

E.T.S. de Ingeniería Industrial,
Informática y de Telecomunicación

Automatización de la puesta en marcha de los lavavajillas que se encuentran en ensayos de vida.



Grado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Trabajo Fin de Grado

Asier Ibarra Gorriz

Alfredo Ursua Rubio

Pamplona, junio de 2019

1. Introducción

Resumen

El objetivo de este TFG, que se va a llevar a cabo en el departamento de Desarrollo de Lavavajillas de la empresa BSH Esquiroz (Navarra), es automatizar el proceso manual que se realiza actualmente en los ensayos de vida de los lavavajillas. Estos ensayos consisten en reproducir el ciclo de lavado de los lavavajillas durante la vida útil de estos.

Con el propósito de evitar que un operario tenga que añadir jabón, suciedad e iniciar los ciclos de lavado continuamente para cada uno de los lavavajillas que se encuentran en este tipo de ensayos, se automatizará este proceso mediante un robot que se encargará del suministro de jabón, suciedad y de la puesta en marcha del ciclo.

Dicho proyecto incluye el diseño mecánico, eléctrico y neumático de un prototipo de robot creado específicamente para dar solución al automatismo que se plantea. Este robot, mediante un autómeta, se encargará de la apertura y cierre de la puerta del lavavajillas, del suministro de jabón y suciedad y de la puesta en marcha del ciclo.

Con la finalidad de mejorar las instalaciones de ensayos de Vida, se procederá a replicar el prototipo al resto de lavavajillas que se encuentran en este, ahorrando carga de trabajo al personal que se encarga de ello.

Lista de palabras clave

Autómata, lavavajillas, automatización, PLC, Diseño mecánico, Diseño eléctrico, Cuadro eléctrico, SketchUp, Dispensador, Prototipo, Robot, Perfiles de aluminio.

Laburpena

BSH Ezkiroz (Nafarroa) enpresan ontzi-garbigailuen garapen sailean egingo den gradu amaierako lanaren helburu nagusia, ontzi-garbigailuen bizi-entseguetan eskuz egiten diren lanen automatizazioan datza. Entsegu hauek ontzi-garbigailuen garbiketa zikloaren erreproduzioan datzate, haien bizi-denboraldiaren bitartean.

Laborategiko langileek egunero bizpahiru alditan Bizi-entseguen laborategian dauden ontzi-garbigailuei zikinkeria, xaboia eta garbiketa zikloa jartzea saihestea du helburu proiektu honek. Horretarako, ontzi-garbigailuei zikinkeriaz eta xaboiez probestu eta garbiketa zikloa automatikoki martxan jarriko duen makina bat diseinatu eta garatuko da.

Proiektu honek diseinu mekaniko, elektriko eta pneumatiko espezifiko bat du, zeina proposatzen den erronka gauzatzea ahalbidetuko du. Automata baten bitartez, diseinatuko den makina, ontzi-garbigailuen atearen itxieraz eta irekieraz, xaboi eta zikinkeria eskariak eta zikloaren martxaz arduratuko da.

Bizi-entseguen laborategiko instalazioak hobetzeko helburuarekin, behin makina prototipoa montatua eta funtzionatzen izanda, gainontzeko ontzi-garbigailuen postuak automatizatzeari ekinen zaio.

Hitz gakoak

Automata, Ontzi-garbigailua, automatizazioa, PLC-a, Diseinu mekanikoa, diseinu elektriko, armairu elektriko, prototipoa, makina, Aluminiozko perfilak

Summary

The aim of this TFG, which will be carried out in the Dishwasher Development Department of the company BSH Esquiroz (Navarra), is to automatize the manual process currently carried out in the dishwasher life tests. These tests consist of reproducing the washing cycle of the dishwashers during their useful life.

In order to avoid that an operator has to add soap, dirt and start the washing cycles continuously for each of the dishwashers that are in this type of tests, this process will be automatized by means of a robot that will be in charge of supplying soap, dirt and starting the cycle.

This project includes the mechanical, electrical and pneumatic design of a robot prototype created specifically to provide a solution to the automation that is proposed. This robot, through an automaton, will be in charge of opening and closing the dishwasher door, supplying soap and rubbish and starting up the cycle.

In order to improve the Life testing facilities, the prototype will be replicated to the rest of the dishwashers in this one, saving the workload for the workers in charge of it.

List of keywords

Automaton, dishwasher, automation, PLC, Mechanical design, Electrical design, Electrical panel, SketchUp, Dispenser, Prototype, Robot, Aluminium profiles

ÍNDICE

1	Introducción	11
1.1	Objetivo	11
1.2	Motivaciones	11
1.3	Proyecto	12
2	Diseño en 3D	13
2.1	Estructura	13
2.2	Apertura y cierre puerta.....	14
2.3	Dispensador de jabón.....	15
2.4	Dispensador de suciedad	16
3	Diseño mecánico	17
3.1	Estructura	17
3.1.1	Ensamblado de las bases.....	17
3.1.2	Sujeciones auxiliares	18
3.1.3	Bandeja para accesorios.....	19
3.2	Apertura y cierre de la puerta.....	19
3.2.1	Útil apertura y cierre	20
3.2.2	Rodamientos y mecanizado de los ejes	21
3.2.3	Actuador neumático.....	21
3.3	Dispensador de jabón.....	22
3.3.1	Recipiente de jabón.....	22
3.3.2	Actuador neumático, útil y fijación del conjunto	23
3.4	Dispensador de suciedad	24
3.5	Dispensador de aceite	26
3.5.1	Montaje de la estructura.....	26
3.5.2	Dosificación	27
3.6	Armario eléctrico.....	28
3.6.1	Placa de montaje.....	28
3.6.2	Mecanizado del cuadro eléctrico	29
4	Diseño eléctrico.....	31
4.1	Componentes del armario eléctrico.....	31
4.1.1	Interruptor magnetotérmico.....	31
4.1.2	Interruptor diferencial.....	32

4.1.3	Fuente de alimentación.....	33
4.1.4	Autómata (Programmable Logic Controller).....	34
4.1.5	Pantalla.....	34
4.1.6	Relés	35
4.1.7	Porta relés	36
4.1.8	Bornes	36
4.1.9	Borne para conductores de protección.....	37
4.2	Componentes eléctricos sobre el prototipo	38
4.2.1	Apertura y cierre de la puerta	38
4.2.2	Dispensador de jabón.....	39
4.2.3	Dispensador de suciedad	40
4.2.4	Dispensador de aceite.....	41
5	Diseño neumático	43
5.1	Apertura y cierre de la puerta.....	43
5.1.1	Cilindro neumático	43
5.1.2	Electroválvula	44
5.2	Dispensador de jabón.....	44
5.2.1	Cilindro neumático	45
6	Programación	47
6.1	Programación del autómata.....	47
6.1.1	Registro de entradas salida y direcciones internas.....	48
6.1.2	Grafcet.....	49
6.1.3	Tabla secuencial	51
6.1.4	Tabla combinacional.....	51
6.1.5	Programa	52
6.2	Programación de la pantalla	58
7	Medidas del prototipo.....	61
7.1	Estructura del prototipo.....	61
7.2	Dispensador de jabón.....	62
7.3	Dispensador de suciedad	63
7.4	Dispensador de aceite	65
7.5	Entradas/Salidas Bornero.....	66
8	Posibles mejoras y líneas futuras	67
9	Conclusión	69

1. Introducción

10	Bibliografía	71
11	Planos	73
11.1	Esquema cuadro eléctrico	73
11.2	Bornero.....	73
11.3	Esquema neumático.....	73

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Marco base y marco lateral.....	13
Ilustración 2: Marco puerta y útil de apertura.....	14
Ilustración 3: Rodamientos con silleta.....	14
Ilustración 4: Actuador neumático.....	15
Ilustración 5: Dispensador de pastillas de jabón.....	15
Ilustración 6: Dispensador de suciedad.....	16
Ilustración 7: Perfil Bosch y soporte interior en “L” y unión del marco base y marco lateral. [1]	17
Ilustración 8: Unión de las bases y pletina auxiliar.....	18
Ilustración 9: Escuadras exteriores, topes del lavavajillas.....	18
Ilustración 10: Perfil vertical de apoyo y metacrilato.....	19
Ilustración 11: Marco puerta.....	20
Ilustración 12: Útil de apertura.....	20
Ilustración 13: Rodamientos con silletas sobre el marco de la base.....	21
Ilustración 14: Fijación trasera del actuador neumático.....	21
Ilustración 15: Fijación del vástago y el marco.....	22
Ilustración 16: Recipiente de jabón, actuador neumático y útil para extraer pastillas.....	23
Ilustración 17: Trituradora de Tomate Ardes sin modificar.[2].....	24
Ilustración 18: Trituradora modificada.....	25
Ilustración 19: Ampliación tolva de la trituradora.....	25
Ilustración 20: Estructura del dispensador.....	26
Ilustración 21: Colocación de la electroválvula.....	27
Ilustración 22: Placa de montaje con los componentes.....	28
Ilustración 23: Puerta del cuadro eléctrico y pantalla.....	29
Ilustración 24: Ficha de datos interruptor magnetotérmico[3].....	31
Ilustración 25: Ficha de datos interruptor diferencial[4].....	32
Ilustración 26: Esquema simplificado de la fuente de alimentación[5].....	33
Ilustración 27: Fuente de alimentación SIEMENS[5].....	33
Ilustración 28: PLC siemens s7-200 [6].....	34
Ilustración 29: Pantalla SIEMENS.....	35
Ilustración 30: Relé utilizado en el prototipo.....	35
Ilustración 31: Relé y porta relé montados sobre el carril DIN.....	36
Ilustración 32: Bornes utilizados en el prototipo[7].....	37
Ilustración 33: Borne de toma tierra sobre carril DIN.....	37
Ilustración 34: Sensores sobre la carcasa del pistón.....	38
Ilustración 35: Electroválvula 5/2.....	39
Ilustración 36: Sensor de la jabonera.....	39
Ilustración 37: Sensor del dispensador de suciedad.....	40
Ilustración 38: Cilindros neumáticos de doble acción Joucomatic [8].....	43
Ilustración 39: Esquema del actuador neumático[9].....	44
Ilustración 40: Cilindro neumático ASCO[10].....	45
Ilustración 41: Grafcet del programa.....	50
Ilustración 42: Variables asociadas a la pantalla y la PLC.....	58

1. Introducción

Ilustración 43: Esquema de las distintas imágenes y su clasificación.	59
Ilustración 44: Estructura del prototipo, piezas numeradas.	61
Ilustración 45: Dispensador de jabón, piezas numeradas.	62
Ilustración 46: Dispensador de suciedad, piezas numeradas.	63
Ilustración 47: Dispensador de aceite, piezas numeradas.	65

1 Introducción

En este apartado se explicarán los objetivos del proyecto y las motivaciones personales por los que se ha decidido emprender este proyecto.

1.1 Objetivo

El objetivo principal de este proyecto es aplicar los conocimientos aprendidos a lo largo de la carrera en el proyecto que la empresa ha propuesto al alumno en prácticas. Además, se debe conseguir una solución eficaz y económica para el proyecto.

Una parte importante de este proyecto es conseguir una automatización lo más económica posible. El reto que se propone por parte de la empresa es crear un automatismo para automatizar la puesta en marcha de los diferentes lavavajillas que se encuentran en ensayos de vida de una forma económica, ya que en otras fábricas del mismo grupo se dispone de esta automatización, pero de una forma costosa. Este automatismo debe ser capaz de abrir las puertas de los lavavajillas, suministrar jabón y suciedad en el interior del aparato, cerrar la puerta y poner en marcha el ciclo de lavado.

El robot que se debe diseñar tiene que ser una máquina versátil, ya que este robot tiene que ser válido para cada modelo de lavavajillas que se fabrica, independientemente del tamaño del lavavajillas o de la disposición de los botones.

1.2 Motivaciones

La principal razón por la que se decide embarcar en este proyecto es poder aplicar lo aprendido en el grado de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Durante el grado se realizan prácticas y proyectos, estos están tan guiados y tan simplificados que no dejan al alumno ver las dificultades y afrontar los problemas que surgen a la hora de llevar a cabo un proyecto.

Por ello, se pretende crear un proyecto amplio que abarque tantos aspectos como la etapa de diseño, elaboración de presupuestos, montaje de prototipos, exposiciones ante el departamento, fase de pruebas del prototipo... Mediante proyectos de esta clase se logra seguir aprendiendo y formarse en ámbitos diferentes al ámbito universitario.

1. Introducción

Otro factor de peso para elegir este proyecto es que escapa del trabajo teórico, es decir, el proyecto tiene una gran carga teórica pero también abarca una gran parte práctica, el montaje, la programación, la instalación eléctrica Esto es lo que por parte del alumno se busca, por ello, poder embarcarse en un proyecto de este tipo tiene un valor añadido para él alumno en prácticas.

1.3 Proyecto

En este apartado se explicará la distribución de las distintas partes que componen el proyecto: Diseño en 3D, diseño mecánico, diseño eléctrico, diseño neumático, programación y medidas del prototipo.

En el proyecto se encuentran distintos apartados de diseño, apartado de programación y de medidas. Los apartados de diseño explican el montaje tanto mecánico, eléctrico y neumático de las distintas estructuras y dispositivos que forman el prototipo. También se explican las características de los elementos utilizados en el montaje del prototipo.

En el apartado de programación se explica el método de programación utilizado tanto para el autómeta que gobierna el prototipo como para la pantalla que da soporte al autómeta. Por ultimo en el apartado de medidas se exponen las distintas piezas y uniones que forman el prototipo a fin de facilitar futuras réplicas del prototipo.

2 Diseño en 3D

Como es habitual en los proyectos de este tipo, antes de fabricar un robot que cumpla con las especificaciones del automatismo que se requiere, se crea primero un prototipo de robot. Mediante el prototipo se ve in situ las dificultades o los fallos que van a ir surgiendo. Corrigiendo los fallos y problemas se llega a construir una maquina completamente funcional que después se extrapolara al resto de lavavajillas que se deseen automatizar.

A través de distintos diseños y bocetos se ha llegado a obtener un diseño definitivo del automatismo. El asesoramiento de parte del equipo de desarrollo de lavavajillas ha sido fundamental para obtener un diseño simple y funcional.

El diseño en 3D se ha implementado utilizando el programa SketchUp. Este diseño refleja la estructura del prototipo, la apertura y cierra de la puerta, el dispensador de jabón y el dispensador de suciedad.

2.1 Estructura

Los lavavajillas que actualmente se fabrican en esta planta (BSH, Esquiroz), independientemente del modelo que sean, tienen en común que todos utilizan la misma base, por lo que se ha diseñado una estructura con forma de marco en “U” que agarre esa base común. Una vez que se tiene fija la base, para fijar los laterales del lavavajillas se ha diseñado otro marco que agarre los laterales y la parte de arriba de los lavavajillas.

Como no todos los lavavajillas tienen la misma altura, el diseño está hecho para el lavavajillas más alto, pudiendo bajar del marco lateral el perfil horizontal superior, consiguiendo así fijar bien los aparatos, independientemente de su altura.

