.3.2 Tuberías secundarias: .....	27
10.3.3 Tuberías de servicio: .....	27

---

10.3.4 Elementos de unión: .....	28
10.4 Cilindros .....	28
10.5 Sensores.....	30
10.6 Electroválvulas:.....	32
10.7 Finales de carrera: .....	33
10.8 ventosas de vacío: .....	34
10.9 Transportadora de banda recto principal .....	35
10.10 Transportadoras de banda secundarias.....	35
11.Tratamiento del aire .....	37
12. CÁLCULO DE RED DE DISTRIBUCIÓN NEUMÁTICA .....	40
13.Neumática .....	45
13.1 Ventajas de la neumática.....	45
13.2 Desventajas de la neumática .....	45
13.3 Actuadores neumáticos.....	46
13.3.1 Tipos de actuadores .....	47
13.4 Válvulas distribuidoras .....	53
14. Fluid sim.....	57
15. ARDUINO.....	63
15.1 Tipos de Arduino .....	64
15.1.1 Arduino Uno.....	65
15.1.2 Arduino Nano.....	65
15.1.3 Arduino Mega .....	66
15.1.4 Arduino Leonardo .....	66
15.1.5 Arduino Yun .....	67
15.1.6 Arduino DUE.....	68

---

15.1.7 Arduino Robot.....	68
15.1.8 Aduino esplora.....	69
15.1.9 Arduino Mega ADK .....	70
15.1.10 Arduino Ethernet.....	70
15.1.11 Arduino Mini:.....	71
15.1.12 Arduino pro mini.....	72
15.1.13 Arduino pro .....	72
15.1.13 Arduino micro.....	73
15.1.14 Arduino fio.....	73
15.1.15 Arduino lilypad USB .....	74
16. ALIMENTACIÓN .....	76
17. SENSORES .....	77
18. ACTUADORES .....	79
19. SOFTWARE.....	80
20. ARDUINO EN MI PROYECTO.....	82
21. INVENTOR.....	83
21.1 En mi proyecto .....	84
22.Presupuesto .....	94
23.Agradecimientos.....	98
24.Bibliografía .....	116



## Índice de figuras y tablas

<i>Fig1. Historia del automóvil, combustión interna</i> .....	18
<i>Fig2. Composición interna, freno de tambor</i> .....	19
<i>Fig3. Composición sistema de frenado</i> .....	20
<i>Fig4. Sistema de freno de estacionamiento</i> .....	20
<i>Fig5. Sistema de frenado</i> .....	21
<i>Fig6. Pastillas de freno</i> .....	22
<i>Fig7. Materiales de composición de las pastillas de freno</i> .....	23
<i>Fig8. Unidad de mantenimiento de un sistema neumático, en la que se puede apreciar el compresor</i> .....	26
<i>Fig9. Cables de distribución de aire comprimido</i> .....	28
<i>Fig10. Conexiones: Racores en forma de t y en forma de codo</i> .....	28
<i>Fig11. Actuador de doble efecto</i> .....	29
<i>Fig12. Esquema actuador doble efecto, doble vástago</i> .....	29
<i>Fig13. Actuador de doble efecto sin vástago</i> .....	29
<i>Fig14. Esquema actuador sin vástago</i> .....	29
<i>Fig15. Sensor fotoeléctrico de la casa SMC.</i> .....	30
<i>Fig16. Sensor de proximidad</i> .....	31
<i>Fig17. Sensor de presión de línea</i> .....	31
<i>Fig18. Electroválvula 5/3 suministrada por Aignep</i> .....	32
<i>Fig19. Electroválvula 3/2 suministrada por Aignep</i> .....	33
<i>Fig20. Final de carrera</i> .....	34
<i>Fig21. Ventosas de vacío</i> .....	35
<i>Fig22. Diagrama psicométrico</i> .....	37

---

<i>Fig23. Norma ISO8573.1:2001 (E)</i> .....	38
<i>Fig24. Norma ISO8573.1</i> .....	38
<i>Fig25. Unidad de limpieza y secado de las partículas</i> .....	39
<i>Fig26. Monograma, cálculo red</i> .....	40
<i>Fig27. Monograma, cálculo red</i> .....	40
<i>Fig28. Cálculo del diámetro a través del monograma</i> .....	42
<i>Fig29. Longitudes equivalentes de los accesorios</i> .....	42
<i>Fig30. Cálculo del diámetro a través del monograma</i> .....	43
<i>Fig31. Esquema de un actuador</i> .....	46
<i>Tabla1. Tipos de actuadores y clasificación según su función y parámetros básicos..</i>	
<i>Fig32. Actuador de simple</i> .....	47
<i>Fig33. Esquema cilindro simple efecto</i> .....	47
<i>Fig34. Actuador de doble efecto</i> .....	47
<i>Fig35. Esquema cilindro doble efecto</i> .....	48
<i>Fig36. Cilindro sin vástago</i> .....	48
<i>Fig37. Símbolo actuador sin vástago</i> .....	48
<i>Fig38. Cilindro con doble vástago</i> .....	49
<i>Fig39. Símbolo actuador doble vástago</i> .....	49
<i>Fig40. Cilindro compacto</i> .....	49
<i>Fig41. Cilindros elásticos</i> .....	50
<i>Fig42. Esquema de funcionamiento cilindro de membrana</i> .....	51
<i>Fig43. Cilindro de doble vástago</i> .....	51
<i>Fig44. Símbolo actuador de doble vástago</i> .....	51
<i>Fig45. Símbolo actuador Tandem</i> .....	51

---

<i>Fig46. Actuador Tándem</i> .....	52
<i>Fig47. A4çtuador telescópico</i> .....	52
<i>Fig48. Símbolo cilindro telescópico</i> .....	52
<i>Fig49. Cilindro mutiposicional</i> .....	53
<i>Fig50. Actuador rotativo</i> .....	53
<i>Fig51. Válvula 2/2</i> .....	54
<i>Fig52. Válvula 3/2</i> .....	54
<i>Fig53. Válvula 3/2</i> .....	54
<i>Fig54. Válvula 5/2</i> .....	54
<i>Fig55. Válvula 5/3</i> .....	54
<i>Fig56. Válvulas clasificadas según el tipo de accionamiento</i> .....	55
<i>Fig57. Símbolo de válvula reguladora de caudal</i> .....	55
<i>Fig58. Válvula reguladora de presión junto con su símbolo</i> .....	56
<i>Fig59. Foto de placa de arduino UNO</i> .....	63
<i>Fig60. PCB de un arduino UNO</i> .....	64
<i>Fig61. Foto de placa de arduino UNO</i> .....	65
<i>Fig62. Placa de arduino Nano</i> .....	66
<i>Fig63. Placa de arduino MEGA</i> .....	66
<i>Fig64. Placa de arduino LEONARDO</i> .....	67
<i>Fig65. Placa de arduino YUN</i> .....	67
<i>Fig66. Placa de arduino DUE</i> .....	68
<i>Fig67. Placa de arduino ROBOT</i> .....	69
<i>Fig68. Placa de arduino Esplora</i> .....	69
<i>Fig69. Placa de arduino MEGA ADK</i> .....	70

---

<i>Fig70. Placa de arduino Ethernet</i> .....	71
<i>Fig71. Placa de arduino MINI</i> .....	71
<i>Fig72. Placa de arduino PRO MINI</i> .....	72
<i>Fig73. Placa de arduino PRO</i> .....	72
<i>Fig74. Placa de arduino MICRO</i> .....	73
<i>Fig75. Placa de arduino FIO</i> .....	73
<i>Fig76. Placa de arduino Lilypad</i> .....	74
<i>Fig77. Partes de un arduino UNO</i> .....	75
<i>Fig78. Actuación de un microcontrolador</i> .....	76
<i>Fig79. Sensor de movimiento PIR</i> .....	77
<i>Fig80. Sensor de peso Arduino</i> .....	78
<i>Fig81. Interfaz de Software de</i> .....	80
<i>Fig82. Arduino en mi proyecto</i> .....	82
<i>Fig83. Imagen de carga del programa</i> .....	83
<i>Fig84. Inventor en la nube</i> .....	84
<i>Fig85. Símbolo iniciar boceto</i> .....	85
<i>Fig86. Plano de trabajo a elegir en inventor</i> .....	85
<i>Fig87. Boceto en forma de T en inventor</i> .....	85
<i>Fig88. Operación de extrusión en inventor</i> .....	86
<i>Fig89. Operación de chapa en Inventor</i> .....	86
<i>Fig90. Pestaña de contorno en Inventor</i> .....	87
<i>Fig91. Doble de una pestaña de contorno en Inventor</i> .....	87
<i>Fig92. Diseño de estructura</i> .....	88
<i>Fig93. Diseño de estructura con vista lateral</i> .....	89

---

<i>Fig94. Diseño de estructura con vista frontal</i> .....	89
<i>Fig95. Transportadora principal</i> .....	90
<i>Fig96. Transportadora secundaria</i> .....	90
<i>Fig97. Estructura del pórtico</i> .....	91
<i>Fig98. Estructura del pórtico vista lateral</i> .....	91
<i>Fig99. Estructura del pórtico vista frontal</i> .....	92
<i>Fig100. Bandeja donde se depositarán las piezas</i> .....	92
<i>Fig101. Interfaz del programa para ver texturas</i> .....	93
<i>Fig102. Interfaz del programa para ver materiales</i> .....	94



## **1.TITULO Y RESUMEN**

Diseño y desarrollo de un sistema controlador de piezas.

Este proyecto se basa principalmente en el diseño y desarrollo de un sistema que controla y manipula la línea de selección de dos tipos de piezas del ámbito automovilístico. Se realizará dicha selección según el peso de estas. De tal modo que estas serán colocadas en sus respectivas cintas transportadoras según su peso.

Será controlado a través de Arduino, una compañía de hardware y software libres, flexible en el cual conectaremos los periféricos correspondientes a las entradas y salidas de este microcontrolador.

En el ámbito mecánico se ha llevado a cabo la realización tanto de las estructuras como los planos correspondientes al sistema.

Por último se ha desarrollado un presupuesto final que engloba la totalidad del sistema.

## **ABSTRACT**

This project is mainly based on the design and development of a system that controls and manipulates the selection line for two types of parts in the automotive field.

This selection was made according to their weight. In such a way that these will be placed on their respective conveyor belts according to their weight. It will be controlled through Arduino, a flexible, free software and hardware company in which we will connect the peripherals corresponding to the inputs and outputs of this microcontroller.

In the mechanical field, both the structures and the plans corresponding to the system have been carried out.

Finally, a final budget has been developed that includes the complete system.

## 2.INTRODUCCION

En esta parte se habla acerca de una visión global del estudio y citando las partes más específicas del mismo.

Objetivo general.

Diseñar y desarrollar un sistema capaz de almacenar piezas en cajas según su peso a través de una línea de producción.

Objetivos específicos.

- Obtener un diseño fiable y capaz de ser lo más productivo posible, abaratando dentro de las posibilidades lo máximo posible el proceso.
- Reducir la presencia de trabajadores y ser lo más autónoma posible.
- Mejorar las condiciones y con ello asegurar al trabajador con la máxima información clara y concisa del proceso con un conjunto de registros y alarmas.

## 3.PRODUCCION

El peso de la Industria del Automóvil en la Economía Española es vital, y su importancia es tal, que el automóvil y su industria accesorio viene a representar el 10% del Producto Interior Bruto de nuestro País. Actualmente en España se producen 2,885 millones de automóviles[2]. El 83% de la producción es exportada, lo que viene a suponer que entre las ventas al extranjero de automóviles e industrias auxiliares, representan el 19% de la cifra total de Ventas al Exterior que realiza el País. España se ha convertido en el segundo fabricante de automóviles europeo y el primero en vehículos industriales. Así que, se generan, junto con la industria de componentes, 300.000 puestos de trabajo directo y dos millones indirectos. De esta manera, España refuerza su papel de potencia mundial como productor. Por lo que, la fabricación de componentes como las pastillas freno suponen un gran impacto tanto económico como social. Ya que genera un grandísimo número de puestos de trabajos.

## **4.ANTECEDENTES**

En la actualidad, mejorar la productividad empresarial de una compañía día a día es una labor de gran importancia. La productividad empresarial es uno de los factores clave de cualquier negocio, y al que muchas veces no se le presta la atención necesaria. Cualquier empresa, no importa su tamaño o su cometido, tiene como objetivo principal producir lo máximo y mejor posible. Esforzarse por lograr la máxima eficiencia y eficacia en cada uno de los procesos llevados a cabo dentro de la empresa debería ser una prioridad absoluta.

La productividad es la relación entre el resultado de una actividad productiva y los medios que han sido necesarios para obtener dicha producción.

Este creciente auge de la productividad y maximización del proceso de producción se basa principalmente en un correcto sistema de producción siendo imprescindible una buena gestión empresarial, la cual engloba un conjunto de técnicas que se aplican al conjunto de una empresa.

Por ello este tipo de sistemas son de continua implementación en la actualidad con el objetivo de facilitar el trabajo a las personas, unos trabajos que resultan por lo general complejos y agotadores.

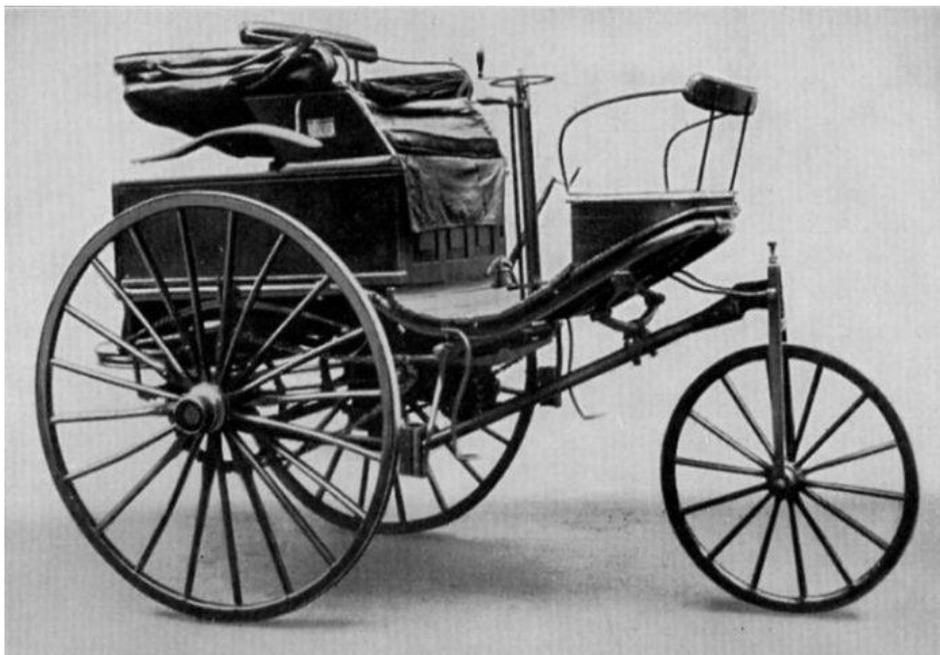
Este tipo de sistemas tienen el objetivo de sustituir antiguos sistemas basados en circuitos eléctricos y otros componentes eléctricos con el fin de obtener trabajos con mayor rapidez y una mejora de la precisión respecto a los sistemas más obsoletos.[3]

## **5.DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

Tras la breve introducción en este punto hablaré acerca de una breve descripción del proceso. Este consta de una estructura formada principalmente por tren bandas transportadoras rectas y un sistema pórtico. Como está enfocado a un sistema de producción total de estos artículos por la cinta transportadora principal llegarán las pinzas del proceso anterior. Por la cinta llegarán dos tipos de pinzas para los que está enfocado este proyecto y según el peso el actuador que está situado en el pórtico con ayuda de unas pinzas las situará es una u otra caja. Una vez que está en la caja cada pastilla separada por el peso y por ello con características diferentes un nuevo actuador horizontal las empujará hacia una nueva cinta donde se transportaran al siguiente proceso de fabricación que sería el de empaquetado.

## 6.HISTORIA DEL VEHÍCULO

El 3 de Julio de 1886 Benz & Co de la mano de su fundador Karl Benz presento “el motorwagen”, primer vehículo propulsado por un motor de gasolina que solo contaba con tres ruedas. El motor mono cilíndrico de 954cc alcanzaba los 18 km/h y tenía una potencia de 0,8 CV. Dos años después su esposa Bertha realizó el viaje más largo hasta la fecha en un automóvil. En agosto de 1888 Bertha, a expensas de su marido, realizó el trayecto entre Mannheim y Pforzheim[4]. Benz lo patentó el 29 de enero de 1886 y empezó a producirlo en 1888. Este vehículo es reconocido por la mayor parte de los especialistas como el punto de inicio del automóvil. Cabe destacar que fue un hito en la automovilística antigua, dado que un automóvil de esta época tenía como velocidad máxima unos 20 km/h, gastaba muchísimo más combustible de lo que gasta ahora un vehículo a esa misma velocidad y la gasolina se compraba en farmacias, donde no estaba disponible en grandes cantidades. El 31 de agosto de 1908, Henry Ford comenzó a producir automóviles en una cadena de montaje con el Ford modelo T, lo que le permitió alcanzar cifras de fabricación hasta entonces impensables[5].



*Fig1. Historia del automóvil, combustión interna*

## 7.SISTEMA DE FRENADO

El sistema de frenado es una de las partes fundamentales del automóvil ya que es una de las partes claves a la hora de garantizar la seguridad de los ocupantes. En muchas ocasiones, no somos conscientes de los grandes esfuerzos que realizan las compañías para mejorar la eficacia de los productos que ya están comercializados.

La finalidad de cualquier sistema de frenado consiste en transformar la energía del movimiento en energía térmica con el fin de obtener una deceleración o bloquear el vehículo cuando se está estacionado. Además, los componentes que conforman los frenos deben de poder detener el vehículo pudiendo disipar el calor generado con una elevada eficacia.[6]

### 7.1 Componentes del sistema de frenado:

Básicamente, se pueden resumir en: un dispositivo de control, accionado por el conductor; una transmisión hidráulica (que hace de mero conector) y el propio dispositivo de frenado.

Una clasificación clásica de los sistemas de frenado podría ser esta:

- **7.1.1 Frenos de Tambor:** Consiste un tambor girando solidariamente a la rueda que tiene un material de fricción capaz de frenar el coche cuando se empuja contra el tambor.



*Fig2. Composición interna, freno de tambor*

- **7.1.2 Frenos de Disco:** consta de un disco rotor metálico sobre el que se ejerce presión a través de las pinzas de freno (que tienen montadas unas pastillas de material de fricción) mediante un sistema hidráulico, normalmente. Estas pastillas son las que se aplican contra la superficie del disco para generar fuerza de frenado.

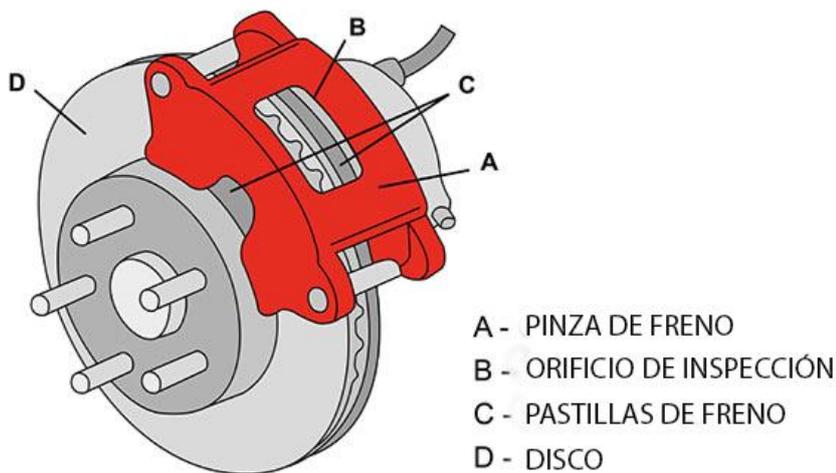
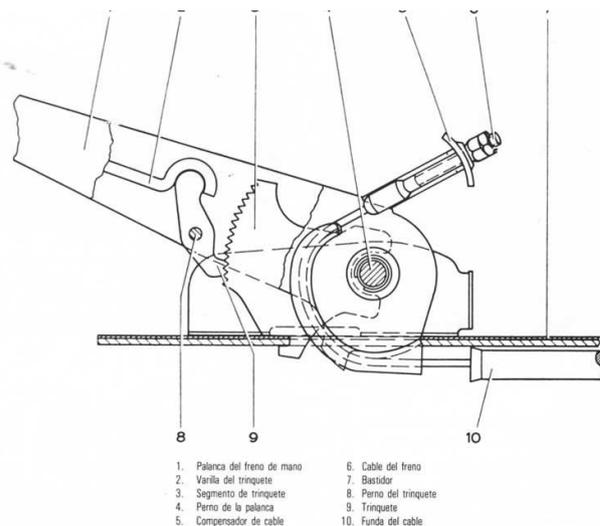


Fig3. Composición sistema de frenado

- **7.1.3 Freno de Estacionamiento:** el freno de mano, que actúa solamente sobre las ruedas posteriores y sirve para mantener el coche parado en un estacionamiento.

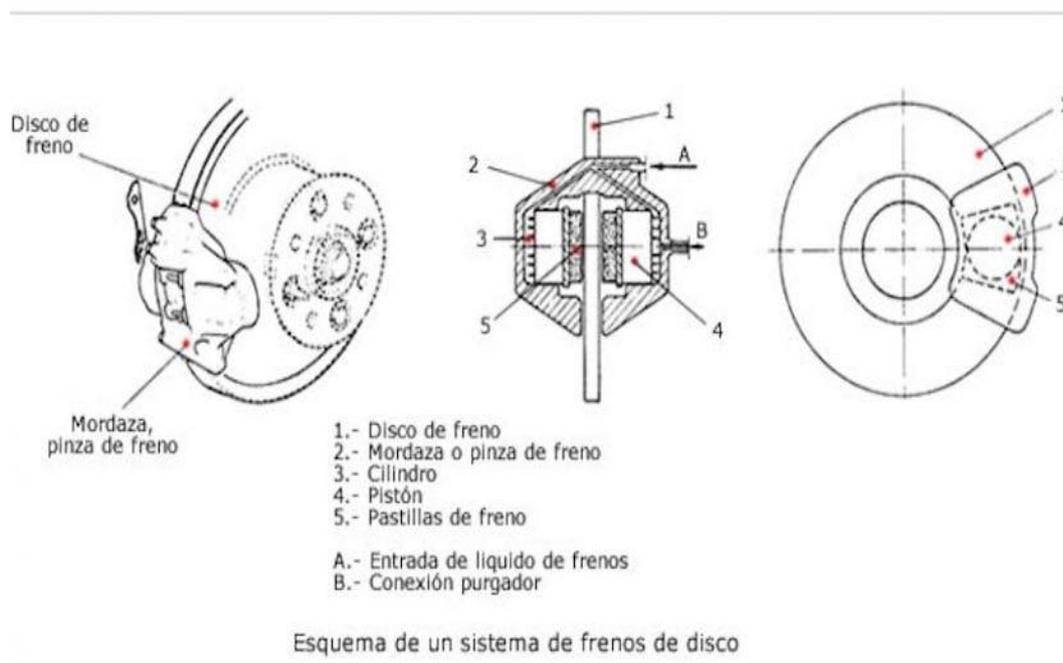


Conjunto de la palanca de mano para el freno de estacionamiento y del cable—Se ilustra para los modelos del Tipo 1

Fig4. Sistema de freno de estacionamiento

Los frenos más comunes hoy en día son los frenos de disco. Antiguamente los frenos de tambor se montaban en todos los coches, tanto en las ruedas delanteras como en las traseras. Con la aparición de los frenos de disco, el tambor se fue dejando de lado por su menor eficacia, pasando primero a montarse en las ruedas traseras, y posteriormente desapareciendo completamente.

El sistema de frenado está compuesto por los siguientes componentes: Disco de freno, pinza de freno o mordaza, cilindro, pistón y las pastillas de freno.[7]



*Fig5. Sistema de frenado*

## 7.2 Duración:

Las pastillas de freno habitualmente suelen durar entre 30.000 y 45.000 kilómetros, aunque su desgaste es muy variable dependiendo de sus propias especificaciones, del tipo de conducción y de las características del vehículo (peso, potencia). Los discos suelen durar generalmente tres veces o más que las pastillas y suelen necesitar ser sustituidos entre los 100.000 y los 120.000

kilómetros, dependiendo también de los factores anteriormente citados y de las condiciones de utilización (urbana, autopista, montaña, pista sin asfaltar...).[8]

### 7.3 Revisión:

A la hora de evaluar el desgaste de las pastillas, basta observar a través de la abertura de las pinzas de freno el testigo que marca en la propia pastilla su límite de desgaste. Y si no sabemos o podemos hacerlo, el nivel del depósito específico para el líquido de frenos en el vano del motor también sirve de indicativo.

En cuanto a los discos, es más difícil comprobar a simple vista su desgaste, pero sentir vibraciones al frenar o notar marcas o rebordes al tacto en la superficie del disco son ilustrativos de su deterioro.[8]

## 8. PASTILLAS DE FRENO

De los elementos que conforman la seguridad activa de un automóvil, las pastillas de freno son el elemento que está sometido a mayor desgaste y mayor estrés por ello es fundamental que las pastillas estén homologadas y sean de la máxima calidad para garantizar el máximo rendimiento y las máximas prestaciones.[9]

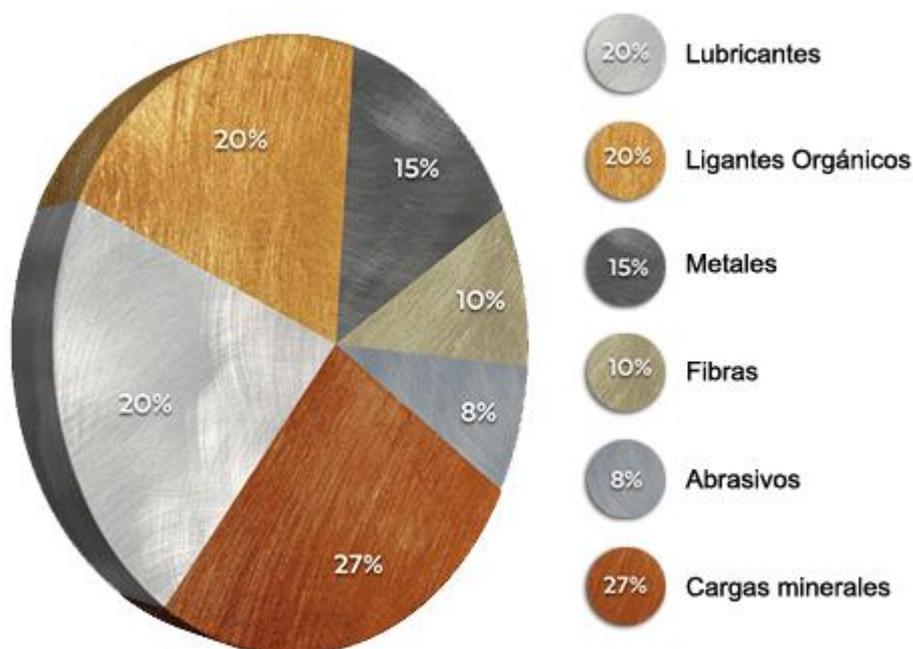


*Fig. Pastillas de freno [6]*

Es una parte fundamental del sistema de frenado de un vehículo en el cual una parte móvil (el disco) solidario con la rueda que gira es sometido al rozamiento de unas superficies de alto coeficiente de fricción (las pastillas) que ejercen sobre ellos una fuerza suficiente como para transformar toda o parte de la energía cinética del vehículo en movimiento, en calor, hasta detenerlo o reducir su velocidad, según sea el caso.

Durante las últimas décadas, los elementos de fricción han tenido infinidad de transformaciones sobre el compuesto utilizado en su producción. Estas transformaciones, han sido debidas a que los materiales no cumplían unos requisitos mínimos de salud o de contaminación, aunque si eran materiales totalmente válidos para el funcionamiento del sistema.

En la fabricación de las pastillas de frenos actuales, podemos encontrar materiales del tipo:



*Fig7. Materiales de composición de las pastillas de freno*

Los tipos de pastillas de freno son los siguientes:

- **Semi metálica:** Las pastillas de freno etiquetadas como "semi metálicas" contienen una mezcla de 30 por ciento a 65 por ciento de metal y por lo general contienen lana de acero, polvo de hierro o de cobre mezclado con cargas inorgánicas. Las pastillas semi metálicas de freno se conocen por ser duraderas y por llevar a cabo la transferencia de calor eficiente.
- **Orgánica:** Las pastillas orgánicas sin asbesto se refieren generalmente como "orgánicas" y están hechas a partir de fibras de vidrio, caucho, Kevlar y carbono. Estas pastillas funcionan bien en la mayoría de las condiciones de conducción, pero pueden derretirse durante la conducción extrema.
- **Cerámica:** Estas pastillas están fabricadas a partir de fibras cerámicas, materiales no ferrosos, agentes de unión y pequeñas cantidades de metal. Estas son más silenciosas y más limpias que otras almohadillas, pero también son más caras.[10]

## **9. PROGRAMAS DE CALCULO**

Fluidsim: Es una aplicación pensada para la creación, simulación, instrucción y estudio electroneumático, electrohidráulico y de circuitos digitales.

Inventor: El software de CAD de Inventor® ofrece herramientas profesionales para el diseño mecánico, la documentación y la simulación de productos en 3D.

Arduino: Es una compañía de desarrollo de software y hardware libres, así como una comunidad internacional que diseña y manufactura placas de desarrollo de hardware para construir dispositivos digitales y dispositivos interactivos que puedan detectar y controlar objetos.

## 10. ELEMENTOS DEL SISTEMA

Para comenzar, cabe destacar que el fluido de trabajo es el aire, suministrado por un compresor y que es utilizado para llevar a cabo el movimiento de gran parte del sistema.

Uno de los factores más relevantes de este es la compresibilidad acerca de las diferentes velocidades que adoptan los actuadores.

Además, se incorporan motores eléctricos gobernados por variadores de potencia para accionar de forma regulada las cintas de transporte necesarias. Por ellos se ve reflejado una clara combinación tanto del ámbito fluido-mecánico con el ámbito eléctrico.

### 10.1 Compresor

Es un elemento que tomando aire atmosférico, eleva su presión y se encarga de suministrarlo por la instalación. Su rendimiento en la compresión es del orden del 20%.

La temperatura a la salida es del orden de 70 a 80°. Se deben considerar la presión y caudal demandados.[11]

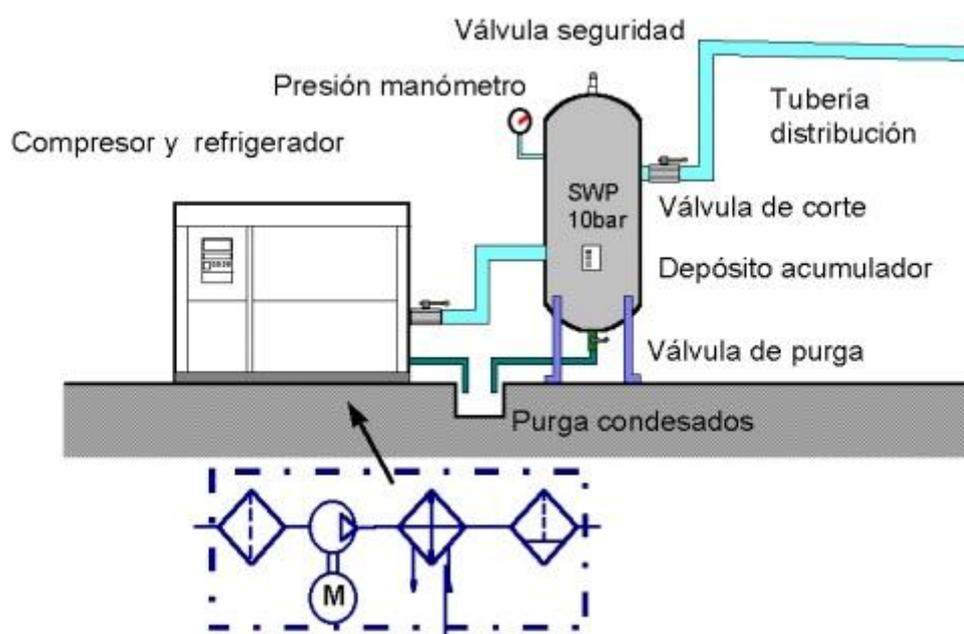


Fig8. Unidad de mantenimiento de un sistema neumático, en la que se puede apreciar el compresor

La imagen anterior representa una central, y el símbolo normalizado representa el filtro de aspiración, el grupo motor + compresión, el refrigerador y separador, y un filtro con purga de condensados.

## 10.2 Acumulador

Son depósitos para almacenar aire comprimido, y tienen las siguientes propiedades:

- Amortiguan el consumo
- Evitan grandes secciones de tuberías
- Reducen el número de arranques del compresor

Debe tener un punto de drenaje en el fondo del acumulador para eliminar el agua condensada al enfriarse el agua condensada en su interior. El agua se drena automáticamente al comunicar presión a la válvula.[11]

## 10.3 La red de distribución

Una red de distribución neumática es el conjunto de tuberías que conduce el aire comprimido a todos los elementos del sistema o circuito neumático. Esta red tiene su inicio en el acumulador y debe garantizar la presión a la que está calibrado el sistema. Dentro de la red de distribución se diferencian las siguientes zonas.[13]

**10.3.1 Tubería principal:** Es la línea que sale del acumulador y conduce todo el aire que consume la planta. Debe tener la mayor sección posible, para evitar pérdidas de presión.

**10.3.2 Tuberías secundarias:** Son tramos de tubería que derivan de la tubería principal, para proporcionar aire comprimido a las tuberías de servicio. Circulará un caudal determinado exclusivamente por los elementos neumáticos a los que proporciona servicio.

**10.3.3 Tuberías de servicio:** Son las que suministran aire comprimido a los equipos neumáticos. Suelen contar en sus extremos con conectores rápidos.



*Fig9. Cables de distribución de aire comprimido*

**10.3.4 Elementos de unión:** Necesitamos tanto racores en t como los diferentes codos para realizar un correcto sistema neumático, además de los demás objetos necesarios. Trataremos de ser los más eficaces posibles minimizando las posibles pérdidas de carga que se define como las pérdidas que se producen entre la salida del generador y el punto de utilización.



*Fig10. Conexiones: Racores en forma de t y en forma de codo [14]*

## 10.4 Cilindros

Para realizar este diseño se requiere de cuatro actuadores neumáticos, de los cuales tres de ellos se tratarán de actuadores con guías y doble vástago. El motivo de la utilización de dichos actuadores es debido a lo siguiente.

Se trata de cilindros compactos con cuerpo estrecho y acoplable con detector para montaje directo lateral y superior, de gran precisión con la versión de guiado lineal por rodamiento de bolas y por último se trata de actuadores con gran robustez y anti rotación. Estos cilindros son suministrados por la casa Aignep.



Fig11. Actuador de doble efecto [15]

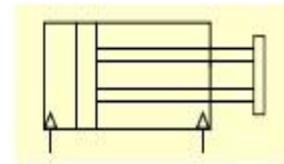


Fig12. Esquema actuador doble efecto, doble vástago

Este cilindro es denominado como tipo P2L-P2B por la compañía asconumatics y presenta la característica del guiado lineal con rodamiento de bolas y su símbolo es el que podemos ver en la imagen

El último cilindro será del tipo de sin vástago ya que está enfocado con el objetivo de transmitir una gran carrera al cilindro encargado de coger las pastillas mediante la plancha de presión. Será suministrado por la compañía SMC.eu



Fig13. Actuador de doble efecto sin vástago [16]

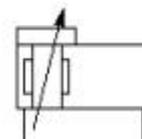


Fig14. Esquema actuador sin vástago

Este es proporcionado por la empresa SMC.eu y es del tipo MY1-Z.

## 10.5 Sensores

**Sensores fotoeléctricos:** Los sensores fotoeléctricos detectan y miden objetos físicos o cantidades mediante la emisión de un campo o haz de radiación electromagnética. Los objetos se detectan midiendo alteraciones en la señal de retorno. Hay 3 tipos principales de sensores fotoeléctricos: de haz pasante, retrorreflectivos y difusos. Se utilizará para detectar si hay pinzas almacenadas en las cajas para que en ese momento el actuador de doble vástago actúe.



*Fig15. Sensor fotoeléctrico de la casa SMC.*

Se trata de un emisor y receptor , infrarrojo con un alcance de 15m de cuerpo rectangular de la casa RS pero cuyo fabricante es Panasonic.

**Sensores de proximidad:** Este tipo de sensores será utilizado para detectar los finales de carrera de los actuadores para conocer tanto la posición final como al inicio de los cilindros.

Se instalarán sensores de proximidad de tipo inductivo suministrados por la empresa RS.

Un sensor de proximidad inductivo puede detectar objetos metálicos que se acercan al sensor, sin necesidad de tener contacto físico con los mismos. Se clasifican en tres tipos de acuerdo a su principio de funcionamiento: el tipo de oscilación, el tipo magnético y el tipo de capacitancia.



*Fig16. Sensor de proximidad*

Sensor de presión de línea: Es el encargado de suministrar la presión a los actuadores para que realicen su función y debemos asegurar que se haga de una forma correcta. Detectan de presión y proporcionan una señal de la cantidad de fuerza que se genera.



*Fig17. Sensor de presión de línea*

Se trata de un sensor de presión manométrica DIN 43650 de la casa RS para Aire, Gas, Fluido Hidráulico, Líquido, Agua. [17]

## 10.6 Electroválvulas:

- Válvulas monoestables: Son aquellas que tienen una posición de reposo estable, que es en la que permanecerá la válvula de forma indefinida si no actúa sobre ella el dispositivo de mando.

-Válvulas biestables: Son aquellas que no tienen una única posición de reposo estable; es decir, que aunque se anule la señal que provocó la posición en la que se encuentra, la válvula seguirá en esa misma posición hasta que se active la señal correspondiente a una nueva posición.

Usaremos dos tipos de electroválvulas para el control del proceso.

En primer lugar contaremos con una electroválvula monoestable 5/2 suministrada por Intec cuya referencias es 01v s0 5 del fabricante Aignep.



Fig18. Electroválvula 5/3 suministrada por Aignep [18]

Las características principales son las siguientes:

-Caudal con aproximación a 6 bar:

1/8: 740 NI/min.

1/4: 1200 NI/min.

1/2: 5000NI/min.

-Presión de ejercicio: Monoestable 2-10 bar.

-Temperatura: -10° C a +60° C.

-Tensión bobina: 24V DC - 12V DC - 24V AC - 110V AC - 220V AC.  
Potencia mínima: 2W - 3VA.

Por otro lado se usarán electroválvulas monoestables 3/2 con retorno con muelle también suministrado por intec de la copañía aignep.



*Fig19. Electroválvula 3/2 suministrada por Aignep [19]*

El sistema consta de tres transportadoras de banda recto .

Los tres sistemas de transporte serán del grupo mk technology group:

### **10.7 Finales de carrera:**

Los interruptores de final de carrera son dispositivos de sensor de proximidad de contacto que constan de un actuador conectado mecánicamente a un conjunto de contactos de salida. Cuando un objeto entra en contacto con el actuador, el dispositivo acciona los contactos para conectar o desconectar una conexión eléctrica.[20]



*Fig20. Final de carrera*

### **10.8 ventosas de vacío:**

La ventosa es el miembro de unión entre la pieza y la instalación de manipulación. Está compuesta por una ventosa (pieza elastomérica) y por una boquilla. [21]

La ventosa se utiliza para agarrar y mover una pieza en una instalación o con un robot. Al hacerlo, la ventosa no se adhiere mediante aspiración a la pieza, sino que la presión ambiental (presión atmosférica) presiona la pieza contra la ventosa o la ventosa contra la pieza. Para ello, la presión ambiental debe ser mayor que la presión existente entre la ventosa y la pieza. Esta diferencia de presión se consigue conectando a la ventosa un generador de vacío. El generador de vacío aspira el aire entre la ventosa y la pieza, a lo que también se le llama evacuación del aire. En cuanto la ventosa entra en contacto con la superficie de la pieza y se sella contra la presión ambiental, se genera la depresión necesaria.

La fuerza de retención de la ventosa se calcula multiplicando la presión diferencial por la superficie de aspiración efectiva de la ventosa. La fuerza de retención  $F$  se puede calcular por tanto con la siguiente fórmula:

$$F = \Delta p * A$$



### **10.9 Transportadora de banda recto principal**

Se trata de una cinta por la cual llegarán las pinzas del proceso de fabricación anterior el cual no es objeto de análisis en este proyecto.

Se trata de una transportadora de banda recto GUF-P 2045 de la casa mk technology group. Ya que este diseño está enfocado para una planta la cual consta del proceso de fabricación completo de este objeto he elegido dicha cinta ya que está destinada para instalaciones con espacios de montaje reducido. De rodillo motorizado con 50mm de diámetro y 45mm de altura resulta un transportador extremadamente plano sin contornos que puedan interferir.

### **10.10 Transportadoras de banda secundarias**

Tras la comprobación por parte del sensor y la actuación del actuador las piezas se dividirán en dos transportadoras. Ambas transportadoras son GUF-P2 000 de la casa mk technology group que están más destinadas para el transporte y separación de piezas pequeñas de poco volumen y peso como es el caso de las pinzas de freno. Este sistema ofrece una reducida altura en el mecanismo de banda,

por poseer un diámetro 53 mm de rodillas. Al igual que en todos los sistemas de transportadores de banda, el ajuste de la tensión se lleva a cabo en el otro extremo al rodillo motriz.

## 11. Tratamiento del aire

Es bien sabido que el aire atmosférico contiene humedad ambiente (diagrama psicométrico). [12]

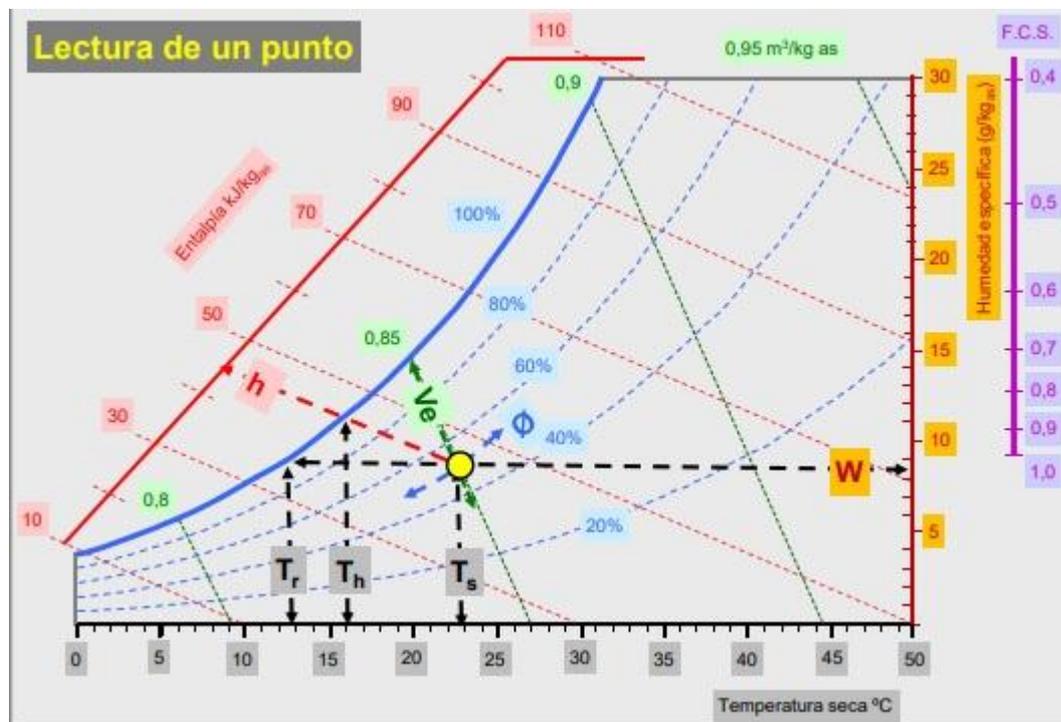


Fig22. Diagrama psicométrico

Esta imagen se trata de un diagrama psicométrico en el cual viene reflejado:

- $T_r$ =Temperatura de rocío, que es la temperatura por debajo de la cual la humedad ambiente empieza a condensar.

- $T_h$ =Temperatura húmeda

- $T_s$ =Temperatura seca

- $W$ =Humedad absoluta, que es la cantidad de agua contenida por  $m^3$  de aire.

- $h$ =Entalpía

- $HR$ =Humedad relativa, que es el porcentaje de humedad del aire sobre la humedad máxima

Pero el aire atmosférico, además de humedad, contiene partículas sólidas en suspensión con diámetros entre 0,001 y 100  $\mu\text{m}$ .

Al compresor le entran del orden de 122,5 millones de partículas submicrónicas por metro cúbico de aire. Después de comprimirse a 7 bar se tienen 857,5 millones/ $\text{m}^3$

Por ello, es necesario llevar a cabo un tratamiento del aire, ya que, esa humedad y suciedad acompaña al aire a lo largo del proceso de compresión y como consecuencia, el aire que se distribuye a los puntos de trabajo va cargado de condensados y partículas, que producirán daños en las herramientas, acabados defectuosos en los trabajos de pintura y averías en las máquinas que estén controladas por una electroválvula.

En función de la aplicación, el aire necesita una determinada pureza, que queda clasificada según norma.[22]

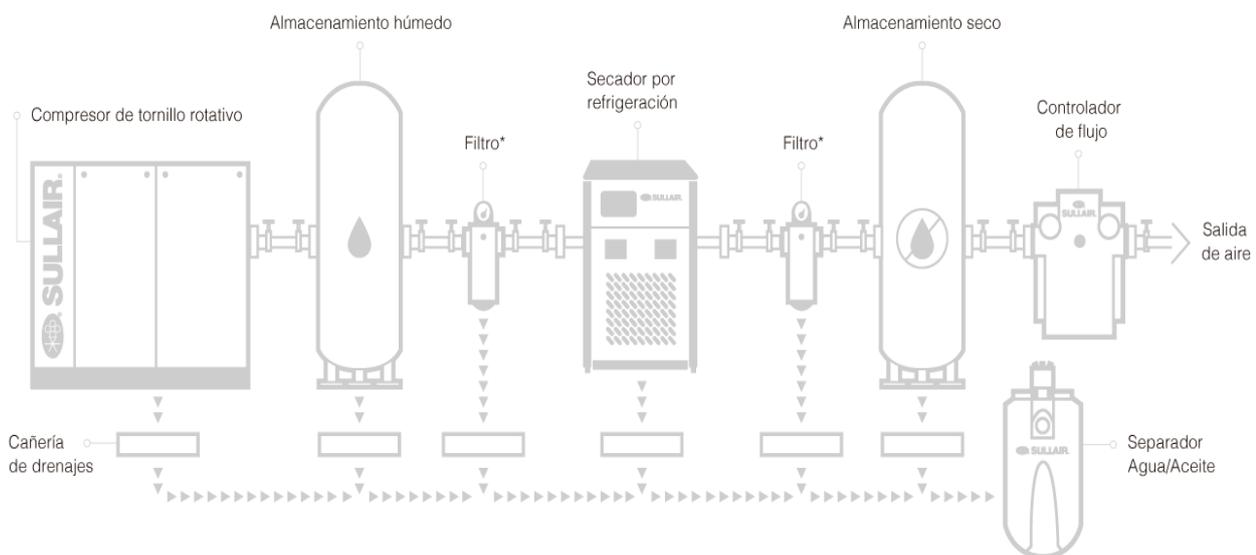
CALIDAD	PARTÍCULAS SÓLIDAS			AGUA	ACEITE
	Número máximo de partículas por $\text{m}^3$			Punto de rocío $^{\circ}\text{C}$ (ppm.vol.) a 7 bar man.	(incluye vapor) $\text{mg}/\text{m}^3$
	0.1-0.5 $\mu\text{m}$	0.5-1.0 $\mu\text{m}$	1.0-5.0 $\mu\text{m}$		
1	100	1	0	-70 (0.3)	0,01
2	100.000	1.000	10	-40 (16)	0,1
3	-	10.000	500	-20 (128)	1
4	-	-	1.000	+3 (940)	5
5	-	-	20.000	+7 (1240)	-
6	-	-	-	+10 (1500)	-

Norma ISO8573.1:2001(E)

CALIDAD	PARTÍCULAS SÓLIDAS		AGUA	ACEITE
	Máximo tamaño $\mu\text{m}$	Máx. Concen. $\text{mg}/\text{m}^3$	Punto de rocío ( $^{\circ}\text{C}$ )	Máx. Concen. $\text{mg}/\text{m}^3$
1	0,1	0,1	-70	0,01
2	1	1	-40	0,1
3	5	5	-20	1
4	15	8	+3	5
5	40	10	+7	>5
6	-	-	+10	-
7	-	-	-	-

## ISO8573.1

La única forma de conseguir un aire comprimido limpio y seco es la instalación en el equipo de compresión de aire, de un secador frigorífico y de una batería de filtros de red. La cantidad de filtros dependerá del grado de pureza de aire que se quiera alcanzar. Finalmente se instala una unidad de mantenimiento:



La unidad de mantenimiento sería el controlador de flujo el cual si se lubrica hay que tener cuidado con el aire de escape, ya que contiene aceite, que contamina el aire del local, y en determinadas condiciones puede arder. [23]

## 12. CÁLCULO DE RED DE DISTRIBUCIÓN NEUMÁTICA

Para diseñar una red neumática se recomiendan las siguientes observaciones:

- Diseñar la red con respecto a la arquitectura del edificio, los puntos de consumo de aire y requerimientos del sistema
- Diseñar la red lo más rectilínea y corta posible, evitando, si se puede, el empleo de codos, T, cambios de sección, etc., con el fin de disminuir las pérdidas de presión.
- En el diseño se debe tener en cuenta una posible futura ampliación del sistema neumático.
- La línea principal debe tener una leve inclinación, entorno al 1 o 2% en el sentido del flujo del aire para instalar zonas de evacuación de condensados.
- Es conveniente instalar llaves de paso, con el fin de poder aislar sectores de la instalación, en caso de averías, fugas, operaciones de mantenimiento etc.

Estos cálculos se realizarán con la ayuda de monogramas que los podremos observar en las siguientes imágenes:

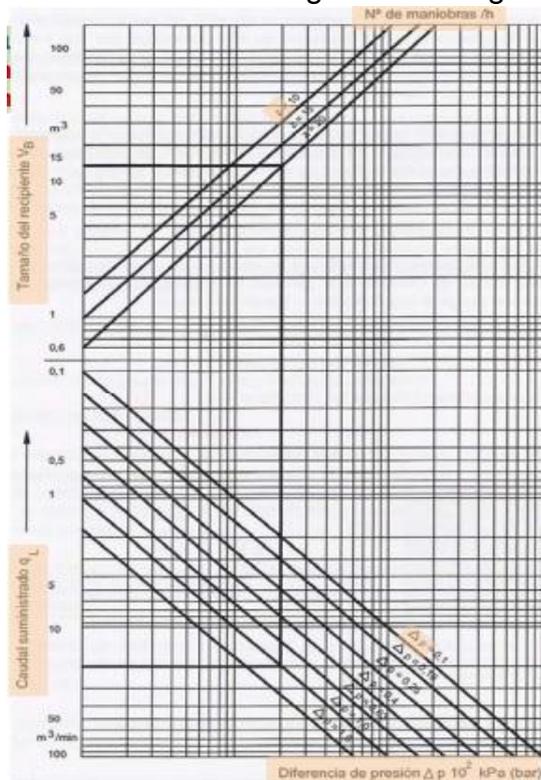


Fig26. Monograma, cálculo red

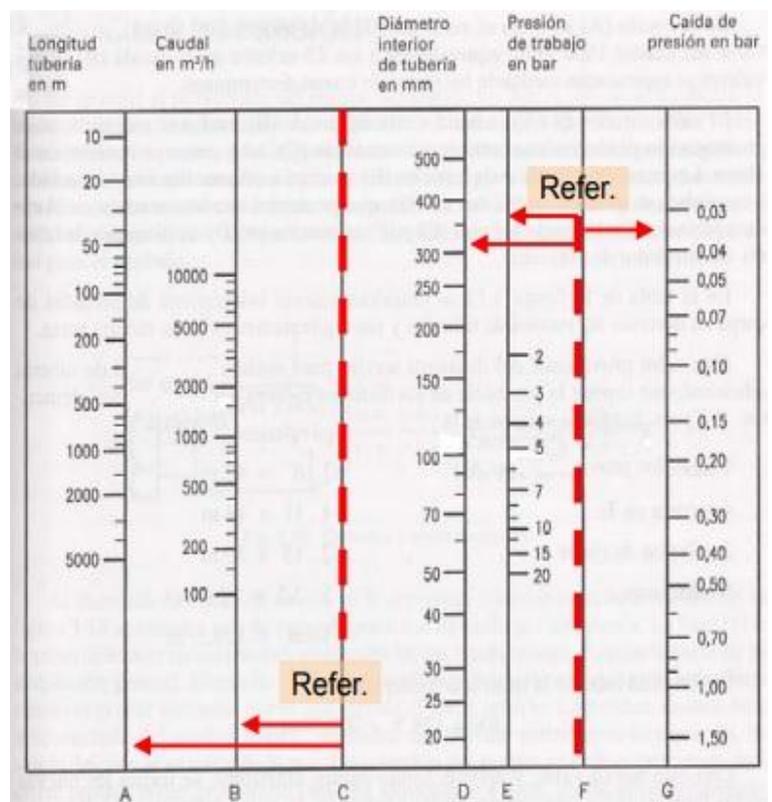


Fig27. Monograma, cálculo red

Cálculo de diámetros de las tuberías:

Para realizar el cálculo del diámetro se necesitaría tanto la longitud de la tubería en metros como el caudal en  $\frac{m^3}{h}$ , la presión y las pérdidas de presión en bar. Con ello uniríamos la longitud de la tubería con el caudal y lo llevaríamos hasta la línea de referencia situada en la marca 'C', por otro lado uniríamos la presión con las pérdidas y marcaríamos en la segunda referencia situada en la marca 'F', para terminar uniríamos las dos referencias y donde nos cortase en la línea del diámetro obtendríamos el valor en mm.

A la hora de calcularlo, además hay que tener en cuenta los diferentes accesorios que componen la red para calcular las posibles pérdidas de carga que producen calculando así una nueva longitud equivalente.

Ejemplo cálculo diámetro de la tubería.