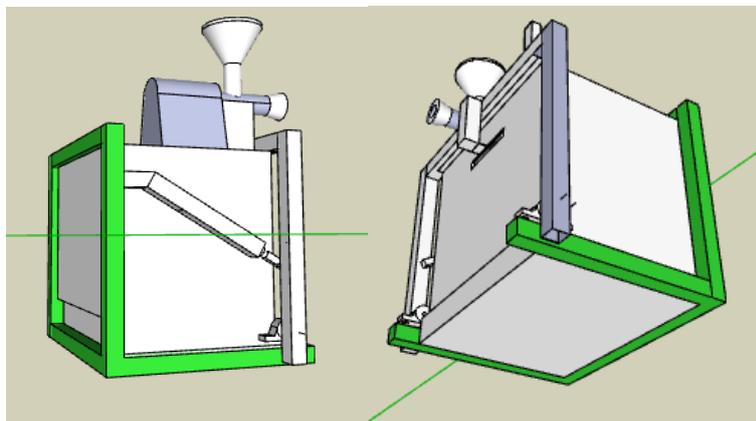


Ilustración 1: Marco base y marco lateral.

2. Diseño en 3D

2.2 Apertura y cierre puerta

La apertura y cierre de la puerta del lavavajillas se hace a través de un marco en forma de “U” que rodea la puerta del lavavajillas. Este marco agarra la puerta mediante un útil expresamente diseñado. El útil está fijado en el centro del marco a la altura del tirador de la puerta. Por su forma, el útil, se introduce dentro del tirador de la puerta, sujetándolo a presión.

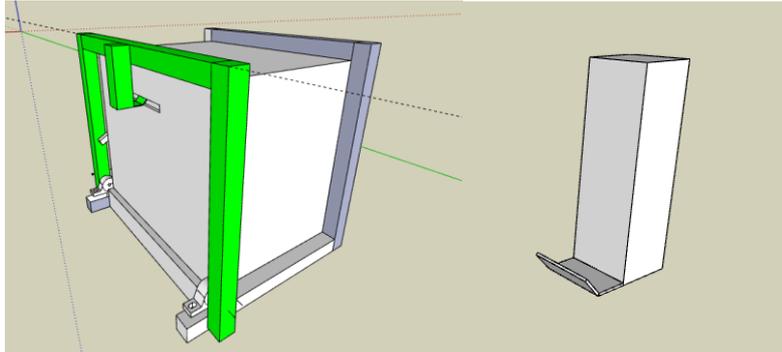


Ilustración 2: Marco puerta y útil de apertura.

Una vez se tiene el marco y la puerta fijada, hay que conseguir que estos dos hagan el mismo desplazamiento circular para la apertura y cierre. Para ello, hay que hacer coincidir el eje de giro del marco y de la puerta, mediante unos rodamientos. Los rodamientos irán fijados mediante una silleta a la estructura y por medio de unos ejes se unirán al marco de la puerta consiguiendo así el giro circular deseado.

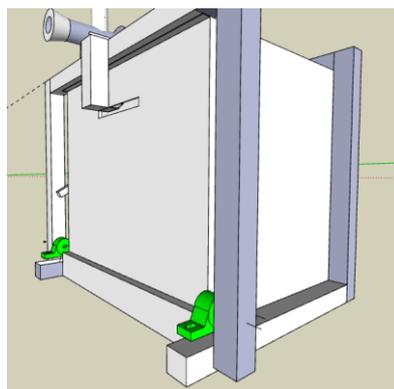


Ilustración 3: Rodamientos con silleta.

Un pistón neumático actuará sobre el marco de la puerta, a medida que el embolo avance este empujará el marco, ya que está fijado a él mediante un eje. Por el contrario, cuando se recoja el embolo, este tirará del marco cerrando la puerta.

El actuador neumático está fijado por la parte posterior a la estructura mediante una bisagra, la cual le aporta un grado de libertad a el conjunto, por otro lado, en el extremo opuesto está fijado al marco mediante un eje, como anteriormente se ha comentado, el cual también aporta otro grado de libertad al conjunto. Mediante estas dos articulaciones se consigue una correcta apertura.

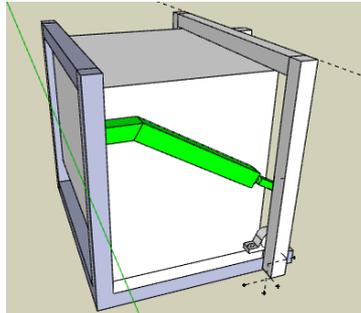


Ilustración 4: Actuador neumático.

2.3 Dispensador de jabón

Después de valorar diversas formas de suministrar jabón al lavavajillas, se optó por añadir una pastilla de jabón dentro del lavavajillas, sin necesidad de insertarla dentro de la jabonera. El inconveniente de no meter el jabón en su recipiente es que durante el ciclo de aclarado el jabón está en contacto con el agua, debido a esto, se puede llegar a perder parte del jabón durante el ciclo, ya que la jabonera dispensa el jabón después del ciclo de aclarado.

La decisión de utilizar el formato de pastilla ante el formato líquido o en polvo se debe a que la pastilla es más resistente ante un ciclo de aclarado. Además, estas pastillas son de tipo 3 en 1, es decir, incluyen sal y abrillantador por lo que en principio ya no sería necesario hacer un suministro de estos productos.

Para dispensar el jabón se ha diseñado un recipiente vertical en el cual se insertan las pastillas apiladas una encima de otra. El recipiente dispone de dos orificios en la parte inferior por el cual mediante la acción de un actuador neumático un útil expresamente diseñado empujará la pastilla sacándola del recipiente vertical y lanzándola al interior del lavavajillas.

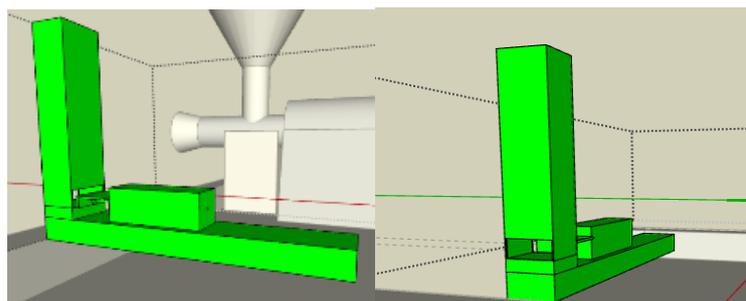


Ilustración 5: Dispensador de pastillas de jabón

2. Diseño en 3D

2.4 Dispensador de suciedad

A fin de que el ensayo de vida se atenga lo máximo a la realidad, es necesario introducir suciedad en los lavavajillas para simular la suciedad y los restos de comida que se pueden llegar a introducir en el cotidiano funcionamiento de los lavavajillas.

La suciedad que se introduce en los lavavajillas es una suciedad homologada, compuesta por diversos alimentos triturados mezclados con aceite.

El diseño del dispensador de suciedad se basa en una tolva con capacidad para almacenar una cantidad razonable de suciedad junto a un tornillo sin fin controlado por un motor eléctrico. A medida que gira el tornillo sin fin, la suciedad retenida en la tolva se desplaza por el tornillo hasta llegar al final. Entonces la suciedad cae y entra dentro del lavavajillas. La puerta del lavavajillas debe estar abierta de antemano.

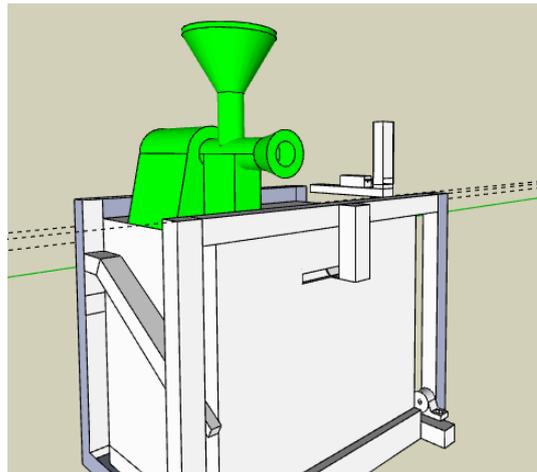


Ilustración 6: Dispensador de suciedad.

3 Diseño mecánico

En el apartado de diseño mecánico se desarrollará cómo se ha implementado el montaje del prototipo, tanto el montaje estructural, el dispensador de jabón y de suciedad, la apertura y cierre de la puerta, el cuadro eléctrico y los actuadores neumáticos vistos en el apartado de diseño en 3D.

3.1 Estructura

Para la construcción de la estructura y gran parte del prototipo se han utilizado perfiles de aluminio Bosch debido a su ligero peso y bajo coste. Además, estos perfiles disponen de ranuras a lo largo del perfil que facilitan la unión y montaje con otros perfiles. Otra ventaja de utilizar este tipo de perfilería es que existe un extenso mercado de accesorios, escuadras, tapas y uniones que facilitan el montaje.

3.1.1 Ensamblado de las bases

Como se ha visto en el apartado de diseño en 3D, la estructura fija del prototipo está formada por dos marcos que agarran la base y los laterales del lavavajillas. Estos marcos con forma de “U” han sido montados con perfiles de aluminio Bosch de 45 x 45 mm.

Tanto el marco que agarra la base como el marco que agarra los laterales están formados por tres perfiles de aluminio unidos entre sí. La unión se ha efectuado mediante unas escuadras en forma de “L” que quedan escondidas en las ranuras internas de los perfiles. El uso de estas escuadras no es un hecho arbitrario. Su utilización se debe a que los marcos tienen que ajustarse a la base del lavavajillas perfectamente y cualquier tornillo o escuadra que asomase del perfil dificultaría la sujeción de la base.

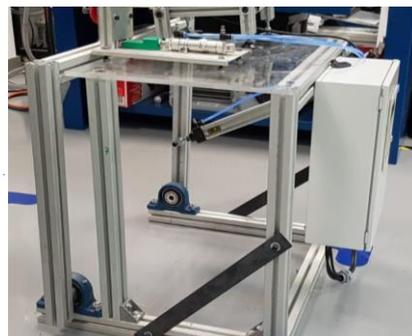
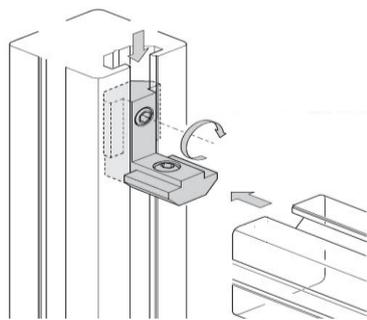


Ilustración 7: Perfil Bosch y soporte interior en “L” y unión del marco base y marco lateral. [1]

3. Diseño mecánico

Por otro lado, la unión de las dos bases entre sí se ha efectuado con escuadras fijadas sobre los perfiles Bosch, ya que el lugar en el que se da esta unión no influye en la sujeción del lavavajillas.

3.1.2 Sujeciones auxiliares

Aunque no esté reflejado en el diseño en 3D se han instalado unas pletinas de hierro atornilladas de base a base para reforzar la estructura, ya que se ha visto en la etapa de las primeras pruebas que las uniones entre los perfiles tienen holgura y al actuar el cilindro de apertura las bases tienden a separarse.

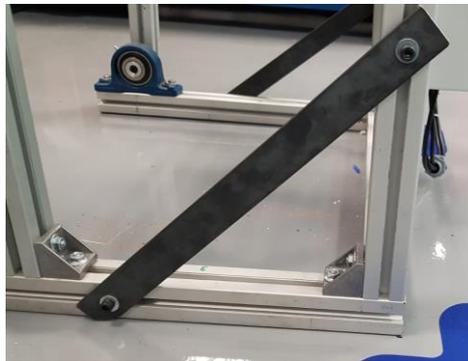


Ilustración 8: Unión de las bases y pletina auxiliar.

Para poder sujetar el lavavajillas correctamente se han colocado unas escuadras en el marco que agarra la base del lavavajillas, en la parte interior del marco, para conseguir un ajuste perfecto entre el lavavajillas y el marco. Las escuadras están forradas con aislante en las partes que están directamente en contacto con el lavavajillas para evitar marcas o ralladuras en el lavavajillas.

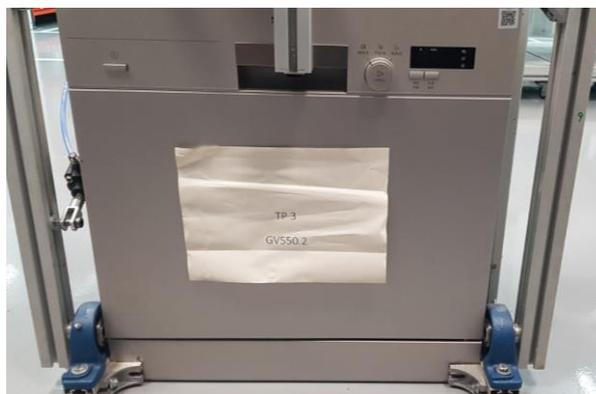


Ilustración 9: Escuadras exteriores, topes del lavavajillas

3.1.3 Bandeja para accesorios

Se ha instalado un perfil vertical en el marco que agarra la base del lavavajillas, pese a no estar reflejado en el diseño en 3D. Mediante una escuadra exterior se ha fijado el perfil vertical con la base horizontal que agarra el lavavajillas. Este perfil queda a la misma altura que el marco que sujeta el lateral de los lavavajillas. De esta forma es posible colocar horizontalmente sobre el perfil vertical y el marco lateral una lámina, concretamente una lámina de metacrilato, en la que irán sujetos tanto el dispensador de jabón como el dispensador de suciedad.



Ilustración 10: Perfil vertical de apoyo y metacrilato.

Para fijar la lámina de metacrilato al perfil vertical ha sido necesario mecanizar una rosca en el interior de este perfil y hacer un orificio al metacrilato. Se ha pasado un tornillo por el orificio del metacrilato y se ha roscado en el perfil fijando así las dos piezas entre sí. La unión del metacrilato con el perfil superior de la base también está fijada mediante dos tornillos, solo que en este caso no ha sido necesario mecanizar el perfil, ya que los tornillos se han fijado en la ranura del perfil a través de unas tuercas en forma de T que se introducen en la ranura. A fin de que las cabezas de los tornillos queden niveladas en el metacrilato se han avellanado los orificios del metacrilato quedando así incrustadas las cabezas de los tornillos en el metacrilato.

3.2 Apertura y cierre de la puerta

Siguiendo el diseño en 3D, para la apertura y cierre de la puerta se ha creado un marco metálico con perfiles Bosch de 45 x 45mm. Al igual que en el apartado anterior se ha montado

3. Diseño mecánico

el marco con tres perfiles unidos entre sí mediante dos escuadras exteriores. A fin de hacer más rígida la estructura, se ha instalado unas pletinas en las uniones de los perfiles, sujetas mediante unos tornillos con cabeza en forma de T incrustados en las ranuras de los perfiles.



Ilustración 11: Marco puerta.

3.2.1 Útil apertura y cierre

El útil de apertura y cierre de la puerta está fabricado con parte de un perfil Bosch y una pletina de hierro doblada con cierto ángulo. La parte superior del útil está fijada al marco de la puerta mediante una escuadra exterior, la parte inferior, la encargada de agarrar el tirador de la puerta, está formada por una pletina de hierro expresamente doblada para poder introducirla en el tirador de la puerta.