Datos:

-longitud tubería=200m

-presión de trabajo=7bar

-Consumo= $6\frac{m^3}{min} N$

-Accesorios= 4T salida recta, 6 codos de R=2D, 1válvula de compuerta y un tubo reductor

-Incremento del caudal del 150% en 5 años

-Pérdidas de presión admisibles 5%

Resolución:

$$\text{Consumo} = 6\frac{m^3}{min} N + 1,5 * 6\frac{m^3}{min} N = 15\frac{m^3}{min} N * 60\frac{min}{h} = 900\frac{m^3}{h}$$

Longitud red=200m

Presión trabajo=7bar

Caída de presión=0,35bar

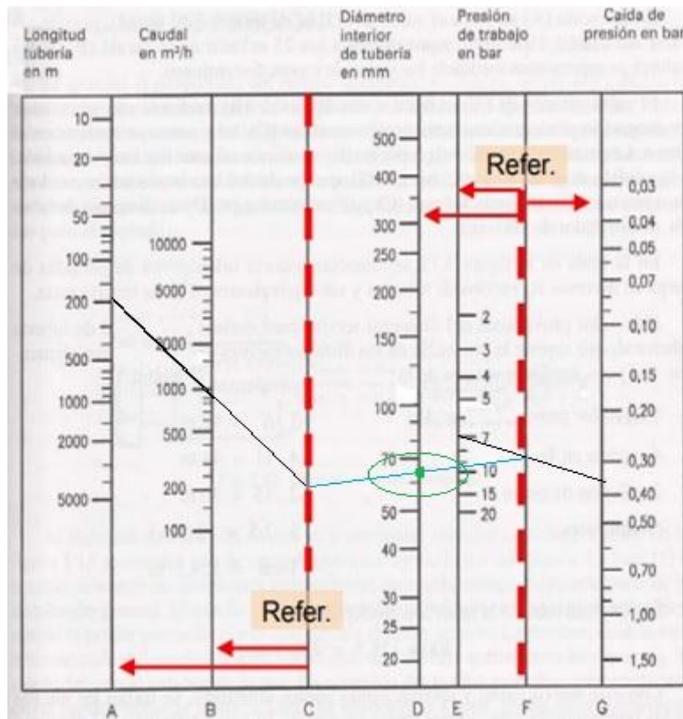


Fig28. Cálculo del diámetro a través del monograma

El diámetro sería de 63mm. Pero no hemos tenido en cuenta las diferentes longitudes equivalentes que nos proporcionan los accesorios que se obtienen de la siguiente tabla:

		Longitud Equivalente de Tubería (m)										
		Diámetro interior de la Tubería (mm)										
		25	40	50	80	100	125	150	200	250	300	400
Válvula de Compuerta	Abierta	0,3	0,5	0,6	1	1,3	1,6	1,9	2,6	3,2	3,9	5,2
	Semiabierta	5	8	10	16	20	25	30	40	50	60	80
Válvula de Diafragma	Abierta	1,5	2,5	3	4,5	6	8	10				
Válvula Acodada	Abierta	4	6	7	12	15	18	22	30	36		
Válvula Esférica	Abierta	7,5	12	15	24	30	38	45	60			
Válvula Antiretorno Pivotante	Abierta	2	3,2	4	6,4	8	10	12	16	20	24	32
Codo	R = 2.D	0,3	0,5	0,6	1	1,2	1,5	1,8	2,4	3	3,6	4,8
	R = D	0,4	0,6	0,8	1,3	1,6	2	2,4	3,2	4	4,8	8,4
Angulo 90°		2,4	3	4,8	6	7,5	9	12	15	18	24	
Te, lado recto		0,8	1	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	
Te, salida angular		1,5	2,4	3	4,8	6	7,5	9	12	15	18	
Reductor		0,5	0,7	1	2	2,5	3,1	3,6	4,8	6	7,2	9,6

Fig29. Longitudes equivalentes de los accesorios

-tubo reductor=2 \*1

-Tsalida recta=2 \*4

-codos R=2D=1 \*6

-válvula compuerta=1 \*1

Longitud equivalente=200+17=217m

Si entramos a la tabla anterior con esta nueva longitud equivalente:

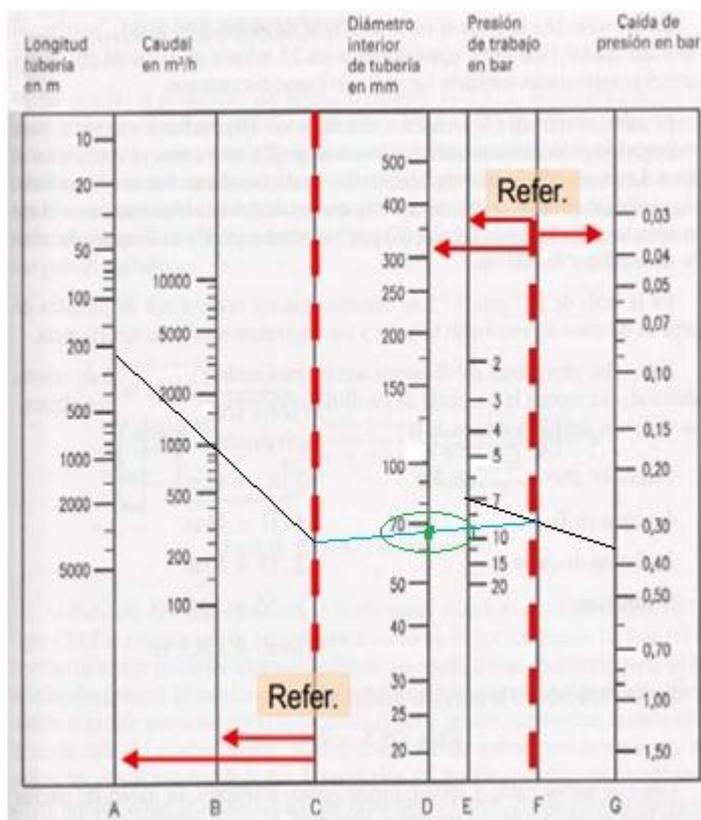


Fig30. Cálculo del diámetro a través del monograma

El diámetro sería de 68mm.

Para obtener las pérdidas de presión en cada tramo se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$\Delta P = \frac{dP * (L + \sum L_e)}{10}$$

En la que  $L$  es la longitud del tramo y  $L_e$  la longitud de los accesorios. Esta ecuación se trata de la norma tecnológica de la edificación NTE-IGA: Instalación de gas-aire comprimido.

## **13. Neumática**

Es la rama de la mecánica que estudia el equilibrio y movimiento de flujos gaseosos. Emplea un gas (normalmente aire comprimido) como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. Los procesos consisten en incrementar la presión de aire y a través de la energía acumulada sobre los elementos del circuito neumático (por ejemplo las cilindros) efectuar un trabajo útil. Por lo general el gas utilizado es el aire comprimido, pero para aplicaciones especiales puede usarse el nitrógeno u otros gases inertes.[24]

### **13.1 Ventajas de la neumática**

Entre algunas de las ventajas de la neumática podemos encontrar las siguientes:

- El aire se puede obtener fácilmente y es abundante en la tierra.
- No es explosivo, por lo tanto no hay riesgo de chispas.
- Los elementos del circuito neumático pueden trabajar a velocidades bastante altas y se pueden regular bastante fácilmente.
- El trabajo con aire no daña los componentes del circuito por ejemplo por golpe de ariete.
- Los cambios de temperaturas no afectan de forma significativa en el trabajo.
- Energía limpia.
- Se pueden hacer cambios de sentido de forma instantánea.

### **13.2 Desventajas de la neumática**

Por otro lado, se pueden encontrar las siguientes desventajas:

- Si el circuito es muy largo se producen pérdidas de carga considerables.
- Para poder recuperar el aire previamente utilizado se necesitan instalaciones especiales.
- Las presiones a las que se trabaja habitualmente no permiten obtener grandes fuerzas y cargas.
- Bastante ruido al descargar el aire utilizado a la atmósfera. [25]

### 13.3 Actuadores neumáticos

Actuadores neumáticos incluye tanto cilindros como actuadores rotativos. La norma VDMA permite trabajar hasta 16 bar.

El diámetro del cilindro y su presión de trabajo determina la fuerza máxima que este puede realizar. Se puede regular tanto la fuerza como la velocidad como veremos próximamente.

Esquema de un actuador:

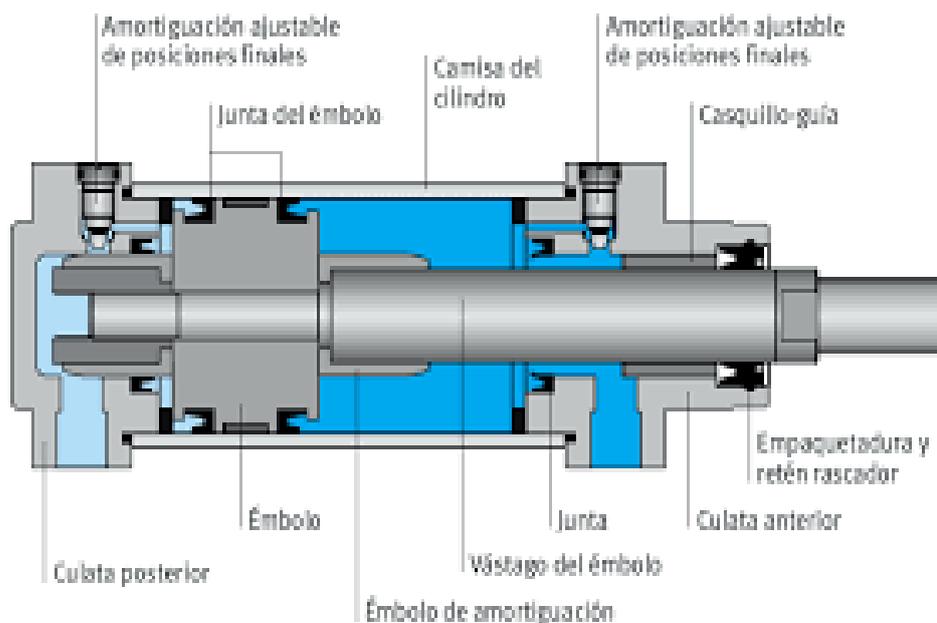


Fig31. Esquema de un actuador

En la siguiente tabla se puede apreciar una clasificación de los actuadores relacionada con su función.

Actuador	Función	Parámetro básico
Cilindro	Trabajo rectilíneo	Fuerza y carrera
Actuador de giro	Trabajo angular	Par y ángulo de giro
Motor neumático	Accionamiento mecanismos	Par y rpm

Tabla 1. Tipos de actuadores y clasificación según su función y parámetros básicos

### 13.3.1 Tipos de actuadores

-Cilindro de simple efecto: Los cilindros de simple efecto son aquellos que solo realizan un trabajo cuando se desplaza su elemento móvil (vástago) en un único sentido; es decir, realizan el trabajo en una sola carrera de ciclo. Para que el aire pueda volver a su posición de reposo se requiere que el aire de la cámara pueda ir a escape.



Fig32. Actuador de simple

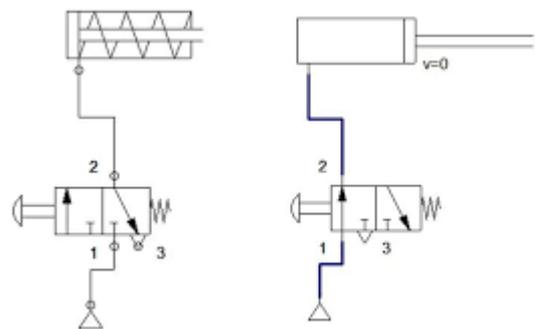


Fig33. Esquema cilindro simple efecto

-Cilindro de doble efecto: Son capaces de producir trabajo útil en los dos sentidos, ya que se dispone de una fuerza activa tanto en el avance como en el retroceso. Se construyen siempre en forma de cilindros de émbolo y poseen dos tomas para aire comprimido, cada una de ellas situada en una de las tapas de cilindro.

Se emplea en los casos en los que el émbolo tiene que realizar también una función en su retorno a la posición inicial. La carrera de estos cilindros suele ser más larga que en los cilindros de simple efecto.



Fig34. Actuator de doble efecto

Cilindro doble efecto, Valvula 4/2

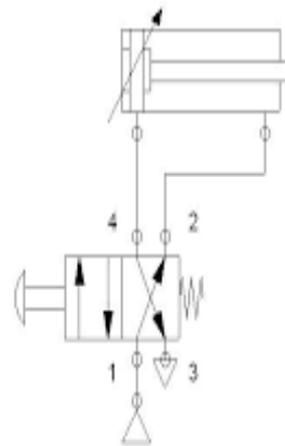


Fig35. Esquema cilindro doble efecto

-Cilindro sin vástago: El movimiento del cilindro se encuentra en el propio cuerpo de cilindro. Por lo que son un menos grosor al ocupar menos. El movimiento se realiza por un carro exterior el cual está unido al actuator por unas guías. Tienen la ventaja de que están diseñados para realizar grandes carreras pero con el inconveniente de que tienen problemas de fugas de aire. También los hay de arrastre magnético por medio de imanes.



Fig36. Cilindro sin vástago

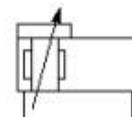
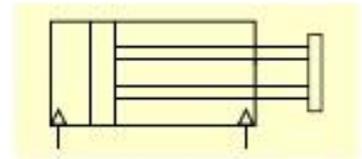


Fig37. Símbolo actuator sin vástago

-Cilindros con doble vástago: Este tipo de cilindros tiene un vástago corrido hacia ambos lados. La guía del vástago es mejor, porque dispone de dos cojinetes y la distancia entre éstos permanece constante. Por eso, este cilindro puede absorber también cargas laterales pequeñas.

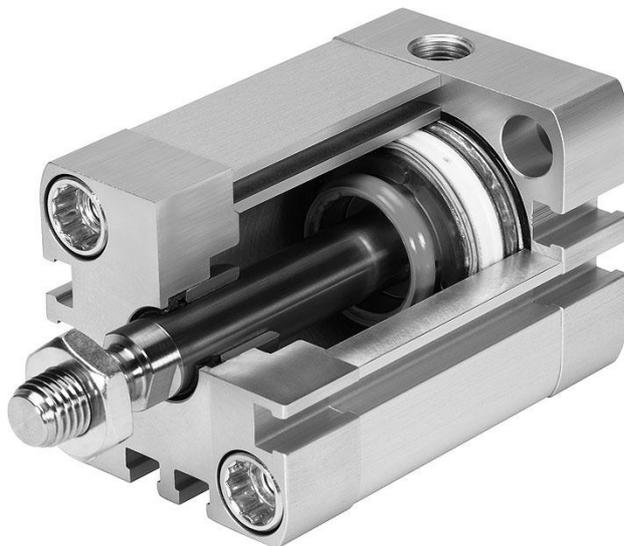


*Fig38. Cilindro con doble vástago*



*Fig39. Símbolo actuador doble vástago*

-Cilindros compactos: Son ideales para utilizar en espacios reducidos donde se precise una carrera corta. Son de corta longitud en relación con su diámetro. Y aplicables para esfuerzos en los cuales se precise de una carga pequeña.



*Fig. Cilindro compacto [40]*

El símbolo sería igual que uno de simple o doble efecto con la única diferencia de la menor carrera del cilindro.

-Cilindros elásticos: Los cilindros de fuelle puede utilizarse tanto como actuadores o como amortiguadores neumáticos. Mediante alimentación y escape de aire, los cilindros de fuelle hacen las veces de elemento de accionamiento. Al aumentar la carrera, disminuye la fuerza en función del diámetro del fuelle. Aplicando una presión permanente, los cilindros de fuelle pueden utilizarse como elemento de amortiguación. Su construcción es sencilla. Los cilindros de fuelle son actuadores de simple efecto que no necesitan muelle de reposición, ya que la reposición se consigue aplicando una fuerza externa.



*Fig41. Cilindros elásticos*

-Cilindros de membrana: Una membrana de goma, plástico o metal reemplaza aquí al émbolo. El vástago está fijado en el centro de la membrana.

En algunos el vástago puede adoptar forma plana y formar una superficie de acción. Se consiguen carreras cortas, hasta 50mm. Se utiliza para la construcción de dispositivos y herramientas, para estampar, remachar y fijar en prensas.

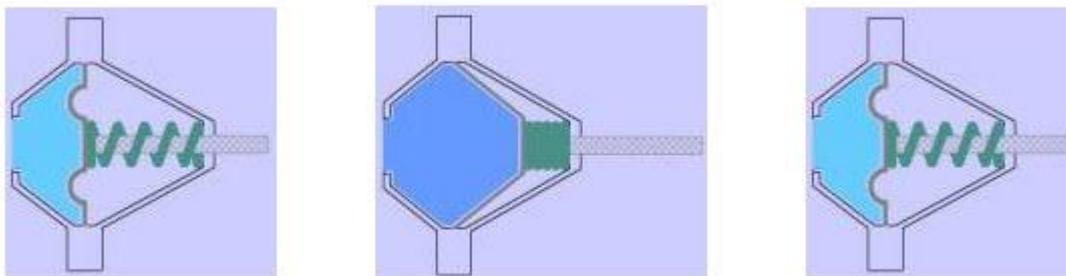


Fig42. Esquema de funcionamiento cilindro de membrana

-Cilindros de doble vástago: Su uso está restringido a la necesidad de evitar los esfuerzos laterales que pueda sufrir el vástago, al tener dos guías, la posición del vástago queda reforzada.

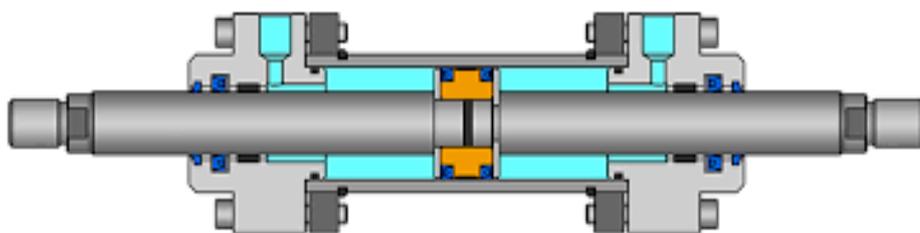


Fig43. Cilindro de doble vástago

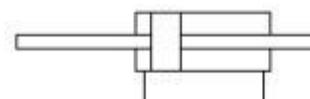


Fig44. Símbolo actuador de doble vástago

-Cilindros Tandem: Consisten en dos cilindros de doble efecto acoplados en serie con un vástago en común, formando una unidad compacta. Aplicando simultáneamente presión sobre los dos émbolos se obtiene una fuerza de casi el doble de la de un cilindro convencional del mismo diámetro. Está constituido por dos cilindros de doble efecto que forma una unidad. Gracias a esta disposición, al aplicar simultáneamente presión sobre los dos émbolos se obtiene en el vástago una fuerza de casi el doble de la de un cilindro normal para el mismo diámetro.

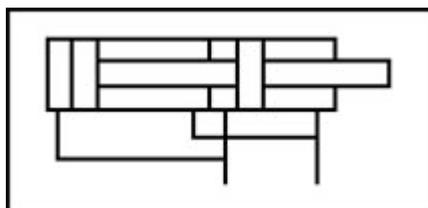


Fig45. Símbolo actuador Tandem

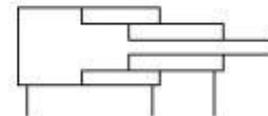


*Fig46. Actuador Tándem*

-Cilindro telescópico: Tienen la característica de que proporcionan grandes carreras en relación con la longitud del cilindro.



*Fig47. Actuador telescópico*



*Fig48. Símbolo cilindro telescópico*

-Cilindros multiposicionales: Un cilindro multiposición es un cilindro de doble efecto o un cilindro controlador de la posición que es capaz de adoptar posiciones intermedias en su carrera. Este tipo de cilindros se utilizan frecuentemente en sistemas de fabricación puesto que en la realidad los procesos no siempre requieren dos posiciones extremas.



*Fig49. Actuador multiposicional*

-Actuadores rotativos: En lo referente a los actuadores rotativos, son todos aquellos cuyo movimiento final se realiza de forma circular. Su función es convertir la presión hidráulica de un fluido en potencia rotativa, y desarrollar un torque instantáneo.



*Fig50. Actuador rotativo*

### 13.4 Válvulas distribuidoras

Regulan y distribuyen la energía neumática hacia los actuadores.

Clasificar en función:

- Números de vías y posiciones
- Tipo de accionamiento
- Misión que desempeña
- Construcción interna

Número de vías: nº de orificios de conexión externa (no cuentan los orificios de purga o pilotaje)

Válvula de 2/2 vías abierta en reposo

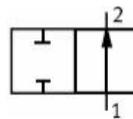


Fig51. Válvula 2/2

Válvula de 3/2 vías cerrada en reposo

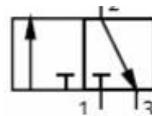


Fig52. Válvula 3/2

Válvula de 3/2 vías abierta en reposo

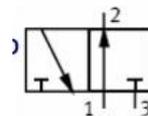


Fig53. Válvula 3/2

Válvula de 4/2 vías

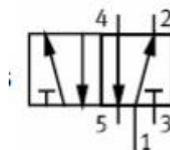


Fig54. Válvula 5/2

Válvula de 5/2 vías

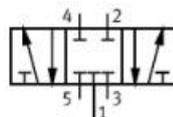


Fig55. Válvula 5/3

Válvula de 5/3 vías centro cerrado

Número de posiciones: combinaciones de conexión interna

Según el tipo de accionamiento:

- Accionamiento manual
- Accionamiento mecánico
- Accionamiento por aire comprimido
- Accionamiento eléctrico
- Combinaciones de tipos de accionamiento

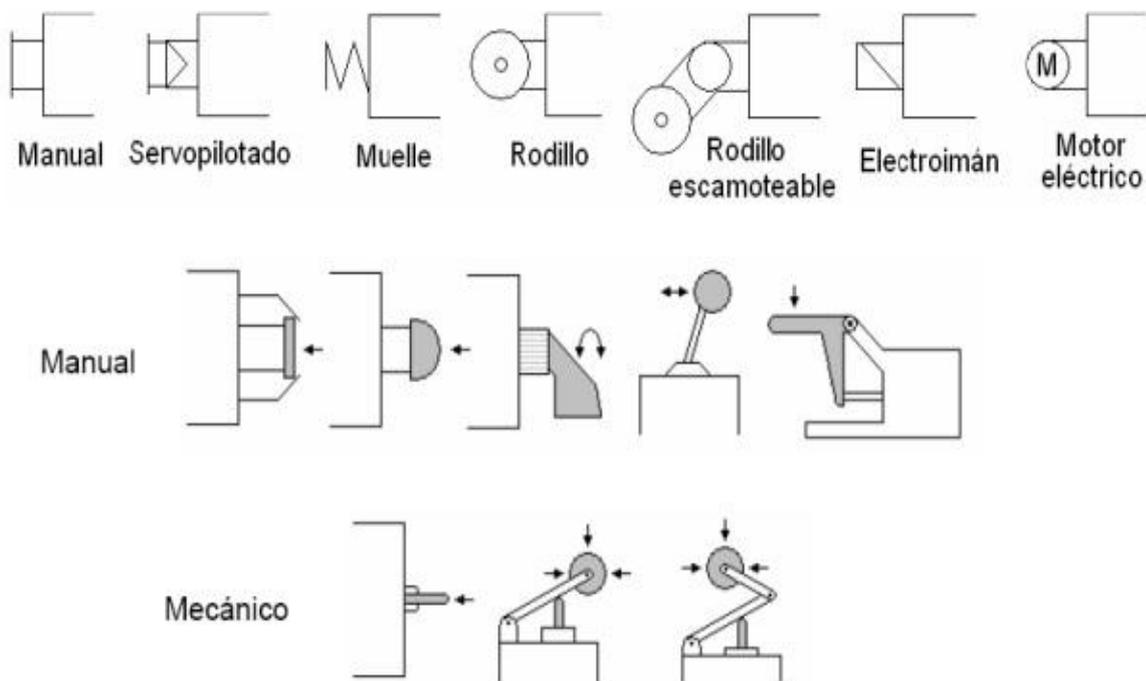


Fig56. Válvulas clasificadas según el tipo de accionamiento

Válvulas reguladoras:

- Reguladoras de caudal: Estrangulan el paso del aire controlando el caudal de paso en los dos sentidos.

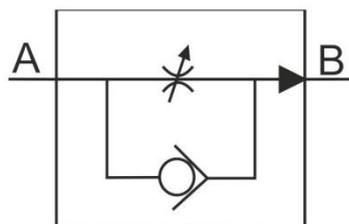
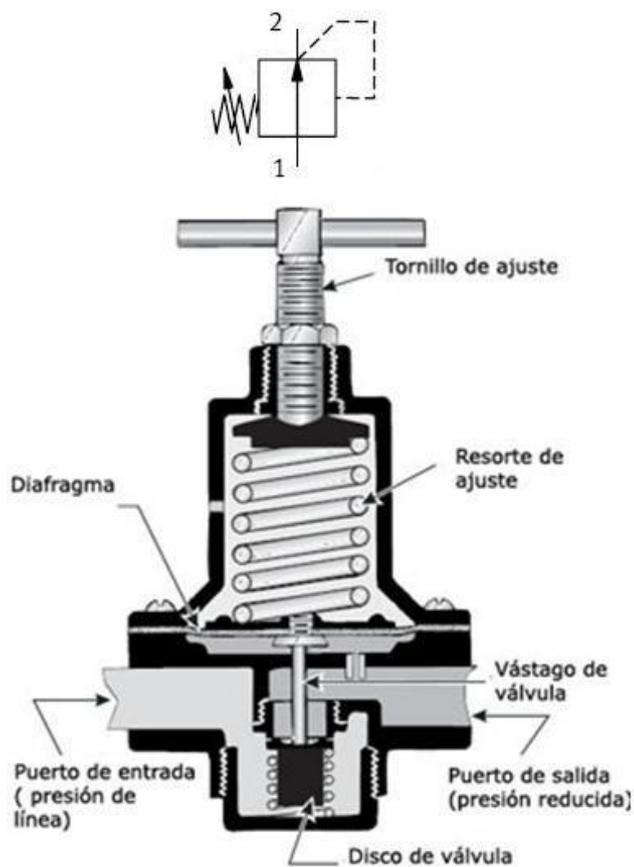


Fig57. Símbolo de válvula reguladora de caudal

En este caso se trata de una válvula reguladora de caudal uni-direccionable, en la cual el caudal es libre en una dirección y en la otra se encuentra estrangulado y regulable.

-Reguladoras de presión: Una válvula reguladora de presión controla la presión del aire del circuito, los valores de presión que proporciona a su salida pueden oscilar entre 0 y el máximo que proporcione el compresor.



*Fig58. Válvula reguladora de presión junto con su símbolo*

## 14. Fluid sim

FluidSIM Neumática es una herramienta de simulación para la obtención de los conocimientos básicos de neumática. Una característica importante de FluidSIM es su estrecha relación con la función y simulación CAD. FluidSIM permite, por una parte, crear el esquema del circuito de un fluido según DIN; por otra parte, posibilita la ejecución de una simulación plenamente explicativa.

Otra característica de FluidSIM es su bien pensado concepto didáctico: FluidSIM soporta el aprendizaje, la formación y la visualización de los conceptos de la técnica neumática.

En el desarrollo del programa se ha dado especial importancia al empleo intuitivo y de ágil aprendizaje de FluidSIM. Que ofrece la posibilidad de, tras un breve período de toma de contacto, diseñar y simular circuitos de fluidos.[26]

### Ventajas:

- Ahorro de material y tiempo una vez controlado el software de simulación.
- Permite realizar muchas prácticas, más variadas y más complejas.
- Los resultados suelen ser gráficos e instantáneos.
- Facilita el proceso de aprendizaje los alumnos sólo han de simular, sin tener que construirlas, y conociendo por tanto de antemano los resultados posibles.

### Desventajas:

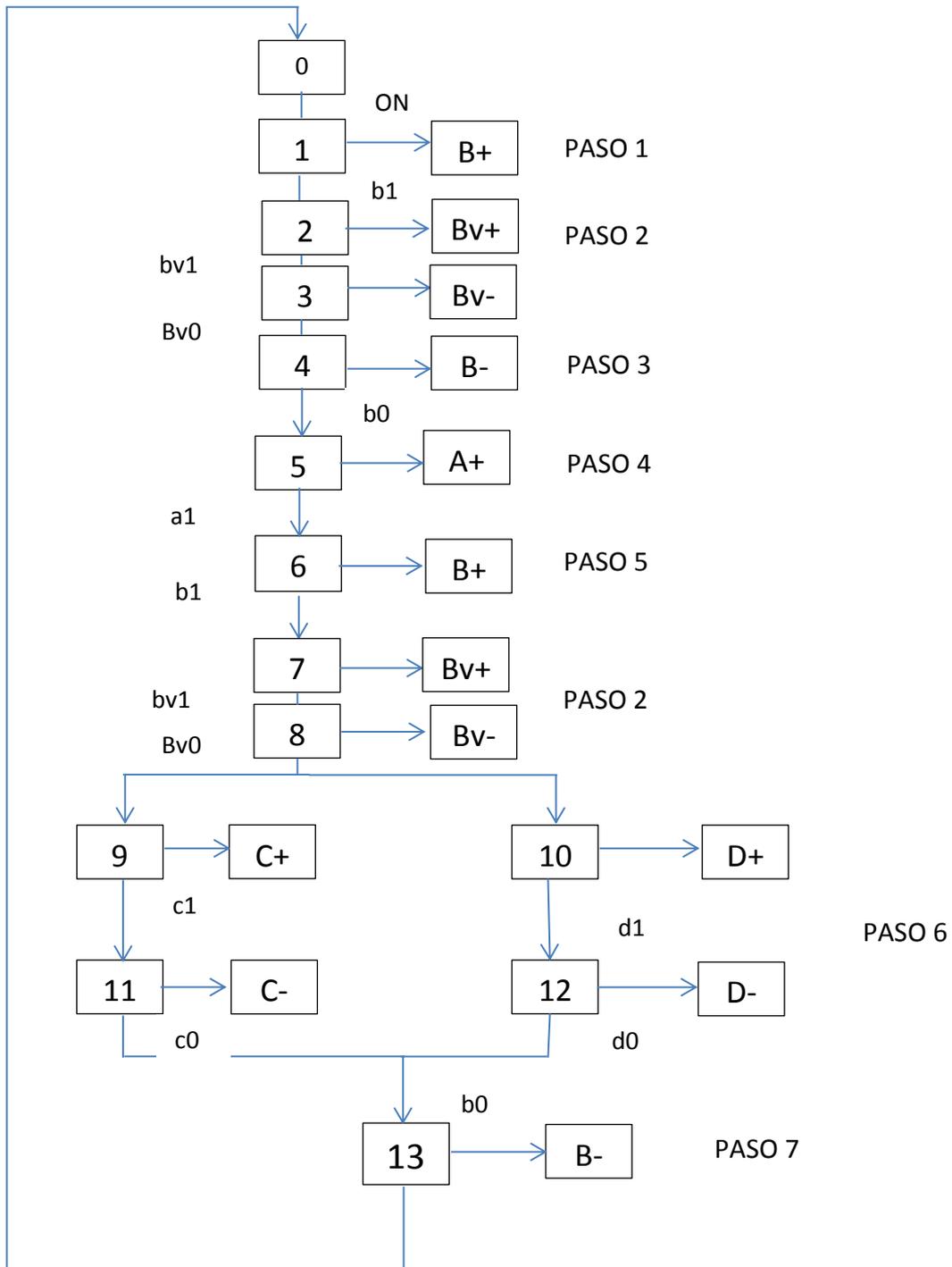
- Es necesario aprender a utilizarlo, lo que supone una dificultad añadida.
- Se idealizará los resultados y el entorno de trabajo, por lo que se pierde en cierta forma el contacto con la práctica real.