Para fijar la pletina al perfil, se ha taladrado un agujero a la pletina y en el orificio interior del perfil se ha mecanizado una rosca, para poder unir estas dos piezas con un tornillo.



Ilustración 12: Útil de apertura.

3.2.2 Rodamientos y mecanizado de los ejes

En la estructura que sujeta el lavavajillas hay fijados dos rodamientos con sus respectivas silletas. El eje de los rodamientos debe coincidir con el eje de la puerta del lavavajillas, ya que tienen que describir el mismo movimiento circular. Para unir el marco de la puerta con los rodamientos, se han mecanizado varios ejes. Estos ejes disponen de una rosca en el centro, en la que irá roscado un tornillo con cabeza en forma de T que irá introducido en la ranura del perfil, quedando así fijado el marco con la estructura.



Ilustración 13: Rodamientos con silletas sobre el marco de la base.

3.2.3 Actuador neumático

El cilindro neumático encargado de la apertura y cierre de la puerta posee dos fijaciones: la fijación que une la estructura con el cilindro y la fijación que une el vástago del actuador neumático con el marco de la puerta.

La fijación trasera, la encargada de unir el actuador a la estructura, está hecha por medio de una articulación. La parte de la articulación que va fijada a la estructura está unida a esta con un tornillo con cabeza en T. Para unir la que une la articulación con la base del pistón hay que utilizar una pletina cuadrada como nexo, ya que no se puede fijar la articulación directamente con el cilindro.



Ilustración 14: Fijación trasera del actuador neumático.

3. Diseño mecánico

La forma de proceder es la siguiente: mediante 4 tornillos se fija la pletina al cilindro, el cilindro posee 4 roscas interiores para poder atornillar las sujeciones. Con un quinto tornillo se fija la pletina a la articulación consiguiendo así una pieza uniforme. Se ha avellanado el orificio del quinto tornillo ya que sino la cabeza de este interferiría en el correcto montaje del conjunto.

Por otro lado, la fijación del vástago con el marco se da por medio de un tornillo. Este tornillo posee una parte lisa, sin rosca, la cual se queda introducida en el orificio que tiene el vástago permitiendo el giro del tornillo respecto al vástago. La rosca del tornillo, se introduce en el perfil ranurado y se une con una tuerca en forma de T previamente introducida en la ranura, quedando así fijado el marco de la puerta al cilindro neumático.



Ilustración 15: Fijación del vástago y el marco.

3.3 Dispensador de jabón

El dispensador de jabón está formado por un recipiente especial para apilar las pastillas de jabón y por un cilindro neumático que dispensa las pastillas de jabón, todo montado sobre una chapa de acero.

3.3.1 Recipiente de jabón

El recipiente de pastillas está formado principalmente por dos perfiles Bosch de 30 x 30 mm a los cuales se les ha hecho una rosca en el interior del perfil. Estos perfiles están atornillados a una chapa de acero a la cual se le han hecho unos orificios para pasar los tornillos. La separación entre perfil y perfil coincide con la largura de la pastilla de jabón quedando las pastillas fijadas entre los perfiles. A fin de que la pila de pastillas no se caiga, se han atornillado dos láminas de acero entre perfil y perfil. Estas láminas cubren desde la parte superior del perfil

hasta casi la base, dejando un hueco, entre el final de la lámina y la base, del tamaño de una pastilla de jabón, permitiendo así que puedan salir las pastillas del recipiente.

3.3.2 Actuador neumático, útil y fijación del conjunto

Por otro lado, en la misma base de acero se ha fijado por medio de unas abrazaderas de metal un cilindro neumático, el cual ira sacando una a una las pastillas apiladas en el recipiente. Como la altura del vástago del pistón es más alto que el orificio para sacar las pastillas se ha creado un útil de un polímero anti fricción en forma de L, el cual mediante la acción del cilindro irá sacando las pastillas. Este útil expresamente mecanizado consta de una parte recta que se introduce en el recipiente y de una parte más gruesa que va roscada al vástago del cilindro.

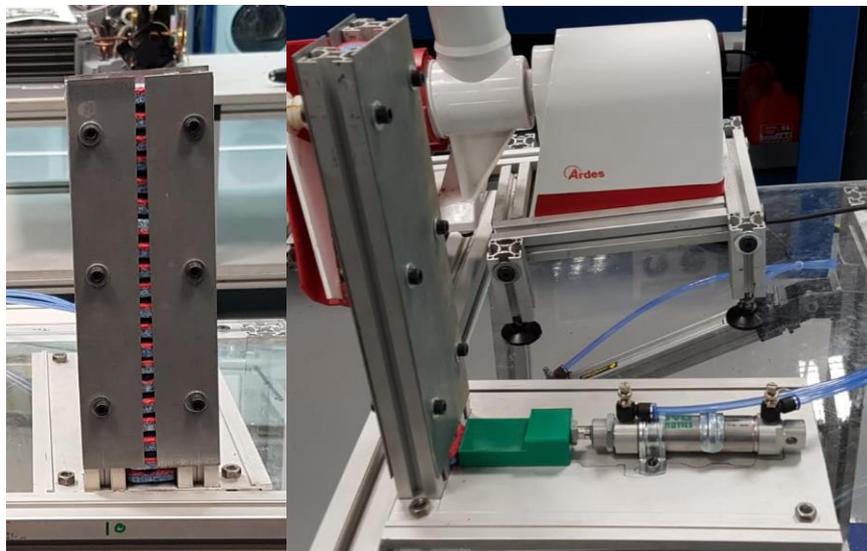


Ilustración 16: Recipiente de jabón, actuador neumático y útil para extraer pastillas.

La base de acero sobre la que está montado el dispensador está fijada a la lámina de metacrilato con cuatro tornillos. El uso de los tornillos para fijar la lámina de acero permite ajustar la altura del dispensador. De este modo se consigue fijar esa altura utilizando tres tuercas por tornillo. La primera tuerca sujetará el tornillo al metacrilato, la segunda tuerca definirá la altura a la que ira la lámina de acero y por último se apretará la lámina a los tornillos mediante otra tuerca.

3. Diseño mecánico

3.4 Dispensador de suciedad

Como refleja el apartado diseño en 3D, el dispensado de suciedad se va a realizar mediante una tolva y un tornillo sin fin. Debido a la complejidad de diseñar y al sobrecoste que iba a suponer montar un artilugio de este tipo, se ha optado por comprar una trituradora de tomate, ya que esta precisa de una tolva y un tornillo sin fin.

Para el correcto funcionamiento de la trituradora como dispensador de suciedad y evitar atascos y problemas al dispensar, hay que hacerle varios cambios físicos al aparato.

La tomatera dispone de un tamiz que recubre el tornillo sin fin, debido a que esta no está diseñada para mover suciedad en polvo, al usarse con este fin, se atasca. Por lo que se ha retirado el tamiz de la tomatera. Como el tamiz sostenía el sin fin, en la trituradora ha habido que construir una estructura para sujetar el sin fin.



Ilustración 17: Trituradora de Tomate Ardes sin modificar.[2]

La estructura está formada por un marco de perfiles Bosch de 30 x 30 mm que rodean el motor de la trituradora, la unión de este marco está hecha roscando los perfiles y atornillándolos entre sí. Del marco que rodea el motor, continúa un perfil hasta el extremo más lejano del tornillo sin fin. Ahí con otro perfil atornillado verticalmente y un tope mecanizado se sujeta el sin fin contra la trituradora. Además, la estructura dispone de unas patas para elevarse y no colisionar con el marco de la puerta, estas patas elevan un lado de la trituradora más que el otro ya que así la suciedad desliza mejor por la rampa a la que el sin fin vierte la suciedad.

La estructura de elevación se ha montado con perfiles Bosch de 30 x 30 mm y unas patas roscadas. Se han atornillado cuatro perfiles a la estructura a través de unos orificios previamente taladrados. Después, se ha roscado el orificio interior de los perfiles con un macho para poder acoplarles las patas roscadas y ajustar el conjunto a la altura requerida.



Ilustración 18: Trituradora modificada.

Debido a la escasez de volumen de la tolva en la que se introduce la suciedad ha sido necesario aumentar su tamaño. Para ello se ha fabricado un cilindro con varias láminas de cartón, pegamento termofusible y cinta metálica. El cilindro que se ha fabricado encaja en el borde circular de la tolva de serie con la que venía la trituradora.



Ilustración 19: Ampliación tolva de la trituradora.

3. Diseño mecánico

3.5 Dispensador de aceite

La suciedad que se utiliza para los lavavajillas es una suciedad homologada que se mezcla con aceite antes de introducirla a los lavavajillas. Durante el montaje del prototipo se vio que el dispensador de suciedad no era capaz de suministrar el conjunto suciedad más aceite, pero que sí que era capaz de suministrar suciedad sin aceite. Por ello se decidió hacer el suministro de estos dos elementos de forma separada.

3.5.1 Montaje de la estructura

El dispensador de aceite viene a ser una estructura formada por perfiles Bosch de 30 x 30 mm que sujeta una botella de aceite boca abajo. La estructura consta de un marco cuadrado en el que se introduce la botella con unas patas que elevan la estructura para conseguir una mayor altura del líquido y por ende más presión.

El marco cuadrado se ha montado con cuatro trozos de perfil de 30 x 30 mm. A dos de estos perfiles se les ha mecanizado una rosca en el interior del perfil y a los otros dos se les ha hecho dos agujeros pasantes en los extremos del perfil. Después, mediante unos tronillos se han unido los 4 perfiles.

Las patas que elevan el marco son otros cuatro perfiles de 30 x 30 mm, estos perfiles tienen un orificio pasante en la parte superior. Para unir las patas a la estructura se han utilizado tornillos de 70 mm de longitud. Estos tornillos pasan por el agujero pasante de las patas, por el agujero pasante de los perfiles de la estructura cuadrada y acaban roscándose en los agujeros mecanizados.



Ilustración 20: Estructura del dispensador.

Por ultimo con el objetivo de que la resbaladiza botella de aceite no se contraiga y caiga de la estructura, se ha colocado una lámina cuadrada sujeta con unas escuadras a las patas del dispensador. Esta lámina tiene un orificio circular en el centro por el que sale la boquilla y el tapón de la botella, apoyando así el cuello de la botella sobre la lámina, distribuyendo parte del peso.

3.5.2 Dosificación

Una vez colocada la botella de aceite sobre la estructura hay que conseguir dispensar el aceite dentro de la cuba del lavavajillas. Para dispensar el aceite se ha hecho un orificio en la tapa de plástico de la botella. En el orificio se ha introducido un racor dejando la parte roscada del racor dentro de la botella para poder amarrarla con una tuerca. La tuerca utilizada para amarrar el racor se ha fabricado cortando un codo roscado. Se ha introducido una arandela de tipo metalgoma entre la tuerca y la tapa de plástico, para evitar fugas.

Una vez montado el racor sobre la tapa se ha llevado un tubo desde el racor hasta el dispensador de suciedad, donde se ha amarrado una electroválvula mediante una brida metálica. La electroválvula está amarrada al dispensador de suciedad debido a que este sobresale de la estructura del prototipo, ya que tiene que dejar caer la suciedad sobre la puerta del lavavajillas. Amarrando la electroválvula al dispensador de suciedad se consigue que sobresalga la electroválvula dosificando así dentro del lavavajillas.

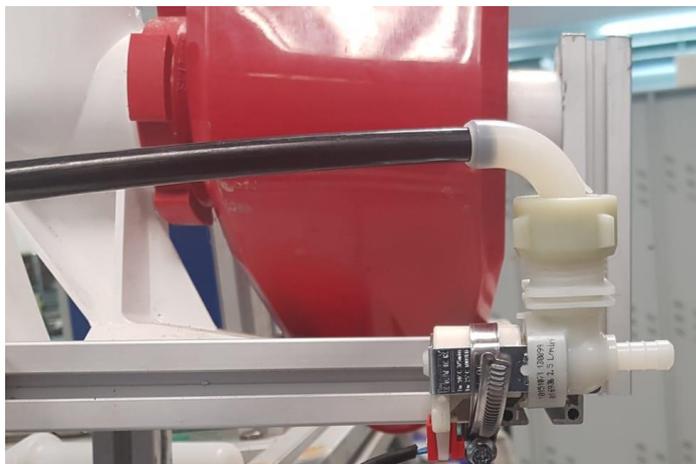


Ilustración 21: Colocación de la electroválvula.

3. Diseño mecánico

3.6 Armario eléctrico

El armario eléctrico que alberga las conexiones eléctricas del prototipo tiene unas dimensiones de 300 x 400 mm y está sujeta al perfil vertical de la estructura del prototipo mediante dos tornillos con tuercas en forma de “T”. En el armario se pueden encontrar las protecciones eléctricas del cuadro, el autómatas, relés y unos borneros para las entradas y salidas. En la puerta del cuadro se encuentra una pantalla con sus correspondientes botones. Además, para la entrada y salida de cables se dispone de dos prensaestopas colocadas en la parte inferior del cuadro.

3.6.1 Placa de montaje

Los diferentes componentes eléctricos necesarios para el funcionamiento del prototipo se han montado sobre una lámina de acero inoxidable de 280 x 480 mm. Esta placa va alojada al fondo del armario eléctrico mediante unos tornillos, para poder fijarla ha sido necesario mecanizar unos orificios en las esquinas de la placa.



Ilustración 22: Placa de montaje con los componentes.

Además de los agujeros para la fijación de la placa, ha sido necesario mecanizar más agujeros para fijar los carriles DIN y las canaletas utilizadas para pasar de una forma ordenada los cables. El carril DIN y la canaleta portacables están sujetos mediante tornillos y sus respectivas tuercas.

3.6.2 Mecanizado del cuadro eléctrico

En la puerta del armario eléctrico se encuentra incrustada una pantalla SIEMENS desde la cual se puede ver y cambiar parámetros del automatismo. Para fijar la pantalla ha sido necesario hacer un orificio rectangular de 135 x 170 mm. Este orificio se ha efectuado perforando la tapa del armario con el taladro. Posteriormente se ha introducido por ese agujero la hoja de una caladora con la que se ha recortado el rectángulo.



Ilustración 23: Puerta del cuadro eléctrico y pantalla.

Además del mecanizado de la puerta ha sido necesario mecanizar dos agujeros en la base del cuadro para poder pasar los cables. La forma de proceder ha sido la siguiente: con una corona de 25mm se han hecho los dos orificios, después se han introducido en esos agujeros unos prensaestopas de métrica 25, los prensaestopas van fijadas con una tuerca que las sujeta contra el cuadro. Los prensaestopas se utilizan para evitar que el cable se dañe y se pele con el contacto directo con la chapa, al introducir el cable por los prensaestopas se evita el contacto con el cuadro y se le proporciona un orificio de plástico por el que pasar, evitando así los cantos cortantes.

3. Diseño mecánico

4 Diseño eléctrico

En el presente apartado se procederá a explicar todos los componentes eléctricos que toman parte en el funcionamiento del prototipo. Se clasificarán en función del lugar en el que se encuentren, alojados en el cuadro eléctrico, o en diferentes puntos del prototipo.

4.1 Componentes del armario eléctrico

En este apartado encontraremos los distintos dispositivos que forman el armario eléctrico: elementos de protección, elementos de mando, elementos utilizados como nexos.

4.1.1 Interruptor magnetotérmico

El interruptor magnetotérmico es un dispositivo electromecánico diseñado para proteger las instalaciones eléctricas de sobrecargas y cortocircuitos. Este dispositivo se encargará de cortar el paso de la corriente cuando esta sobrepase los valores predeterminados por el fabricante.

Su funcionamiento se basa en el paso de la corriente por dos dispositivos que van en serie, una lámina bimetálica y una bobina. El bimetal, la parte térmica, se encarga de las sobreintensidades. Es decir, con el paso prolongado de una corriente superior a la nominal por el bimetal, este, comienza a calentarse. Al estar formado por dos metales diferentes la lámina metálica se comba y acciona el interruptor. Por otro lado, la bobina, la parte magnética, es la encargada de despejar los cortocircuitos. Ante una falta de este tipo, la bobina, con el paso elevado de la corriente acciona el disparo y despeja la falta.

In (A)	Referencias		
	curva B	curva C	curva D
0,5		24068	
1	24071	24331	24653
2	24072	24332	24654
3	24073	24333	24655
4	24074	24334	24656
6	24075	24335	24657
10	24076	24336	24658
16	24077	24337	24660
20	24078	24338	24661
25	24079	24339	24662
32	24080	24340	24663
40	24081	24341	24664
50	24082	24342	24665
63	24083	24343	24666

2 polo protegido
Ancho de paso
en 9mm: 4



2 polos

Ilustración 24: Ficha de datos interruptor magnetotérmico[3].

4. Diseño eléctrico

En este caso, se ha optado por un interruptor magnetotérmico de la marca *Merlin Gerin* cuya referencia es 24656. Este producto con nombre multi 9 C60N es un magnetotérmico bipolar. Su intensidad nominal es de 4A y su tensión nominal es de 400 v en alterna, curva de disparo tipo D con un poder de corte de 6KA.

4.1.2 Interruptor diferencial

El interruptor diferencial es un elemento de protección electromecánico que protege a las personas ante contactos directos con una parte de la instalación. También protege frente a contactos de elementos activos con parte de la instalación.

Su funcionamiento se basa en un equilibrio entre el flujo que genera la corriente de salida y la de entrada, es decir, si la corriente que entra por el diferencial no es la misma que sale por él, en algún lugar del circuito hay una falta a tierra, el diferencial saltará cortando así el suministro.

En esta ocasión se ha optado por un interruptor diferencial de la marca *Merlin Gerin* cuya referencia es 16204. Este producto de la gama multi 9 ID es un interruptor diferencial bipolar, con una intensidad nominal de 40A y tensión nominal 230V. Con una sensibilidad de 30mA y una intensidad de cortocircuito de 3KA. La clase de protección ante fugas a tierra es de tipo AC.

Interruptores diferenciales gama ID/IDsi IEC1008



ID



IDsi

Interruptores diferenciales "ID" (Clase AC)

Nº Polos	Corriente nominal (A)	Sensibilidad (mA)	Referencias
2	25	10	16200
2	25	30	16201
2	25	300	16202
2	40	30	16204
2	40	300	16206
2	63	30	16208
2	63	300	16210
2	80	30	16212

Ilustración 25: Ficha de datos interruptor diferencial[4].

4.1.3 Fuente de alimentación

La fuente de alimentación es un dispositivo que transforma de corriente alterna a corriente continua. El valor de la tensión de salida es fijo de 24V. la tensión de entrada, al contrario, puede tomar valores entre 85V y 246V en AC.

La fuente de alimentación reduce el valor de tensión de entrada a través un transformador, proporcionando aislamiento galvánico. Una vez reducido el valor de tensión de entrada se rectifica la corriente mediante un puente de diodos y después la corriente se filtra con ayuda de un filtro paso bajo. Por último, se estabiliza la tensión de salida con un regulador de tensión.

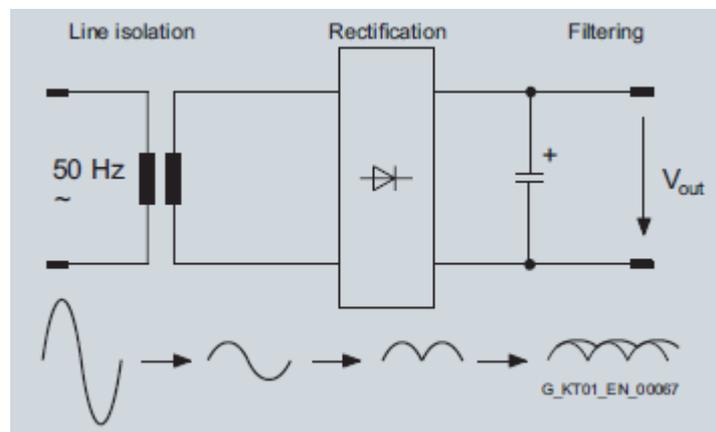


Ilustración 26: Esquema simplificado de la fuente de alimentación[5].

En esta aplicación se ha utilizado una fuente de alimentación de la marca SIEMENS cuyo número de referencia es 6ep1332-1sh51. Sus principales características son que dispone de una tensión de entrada variable y una tensión de salida fija a 24V, con una corriente máxima de salida de 4A. Con el módulo de alimentación se suministra energía a la PLC, los diversos sensores, relés y a las distintas electroválvulas que hay instalados por el prototipo.



Ilustración 27: Fuente de alimentación SIEMENS[5].

4. Diseño eléctrico

4.1.4 Autómata (Programmable Logic Controller)

El autómata o la PLC (Programmable Logic Controller) es un dispositivo electrónico programable utilizado para controlar procesos secuenciales, muy utilizado en la industria. En este caso se ha utilizado para el control del prototipo de robot que se ha construido.

La PLC está alimentada por una fuente de alimentación de la misma marca que le suministra corriente continua a 24V. El autómata está formado por un conjunto de entradas y salidas, de las cuales y en función de su estado, el autómata se encontrará en un proceso o en otro. Además, la PLC dispone de un puerto para la comunicación con una pantalla o con un PC. También dispone de una entrada para poder añadir módulos con más entradas y salidas.

Para esta aplicación se ha utilizado una PLC de la marca SIEMENS, en concreto el modelo S7-200, con una CPU-224. La PLC gobierna la actuación de los cilindros neumáticos encargados de la apertura y cierre de la puerta del lavavajillas y del cilindro del dispensador de jabón. También controla los relés utilizados para la activación del ciclo del lavavajillas, el dispensador de suciedad y el dispensador de aceite. Además, recibe señal del estado de los sensores dispuesto por el prototipo.



Ilustración 28: PLC siemens s7-200 [6].

4.1.5 Pantalla

La pantalla es un dispositivo utilizado para la interacción entre el operario y la máquina. Permite ver el estado de los procesos, visualización de datos y variables. En función de la programación realizada permite cambiar variables, ajustar tiempos, pausar el programa y muchas acciones más,

Para esta aplicación se ha utilizado una pantalla SIEMENS. En concreto, una SIMATIC OP7. Esta es una pantalla básica con pocos botones pero suficiente para este automatismo. La pantalla necesita una alimentación de 24V, suministrada desde la fuente de alimentación. Además, esta pantalla dispone de un puerto para la comunicación con el autómeta.



Ilustración 29: Pantalla SIEMENS.

4.1.6 Relés

El relé es un dispositivo electromecánico capaz de conmutar tensiones elevadas a través de una tensión baja. Este elemento está formado por una bobina y unos contactos. Al aplicar una tensión en la bobina se consigue que esta conmute los contactos, cambiando su estado, es decir, si estaban cerrados estos pasan a estar abiertos, y si por el caso contrario estos estaban abiertos pasarán a estar cerrados.

En esta aplicación se han usado relés que conmutan a 24V y soportan una tensión máxima de 250V y 10A. Estos relés disponen de un contacto normalmente abierto (NO) y otro normalmente cerrado (NC).



Ilustración 30: Relé utilizado en el prototipo.

En total han sido tres los relés utilizados en el prototipo, siendo uno de ellos el encargado de la activación del dispensador de suciedad. El dispensador de suciedad funciona con un motor a 230V en alterna, por lo que la utilización del relé ha sido obligatoria, ya que la

4. Diseño eléctrico

salida de la PLC no supera los 24V en DC. El segundo relé se ha utilizado como interruptor, para poder encender el ciclo de los lavavajillas. Por último, el tercer relé, se ha utilizado para gobernar el mando de la electroválvula encargada de la dosificación de aceite, ya que esta al igual que el dosificador de suciedad, se activa a 230V en AC.

4.1.7 Porta relés

El porta relés es un dispositivo que facilita la utilización del relé. Este dispositivo permite anclar las finas patillas del relé sobre su carcasa y deriva esas conexiones a unos conectores con sujeción mediante tornillos facilitando así las conexiones. Además, este dispositivo está expresamente diseñado para poder colocarlo sobre un carril DIN pudiendo así colocar de una forma correcta el relé en el cuadro eléctrico.

Los porta relés seleccionados para esta ocasión han sido los correspondientes a los relés usados. Desgraciadamente no se sabe a qué fabricante pertenecen, ya que estos relés y porta relés provienen de las instalaciones de almacenaje del departamento de mantenimiento y fueron usados en algún montaje anterior al del presente proyecto y por ello las etiquetas del fabricante están desgastadas.

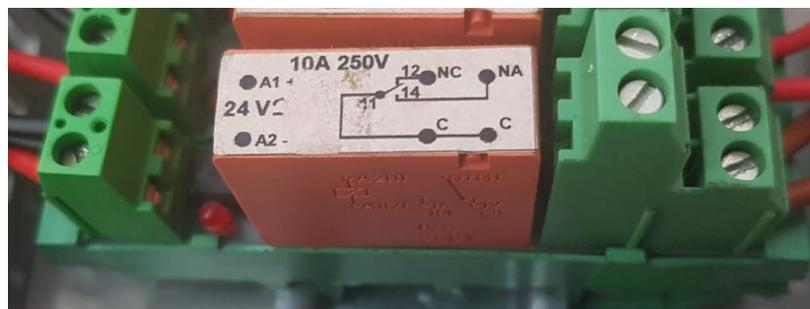


Ilustración 31: Relé y porta relé montados sobre el carril DIN.

4.1.8 Bornes

Los bornes son los dispositivos utilizados para unir las conexiones de entrada y salida del cuadro. Los cables que entran al cuadro se introducen en una especie de cavidad que agarra mediante una pletina y un tornillo metálico a los cables. En el lado opuesto del bornero hay otra cavidad conectada a esta primera mediante una lámina metálica. De esta segunda cavidad cablearemos hasta el dispositivo deseado, de esta forma se consigue unir las entradas del cuadro con los dispositivos del cuadro, sin tener que cablear directamente desde la entrada hasta los

dispositivos del cuadro. Los bornes tienen una forma especial para anclarse sobre los carriles DIN.

En este caso se han utilizado bornes dobles. Estos bornes tienen dos niveles y se pueden cablear dos circuitos independientemente con el mismo borne. Para el cableado del cuadro se han utilizado 15 bornes de la marca Weidmuller con un número de referencia WDK 2.5, el cual soporta una tensión nominal de 400V, una corriente nominal de 24A y un pico de tensión de 6KV.



Ilustración 32: Bornes utilizados en el prototipo[7].

4.1.9 Borne para conductores de protección

El borne para conductores de protección cumple la misma función que los bornes: unir las conexiones de entrada y salida del cuadro, sin embargo en este caso solamente un conductor de protección. Además, estos bornes tienen una peculiaridad, como todos los bornes también se introducen en el carril DIN, solo que estos tienen una parte metálica que hace contacto con el carril DIN y con el conductor de protección que albergan. De esta forma se asegura que el cuadro eléctrico también está puesto a tierra.



Ilustración 33: Borne de toma tierra sobre carril DIN.

4. Diseño eléctrico

4.2 Componentes eléctricos sobre el prototipo

En este apartado veremos los componentes eléctricos, sensores y actuadores, que podemos encontrar en los distintos accionamientos y dispensadores que forman el prototipo y las modificaciones eléctricas que se han hecho.

4.2.1 Apertura y cierre de la puerta

La apertura y cierre de la puerta, se efectúa mediante el accionamiento de un cilindro neumático. Para el correcto funcionamiento de este, es necesario dotarlo con sensores, para conocer la posición inicial, con el embolo completamente recogido, y la posición final, con el embolo completamente fuera.

Los sensores utilizados son sensores magnéticos, estos se colocan sobre la carcasa del pistón en las posiciones deseadas, en este caso al principio y al final de la carcasa. Cuando el émbolo magnético del actuador neumático pasa por la posición del sensor, este detecta su presencia y envía una señal, en este caso a la PLC.

Los sensores utilizados en esta aplicación son sensores de la marca Bosch con un número de referencia 0 830 100 469 con una tensión de operación que puede oscilar entre los 12-30V y una corriente de conmutación máxima de 0.13A



Ilustración 34: Sensores sobre la carcasa del pistón.

Además de de los sensores colocados sobre la carcasa del pistón, para poder completar la apertura y cierre, es necesario algún dispositivo que gobierne la entrada y salida de aire del pistón, siendo necesario instalar una electroválvula.

La electroválvula utilizada para esta aplicación es una electroválvula de la marca Joucomatic con un número de referencia 52000001. Esta electroválvula es una válvula 5/2 gobernada con una tensión de 24V en DC.



Ilustración 35: Electroválvula 5/2.

4.2.2 Dispensador de jabón

El dispensador de pastillas de jabón también tiene una actuación neumática, igual que la apertura y cierre de la puerta. Es necesario colocar una electroválvula para gobernar la actuación del embolo. Se ha utilizado una electroválvula de la marca Joucomatic con el número de referencia 52000001. Esta válvula es el mismo tipo de válvula que la utilizada para gobernarla apertura y cierre de la puerta.

El dispensador de jabón tiene una capacidad para almacenar 20 pastillas de jabón, a fin de que el dispensador no se quede en ningún momento sin jabón se ha instalado un sensor fotoeléctrico que se activa cuando solamente queda una pastilla. Este sensor se ha introducido a través del perfil Bosch. Ha sido necesario ajustar al mínimo el alcance del detector, para que no pueda detectar las pastillas cuando las tiene enfrente. Si por el contrario el recipiente de pastillas se queda vacío, el detector no tiene ninguna pastilla en frente y la señal que envía, pese a estar al mínimo, rebota en un espejo introducido en el perfil opuesto al que está el sensor y este recibe la señal enviada.



Ilustración 36: Sensor de la jabonera.

4. Diseño eléctrico

El sensor utilizado es un sensor de la marca Omrom, con referencia E3F2-DS30B4-M. El sensor trabaja entre 10 y 30V DC o entre 24 y 240 en VAC, por las características del prototipo está conectado a 24 V en DC.