Conclusión:

A pesar de que el uso de Fluidsim es muy importante e interesante, no se puede olvidar que afrontar situaciones reales es más interesante porque se presentan distintas situaciones, que costará más aprender mediante los simuladores.

En la siguiente imagen se puede ver la interfaz del programa en la cual vemos las diferentes pestañas con las que añadiré tanto los actuadores como la alimentación, válvulas distribuidoras y demás elementos.[27]

**Graficet del movimiento de los cilindros**



PASO 1: En este caso saldría el cilindro de doble efecto el cual tiene alojado en el la plancha.

PASO 2: Actuaría el cilindro de doble efecto instalado denominado “cilindro ventosas”. Y por medio de la presión de vacío cogería la pieza.

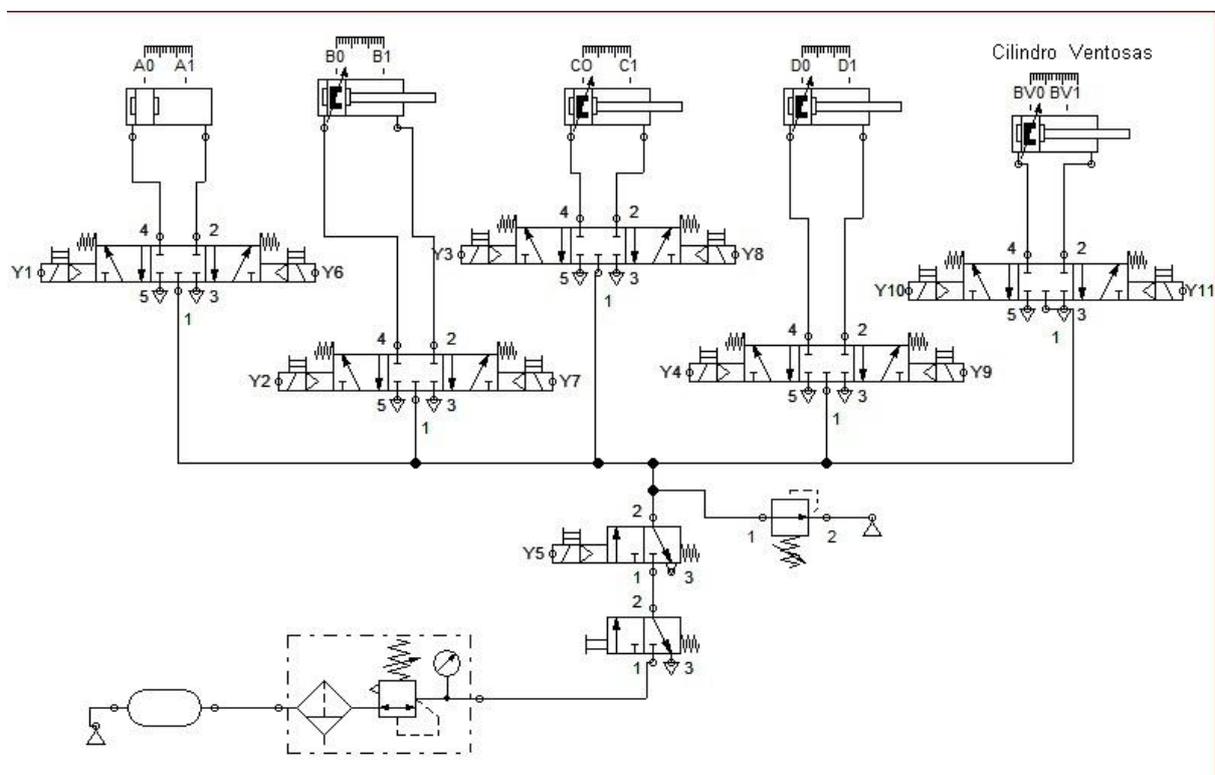
PASO 3: En este caso el cilindro de doble efecto junto con la pastilla regresaría a la posición de inicio.

PASO 4: Tras regresar a la posición de inicio, el cilindro sin vástago saldrá a más para desplazar al actuador de doble efecto hacia las bandejas.

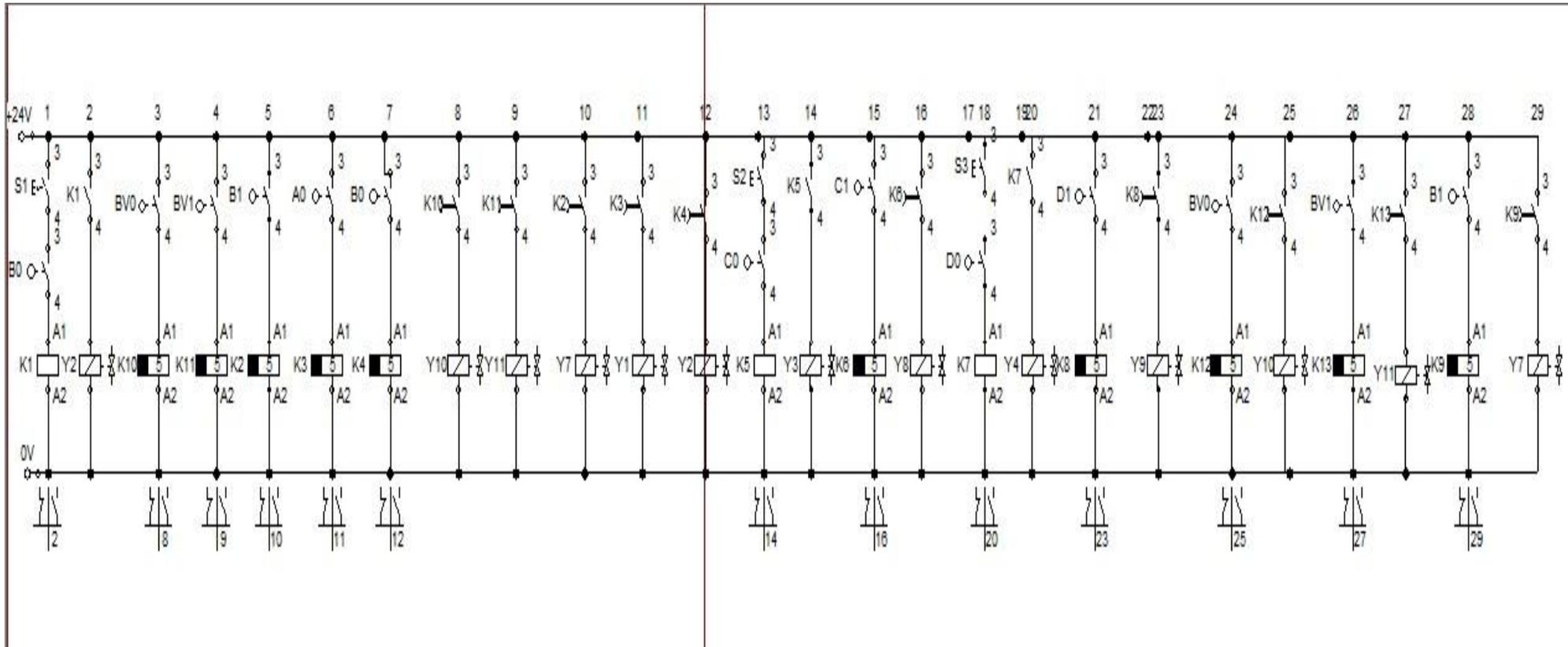
PASO 5: Tras llegar a la final de carrera el cilindro sin vástago, en este paso el cilindro de doble efecto volvería a salir para depositar la pieza en la bandeja correspondiente.

PASO 6: Según el peso, el cilindro de doble efecto depositará la pieza en una u otra bandeja. De tal modo que dependiendo en que bandeja se deposite se actuará uno u otro de los actuadores de doble efecto el cual será el encargado de desviar la pieza hacia la nueva cinta transportadora.

PASO 7: Volvería el actuador de doble efecto que está unido al cilindro sin vástago a su posición de inicio y volvería a empezar el proceso.



Este sería el montaje neumático en la aplicación Fluidsim.

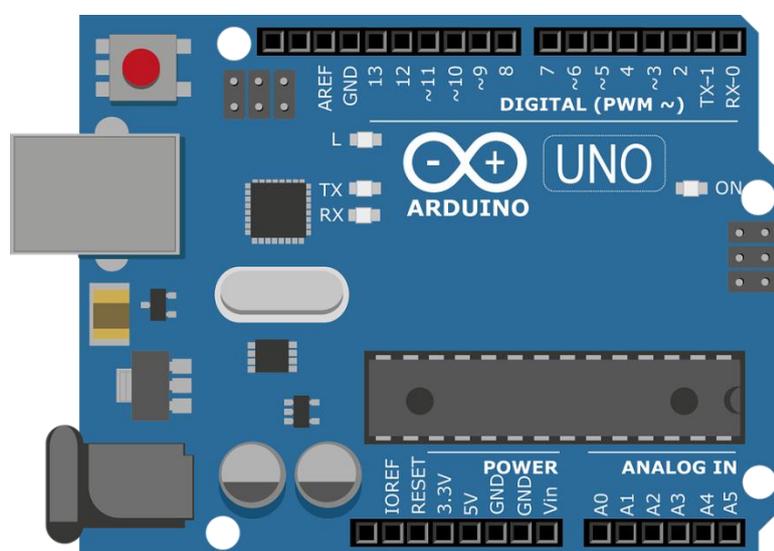


Este sería el circuito electroneumático.

## 15. ARDUINO

Arduino Nació en el año 2005 el Instituto de Diseño Interactivo de Ivrea (Italia). Arduino apareció por la necesidad de contar con un dispositivo para utilizar en aulas que fuera de bajo coste.

Arduino es una plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador re-programable y una serie de pines hembra. Estos permiten establecer conexiones entre el microcontrolador y los diferentes sensores y actuadores de una manera muy sencilla (principalmente con cables dupont).[28]



*Fig59. Foto de placa de arduino UNO*

Actualmente existe una gran variedad de microcontroladores o haber empleado otros hardware como los PLC para resolver este proyecto. Pero se ha recurrido a Arduino ya que es una plataforma de creación de electrónica de código abierto por lo que los diseñadores pueden realizar su propia versión, ampliando y mejorando las aplicaciones según de su uso. Otra de las ventajas de este placa es su precio ya que son razonablemente económicas.

Una placa electrónica es una PCB (“Printed Circuit Board”, “Placa de Circuito Impreso” en español). Las PCBs superficies planas fabricadas en un material no conductor, la cual costa de distintas capas de material conductor. Una PCB es la

forma más compacta y estable de construir un circuito electrónico. Por lo tanto, la placa Arduino no es más que una PCB que implementa un determinado diseño de circuitería interna. De esta forma el usuario final no se debe preocupar por las conexiones eléctricas que necesita el microcontrolador para funcionar, y puede empezar directamente a desarrollar las diferentes aplicaciones electrónicas que necesite.[29]

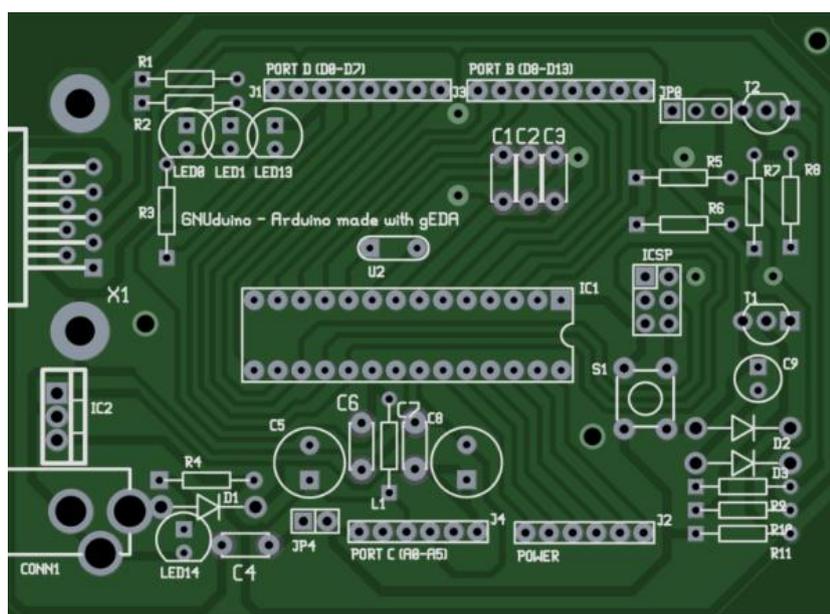


Fig60. PCB de un arduino UNO

Esto sería la PCB de un Arduino UNO.

### 15.1 Tipos de Arduino

Cuando hablamos de “Arduino” deberíamos especificar el modelo concreto. Se han fabricado diferentes modelos de placas, cada una pensada con un propósito diferente y características variadas (como el tamaño físico, número de pines E/S, modelo del microcontrolador, etc). A pesar de las varias placas que existen todas pertenecen a la misma familia (microcontroladores AVR marca Atmel). Esto significa que comparten la mayoría de sus características de software, como arquitectura, librerías y documentación. [30]

### 15.1.1\_Arduino Uno

La placa Arduino UNO es la mejor placa para iniciar con la programación y la electrónica. Es en la que nos hemos basado en este proyecto pues es la ideal para comenzar con este tipo de programación.

Arduino UNO es una placa basada en el microcontrolador ATmega328P. Tiene 14 pines de entrada/salida digital (de los cuales 6 pueden ser usando con PWM), 6 entradas analógicas, un cristal de 16Mhz, conexión USB, conector jack de alimentación, terminales para conexión ICSP y un botón de reseteo. Tiene toda la electrónica necesaria para que el microcontrolador opere, simplemente hay que conectarlo a la energía por el puerto USB ó con un transformador AC-DC.



*Fig61. Foto de placa de arduino UNO*

### 15.1.2\_Arduino Nano

El Arduino Nano es un tablero pequeño, completo y amigable basado en el ATmega328 (Arduino Nano 3.x). Tiene más o menos la misma funcionalidad que Arduino Duemilanove, pero en un paquete diferente. Carece solo de un conector de alimentación de CC y funciona con un cable USB Mini-B en lugar de uno estándar.

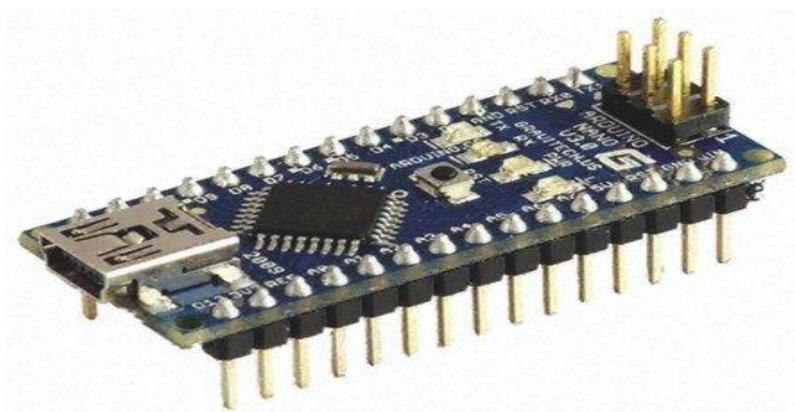


Fig62. Placa de arduino Nano

### 15.1.3 Arduino Mega

El Arduino Mega 2560 es una placa de microcontrolador basada en el ATmega2560 . Tiene 54 pines de entrada / salida digital (de los cuales 15 se pueden usar como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UART (puertos serie de hardware), un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un encabezado ICSP, y un botón de reinicio.

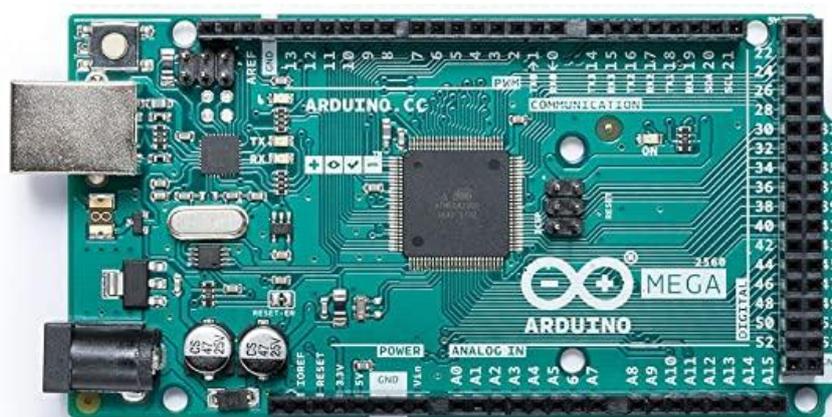


Fig63. Placa de arduino MEGA

### 15.1.4 Arduino Leonardo

El Arduino Leonardo es una placa de microcontrolador basada en el ATmega32u4 ( [hoja de datos](#) ). Tiene 20 pines de entrada / salida digital (de los cuales 7 se pueden usar como salidas PWM y 12 como entradas analógicas), un

oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión micro USB, un conector de alimentación, un encabezado ICSP y un botón de reinicio.



*Fig64. Placa de arduino LEONARDO*

#### 15.1.5\_Arduino Yun

El Arduino Yún es una placa de microcontrolador basada en el ATmega32u4 y el Atheros AR9331. El procesador Atheros admite una distribución de Linux basada en OpenWrt llamada Linino OS. La placa tiene soporte incorporado para Ethernet y WiFi, un puerto USB-A, ranura para tarjeta micro-SD, 20 pines de entrada / salida digital (7 de ellos pueden usarse como salidas PWM y 12 como entradas analógicas), un cristal de 16 MHz oscilador, una conexión micro USB, un encabezado ICSP y 3 botones de reinicio.



*Fig65. Placa de arduino YUN*

### 15.1.6 Arduino DUE

El Arduino Due es una placa de microcontrolador basada en la CPU Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3 . Es la primera placa Arduino basada en un microcontrolador de núcleo ARM de 32 bits. Tiene 54 pines de entrada / salida digital (de los cuales 12 se pueden usar como salidas PWM), 12 entradas analógicas, 4 UART (puertos serie de hardware), un reloj de 84 MHz, una conexión compatible con USB OTG, 2 DAC (digital a analógico) ,2 TWI, un conector de alimentación, un encabezado SPI, un encabezado JTAG, un botón de reinicio y un botón de borrado.

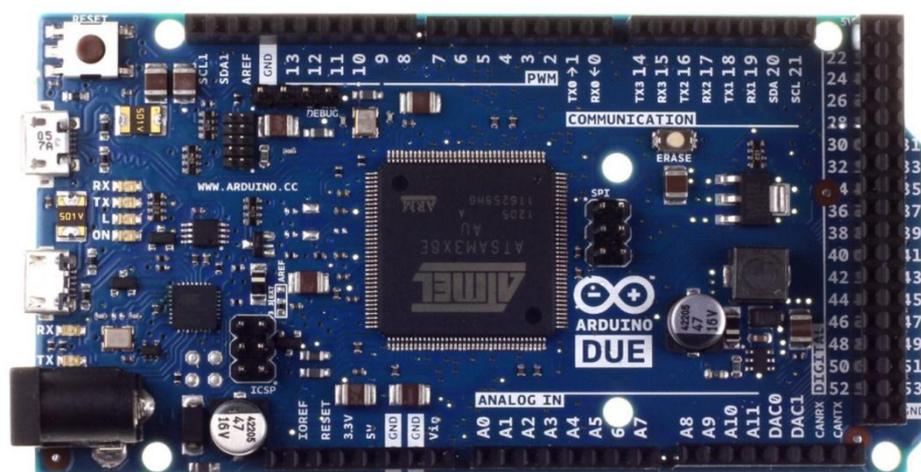


Fig66. Placa de arduino DUE

### 15.1.7 Arduino Robot

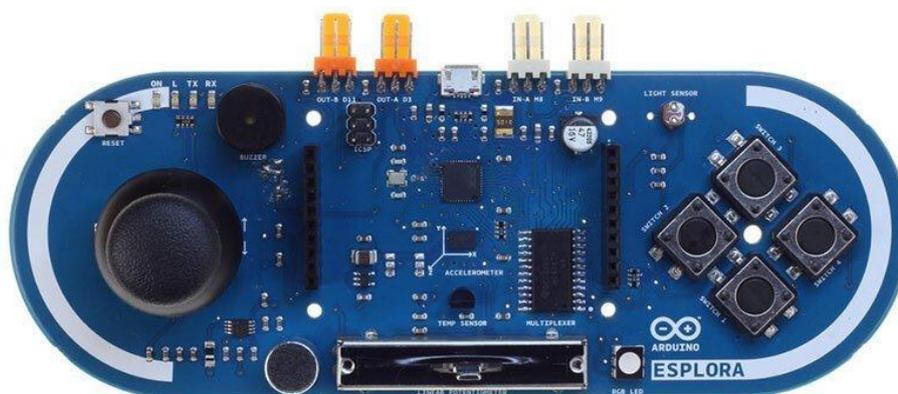
El Arduino Robot es el primer Arduino oficial sobre ruedas. El robot tiene dos procesadores, uno en cada una de sus dos placas. La *placa del motor* controla los motores, y la placa de control lee los sensores y decide cómo operar. Cada una de las placas es una placa Arduino completa programable usando el IDE Arduino. Tanto las placas de motor como las de control son placas de microcontrolador basadas en ATmega32u4.



*Fig67. Placa de arduino ROBOT*

### 15.1.8 Aduino esplora

El Arduino Esplora es un tablero basado en Arduino Leonardo con sensores y actuadores integrados. La Esplora se diferencia de todas las placas Arduino anteriores en que proporciona una serie de sensores integrados listos para usar para la interacción. El Esplora tiene salidas de luz y sonido a bordo, y varios sensores de entrada, que incluyen un joystick, un control deslizante, un sensor de temperatura, un acelerómetro, un micrófono y un sensor de luz.



*Fig68. Placa de arduino Esplora*

### 15.1.9 Arduino Mega ADK

Esta placa está basada en el Arduino MEGA 2560 pero modificada para permitir su uso con la Android Open Accessory Development Kit (ADK) de Google ya que dispone de un puerto USB Host incorporado.

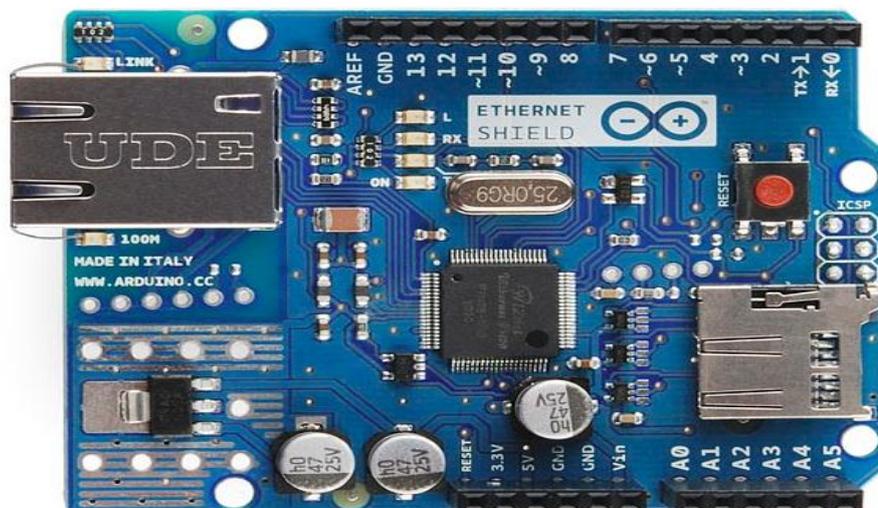
Arduino MEGA ADK es una placa basada en un microcontrolador ATmega2560. Dispone de un puerto USB host interface para conectarlo con dispositivos basados en Android basados en el chip MAX3421e. Dispone de 54 pines I/O (14 de los cuales con PWM), 16 entradas analógicas, 4 puertos UARTs (por hardware), un cristal de 16 MHz, un conector USB, un conector de alimentación Jack, pines para ICSP y un botón de RESET.



Fig69. Placa de arduino MEGA ADK

### 15.1.10 Arduino Ethernet

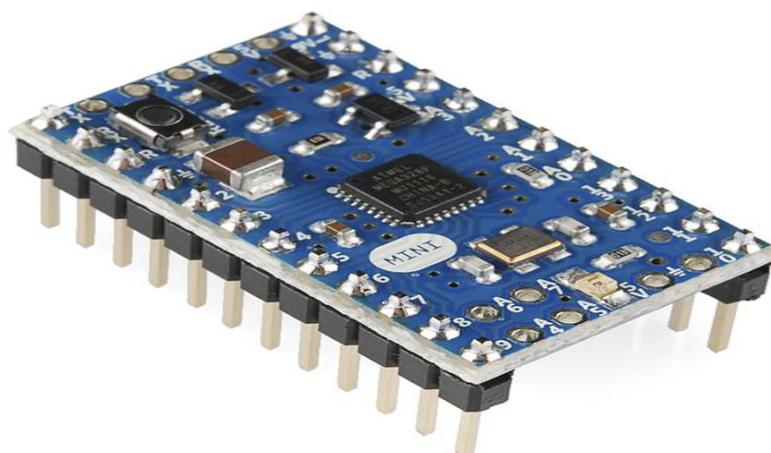
Arduino Ethernet es una placa basada en el microcontrolador ATmega328 al igual que el modelo Arduino UNO. Dispone de 14 pines I/O, 6 entradas analógicas, un cristal de 16MHz, un conector de red RJ45, conector de alimentación, un zócalo ICSP y un pulsador de RESET. Es la combinación en una sola placa de un Arduino UNO y una Ethernet Shield para los proyectos que necesiten de menor espacio físico.



*Fig70. Placa de arduino Ethernet*

#### 15.1.11 Arduino Mini:

El Arduino Mini es una versión muy compacta del Arduino Nano sin una conexión USB a serie integrada. El Arduino Mini 05 es una pequeña placa de microcontrolador originalmente basada en el ATmega168, pero ahora se suministra con la 328. Tiene 14 pines de entrada / salida digital (de los cuales 6 se pueden usar como salidas PWM), 8 entradas analógicas y un oscilador de cristal de 16 MHz.



*Fig. Placa de arduino MINI [71]*



### 15.1.13 Arduino micro

Micro es una placa de microcontrolador basada en ATmega32U4 desarrollada en conjunto con Adafruit . Tiene 20 pines de entrada / salida digital (de los cuales 7 se pueden usar como salidas PWM y 12 como entradas analógicas), un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión micro USB, un encabezado ICSP y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para soportar el microcontrolador.