4.2.3 Dispensador de suciedad

El dispensador de suciedad, tal y como se vio, es una trituradora de tomate con varios cambios para asegurar su correcto funcionamiento. La trituradora originalmente se enchufaba a la red a 230V en AC. Una vez conectada, para que empezase a funcionar se debe mantener pulsado un interruptor colocado en la parte posterior. La puesta en marcha de la trituradora debe ser automática, por lo que hay que prescindir del pulsador.

Para un correcto funcionamiento, se ha desmontado la trituradora y se han unido entre sí, con terminales faston, los dos cables que llegaban al pulsador, dejando así inutilizado el pulsador. Llegados a este punto vasta con enchufar a red la trituradora para que este empiece a funcionar. Para poder controlar el encendido se ha pasado el cable de red de la trituradora por un relé que gobierna la PLC, quedando así la trituradora a merced del programa de la PLC.

Además, para controlar el nivel de suciedad que hay en la tolva se ha instalado un sensor fotoeléctrico. Este sensor está incrustado y amarrado con una tuerca a la ampliación de la tobera. Una vez que el nivel de suciedad baja, deja al descubierto el sensor y un espejo sobre el que el sensor refleja su señal, activando así la entrada correspondiente de la PLC.

El sensor utilizado es de la misma marca y del mismo modelo que el utilizado en el dispensador de jabón, un Omrom modelo E3F2.

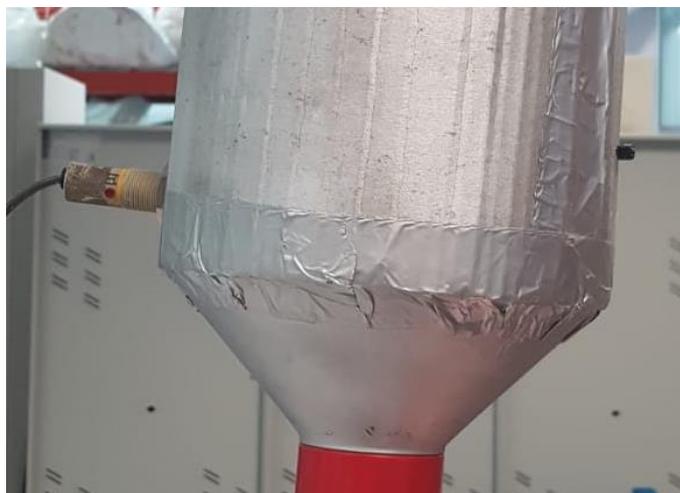


Ilustración 37: Sensor del dispensador de suciedad.

4.2.4 Dispensador de aceite.

La dosificación del aceite está gobernada por una electroválvula. Esta electroválvula ha sido adquirida de la línea de montaje de los lavavajillas. La válvula se utiliza para regular la entrada de agua de los lavavajillas. El uso de esta electroválvula no es algo arbitrario. Esta válvula no necesita presión de líquido para conmutar. Por ello es ideal para esta aplicación, ya que apenas se tiene presión de aceite y la única presión es la que se consigue con la altura de la botella de aceite.

La electroválvula conmuta con una tensión de 230V en AC, debido a esto es necesario utilizar un relé. Desde la PLC se conmutará el relé, por los bornes de fuerza del relé se pasará el cable de fase de la electroválvula y el neutro lo se dejará conectado siempre, así con la conmutación del relé se conseguirá activar y desactivar la válvula.

4. Diseño eléctrico

5 Diseño neumático

En este apartado se verá los diferentes componentes neumáticos que forman parte en el diseño neumático del prototipo. Esto se clasificarán en base a la función que cumplan en el prototipo y en la localización en la que se encuentren.

5.1 Apertura y cierre de la puerta

La apertura y cierre de la puerta del lavavajillas se da mediante el accionamiento de un pistón. Este pistón está gobernado por una electroválvula que se encarga de la conmutación de la entrada y salida de aire del accionamiento neumático. En los siguientes sub-apartados se exponen las características de los componentes que toman parte en este accionamiento y su correspondiente esquema.

5.1.1 Cilindro neumático

El actuador neumático utilizado para el accionamiento de la puerta del lavavajillas es un cilindro de doble acción de la marca Joucomatic, concretamente el cilindro con número de referencia 450 00 006. Este cilindro dispone de una carcasa de 340mm de longitud resistente de aluminio anodizado con unos recubrimientos de plástico a los laterales. El vástago, con una carrera de 250 mm está fabricado con acero cromado. Por último, el pistón de 32mm de diámetro está formado por una aleación ligera equipada con un imán anular permanente. Este imán se coloca para poder utilizar sensores magnéticos y así saber la posición del pistón y por ende la posición del vástago.

Este cilindro neumático de doble acción dispone de una amortiguación neumática de 18mm regulable por tornillos imperdibles tanto para la salida del vástago como para la entrada.



Ilustración 38: Cilindros neumáticos de doble acción Joucomatic [8].

5. Diseño neumático

5.1.2 Electroválvula

Como ya se vio en el apartado **Apertura** y cierre de la puerta las características eléctricas de la electroválvula Joucomatic 52000001 se procederá a explicar las características físicas y neumáticas del accionamiento.

Las electroválvulas con el número de referencia 52000001 son unas válvulas 5/2, es decir disponen de 5 orificios de entrada o salida y dos de posiciones. La conmutación de esta válvula es eléctrica, con un retorno diferencial. También es posible activarla manualmente presionando el tornillo de mando manual. La serie 520 se diferencia de las demás series (serie 519 y serie 521) por el caudal de aire que puede manejar, 600 l/min para el caso de la serie 520.

El cuerpo de la electroválvula está formado por piezas de aluminio anodizado y por un polímero termoplástico poliacetal (POM). Las piezas internas del dispositivo son de acero inoxidable, aleaciones ligeras y de poliacetal (POM) debido a su precisión y rigidez.

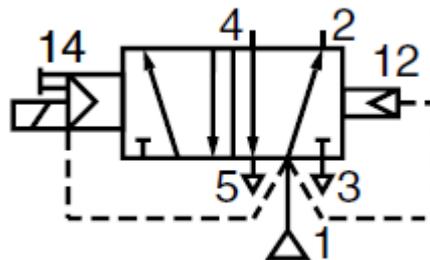


Ilustración 39: Esquema del actuador neumático[9].

5.2 Dispensador de jabón

La dosificación de las pastillas de jabón se efectúa mediante el accionamiento de un cilindro neumático, este cilindro de doble acción está gobernado por una electroválvula 5/2, del mismo modelo que la que gobierna el cilindro encargado de la apertura y cierre de la puerta visto en el apartado anterior, **Electroválvula**, por lo que en los siguientes sub-apartados no se expondrá información sobre la electroválvula.

5.2.1 Cilindro neumático

El cilindro neumático utilizado para la dosificación de pastillas de jabón es un cilindro de doble acción de la marca ASCO numatics, concretamente el que hace referencia al número de serie G435AMSN0050A00. El cilindro dispone de una carcasa de acero inoxidable de 114 mm de longitud, el vástago, de acero inoxidable tiene una longitud de 110 mm y una carrera de 114mm. Este cilindro está previsto para el uso de detectores magnéticos. Este modelo de actuador no dispone de amortiguación, el racordaje para la entrada y salida de aire se efectúa con racores de rosca G1/8. Este cilindro dispone de múltiples accesorios para conseguir una fijación adecuada.



Ilustración 40: Cilindro neumático ASCO[10].

5. Diseño neumático

6 Programación

En este apartado se procederá a explicar la programación del autómatas y de la pantalla. Se incluyen información sobre las entradas, salidas y las direcciones utilizadas del autómatas, el Grafcet del programa, las tablas secuenciales, las tablas combinacionales y el programa del autómatas. Para finalizar se explicará la programación de la pantalla.

6.1 Programación del autómatas

El funcionamiento automático del prototipo se da mediante una interacción de los programas del autómatas y de la pantalla. A través de la pantalla seleccionaremos el modo de funcionamiento del autómatas. Además, la pantalla permite modificar valores de algunos parámetros del programa.

El programa comienza nada más conectar el cuadro eléctrico. Con el inicio del programa se comprueba, a través de los sensores, que los dispensadores no estén vacíos, es condición indispensable para el inicio del programa que los dispensadores no estén vacíos. En este punto, en función de qué tipo de modo se seleccione, el autómatas funcionará de un modo u otro. A través de la pantalla se selecciona el modo de funcionamiento del autómatas. La pantalla da opción a elegir entre el modo de funcionamiento manual o automático.

Escogiendo el modo manual accederemos a una ventana de la pantalla que da opción a activar uno a uno las diferentes salidas del autómatas. Las salidas están directamente relacionadas con las acciones del prototipo, es decir, apertura de la puerta, dosificación de las distintas sustancias e inicio del ciclo.

Por el contrario, escogiendo el modo automático, el autómatas comenzará a realizar una serie de acciones continuamente. Las acciones que realiza el autómatas se dan en siete estados diferentes. El autómatas comenzará con la apertura de la puerta, acto seguido dosificará el jabón, después, dosificará la porquería y el aceite, por último, el autómatas cerrará la puerta del lavavajillas e iniciará el ciclo de lavado del lavavajillas. Después de iniciar el ciclo, el autómatas esperará a que finalice el programa de lavado y entonces comenzará de nuevo con las acciones. El autómatas no sabe cuándo finaliza el ciclo de lavado, pero se ha programado de tal forma que el autómatas siempre deja un valor fijo de tiempo para que termine el ciclo de lavado, este tiempo tiene una duración estimada de una hora.

6. Programación

6.1.1 Registro de entradas salida y direcciones internas

A continuación, se presentan el listado de las salidas, entradas y variables internas utilizadas para la programación del autómata.

Símbolo	Entrada	Descripción
x001	I0.0	Sensor puerta abierta
x002	I0.1	Sensor puerta cerrada
x003	I0.2	Sensor nivel jabón
x004	I0.3	Sensor nivel porquería

Tabla 1: Direcciones de entrada.

Las entradas utilizadas en el autómata son todas entradas de sensores, o bien para conocer el nivel de jabón o suciedad de los dispensadores o bien para conocer la posición de la puerta.

Símbolo	Salida	Descripción
y001	Q0.0	Electroválvula puerta
y002	Q0.1	Electroválvula Dosif. Jabón
y003	Q0.2	Relé Dosif. Suciedad
y004	Q0.3	Relé marcha ciclo
y005	Q0.6	Relé aceite

Tabla 2: Direcciones de salida.

Las salidas utilizadas en la PLC para el funcionamiento del prototipo son cinco. Estas salidas son las que actúan sobre el cilindro de apertura de la puerta, sobre la dosificación de jabón, sobre la dosificación de aceite y suciedad y en el encendido del programa de lavado.

Símbolo	Registro	Descripción
Man_puerta	V2.0	Activar modo manual apertura de puerta
Man_jabon	V3.0	Activar modo manual dosif. Jabón
Man_porqueria	V4.0	Activar modo manual dosif. Suciedad
Man_ciclo	V5.0	Activar modo manual ciclo lavado
Man_aceite	V6.0	Activar modo manual dosif. Aceite
Auto	V8.0	Modo automático
AuxT44	V1.0	Marca aux contador minutos
Aux_sens	V101.0	Marca aux sensores

Tabla 3: Dirección de las variables auxiliares.

A parte de las entradas y salidas es necesario utilizar variables auxiliares. Estas variables se han utilizado para la comunicación entre la PLC y la pantalla. La pantalla dispone de botones, los botones se han utilizado para acceder a los modos automático o manual. Una vez seleccionado el modo mediante las variables auxiliares el autómatas cambia de tipo de funcionamiento

6.1.2 Graficet

En el presente apartado se explica el graficet diseñado para la programación del prototipo. También si incluye una imagen del graficet a modo explicativo.

El graficet del programa está formado por siete etapas. La etapa uno o la de inicio es la etapa de espera, no tiene ninguna acción asignada. En esta etapa esperará el autómatas hasta que se seleccione el modo de funcionamiento automático siempre y cuando los sensores de nivel de jabón y suciedad estén desactivados.

La etapa dos tiene una acción asignada, la apertura de la puerta. Una vez abierta la puerta el sensor de apertura detectará el cambio de estado y el autómatas pasará a la tercera etapa. La tercera etapa tiene dos acciones asociadas: abrir puerta y dispensar jabón. El dispensado de jabón se regula mediante un temporizador. Una vez que el temporizador acaba de contar el autómatas pasa a la etapa cuatro, en donde dispensará la suciedad. En esta etapa la cantidad de suciedad depositada se regula por un contador. El dispensador verterá porquería hasta que el contador deje de contar, en ese momento se pasará a la siguiente etapa. La etapa cinco es la encargada de dosificar el aceite, al igual que las etapas anteriores el caudal de aceite va regulado por un temporizador.

La siguiente etapa, la etapa seis, es la encargada de cerrar la puerta del lavavajillas. Una vez que el sensor detecte que la puerta está cerrada la PLC pasará a la última etapa, la etapa siete. En esta etapa se inicia el ciclo de lavado de los lavavajillas. Una vez en esta etapa, mediante un temporizador y un contador se logra cronometrar tiempos relativamente largos (una hora en este caso). Terminado el ciclo del lavavajillas, cuando el contador termine de contar, el autómatas volverá a la segunda etapa y repetirá continuamente este proceso.

6. Programación

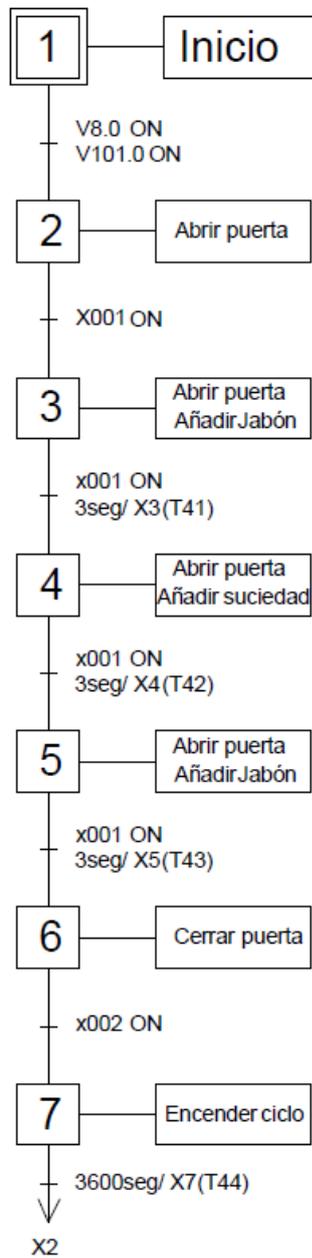


Ilustración 41: Grafcet del programa.

6.1.3 Tabla secuencial

La tabla secuencial refleja las condiciones necesarias para la activación y desactivación de cada etapa. Así se recoge la secuencia que el autómatas va a realizar. A continuación, se muestra la tabla de asignaciones obtenida basándose en el graficet anteriormente visto.