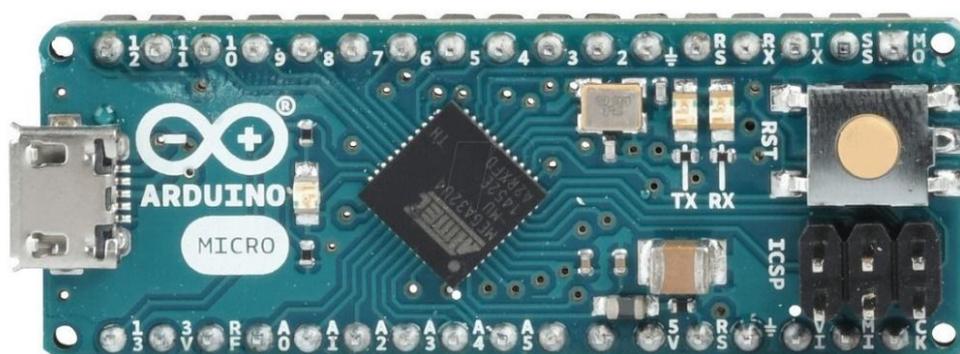
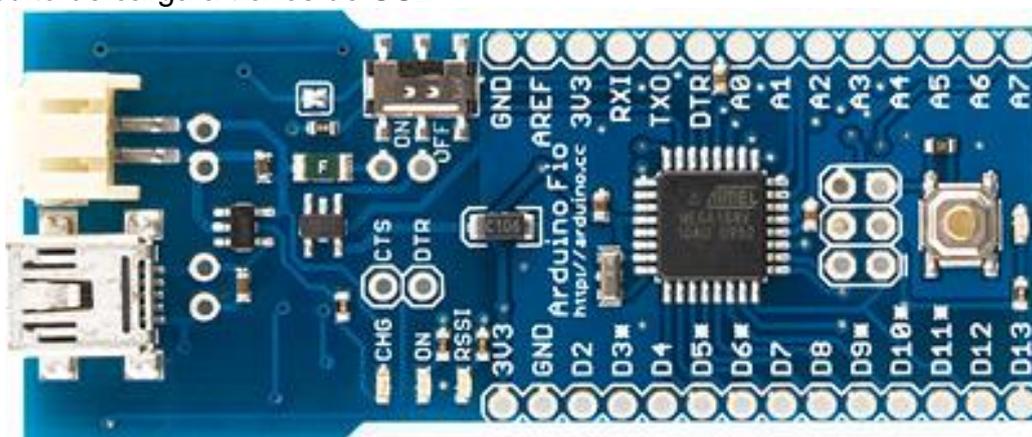


Fig74. Placa de arduino MICRO

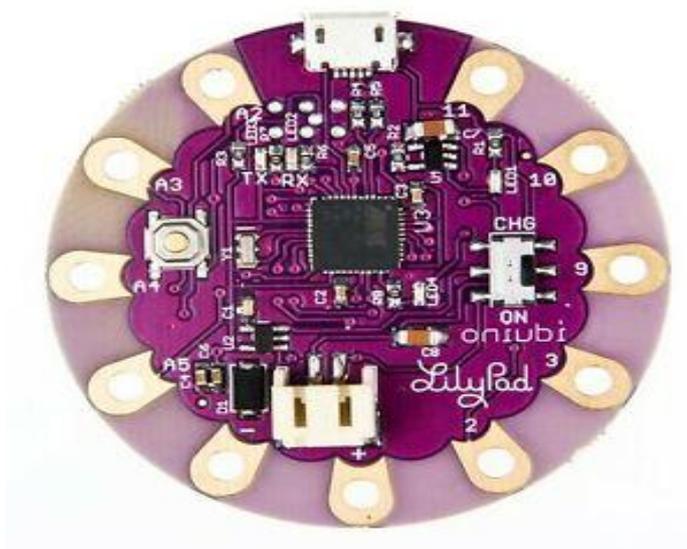
### 15.1.14 Arduino fio

El Arduino Fio está diseñado para aplicaciones inalámbricas. El Arduino Fio es una placa de microcontrolador basada en ATmega328P ( hoja de datos ) que funciona a 3.3V y 8 MHz . Tiene 14 pines de entrada / salida digital (de los cuales 6 se pueden usar como salidas PWM), 8 entradas analógicas, un resonador integrado, un botón de reinicio y orificios para montar encabezados de pines. Tiene conexiones para una batería de polímero de litio e incluye un circuito de carga a través de USB.



### 15.1.15 Arduino lilypad USB

El Lilypad Arduino USB permite añadir electricidad e interactividad al textil. Esta placa está diseñada para alojar el programa de tus proyectos de e-textil. Es compatible con Arduino, por lo tanto se programa con el entorno de software de Arduino. El USB Arduino LilyPad es una placa electrónica basada en el ATmega32u4. Tiene 9 pines de entrada / salida digital (de los cuales 4 se pueden usar como salidas PWM y 4 como entradas analógicas), un resonador de 8 MHz, una conexión micro USB, un conector JST para una batería LiPo de 3.7V y un botón de reinicio.



*Fig76. Placa de arduino Lilypad*

A continuación voy a hablar de las partes de un Arduino, concretamente del Arduino UNO ya que es en el que me he basado para realizar este proyecto, que es la base para la inicialización en el mundo de los microcontroladores y se trata del de máxima simpleza.

Las principales partes en las que se divide son las siguientes:

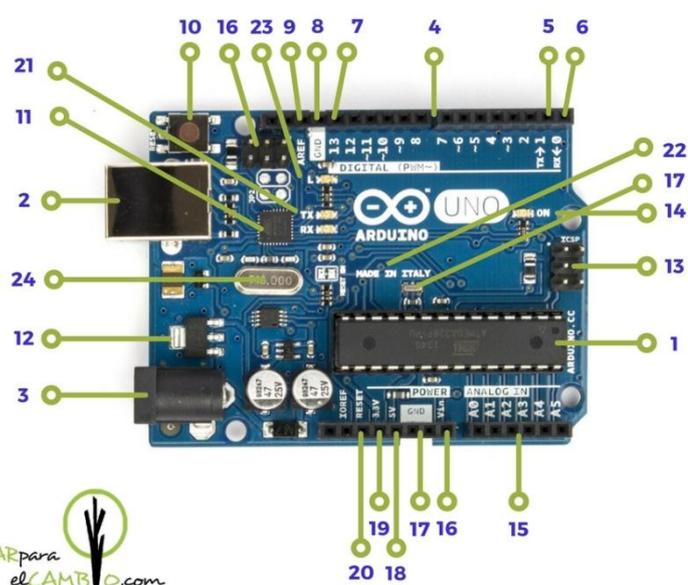


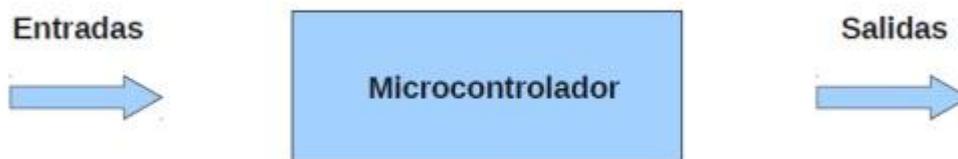
Fig77. Partes de un arduino UNO

### ATmega

oscilador

A continuación explicaré brevemente en lo que se basa la electrónica donde la característica principal es el procesado de una señal de entrada por diferentes sensores, ya sean analógicos o digitales y sus salidas en forma de actuación o efectos.

1. ATmega microcontrolador.
2. Puerto USB.
3. Conector de alimentación.
4. Los pines digitales
- 5 y 6. Serial IN (TX) y Serial IN (RX)
- 7 y 23. Pin 13 + L (on board led)
8. GND
9. AREF
10. Botón Reset.
11. Chip de comunicación serie.
12. Regulador de tensión.
13. ICSP: In-CircuitSerial Programming.
14. Led de encendido
15. Pines analógicos
16. Vin: Voltaje Input.
17. GND: proporciona masa, tierra,
18. 5V: Voltaje Input.
19. 3,3V: Voltaje Input.
20. Reset pin: Restablece el
21. TX y RX LED.
22. Casa fabricante original.
24. Reloj / Crystal 16 Mhz



*Fig78. Actuación de un microcontrolador*

Las entradas dan información al sistema, son los sensores: pulsador, potenciómetro, LDR y NTC.

El microcontrolador procesa la información que le llega de las entradas y transmite una actuación a las salidas.

Por último, las salidas producen una acción sobre los actuadores :LED, zumbador, motores...

## **16. ALIMENTACIÓN**

Una de la partes más importantes a la hora de afrontar un proyecto con Arduino o cualquier microcontrolador es como vamos a alimentarlo. Pero no solo es alimentar Arduino, sino que hay que tener en cuenta que además es posible que estemos alimentando a través del microcontrolador los sensores y actuadores y si no tenemos en cuenta las limitaciones eléctricas del microcontrolador, podemos encontrarnos que no funcione el proyecto. Un voltaje adecuado para el Arduino UNO es un alimentador de 7 o 7,5V puesto que por debajo de ese voltaje es posible que la salida 5V de Arduino esté por debajo y por encima el regulador de tensión se calentará innecesariamente. A partir de 12V es desaconsejable Alimentar Arduino porque el regulador de tensión se calienta mucho y puede acabar dañándose.

## 17. SENSORES

A continuación voy a introducir algunos de los muchos sensores que se pueden conectar a Arduino para hacer pruebas con él, sobre todo los que más tienen relación con el proyecto.

**Sensor de movimiento PIR:** Los sensores infrarrojos pasivos (PIR) son dispositivos para la detección de movimiento. Son baratos, pequeños, de baja potencia, y fáciles de usar. Los sensores PIR se basan en la medición de la radiación infrarroja. Todos los cuerpos (vivos o no) emiten una cierta cantidad de energía infrarroja, mayor cuanto mayor es su temperatura. Los dispositivos PIR disponen de un sensor piro eléctrico capaz de captar esta radiación y convertirla en una señal eléctrica.

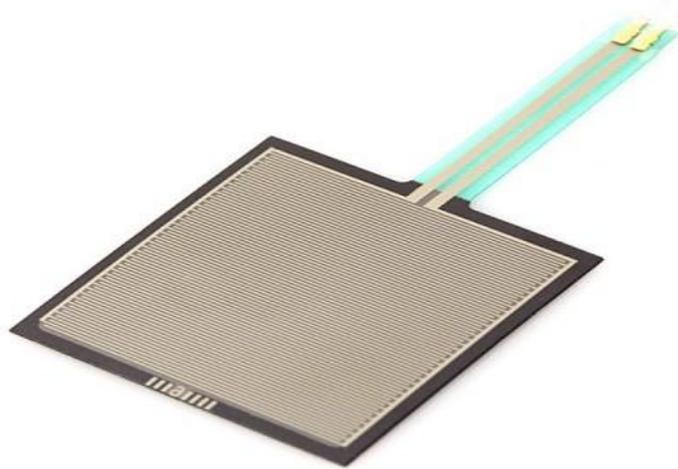
En realidad cada sensor está dividido en dos campos y se dispone de un circuito eléctrico que compensa ambas mediciones. Si ambos campos reciben la misma cantidad de infrarrojos la señal eléctrica resultante es nula. Por el contrario, si los dos campos realizan una medición diferente, se genera una señal eléctrica.

De esta forma, si un objeto atraviesa uno de los campos se genera una señal eléctrica diferencial, que es captada por el sensor, y se emite una señal digital.



*Fig79. Sensor de movimiento PIR*

Sensor de peso: Los sensores de fuerza resistivos son sensores que pueden detectar la presión, el deslizamiento y el peso.



*Fig80. Sensor de peso Arduino*

Se trata de un sensor de peso de la empresa de componentes electrónicos cetronic para ser implementado en Arduino cuya designación es: SENSOR DE PESO FSR ARDUINO 44x44mm. Un sensor FSR es básicamente una resistencia que cambia su valor resistivo, en Ohmios, en función de la presión que se ejerce sobre él.

## **18. ACTUADORES**

Un actuador es un dispositivo capaz de transformar energía neumática, hidráulica o eléctrica en la activación de un proceso.

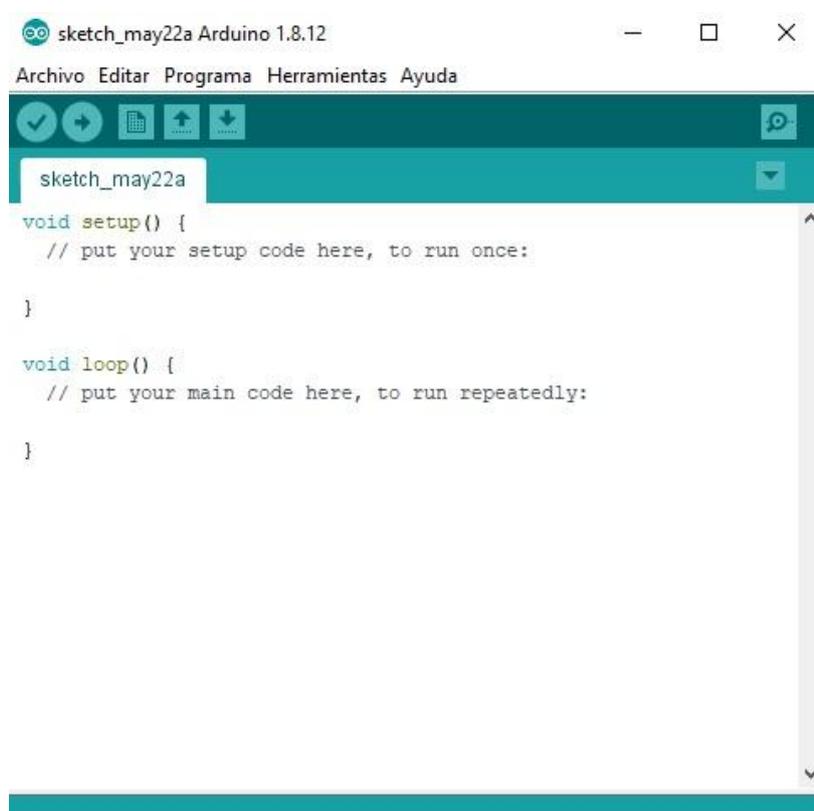
Existen varios tipos de actuadores como son:

- Electrónicos
- Hidráulicos
- Neumáticos
- Eléctricos
- Motores
- Bombas

## 19. SOFTWARE

Arduino IDE es un editor de texto y compilador para programar y transferir el contenido de las instrucciones a la placa de Arduino en su lenguaje máquina. El lenguaje de programación utilizado es Processing.

Cuándo se inicia el programa lo que se observa por pantalla es lo siguiente:



```
sketch_may22a Arduino 1.8.12
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
sketch_may22a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}
```

Fig81. Interfaz de Software de

En el cual en primero lugar observamos tanto el comando *void setup* el cual es el nombre de la función dentro del sketch cuya función es la de almacenar los comandos.

Por otro lado encontramos el *void loop* el cual es el lugar donde tenemos que poner los comandos que se ejecutarán mientras la placa de Arduino esté habilitada.

Por otro lado en la parte de arriba encontramos de izquierda a derecha: Verificar, cargar, nuevo, abrir y guardar.

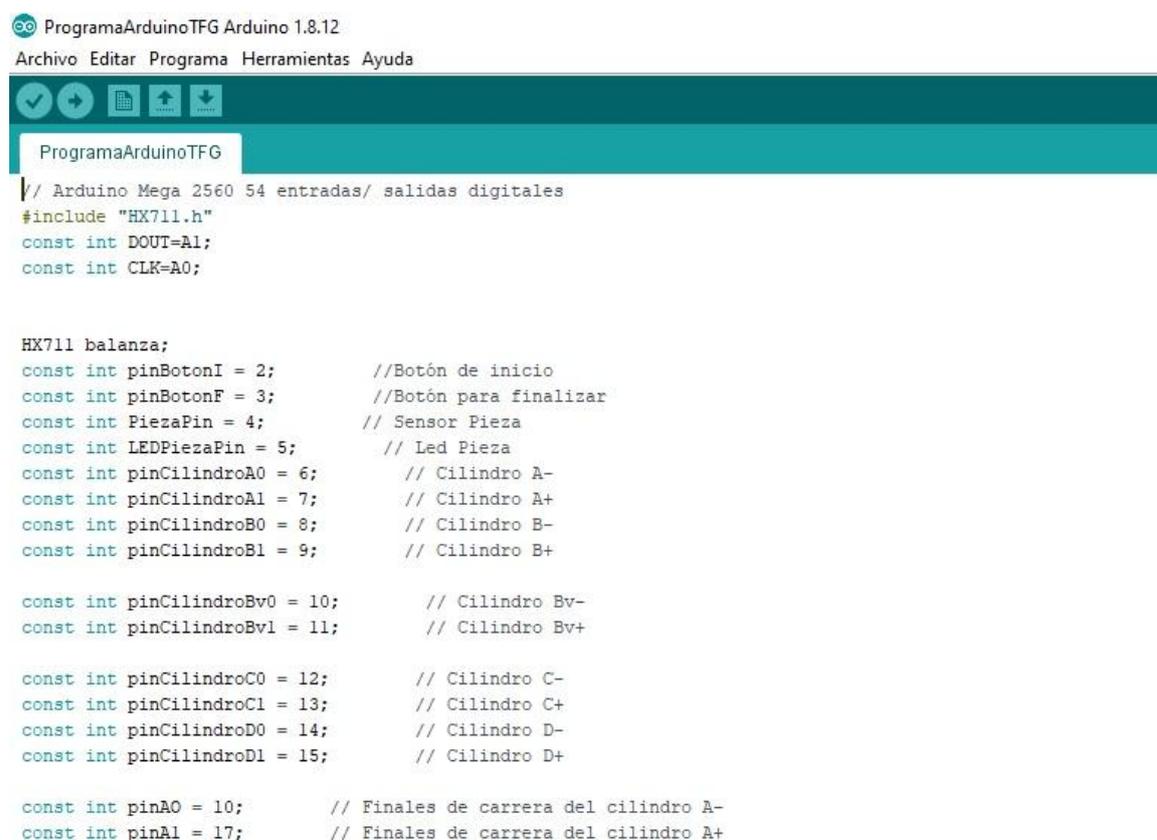
- Verificar: Se encarga de verificar la sintaxis de nuestro programa.
- Cargar: Si la verificación ha sido correcta, podemos cargar el código en nuestra placa de Arduino.
- Nuevo: Simplemente abrimos un documento vacío (salvo funciones principales) para comenzar un nuevo programa.
- Abrir: Para abrir proyectos en otros directorios o rutas.
- Guardar: Simplemente guarda el programa en el directorio que especifiquemos (si es la primera vez que lo guardamos).

Por último observamos una lupa situada en la parte de arriba a la derecha la cual se define Monitor Serial. Cuya función es: Supongamos que necesitamos saber en algún momento qué ocurre dentro de nuestra placa de Arduino, pues bien, mediante el monitor serial podemos enviar datos que se mostrarán en nuestro monitor.

En la parte inferior se encontraría un panel de notificaciones donde notifica al programador sobre errores de sintaxis, comunicación, etc.

## 20. ARDUINO EN MI PROYECTO

Arduino trabaja a 5V y en electroneumática a 12 o 24v, por lo tanto hay que hacer una conversión. Esta conversión se llevará a cabo con la introducción de unos relés, se conectará tanto el Arduino con los relés como de los relés a los actuadores. Para el montaje se requiere tanto de electroválvulas como finales de carrera ambos introducidos previamente que suministren la información correspondiente a Arduino.



```
ProgramaArduinoTFG Arduino 1.8.12
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

ProgramaArduinoTFG
// Arduino Mega 2560 54 entradas/ salidas digitales
#include "HX711.h"
const int DOUT=A1;
const int CLK=A0;

HX711 balanza;
const int pinBotonI = 2;           //Botón de inicio
const int pinBotonF = 3;         //Botón para finalizar
const int PiezaPin = 4;          // Sensor Pieza
const int LEDPiezaPin = 5;       // Led Pieza
const int pinCilindroA0 = 6;     // Cilindro A-
const int pinCilindroA1 = 7;     // Cilindro A+
const int pinCilindroB0 = 8;     // Cilindro B-
const int pinCilindroB1 = 9;     // Cilindro B+

const int pinCilindroBv0 = 10;    // Cilindro Bv-
const int pinCilindroBv1 = 11;   // Cilindro Bv+

const int pinCilindroC0 = 12;    // Cilindro C-
const int pinCilindroC1 = 13;    // Cilindro C+
const int pinCilindroD0 = 14;    // Cilindro D-
const int pinCilindroD1 = 15;    // Cilindro D+

const int pinA0 = 10;            // Finales de carrera del cilindro A-
const int pinA1 = 17;            // Finales de carrera del cilindro A+
```

*Fig82. Arduino en mi proyecto*

En mi caso he utilizado el Arduino Mega que consta de 54 entradas/salidas digitales. Esto es una pequeña muestra del código que será añadido posteriormente.

## 21. INVENTOR

### **Introducción:**

El software Autodesk Inventor ofrece un conjunto de herramientas profesionales ideales para el diseño mecánico, simulación, visualización y documentación de productos en 3D.

Autodesk Inventor permite la integración de datos en 2D y 3D en un único entorno, creando una representación virtual del producto final que permitirá inspeccionar la forma, el ajuste y el funcionamiento del producto en cualquier momento, antes de su fabricación.

Inventor contiene un set completo de herramientas para optimizar calidad, tiempos y costes de fabricación de sus productos.

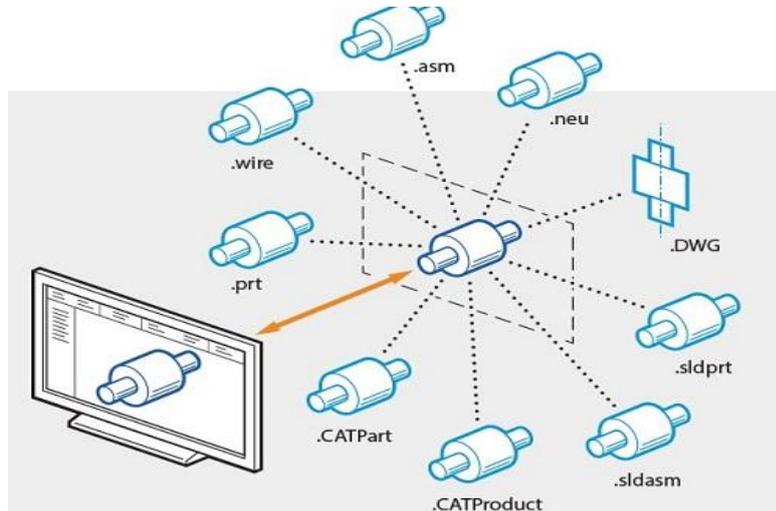
La solución de CAD 3D Inventor ofrece un conjunto de herramientas fáciles de usar para diseño mecánico, documentación, visualización y simulación de productos en 3D.

El software Inventor permite crear productos personalizados y procesos automatizados



*Fig83. Imagen de carga del programa*

Una de las características de Inventor es que tiene un enlace con la aplicación en la nube Fusion 360 que lee los datos de la geometría sólida y extiende la información del diseño a más personas en la nube.



*Fig84. Inventor en la nube*

El uso de tecnología como la de Autodesk Inventor te hace productivo en tiempo y tareas, esto impacta directamente en reducción de costos, llevando estos beneficios a tu producto gracias a la implementación de esta tecnología.

### **21.1 En mi proyecto**

En el diseño de mi estructura me he basado prácticamente en dos funciones del programa que las aprendí tanto en el primero como en el segundo curso las cuales creo que eran las convenientes para realizarlo. Estas operaciones son la extrusión como las chapas.

Antes comenzaré explicando brevemente como se lleva a cabo el proceso de formación de una pieza u objeto.

Se comienza con un boceto con el cual el programa te pregunta en que plano quieres trabajar.



Fig85. Símbolo iniciar boceto

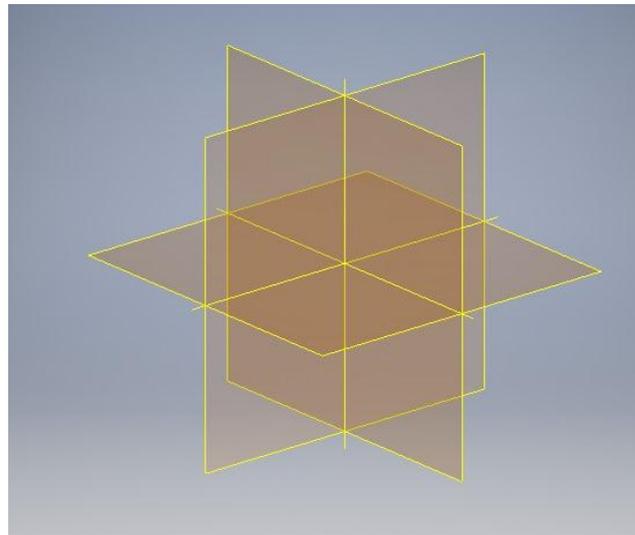


Fig86. Plano de trabajo a elegir en inventor

Tras la elección del plano y la elaboración del boceto el cual debe de ser una geometría cerrada para poder realizar la extrusión voy a realizar un ejemplo sencillo para ver cómo sería este proceso.

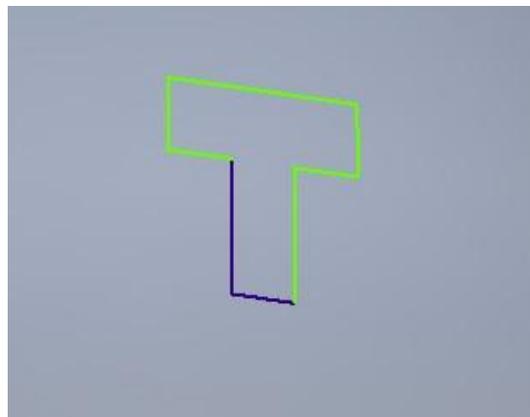


Fig87. Boceto en forma de T en inventor

Tras realizar este boceto en forma de T se procede a la extrusión en la cual como se puede observar en la imagen podemos variar los parámetros como la dirección la distancia o si se trata de un perfil o un sólido.

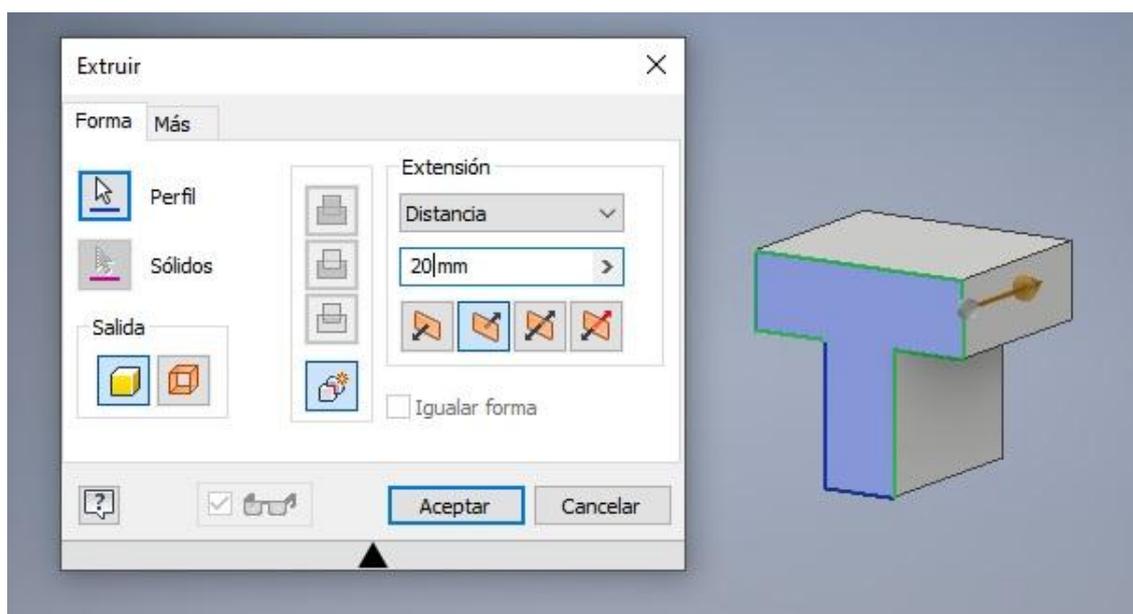


Fig88. Operación de extrusión en inventor

Además de la extrusión he utilizado la función de chapa y plegado de la chapa como también aprendí en el segundo curso y además me parecía útil para el proyecto.