Estados	Se activa	Se desactiva
Etapa x1	Inicio	Etapa x2
V10.1	No_v10.1*No_v10,2*No_v10.3*No_v10,4*No_v10.5*No_v10.6*No_v10.7	V10.2
Etapa x2	X1, modo automático on y sensores off o x7y t44 on	Etapa x3
V10.2	v10.1*v8.0*No_v101.1+v10.7*No_v101.1*v8.0*T44	V10.3
Etapa x3	X2 y sens puerta abierta	Etapa x4
V10.3	v10.2*I0.0	V10.4
Etapa x4	X3 y sens puerta abierta y T41	Etapa x5
V10.4	v10.3*I0.0*T41	V10.5
Etapa x5	X4 y sens puerta abierta y T42	Etapa x6
V10.5	v10.4*I0.0*T42	V10.6
Etapa x6	X5 y sens puerta abierta y T43	Etapa x7
V10.6	v10.5* I0.0* T43	V10.7
Etapa x7	X6 y sensor puerta cerrada	Etapa x2
V10.7	v10.6* I0.1	V10.2

Tabla 4: Tabla secuencial.

6.1.4 Tabla combinacional

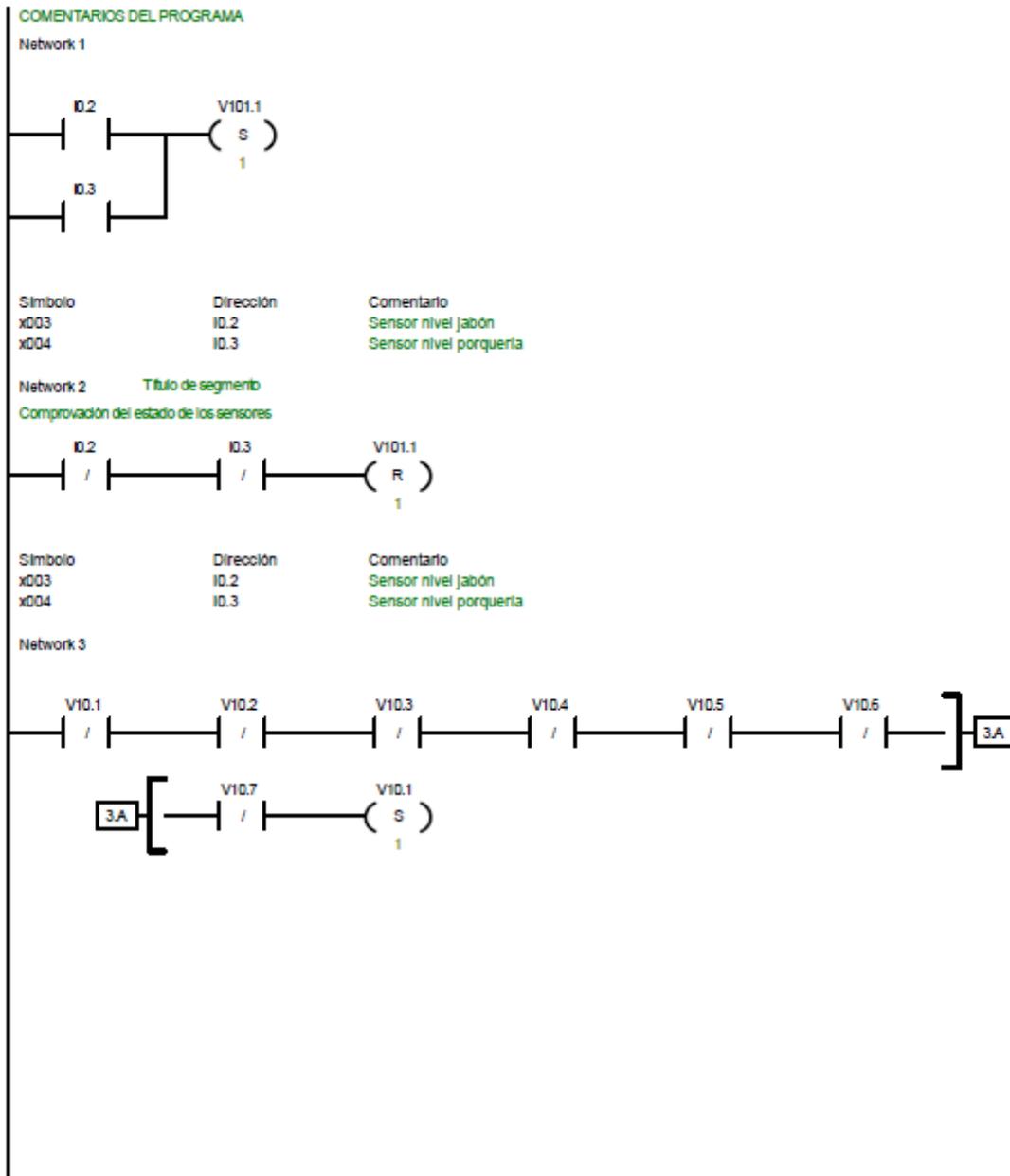
La tabla combinacional refleja las acciones relacionadas con la activación y desactivación de las salidas. A continuación, se muestra la tabla combinacional del presente programa.

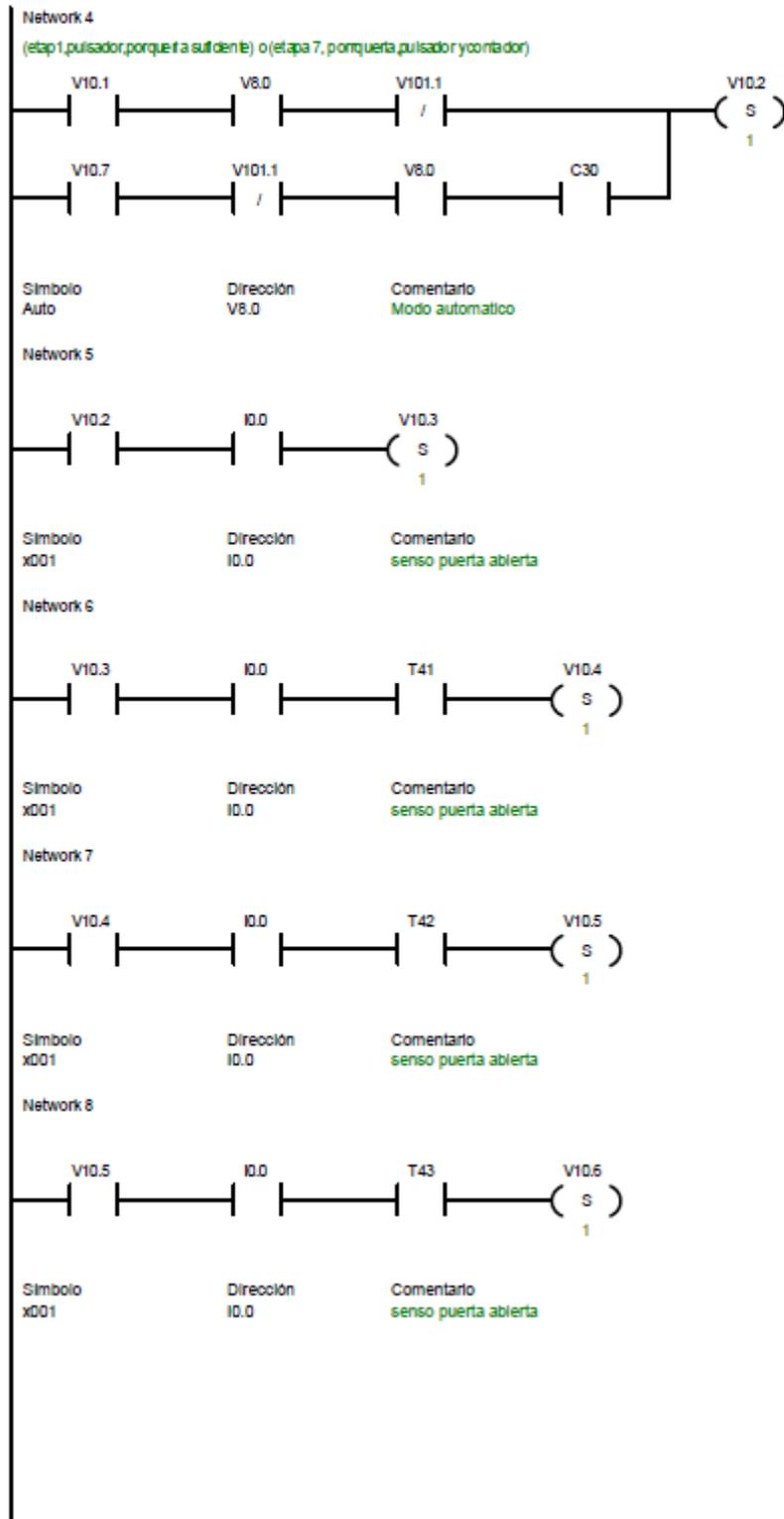
Acciones	Etapas
Electroválvula puerta	X2,X3,X4 y X5
y001	V10.2*V10.3*v10.4*V10.5
Electroválvula jabón	X3
y002	V10.3
Relé suciedad	X4
y003	V10,4
Relé marcha ciclo	X7
y004	V10.7
Relé aceite	X5
y005	V10.5

Tabla 5: Tabla combinacional del programa.

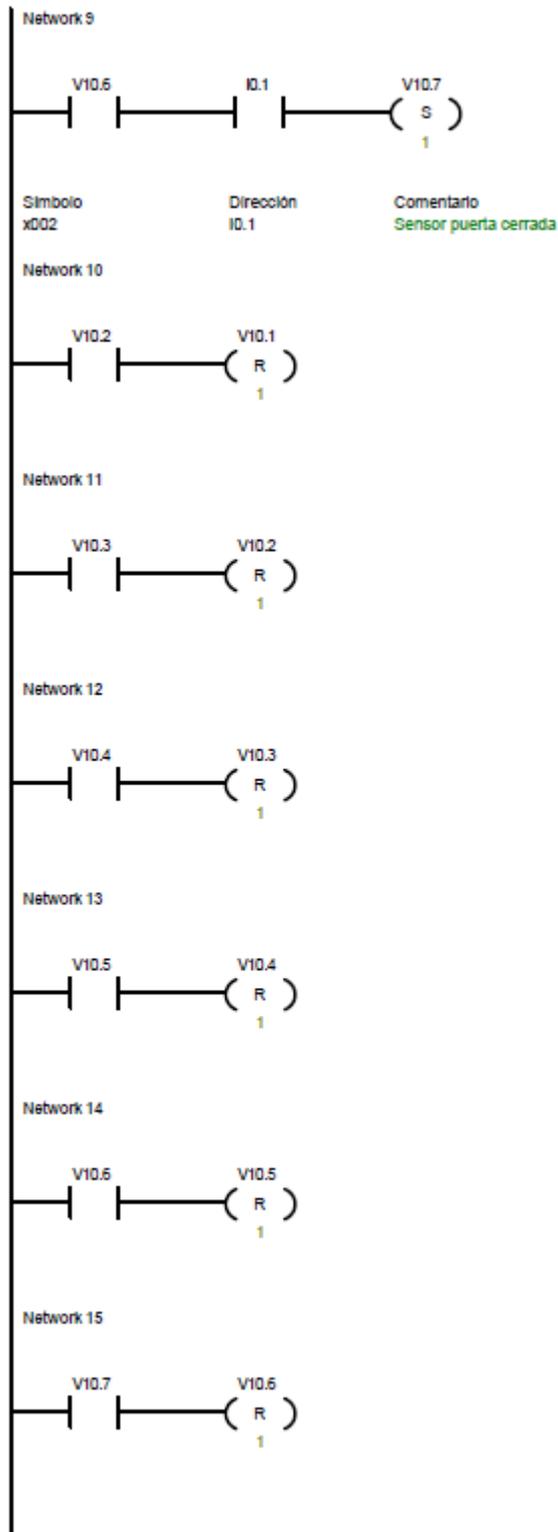
6. Programación

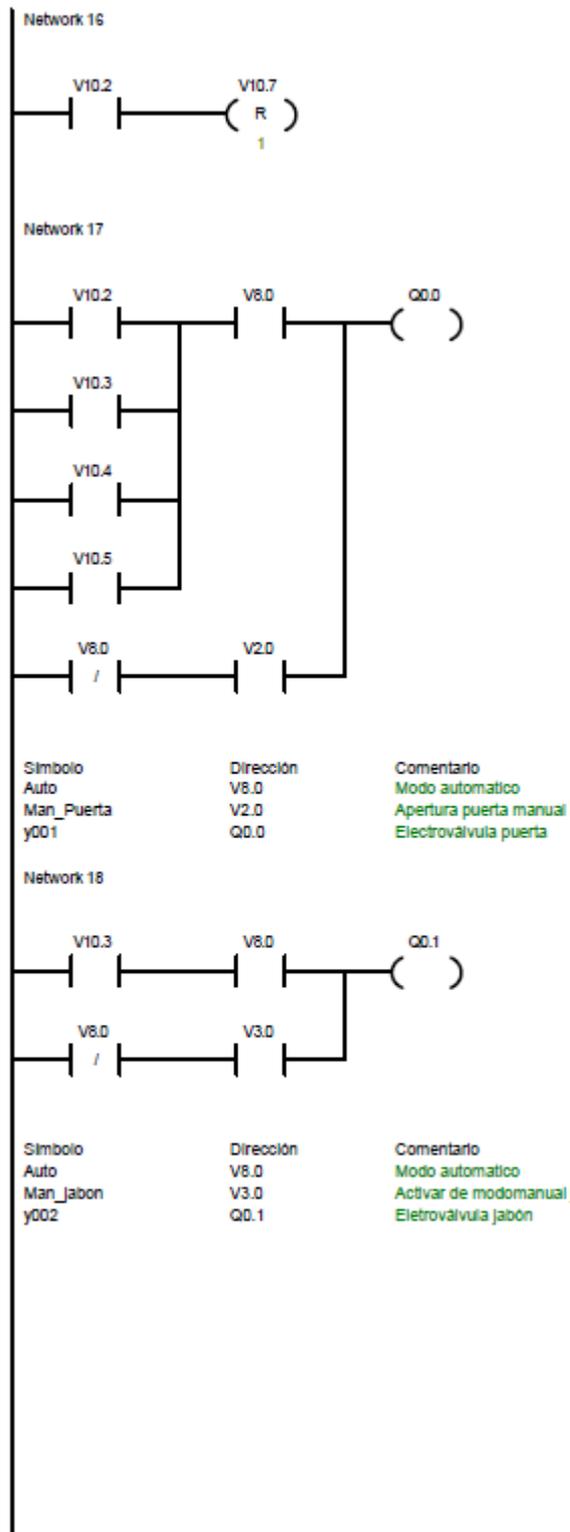
6.1.5 Programa



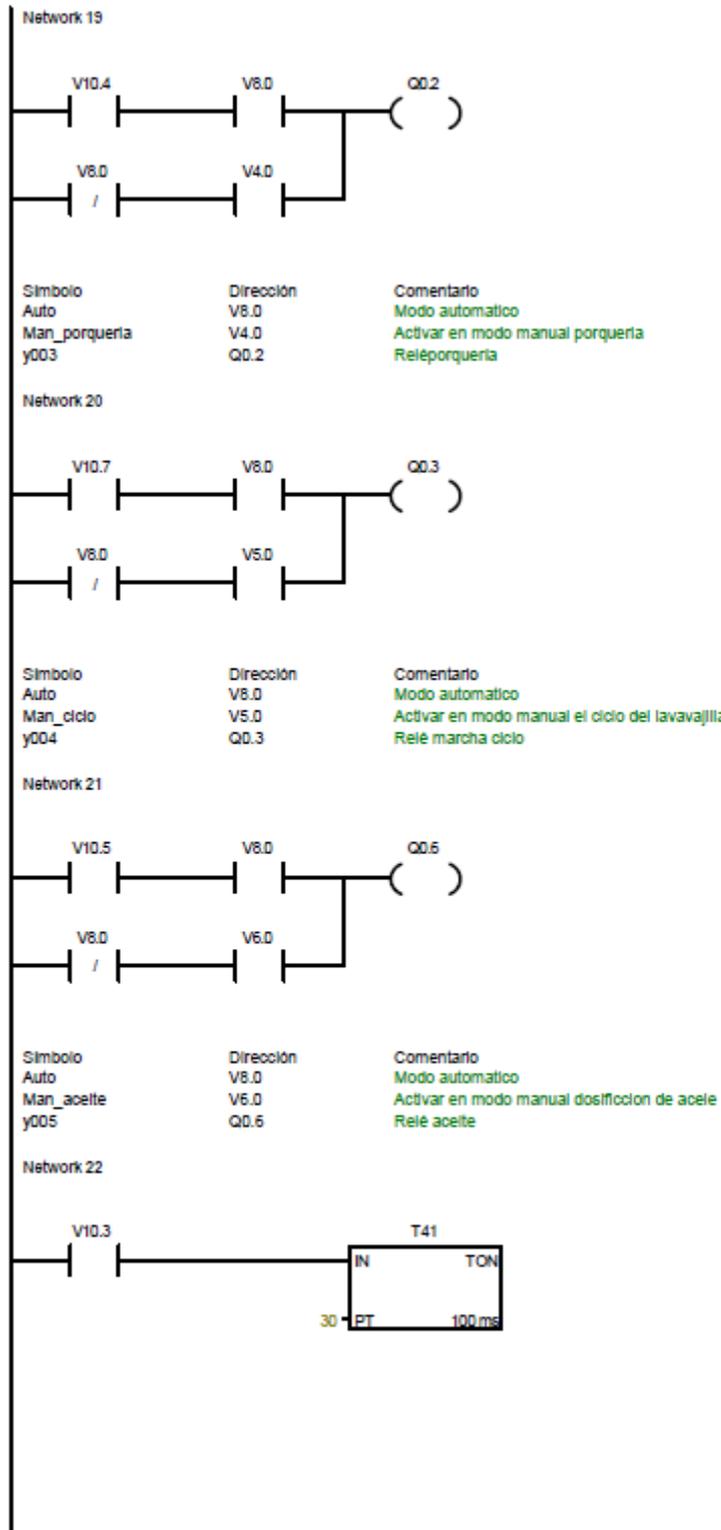


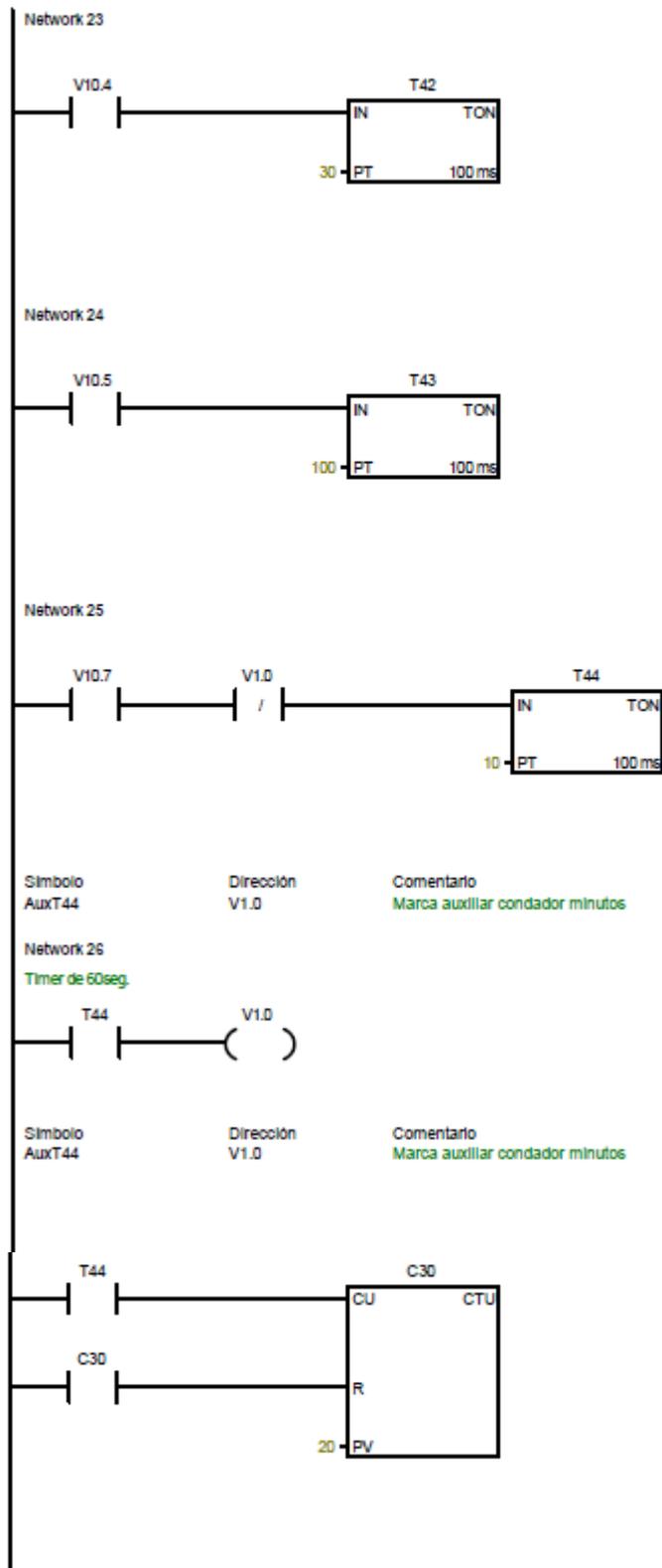
6. Programación





6. Programación





6.2 Programación de la pantalla

La programación de la pantalla se ha efectuado con el programa de programación SIMATIC ProTool. La pantalla se programa mediante imágenes. Para acceder a las distintas funciones hay que ir moviéndose por las distintas imágenes creadas en el programa.

Para esta automatización se han creado dos imágenes. En la imagen establecida como la imagen principal se define el modo de funcionamiento del autómatas. En esta imagen se podrá elegir entre el modo de funcionamiento manual o automático.

Elegiendo el modo automático el autómatas estará continuamente iniciando la carga y el encendido de los lavavajillas. Por el contrario, al seleccionar el modo manual accederemos a otra imagen, a la imagen de acciones manuales.

En la imagen de acciones manuales podremos acceder a la activación manual de los distintos accionamientos del prototipo. Al acceder a la imagen aparecerá la opción de elegir entre la apertura de la puerta, el dispensador de jabón, el dispensador de suciedad y más opciones. Si se accede a cualquiera de los dispensadores, en la pantalla aparecerá la opción de accionarlos o que vuelvan a su estado. Por el contrario, si se accede a más opciones, aparecerá una nueva pantalla con la opción de elegir entre el dispensador de aceite y el encendido del ciclo del lavavajillas.

Seleccionando las opciones para la activación de los dispositivos del prototipo se actúa directamente sobre el valor de ciertas variables, que cambian su valor de 1 a 0 o viceversa dependiendo de la selección. Estas variables están directamente relacionadas con las variables del programa del autómatas, por lo que un cambio en la variable de la pantalla implica un cambio automático en la variable del autómatas.

Nombre	Tipo	Control	Dirección
 Puerta	BYTE	PLC_1	VB 2
 Jabonera	BYTE	PLC_1	VB 3
 Porqueria	BYTE	PLC_1	VB 4
 Ciclo	BYTE	PLC_1	VB 5
 Aceite	BYTE	PLC_1	VB 6
 VAR_8	BYTE	PLC_1	VB 7
 Automatico	BYTE	PLC_1	VB 8

Ilustración 42: Variables asociadas a la pantalla y la PLC.

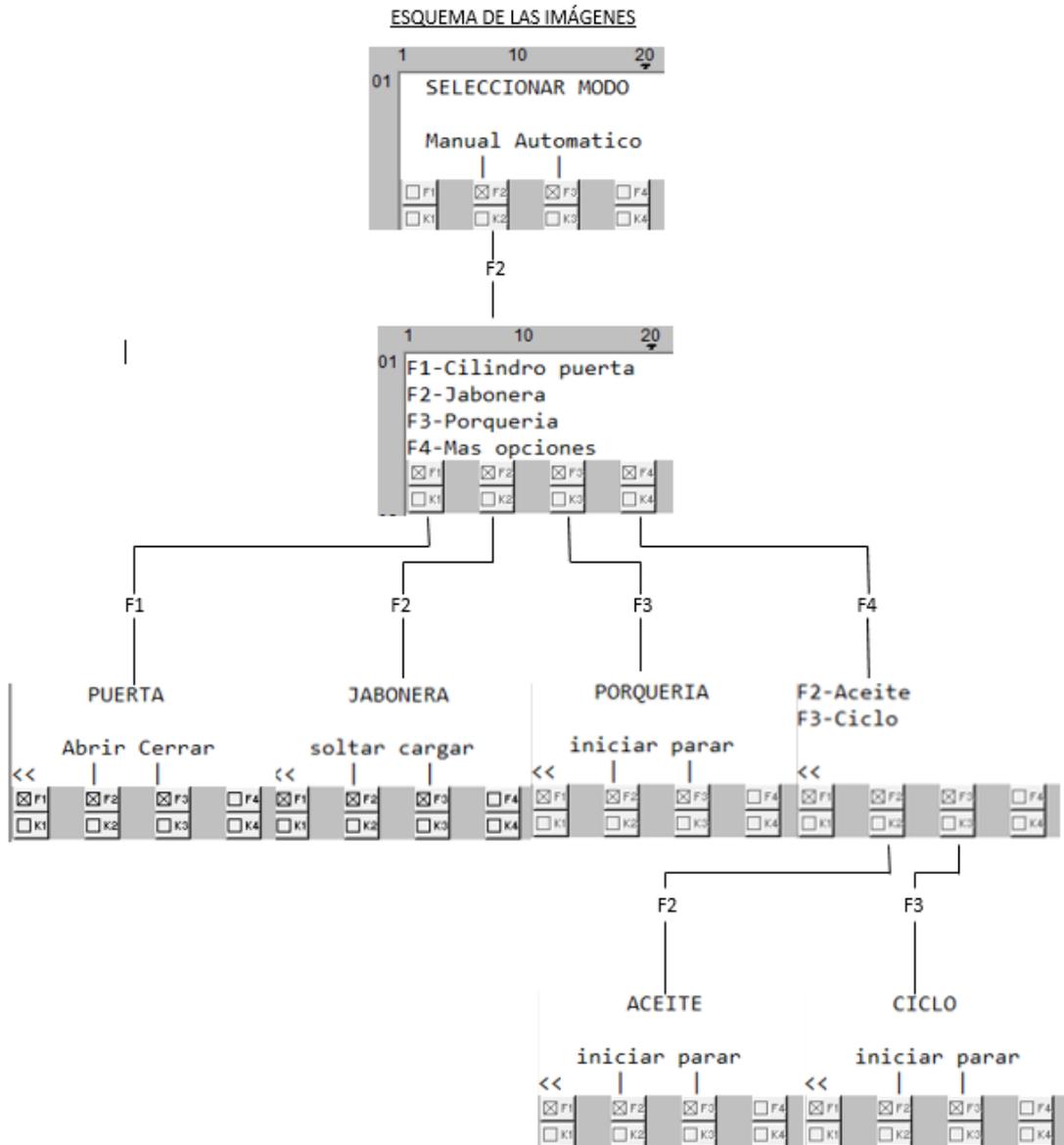


Ilustración 43: Esquema de las distintas imágenes y su clasificación.

6. Programación

7 Medidas del prototipo

El objetivo de este apartado es facilitar el montaje de los robots que se vayan a montar una vez finalizado el prototipo. En el presente apartado se presentan las medidas de las distintas estructuras y dispensadores que componen el prototipo. Se dispone de unas breves anotaciones para poder montar correctamente los dispositivos.

7.1 Estructura del prototipo

En este apartado encontraremos el despiece de los distintos perfiles que conforman la estructura del prototipo junto a una tabla con las distintas piezas numeradas y medidas. Además, podremos encontrar una sección con anotaciones sobre el tipo de preparación de las distintas piezas y sus uniones.

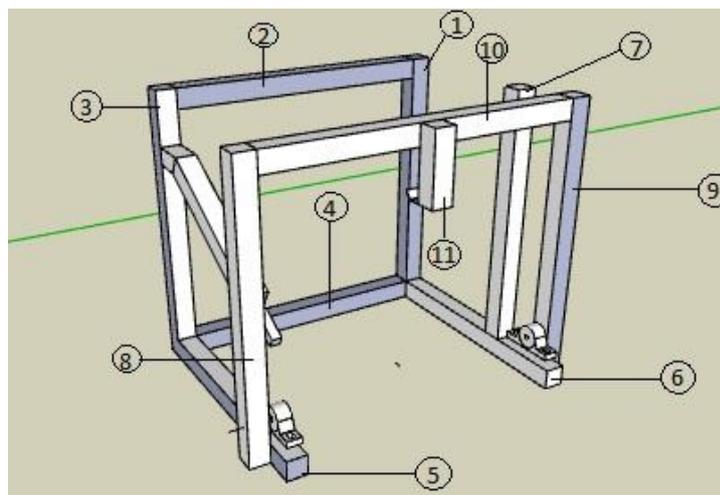


Ilustración 44: Estructura del prototipo, piezas numeradas.

Nº de pieza	Tipo de pieza	Medidas [mm]
1	Perfil Bosch 45x45mm	582
2	Perfil Bosch 45x45mm	596
3	Perfil Bosch 45x45mm	582
4	Perfil Bosch 45x45mm	596
5	Perfil Bosch 45x45mm	591
6	Perfil Bosch 45x45mm	591
7	Perfil Bosch 45x45mm	582
8	Perfil Bosch 45x45mm	620
9	Perfil Bosch 45x45mm	620
10	Perfil Bosch 45x45mm	705
11	Perfil Bosch 45x45mm	150

Tabla 6: Medidas de las piezas que forman la estructura del prototipo.

7. Medidas del prototipo

Anotaciones:

- Piezas 1, 2 y 3 unidas entre sí mediante escuadras interiores.
- Piezas 4, 5 y 6 unidas entre sí mediante escuadras interiores.
- Piezas 3 y 5 unidas entre sí mediante escuadras exteriores.
- Piezas 1 y 6 unidas entre sí mediante escuadras exteriores.
- Piezas 6 y 7 unidas entre sí mediante escuadras exteriores.
- Piezas 8 y 10 unidas entre sí mediante escuadras exteriores.
- Piezas 9 y 10 unidas entre sí mediante escuadras exteriores.
- Piezas 10 y 11 unidas entre sí mediante escuadras exteriores.