Fig89. Operación de chapa en Inventor

Esta es la interfaz del programa en la cual hay que pinchar para realizar una chapa y el proceso es similar al de la extrusión elaborando un boceto en un

plano pero con la diferencia de que el boceto no tiene por qué ser cerrado. A continuación realizaré un breve ejemplo:

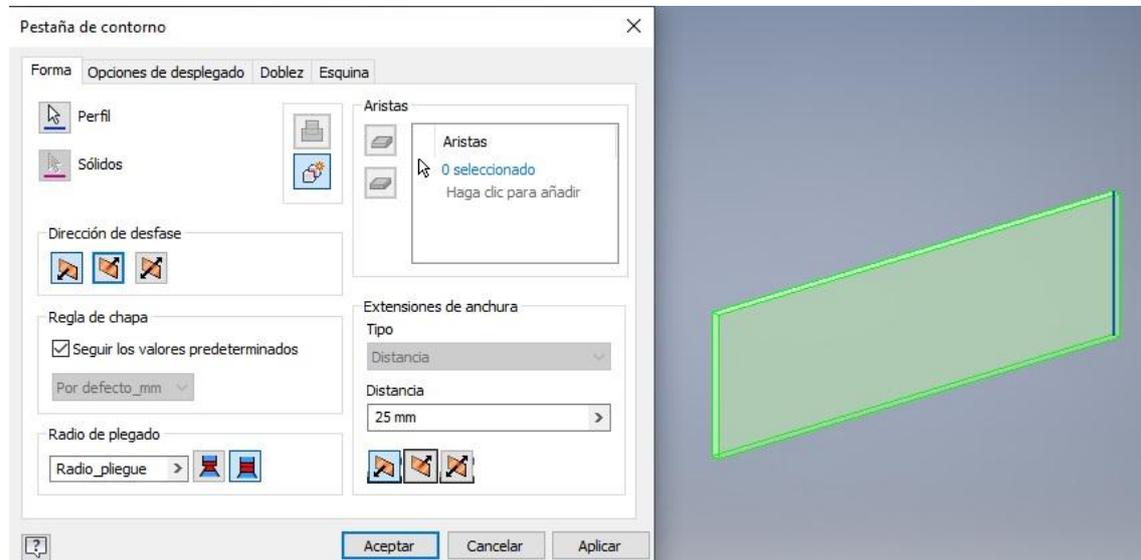


Fig90. Pestaña de contorno en Inventor

En este caso con una simple línea elaboramos una pestaña de contorno. Y a través de la opción pestaña la podemos dar la doblez que nosotros queramos. En la imagen se puede apreciar los parámetros que podemos variar, alguno de

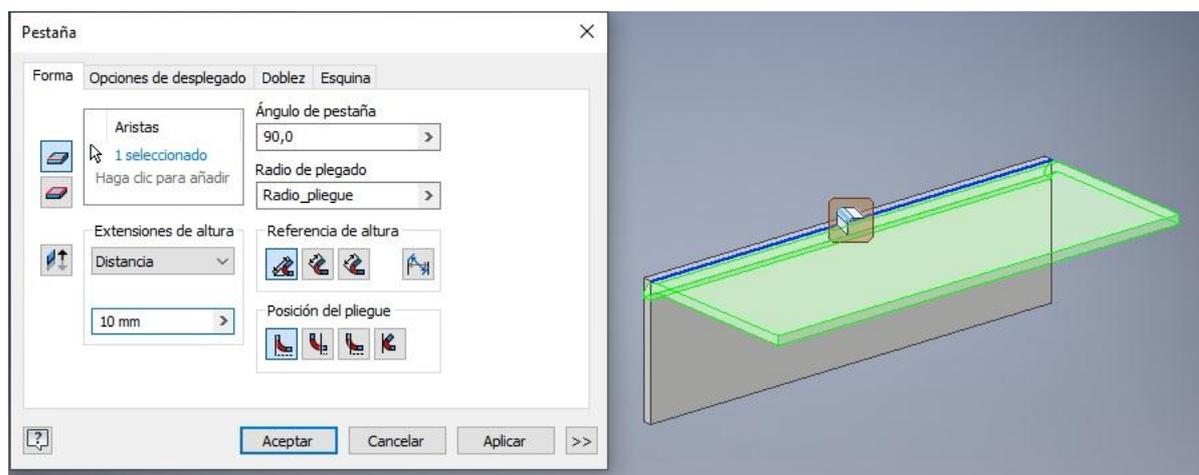
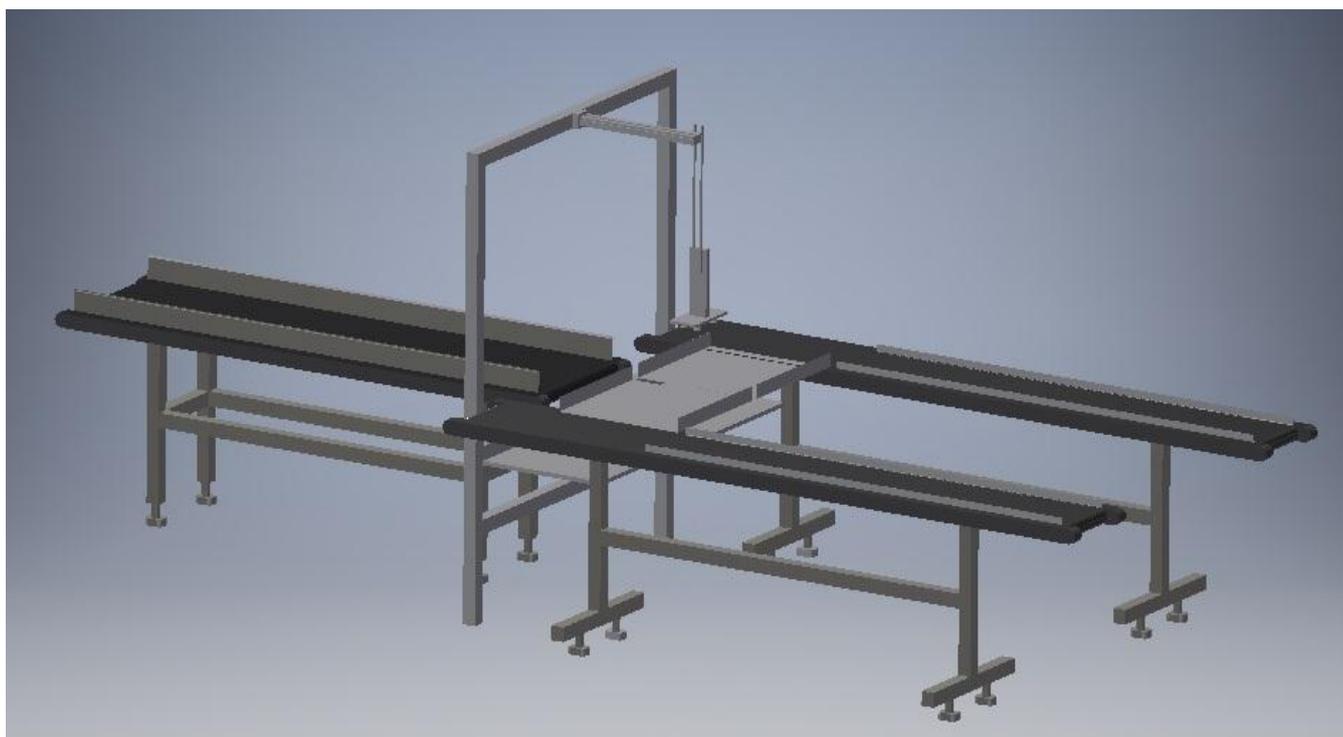


Fig91. Dobleza de una pestaña de contorno en Inventor

ellos son la distancia el ángulo de doblado el radio de plegado, la referencia de altura o la posición del pliegue.

A continuación voy a introducir la estructura en la que me he basado para realizar mi proyecto y el despiece de cada uno de sus componentes: Como ya he citado previamente y se puede observar en la imagen está formado por tres cintas transportadoras: Una de mayor anchura por la cual vendrían las piezas un soporte que podría ser de tipo pórtico en el cual irían los actuadores encargados de seleccionar las piezas, dos soportes donde se posarían las piezas y donde otro actuador las desviaría hacia las segundas cintas transportadoras. El modelo como ya he explicado está prácticamente diseñado con la operación de extrusión y se puede apreciar como en las cintas transportadoras he colocado las chapas con sus plegados para que en caso de algún error las piezas no saldrían de su trayectoria.



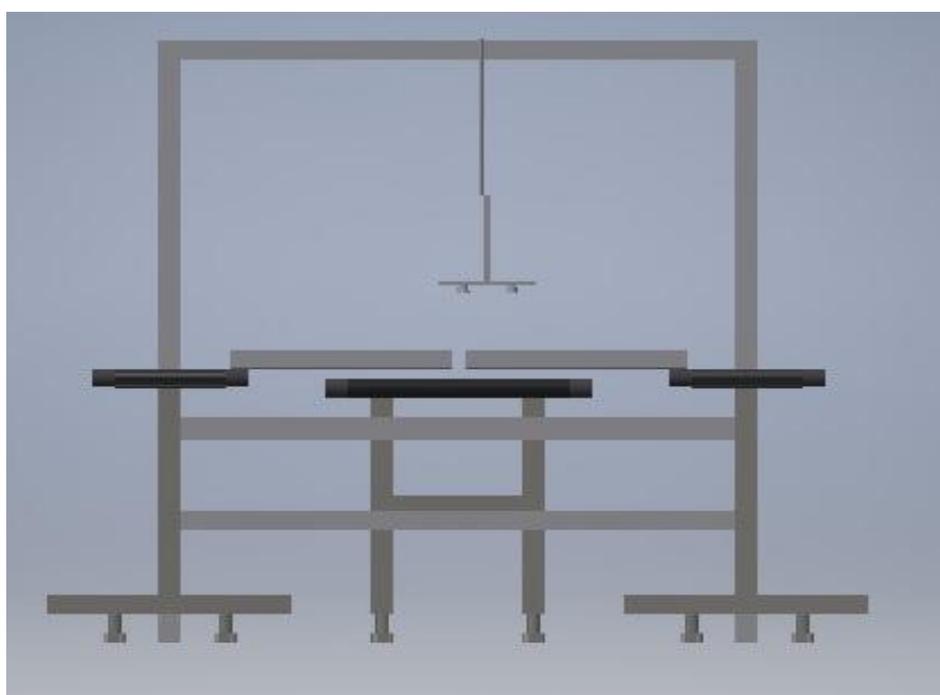
*Fig92. Diseño de estructura*

Vista lateral del ensamblaje:



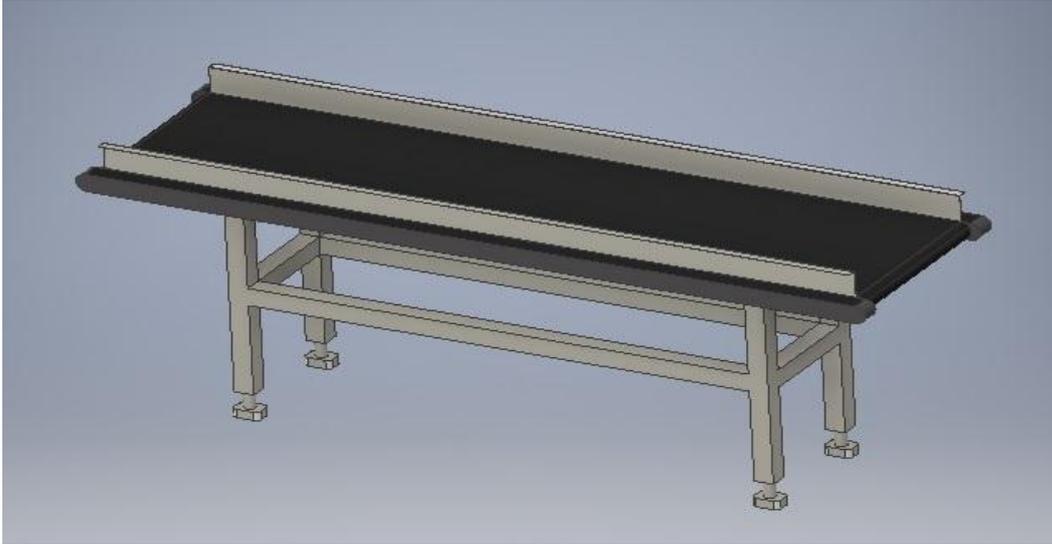
*Fig93. Diseño de estructura con vista lateral*

Vista frontal:



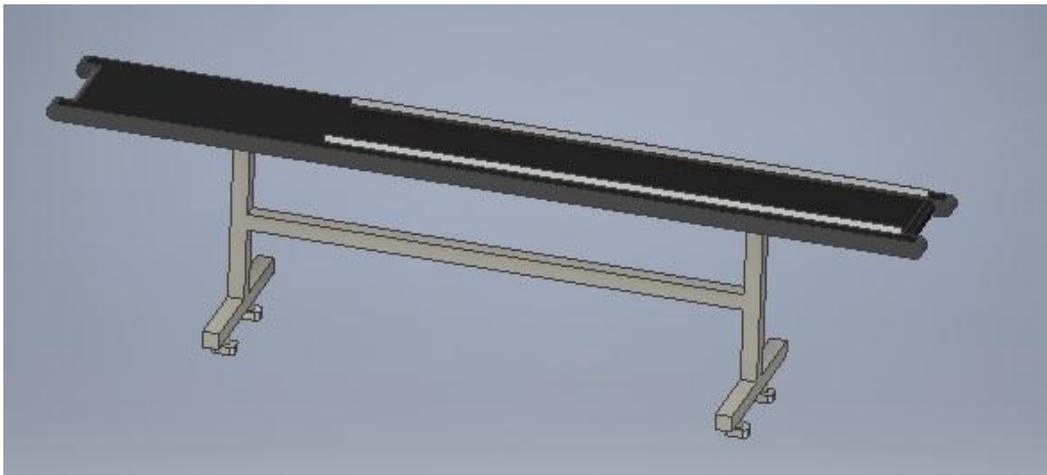
*Fig94. Diseño de estructura con vista frontal*

Transportadora principal:



*Fig95. Transportadora principal*

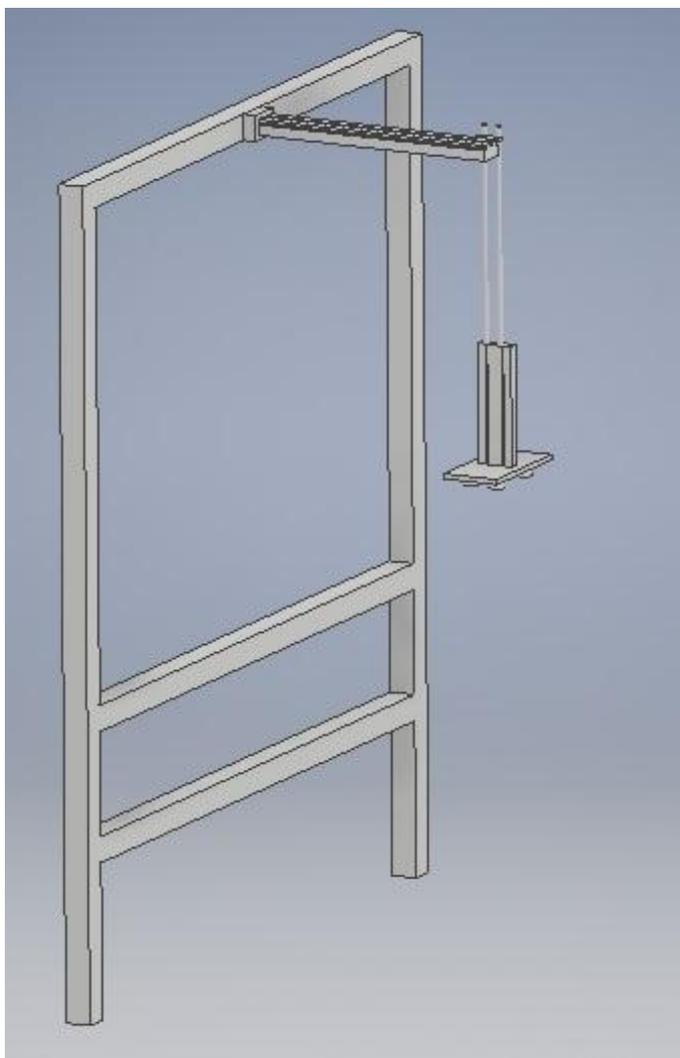
Transportadoras secundarias:



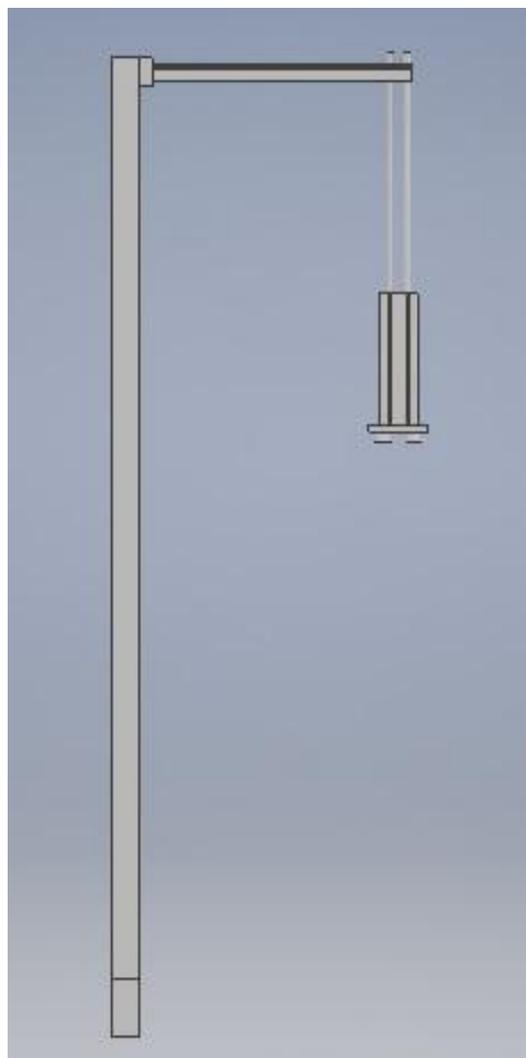
*Fig96. Transportadora secundaria*

Pórtico: En el cual como se puede apreciar se observa con a su vez, contiene el soporte que permite tanto el movimiento longitudinal como transversal, esto es gracias al movimiento de un cilindro sin vástago y un cilindro de doble efecto a lo largo de la trayectoria formada por dos estructuras esféricas. Esto nos permitirá poder desplazar las pastillas de freno de la cinta transportadora a la bandeja donde se posicionarán y a continuación otro actuador las dirigirá a la cinta correspondiente. Como se puede observar en la imagen he desarrollado la

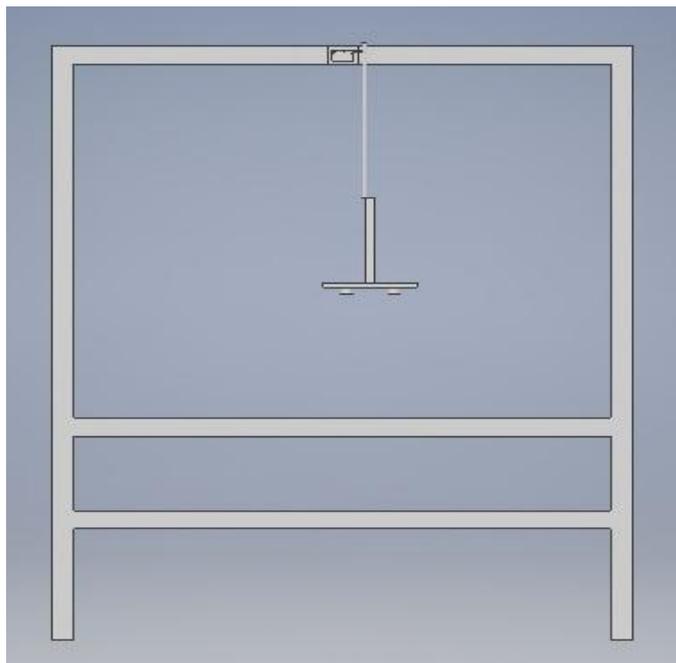
estructura de una especie de 'ventosas' las cuales con presión son las encargadas de recoger las diferentes pastillas.



*Fig97. Estructura del pórtico*

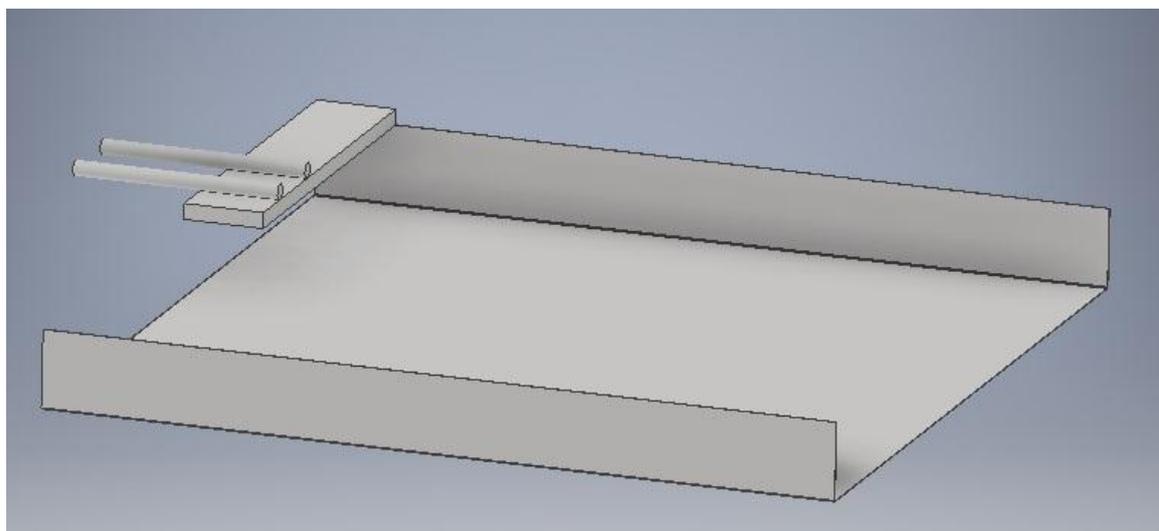


*Fig98. Estructura del pórtico vista lateral*



*Fig99. Estructura del pórtico vista frontal*

Soportes: En los cuales como se puede observar he desarrollado también el diseño de unos soportes y guías sobre los que irían unos cilindros de doble efecto los cuáles serías los encargados de empujar las pastillas hacia las segundas cintas transportadoras.



*Fig100. Bandeja donde se depositarán las piezas*

Por último se puede observar como debido a las diversas opciones que nos da Inventor se puede cambiar tanto los materiales como las texturas que se le puede dar a los diversos objetos.

Esto se realiza de una manera muy sencilla en el marco de herramientas de la aplicación en el cual se puede observar tanto el panel de aspecto como de material. Si pulsamos se puede ver como hay una gran amplia variedad:

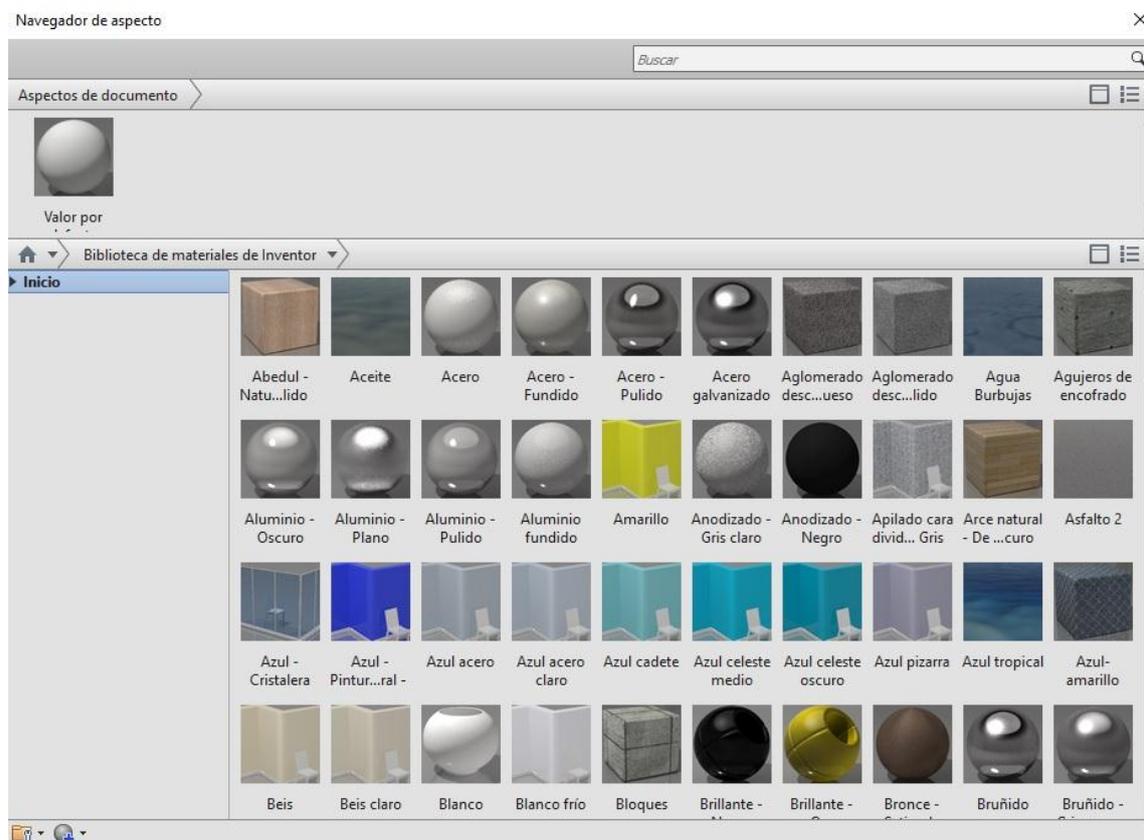


Fig101. Interfaz del programa para ver texturas

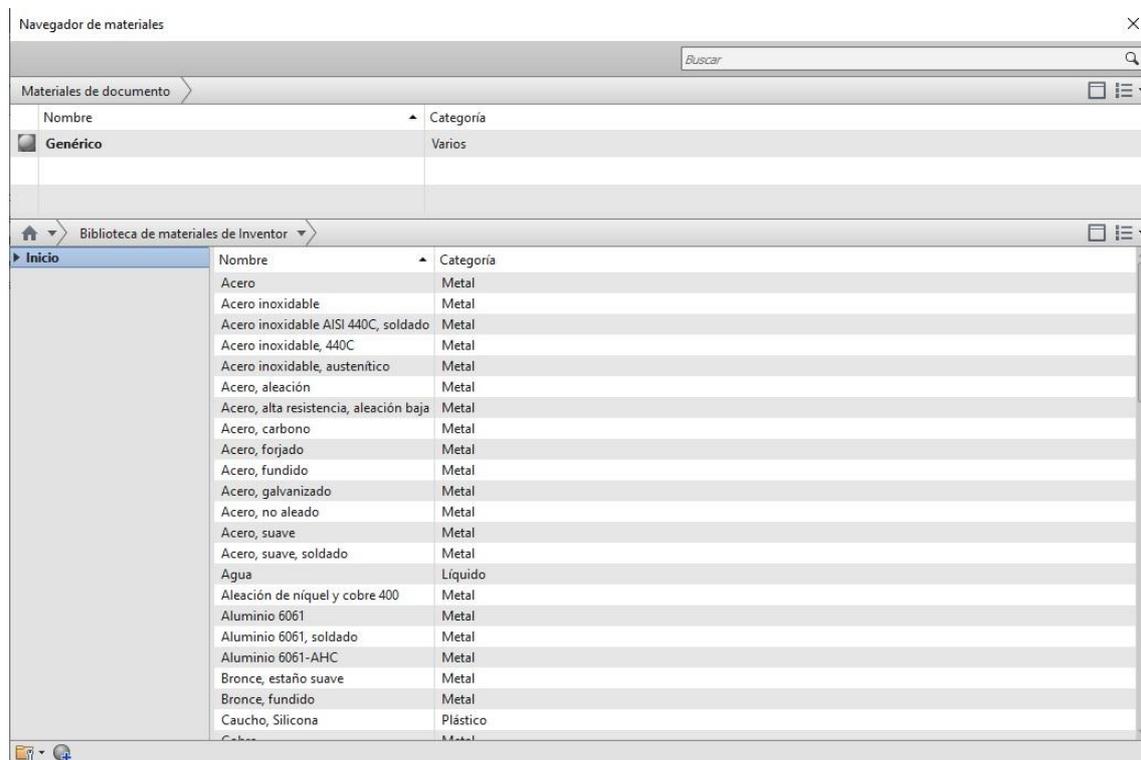


Fig102. Interfaz del programa para ver materiales

## 22.PRESUPUESTO

A continuación realizaré un estudio económico de cada una de las partes que he introducido para realizar este proyecto. El estudio constará principalmente de tres bloques principales los cuales se dividen en: Licencias de Software, mano de obra y materiales utilizados.

### Licencias software:

Para realizar este proyecto he requerido de los siguientes programas:

Programa	Licencia(s)	Coste unitario(€/ud)	Coste total(€)
Autodesk Inventor professional	1	2747	2747
Windows 10 Home	1	135	135
Windows office	1	149	149
Subtotal			3031(€)

En este presupuesto como se puede ver no se incluye nada del software de arduino el cual es totalmente gratuito. Lo único que añadiremos en el presupuesto es el precio de la placa, pero será en el apartado de materiales.

### Materiales:

Elemento	Cantidad(Unidad(es))	Coste unitario(€/ud)	Coste total(€)
Placa Arduino Uno	1	20	20
Compresor	1	90	90
Acumulador	1	234,69	234,69
Cableado	1	20,87	20,87

Accesorios(racores etc...)	10	18,23	182,3
Actuador doble efecto	4	68,03	272,12
Actuador sin vástago	1	278,13	278,13
Sensor haz pasante(Panasonic)	1	100,33	100,33
Sensor de proximidad	1	43,01	43,01
Sensor de presión de línea	1	161,63	161,63
Electroválvula 5/3	5	65,37	326,85
Electroválvula 3/2	1	40,60	40,60
Final de Carrera	3	19,99	59,97
Ordenador	1	799	799
Ventosas de vacio	4	24,48	97,92
Subtotal			2730,42(€)

**Mano de obra:**

Elemento	Cantidas(Horas)	Coste unitario(€/ud)	Coste total(€)
Director montaje	20	25	500
Ingenieril	150	20	3000
Supervisión	30	20	600

---

Subtotal			4100(€)
----------	--	--	---------

**Presupuesto final:**

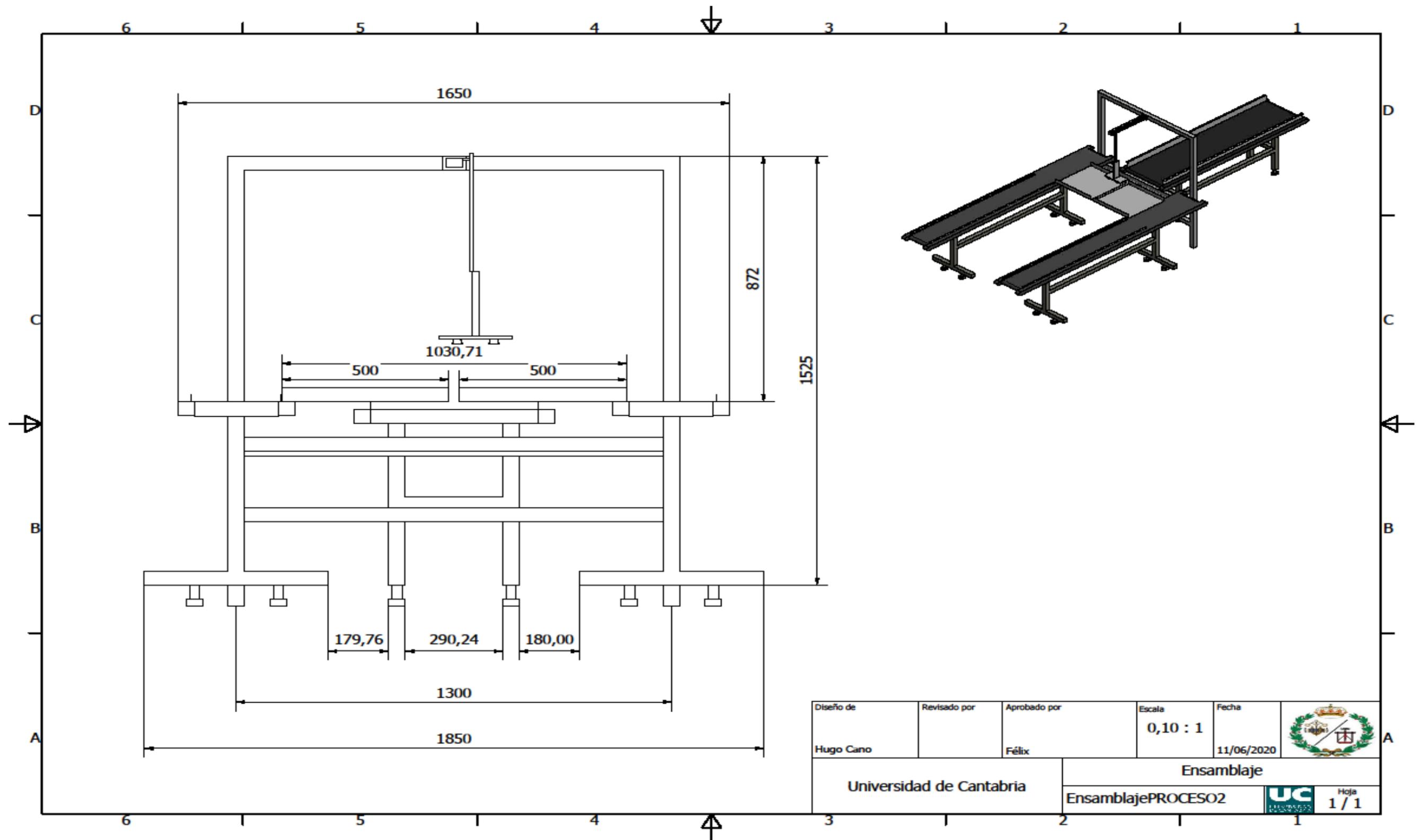
Tipo	Coste(€)
Mano de obra	4100
Materiales	2730,42
Licencias	3031
Total	9861,42(€)

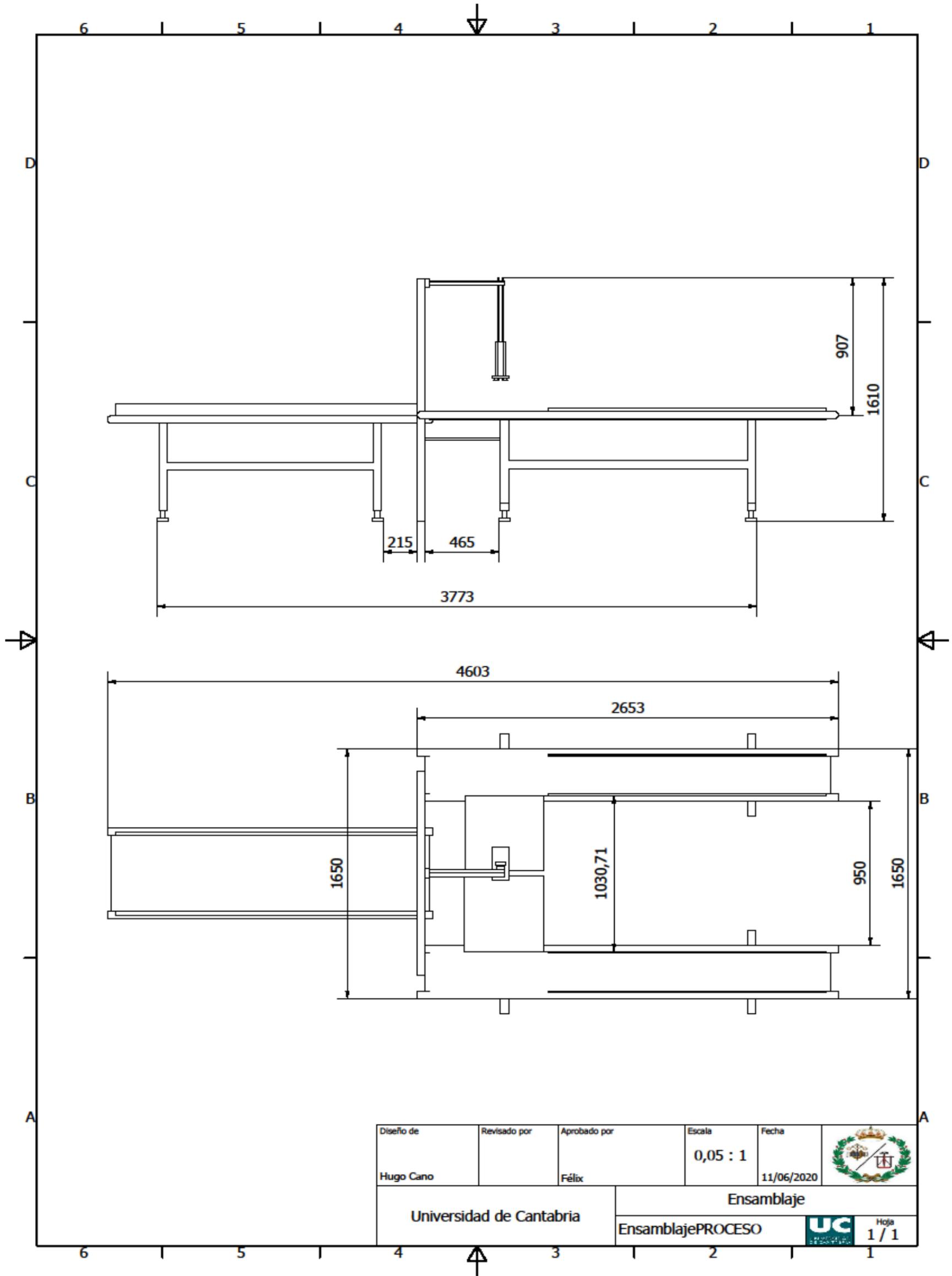
**DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA CONTROLADOR DE  
PASTILLAS DE FRENO  
(DESIGN AND DEVELOPMENT OF A BRAKE PAD CONTROLLER  
SYSTEM)**

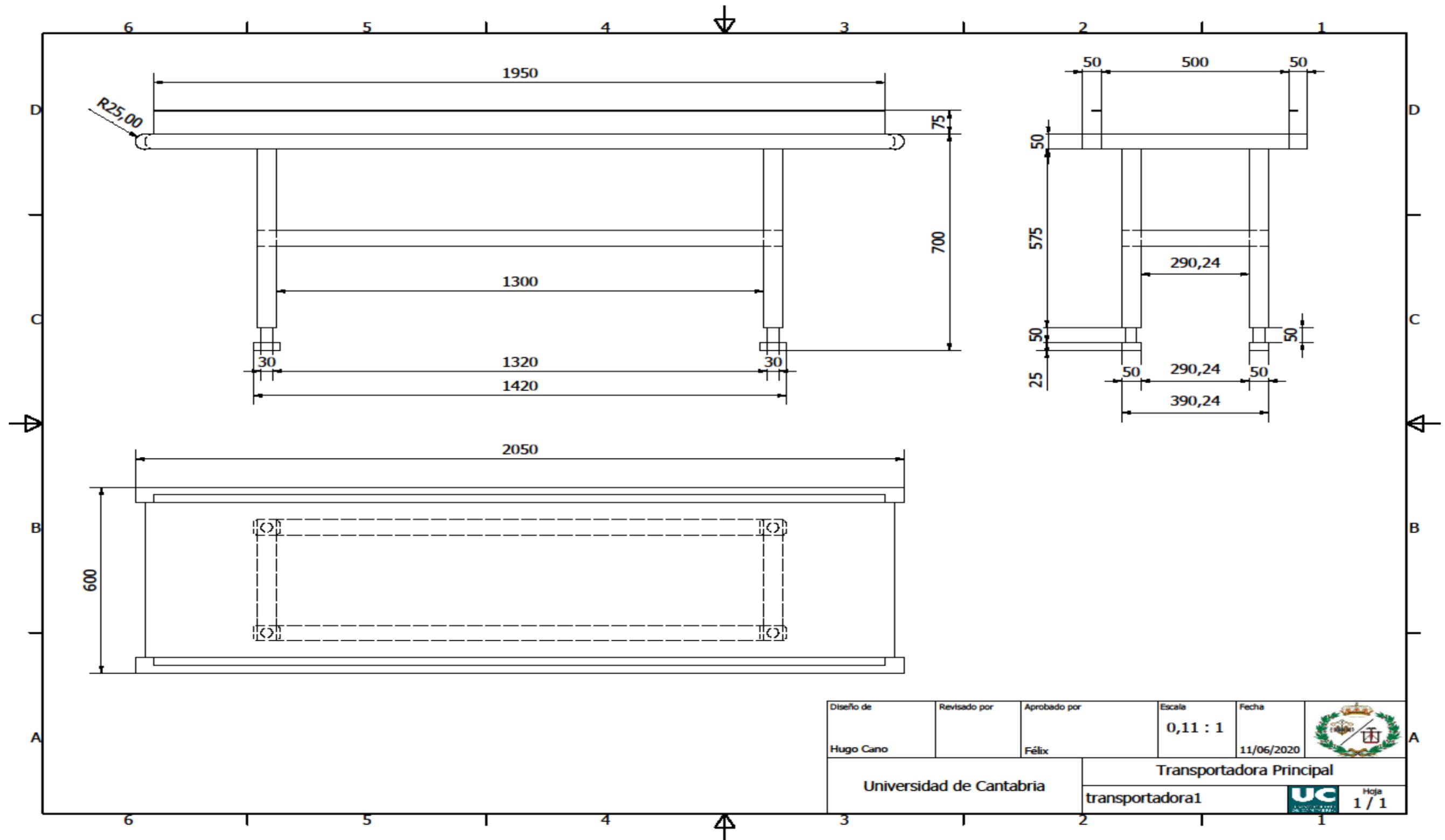
**GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA**

**ANEXO I**

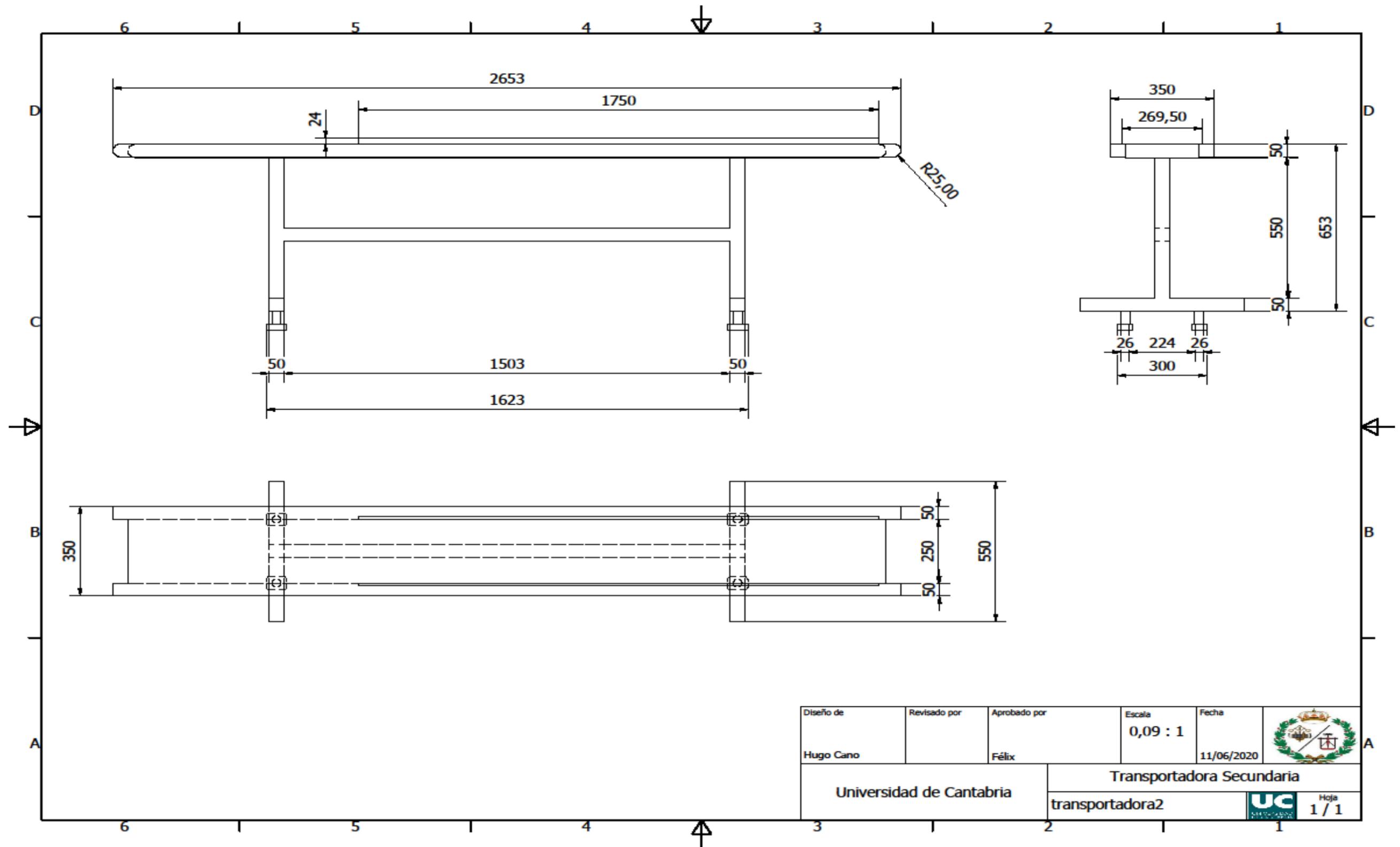
**PLANOS**

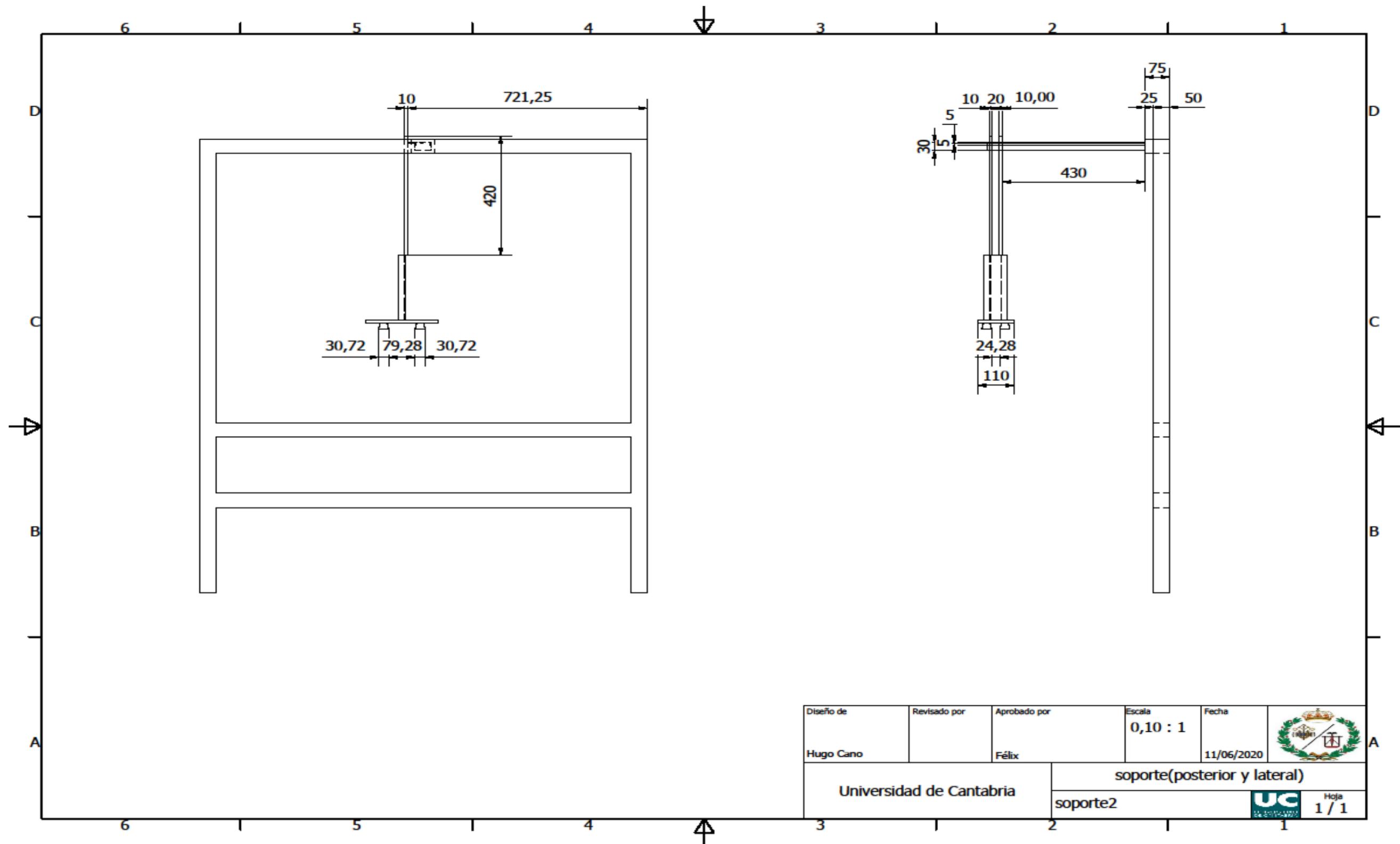


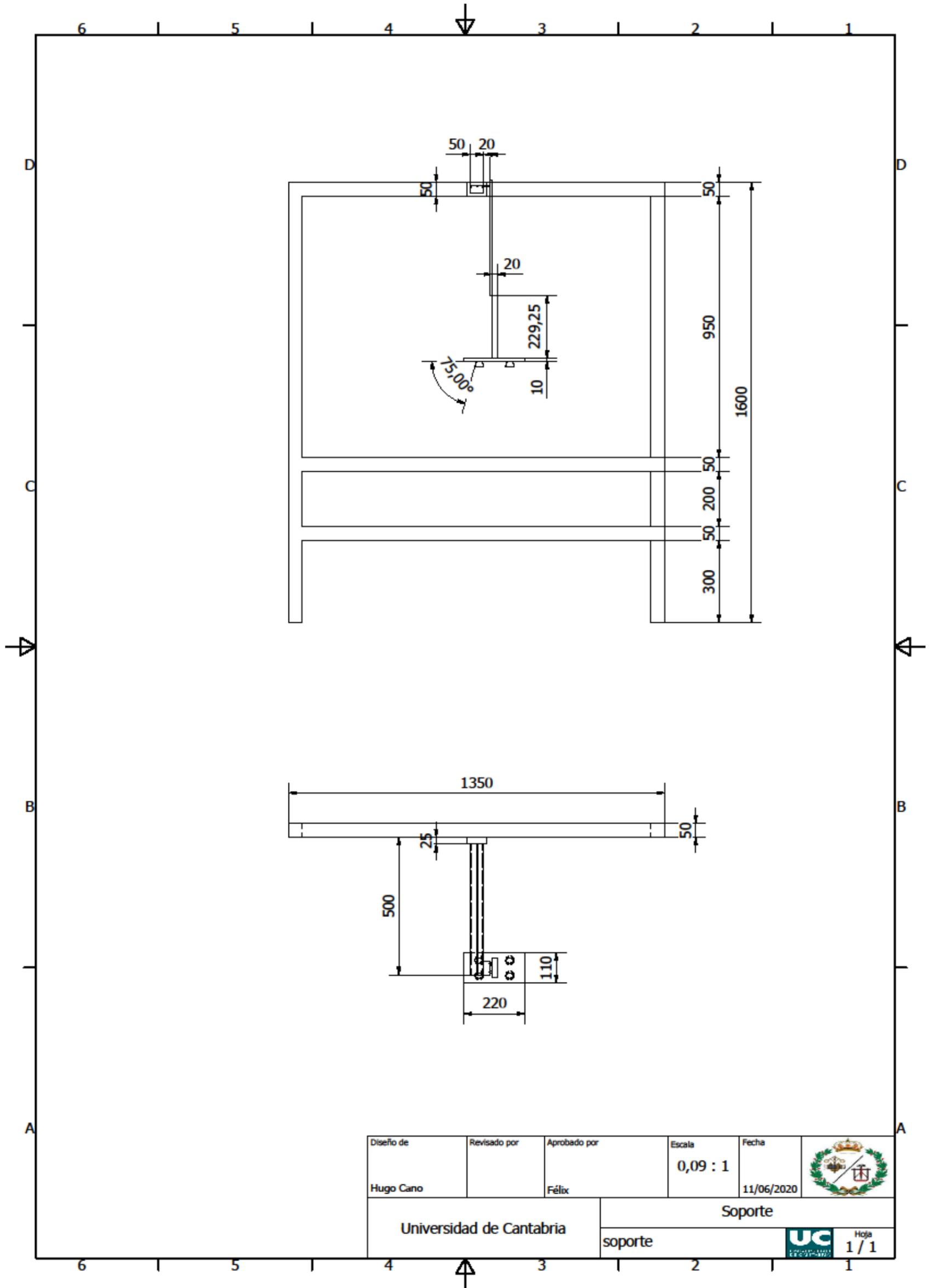




Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Escala	Fecha	
Hugo Cano		Félix	0,11 : 1	11/06/2020	
Universidad de Cantabria			Transportadora Principal		
			transportadora1	Hoja 1 / 1	

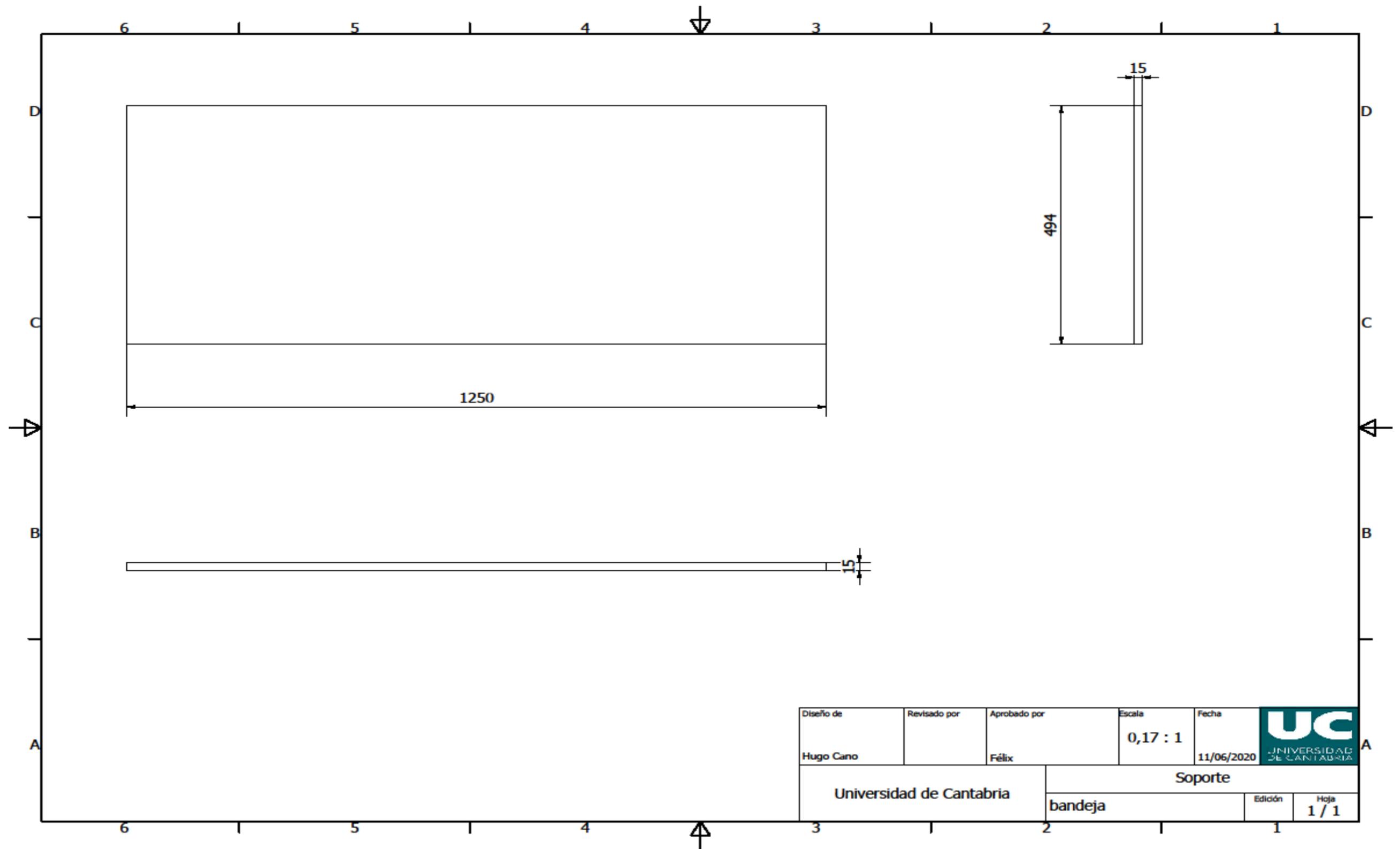


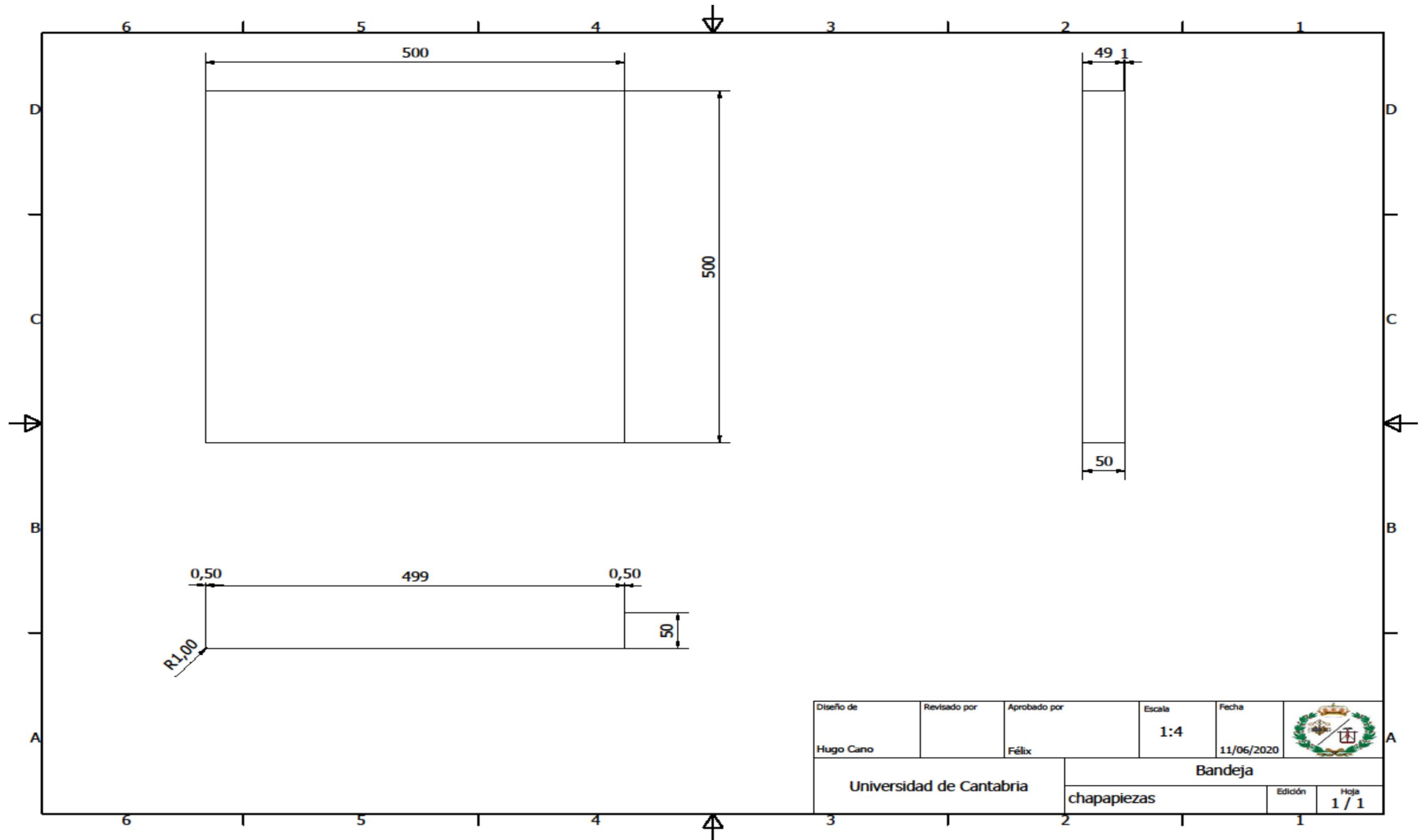




Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Escala	Fecha	
Hugo Cano		Félix	0,09 : 1	11/06/2020	

Universidad de Cantabria	Soporte	
	soporte	 Hoja 1/1



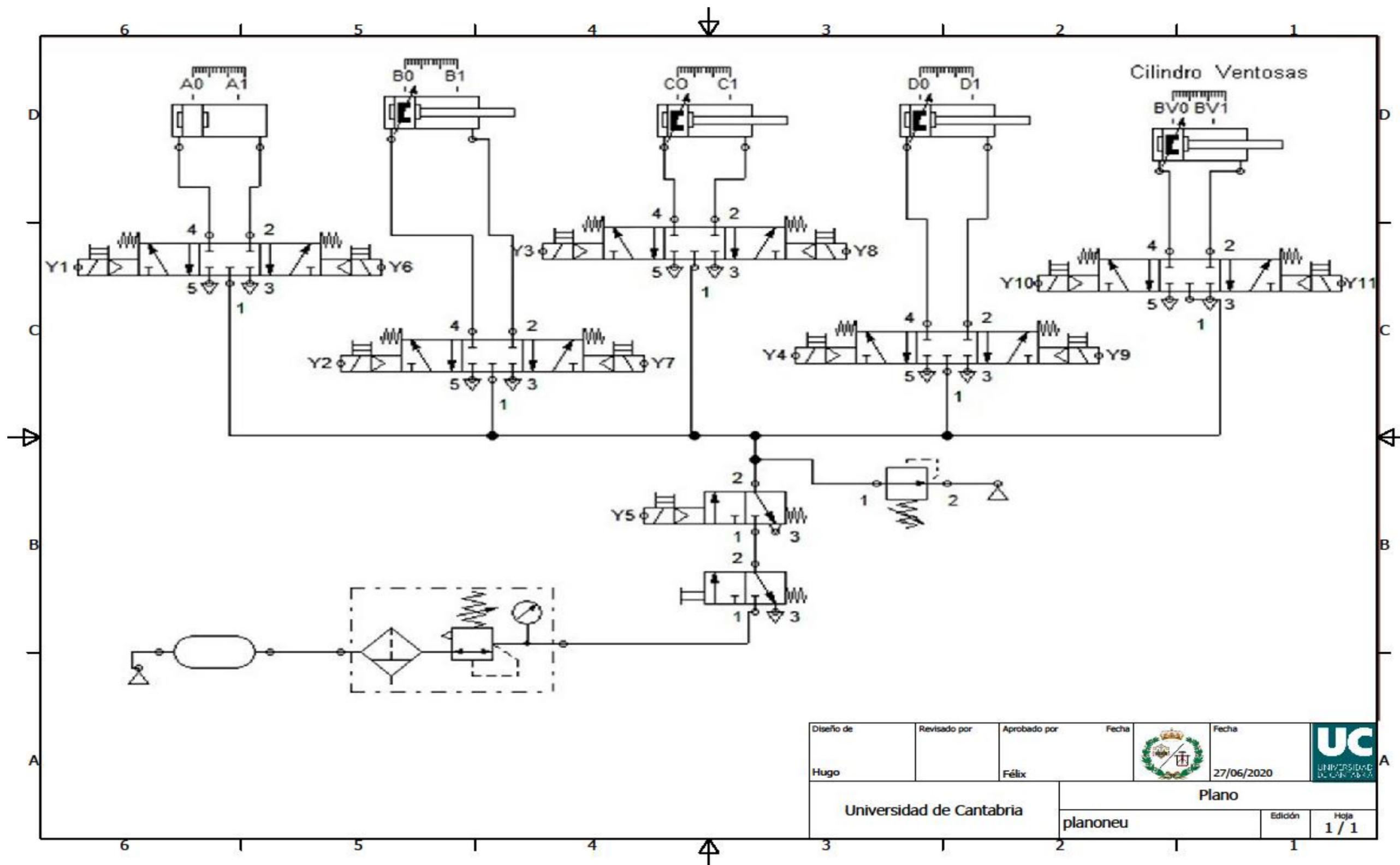


**DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA CONTROLADOR DE  
PASTILLAS DE FRENO  
(DESIGN AND DEVELOPMENT OF A BRAKE PAD CONTROLLER  
SYSTEM)**

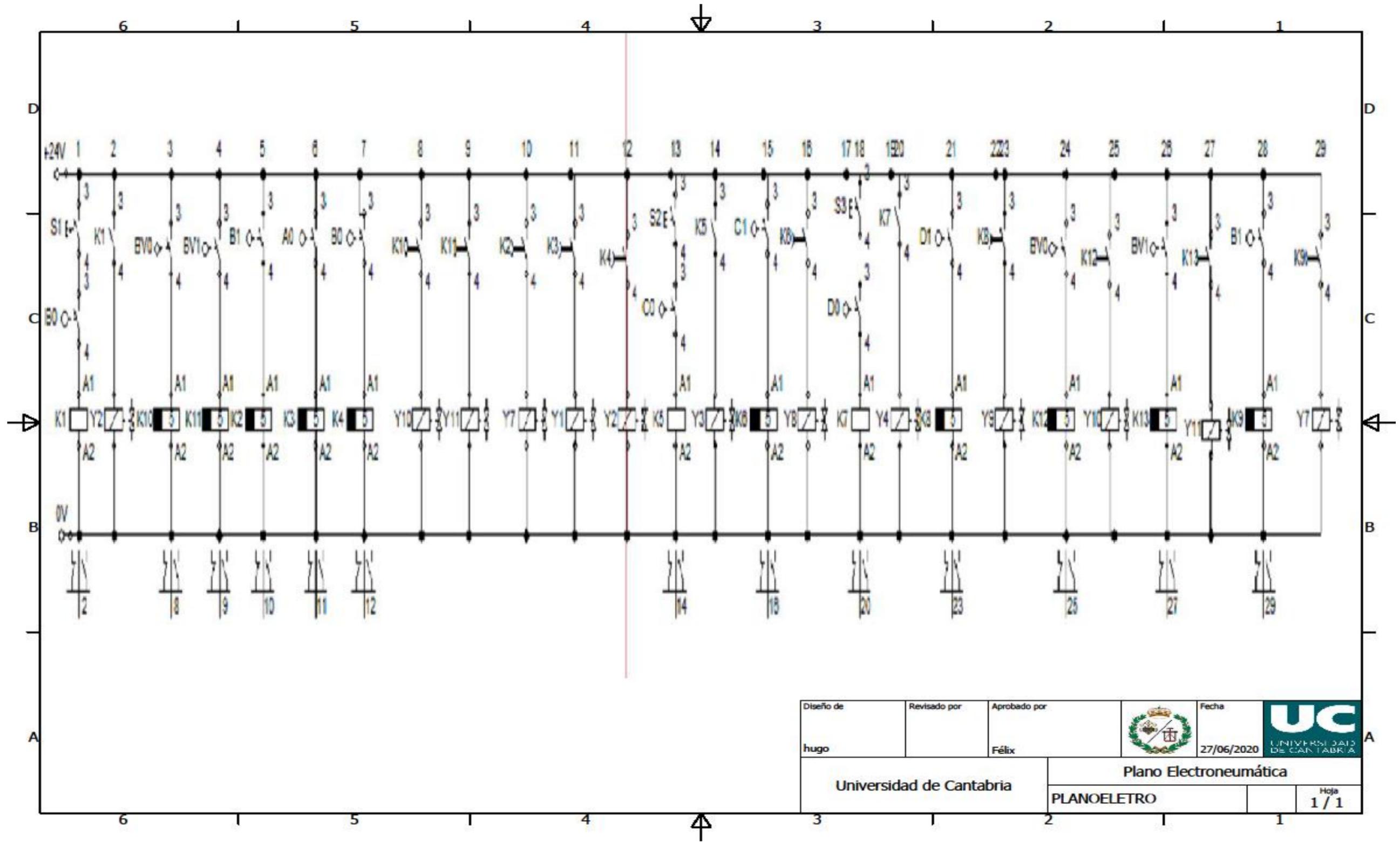
**GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA**

**ANEXO II**

**PLANOS**



Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	 <b>UC</b> UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
Hugo		Félix		27/06/2020	
Universidad de Cantabria			Plano		
			planoneu	Edición	Hoja
					1 / 1



Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha	 <b>UC</b> UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
hugo		Félix	27/06/2020	
Universidad de Cantabria			Plano Electroneumática	
PLANOELETRO			Hoja 1 / 1	

**DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA CONTROLADOR DE  
PASTILLAS DE FRENO  
(DESIGN AND DEVELOPMENT OF A BRAKE PAD CONTROLLER  
SYSTEM)**

**GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA**

**ANEXO III**

**CÓDIGO ARDUINO**

```

// Arduino Mega 2560 54 entradas/ salidas digitales
#include "HX711.h"
const int DOUT=A1;
const int CLK=A0;

HX711 balanza;
const int pinBotonI = 2;           //Botón de inicio
const int pinBotonF = 3;           //Botón para finalizar
const int PiezaPin = 4;           // Sensor Pieza
const int LEDPiezaPin = 5;        // Led Pieza

const int pinCilindroA0 = 6;       // Cilindro A-
const int pinCilindroA1 = 7;       // Cilindro A+

const int pinCilindroB0 = 8;       // Cilindro B-
const int pinCilindroB1 = 9;       // Cilindro B+

const int pinCilindroBv0 = 10;     // Cilindro Bv-
const int pinCilindroBv1 = 11;     // Cilindro Bv+

const int pinCilindroC0 = 12;     // Cilindro C-
const int pinCilindroC1 = 13;     // Cilindro C+

const int pinCilindroD0 = 14;     // Cilindro D-
const int pinCilindroD1 = 15;     // Cilindro D+

const int pinAO = 10;             // Finales de carrera del cilindro A-
const int pinA1 = 17;             // Finales de carrera del cilindro A+
const int pinB0 = 18;             // Finales de carrera del cilindro B-
const int pinB1 = 19;             // Finales de carrera del cilindro B+
const int pinC0 = 18;             // Finales de carrera del cilindro D-
const int pinC1 = 19;             // Finales de carrera del cilindro C+
const int pinD0 = 18;             // Finales de carrera del cilindro D-
const int pinD1 = 19;             // Finales de carrera del cilindro D+

int pirState = LOW;               // de inicio no hay movimiento
int sp = 0;                       // estado del pin
int p1=1.75;
int p2=2.25;
float peso = 0;
int paso=0;

void setup()
{
  pinMode(pinBotonI, INPUT);
  pinMode(pinBotonF, INPUT);

  pinMode(pinCilindroA0, OUTPUT);
  pinMode(pinCilindroA1, OUTPUT);
  pinMode(pinCilindroB0, OUTPUT);
  pinMode(pinCilindroB1, OUTPUT);
  pinMode(pinCilindroC0, OUTPUT);
  pinMode(pinCilindroC1, OUTPUT);
  pinMode(pinCilindroD0, OUTPUT);

```

```

pinMode(pinCilindroD1, OUTPUT);
pinMode(pinA0, INPUT);
pinMode(pinA1, INPUT);
pinMode(pinB0, INPUT);
pinMode(pinB1, INPUT);
pinMode(pinC0, INPUT);
pinMode(pinC1, INPUT);
pinMode(pinD0, INPUT);
pinMode(pinD1, INPUT);

pinMode(LEDPiezaPin, OUTPUT);
pinMode(PiezaPin, INPUT);
Serial.begin(9600);

balanza.begin(DOUT, CLK);
balanza.set_scale(439430.25); // Establecemos la escala
balanza.tare(20); //El peso actual es considerado Tara.

}

void loop() {

sp=digitalRead(PiezaPin);

fcA0=digitalRead(pinA0);
fcA1=digitalRead(pinA1);
fcB0=digitalRead(pinB0);
fcB1=digitalRead(pinA1);
fcC0=digitalRead(pinC0);
fcC1=digitalRead(pinC1);
fcD0=digitalRead(pinD0);
fcD1=digitalRead(pinD1);

BI=digitalRead(pinBotonI);
BF=digitalRead(pinBotonF);

    if (BI==HIGH) then {

        if (sp == HIGH) //si está activado
        {
            digitalWrite(LEDPiezaPin, HIGH); //LED ON
            if (pirState == LOW) //si previamente estaba apagado
            {
                Serial.println("Sensor activado");
                pirState = HIGH;
                peso=balanza.get_units(20); // Leer Peso
                paso=1;
                delay(500);
                if(fcB0==HIGH)&&(peso>1) {
                    digitalWrite(pinCilindroB1, HIGH); } //Piston (+)
Mantiene la salida activa (HIGH) cilindro B
                paso=2;

```

```

    }
  }
  else //si esta desactivado
  {
    digitalWrite(LEDPiezaPin, LOW); // LED OFF
    if (pirState == HIGH) //si previamente estaba encendido
    {
      Serial.println("Sensor parado");
      pirState = LOW;
    }
  }

  if (fcB1==HIGH) && (peso>1) && (paso=2) {
    digitalWrite(pinCilindroBv1, HIGH); //Recogo pieza
    delay(500);

    digitalWrite(pinCilindroB0, HIGH); //Piston (-
) cilindro B
    paso=3;
  }
  if (fcA0==HIGH) && (peso>1) && (paso=3) {
    delay(500);
    digitalWrite(pinCilindroA1, HIGH); //Piston (+
cilindro A
    paso=4;
  }
  if (fcA1==HIGH) && (fcB0==HIGH) && (peso>1) && (paso=4) {
    digitalWrite(pinCilindroB1, HIGH); //Piston (+
cilindro B
    delay(500);
    digitalWrite(pinCilindroBv0, HIGH); //Suelto
Pieza
    delay(500);
    paso=5;
  }
  if (fcA1==HIGH) && (fcB1==HIGH) && (peso>1) && (paso=5)
  {
    if (p1-0.01<peso<p1+0.01){
      digitalWrite(pinCilindroC1, HIGH); //Piston (+
cilindro C
    }
    if (p2-0.01<peso<p2+0.01){
      digitalWrite(pinCilindroD1, HIGH); //Piston (+
cilindro D
    }
    delay(500);
    paso=6;
  }

  if (fcD1==HIGH) && (peso>1) && (paso=6) {
    digitalWrite(pinCilindroD0, HIGH); //Piston (-
cilindro D
    paso=7;
  }
}

```

```
        if (fcC1==HIGH) && (peso>1) && (paso=6) {  
            digitalWrite(pinCilindroC0, HIGH); //Piston (-)  
cilindro C  
            paso=7;  
        }  
    else //si esta desactivado  
    {  
        digitalWrite(pinCilindroA0, LOW);  
        digitalWrite(pinCilindroB0, LOW);  
        digitalWrite(pinCilindroBv0, LOW);  
        digitalWrite(pinCilindroC0, LOW);  
        digitalWrite(pinCilindroD0, LOW);  
        paso=0;  
        peso=0;  
        pirState = LOW;  
    }  
}  
  
if (BF==HIGH) then {  
    digitalWrite(pinCilindroA0, LOW);  
    digitalWrite(pinCilindroB0, LOW);  
    digitalWrite(pinCilindroBv0, LOW);  
    digitalWrite(pinCilindroC0, LOW);  
    digitalWrite(pinCilindroD0, LOW);  
    paso=0;  
    peso=0;  
    pirState = LOW;  
}  
}
```

## **23.Agradecimientos**

Tras este largo y costoso periodo que parece que llega a su fin me gustaría resaltar el papel fundamental que ha tenido mi familia, la cual se podría decir que gracias a ella he podido llegar hasta aquí.

Además me gustaría agradecer a todos los docentes los cuales de una forma directa o indirecta, como podrían ser unas prácticas, me han aportado tanto de conocimientos vitales en el mundo de la ingeniería como a mejorar como persona. También a mis compañeros y grandes amigos que con su ayuda se afronta desde un punto de vista completamente diferente. Por último dar las gracias a Félix el cual desde el primer momento aunque tuviera una gran carga de trabajos siempre estuvo bajo disposición ofreciéndome su ayuda.

## **24. Bibliografía**

### **Producción**

[https://www.abc.es/motor/reportajes/abci-17-fabricas-coches-espana-principal-motor-economia-201812060207\\_noticia.html?ref=https:%2F%2Fwww.google.com%2F](https://www.abc.es/motor/reportajes/abci-17-fabricas-coches-espana-principal-motor-economia-201812060207_noticia.html?ref=https:%2F%2Fwww.google.com%2F) [1]

<https://www.probuem.es/blog/la-importancia-de-la-industria-del-automovil-en-espana/> [2]

### **Antecedentes**

<https://es.workmeter.com/blog/bid/229017/la-importancia-de-la-productividad-empresarial#:~:text=La%20productividad%20empresarial%20es%20uno,lo%20m%C3%A1ximo%20y%20mejor%20posible.> [3]

### **Historia del vehículo**

<https://www.muyinteresante.es/curiosidades-motor/fotos/inventos-que-cambiaron-la-historia-del-automovil/1> [4]

[https://es.wikipedia.org/wiki/Historia\\_del\\_autom%C3%B3vil#:~:text=Es%20com%C3%BAnmente%20aceptado%20que%20los,\(Motorwagen\)%20en%201885%20en%20Mannheim.&text=Benz%20lo%20patent%C3%B3%20el%2029,empez%C3%B3%20a%20producirlo%20en%201888.](https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_del_autom%C3%B3vil#:~:text=Es%20com%C3%BAnmente%20aceptado%20que%20los,(Motorwagen)%20en%201885%20en%20Mannheim.&text=Benz%20lo%20patent%C3%B3%20el%2029,empez%C3%B3%20a%20producirlo%20en%201888.) [5]

### **Sistema de frenado**

<https://www.motorpasion.com/espaciotoyota/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-los-frenos> [6]

<https://www.actualidadmotor.com/al-detalle-los-frenos-intercambiadores-termicos-para-reducir-la-velocidad/> [7]

### **Duración y revisión**

<https://motor.elpais.com/conducir/como-saber-facilmente-si-los-frenos-de-tu-coche-necesitan-una-revision/> [8]

### **Pastillas de freno**

[http://www.blogmecanicos.com/2018/10/composicion-de-las-pastillas-de-freno\\_9.html](http://www.blogmecanicos.com/2018/10/composicion-de-las-pastillas-de-freno_9.html) [9]

<https://www.puomotores.com/13176316/tipos-de-pastillas-de-freno> [10]

## **Elementos del sistema**

### **Compresor y acumulador**

[https://ocw.unican.es/pluginfile.php/319/course/section/272/bloque\\_3\\_tema\\_6.3.pdf](https://ocw.unican.es/pluginfile.php/319/course/section/272/bloque_3_tema_6.3.pdf) [11]

### **Red de distribución y cálculo de red de distribución neumática**

<http://fpeingenieriaelectrica.blogspot.com/2016/03/tipos-y-calculo-de-redes-de.html> [12]

[https://ocw.unican.es/pluginfile.php/319/course/section/272/bloque\\_3\\_tema\\_6.3.pdf](https://ocw.unican.es/pluginfile.php/319/course/section/272/bloque_3_tema_6.3.pdf) [13]

<https://es.rs-online.com/web/c/?sra=oss&r=t&searchTerm=racores> [14]

### **Actuadores**

[https://suministointec.com/compactos-guiados-doble-efecto-cg02/30125\\_cil-con-vastago-paralelo-dem-16-cbronce-ref-cg02-aignep-doble-efecto.html?gclid=CjwKCAjwIZf3BRABEiwA8Q0qq9HstqQZzTTIY1aAiPMV2eNUb12FY8oYK95c5CvIIU9Pk124Y9xkzxoCnLsQAvD\\_BwE](https://suministointec.com/compactos-guiados-doble-efecto-cg02/30125_cil-con-vastago-paralelo-dem-16-cbronce-ref-cg02-aignep-doble-efecto.html?gclid=CjwKCAjwIZf3BRABEiwA8Q0qq9HstqQZzTTIY1aAiPMV2eNUb12FY8oYK95c5CvIIU9Pk124Y9xkzxoCnLsQAvD_BwE) [15]

<https://www.smc.eu/es-es/productos/actuadores-sin-vastago~17914~nav> [16]

### **Sensores**

<https://es.rs-online.com/web/p/sensores-fotoelectricos/8089130/> [17]

### **Electroválvulas**

[https://suministointec.com/5-3-vias-cc/5398\\_electrovalvula-monoestable-con-retorno-por-muelle-5-3-vias-ref-01v-s0-7-cc-aignep.html?gclid=CjwKCAjwIZf3BRABEiwA8Q0qq9y2goWrwBI5WTEzXYMFz2rzh04H6Zz0yBf8TMRNpKjU6rsKw4JzIRoCQGoQAvD\\_BwE](https://suministointec.com/5-3-vias-cc/5398_electrovalvula-monoestable-con-retorno-por-muelle-5-3-vias-ref-01v-s0-7-cc-aignep.html?gclid=CjwKCAjwIZf3BRABEiwA8Q0qq9y2goWrwBI5WTEzXYMFz2rzh04H6Zz0yBf8TMRNpKjU6rsKw4JzIRoCQGoQAvD_BwE) [18]

[https://suministrointec.com/nc-retorno-neumatico/35165\\_electrovalvula-monoestable-retorno-neumatico-3-2-vias-ref-01v-s4-3-nc-aignep.html?gclid=CjwKCAjwZf3BRABEiwA8Q0qq-9FSxrePYZvoHI9nr4BWRIXJ-SssydzpqT6\\_VnRt0WN3Ce0jgChYxoCZbAQAvD\\_BwE](https://suministrointec.com/nc-retorno-neumatico/35165_electrovalvula-monoestable-retorno-neumatico-3-2-vias-ref-01v-s4-3-nc-aignep.html?gclid=CjwKCAjwZf3BRABEiwA8Q0qq-9FSxrePYZvoHI9nr4BWRIXJ-SssydzpqT6_VnRt0WN3Ce0jgChYxoCZbAQAvD_BwE) [19]

### **Final de carrera**

<https://es.rs-online.com/web/p/interruptores-final-de-carrera/4473395> [20]

### **Ventosas de vacío**

<https://www.schmalz.com/es/saber-de-vacio/el-sistema-de-vacio-y-sus-componentes/ventosas-de-vacio/> [21]

### **Tratamiento del aire**

<https://personales.unican.es/renedoc/Trasperecias%20WEB/Trasp%20Neu/02%20Tratamiento%20Aire.pdf> [22]

<https://www.fisaliscompresores.com/tratamiento-de-aire-comprimido/> [23]

### **Neumática**

<https://www.areatecnologia.com/que-es-la-neumatica.htm> [24]

<https://personales.unican.es/renedoc/Trasperecias%20WEB/Trasp%20Neu/04%201%20Actuadores.pdf> [25]

### **Fluidsim**

[https://previa.uclm.es/area/imecanica/AsignaturasWEB/Neumatica\\_Hidraulica\\_Industrial/Practicas/Manual\\_Neumatica.pdf](https://previa.uclm.es/area/imecanica/AsignaturasWEB/Neumatica_Hidraulica_Industrial/Practicas/Manual_Neumatica.pdf) [26]

<http://tecnologaslg.blogspot.com/2012/06/fluidsim.html> [27]

### **Arduino**

[http://www.practicasconarduino.com/manualrapido/descripcin\\_y\\_esquemas13.html](http://www.practicasconarduino.com/manualrapido/descripcin_y_esquemas13.html) [28]

<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/category/actuadores/> [29]

<https://www.programoergosum.com/cursos-online/arduino/253-curso-de-iniciacion-a-arduino/software-arduino-ide>

Tipos de arduino y características

<https://store.arduino.cc/> [30]

### **Inventor**

<https://www.asidek.es/industria-y-fabricacion-2/autodesk-inventor-professional/>

<http://www.3dcadportal.com/autodesk-inventor-un-sistema-de-diseno-mecanico-inteligente-con-modelado-3d.html>

### **Libros utilizados**

Parker Hannifin, “Tecnología neumática industrial” Ind. Com. Ltda. Jacareí, SP – Brasil

Festo didactic, “Neumática e hidráulica Sistemas de aprendizaje y servicios para la formación técnica”

Hedges, Charles S., “Industrial Fluid Power”, Volumen 1, Tercera Edición, Dalias, Texas: Womack Educational Publications, Department of Womack Machine Supply Company, 1993 ISBN 0-9605644-5-4