Para el montaje de la estructura del prototipo no ha sido necesario mecanizar ninguna pieza, todas las piezas han sido unidas mediante escuadras de distintos tipos y sus correspondientes tornillos.

7.2 Dispensador de jabón

En este apartado encontraremos el despiece de los distintos perfiles y láminas que conforman el dispensador de jabón del prototipo, junto a una tabla con las distintas piezas numeradas y medidas. Además, podremos encontrar una sección con anotaciones sobre el tipo de preparación de las distintas piezas y sus uniones.

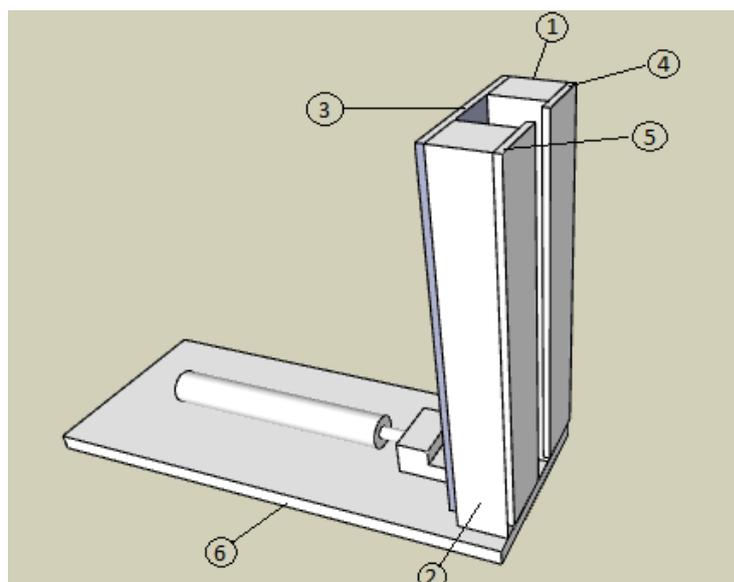


Ilustración 45: Dispensador de jabón, piezas numeradas.

Nº de pieza	Tipo de pieza	Medidas [mm]
1	Perfil Bosch 30x30mm	300
2	Perfil Bosch 30x30mm	300
3	Lámina galvanizado 2mm	96x285
4	Lámina galvanizado 2mm	42x285
5	Lámina galvanizado 2mm	42x285
6	Lámina aluminio 4mm	295x172

Tabla 7: Medidas de las piezas que forman el dispensador de jabón.

Anotaciones:

- Piezas 1 y 2 un extremo del perfil interior mecanizado mediante macho de M6 para la unión con pieza 6.
- Pieza 6 dos orificios para taladrados para unión con piezas 1 y 2.
- Piezas 1,2 y 6 unión mediante tornillos de M6
- Piezas 4 y 5 taladrados 3 orificios para unión con piezas 1 y 2 respectivamente, mediante tornillos y tuercas en T.
- Pieza 3 taladrados seis orificios para unión con piezas 1 y 2, mediante tornillos y tuercas en T.

7.3 Dispensador de suciedad

En este apartado encontraremos el despiece de los distintos perfiles que conforman el dispensador de suciedad del prototipo junto a una tabla con las distintas piezas numeradas y medidas. Además, encontraremos una sección de anotaciones con información sobre los distintos tipos de preparación de las piezas y sus uniones.

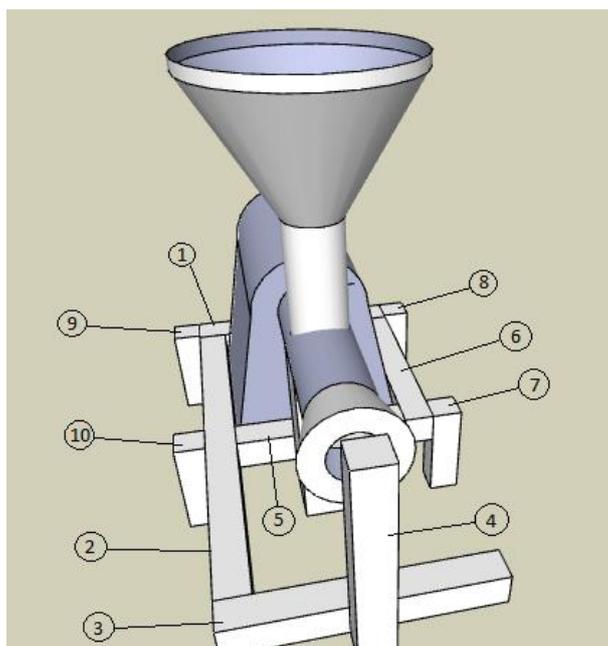


Ilustración 46: Dispensador de suciedad, piezas numeradas.

7. Medidas del prototipo

Nº de pieza	Tipo de pieza	Medidas [mm]
1	Perfil Bosch 30x30mm	160
2	Perfil Bosch 30x30mm	380
3	Perfil Bosch 30x30mm	160
4	Perfil Bosch 30x30mm	150
5	Perfil Bosch 30x30mm	100
6	Perfil Bosch 30x30mm	210
7	Perfil Bosch 30x30mm	75
8	Perfil Bosch 30x30mm	75
9	Perfil Bosch 30x30mm	75
10	Perfil Bosch 30x30mm	75

Tabla 8: Medida de las piezas que forman el dispensador de suciedad.

Anotaciones:

- Piezas 3,4,7,8,9 y 10 agujero pasante taladrado en un extremo del perfil.
- Pieza 1 dos agujeros pasantes y mecanizado los dos extremos mediante un macho de M6.
- Pieza 2 taladrado un agujero pasante y mecanizado en los extremos unas roscas con un macho de M6.
- Pieza 5 mecanizado los extremos con un macho de M6.
- Pieza 6 mecanizado un extremo con un macho de M6 y el otro extremo taladrado un agujero pasante.
- Unión piezas 1 y 9 mediante un tornillo M6 40mm*.
- Unión piezas 1 y 8 mediante un tornillo M6 40mm*.
- Unión piezas 1 y 2 mediante un tornillo M6*.
- Unión piezas 1 y 6 mediante un tornillo M6**.
- Unión piezas 2, 10 y 5 mediante un tornillo M6**.
- Unión piezas 5,6 y 7 mediante un tornillo M6**.
- Unión piezas 2 y 3 mediante un tornillo M6**.
- Unión piezas 3 y 4 mediante tornillo M6** y tuerca en T.

*Uniones críticas los tornillos no pueden sobrepasar la longitud de 45mm ya que, si no, no se podrían efectuar las demás uniones.

** La longitud de los tornillos debe ser superior a los 30mm ya que sino no sobrepasaría el perfil que está sujetando.

7.4 Dispensador de aceite

En este apartado encontraremos el despiece de los distintos perfiles que conforman el dispensador de suciedad del prototipo junto a una tabla con las distintas piezas numeradas y medidas. Además, encontraremos una sección de anotaciones con información sobre los distintos tipos de preparación de las piezas y sus uniones.

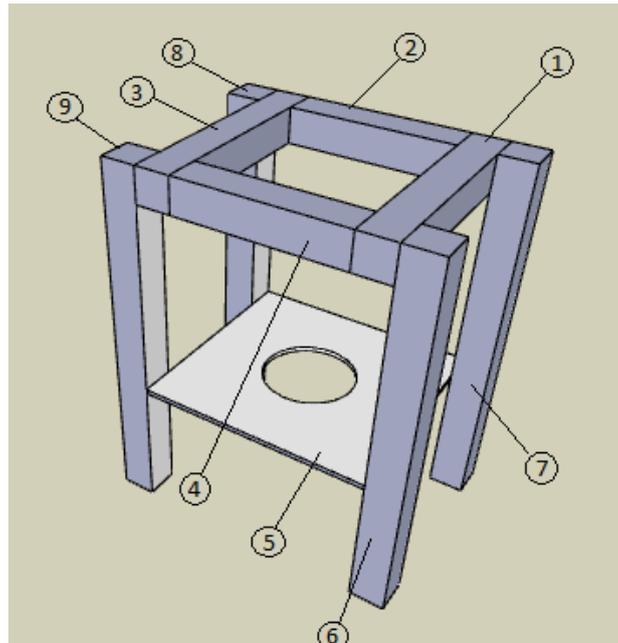


Ilustración 47: Dispensador de aceite, piezas numeradas.

Nº de pieza	Tipo de pieza	Medidas [mm]
1	Perfil Bosch 30x30mm	190
2	Perfil Bosch 30x30mm	140
3	Perfil Bosch 30x30mm	190
4	Perfil Bosch 30x30mm	140
5	Polímero ABS 5mm	200x200
6	Perfil Bosch 30x30mm	320
7	Perfil Bosch 30x30mm	320
8	Perfil Bosch 30x30mm	320
9	Perfil Bosch 30x30mm	320

Tabla 9: Medidas de las piezas que forman el dispensador de aceite.

7. Medidas del prototipo

Anotaciones:

- Piezas 1 y 3 taladrados dos agujeros pasantes
- Piezas 2 y 4 mecanizadas dos roscas mediante macho de M6 en los extremos.
- Piezas 6, 7, 8 y 9 taladrado un agujero pasante.
- Pieza 5 taladrado 4 agujeros pasantes.
- Unión piezas 1, 2 y 7 mediante un tornillo M6*.
- Unión piezas 1, 4 y 6 mediante un tornillo M6*.
- Unión piezas 2, 3 y 8 mediante un tornillo M6*.
- Unión piezas 3, 4 y 9 mediante un tornillo M6*.
- Unión pieza 5 y piezas 6, 7, 8 y 9 mediante escuadras exteriores. La pieza 5 se ha unido a 4 escuadras exteriores mediante tornillos y turcas, estas escuadras se han unido a las piezas 6, 7, 8 y 9 con tornillos y tuercas en T introduciéndolas en las ranuras de los perfiles.

* La longitud de los tornillos debe ser superior a 60mm para poder sujetar todas las piezas.

7.5 Entradas/Salidas Bornero

En este apartado se incluye una tabla con las entradas y salidas del bornero numeradas y con una breve explicación del cableado del prototipo.

BORNES	Exterior cuadro	Interior cuadro	BORNES	Exterior cuadro	Interior cuadro
B1.1	Pantalla	Alimentación 24V	B1.2	Neutro red	Neutro entrada Magneto
B2.1		Alimentación 24V	B2.2	Fase red	Fase entrada Magneto
B3.1		Alimentación 24V	B3.2	Fase trituradora	Entrada relé trituradora
B4.1		Alimentación 24V	B4.2	Neutro trituradora	Neutro salida DIF
B5.1		Masa 0V	B5.2	0V Electroválvula puerta	Masa PLC
B6.1		Masa 0V	B6.2	0V Electroválvula jabonera	Masa PLC
B7.1	Pantalla	Masa 0V	B7.2		
B8.1		Masa 0V	B8.2	24V Electroválvula puerta	PLC Q0.0
B9.1	Fase Electroválvula aceite	entrada relé aceite	B9.2	24V Electroválvula Jabonera	PLC Q0.1
B10.1	Neutro Electroválvula aceite	Neutro salida DIF	B10.2	Pulsador lavavajillas	Relé marcha ciclo
B11.1			B11.2	Pulsador lavavajillas	Relé marcha ciclo
B12.1			B12.2		
B13.1			B13.2	Sensor puerta abierta	PLC I0.0
B14.1			B14.2	Sensor puerta cerrada	PLC I0.1
B15.1	Sensor porquería	PLC I0.03	B15.2	Sensor jabonera	PLC I0.2

Tabla 10: Entradas y salidas bornero.:

8 Posibles mejoras y líneas futuras

En este apartado se tratarán posibles mejoras a distinta partes del prototipo y se explicará el porvenir del prototipo construido.

En primer lugar, desde la etapa de diseño se planteó una dosificación de suciedad a través de un solo dosificador. Durante la etapa de pruebas se vio que con el dispensador diseñado no se podía dispensar el conjunto de suciedad y aceite, por ello, se creó otro dispensador para la dosificación de aceite. Además, cara al futuro se plantea cambiar de tipo de suciedad por una más viscosa.

Una de las soluciones que se plantea para este problema es fabricar otro dispensador de suciedad, que sea capaz de dispensar cualquier tipo de suciedad y sin separar. Actualmente se está trabajando en el diseño de este dispensador. Este dispensador estaría compuesto por un recipiente en forma de torre donde se introduciría la suciedad y un útil que empujaría la suciedad por una apertura en la base de la torre. El diseño de este dispensador se basa en el funcionamiento del dispensador de jabón que actualmente se utiliza en el prototipo.

El prototipo diseñado debe ser válido para todos los tipos de lavavajillas que se fabrican. Se ha logrado un prototipo válido para todos los lavavajillas ya que el diseño inicial tuvo en cuenta esta especificación. A pesar de que es válido para todos los lavavajillas, dependiendo del modelo de lavavajillas el útil de apertura de puerta debe ser cambiado. No todos los lavavajillas tienen el mismo tirador de apertura, existen aperturas mediante guardamanos, surcos y tiradores por lo que se deben utilizar distintos útiles. Actualmente el útil de apertura diseñado posibilita la apertura de los lavavajillas con guardamanos. Otro de los aspectos sobre los que se va a trabajar es en los diseños de los distintos útiles.

Una vez finalizado el montaje y la puesta a punto del prototipo, la intención por parte de la empresa en la que se está trabajando, es replicar el prototipo a los demás puestos de lavavajillas que se están probando en los ensayos de vida. El objetivo es tener automatizado la sala de prueba de vida de los lavavajillas.

8. Posibles mejoras y líneas futuras

9 Conclusión

Teniendo en cuenta el objetivo propuesto para la realización del proyecto, Automatización de la Puesta en Marcha de los Lavavajillas que se Encuentran en Ensayos de Vida, se puede decir con total seguridad que se ha cumplido el objetivo.

En primer lugar, se ha logrado montar un prototipo de robot capaz de suministrar jabón, suciedad e iniciar el ciclo de lavado de los lavavajillas automáticamente. A continuación, se queda el camino libre para poder llegar a automatizar la puesta en marcha de todos los lavavajillas que se encuentran en ensayos de vida, cumpliendo así el objetivo que proponía la empresa.

Por otro lado, uno de los objetivos del Trabajo Fin de Grado es aplicar los conocimientos teóricos adquiridos a lo largo del Grado. Para la elaboración del proyecto los conocimientos teóricos adquiridos en la universidad no han sido suficientes, ya que se ha trabajado en campos que escapan del área de la Ingeniería Eléctrica y Electrónica, como la mecánica y la neumática. Esto no es algo negativo ya que se han adquirido conocimientos en otros campos de la ingeniería, como la ingeniería Mecánica.

Es merecido de mención destacar que a lo largo de la realización del proyecto se ha trabajado con distintas personas de la empresa en la que se están realizando las prácticas. El hecho de trabajar con más gente en un mismo proyecto ayuda a mejorar el trabajo en equipo, algo necesario y que pocas veces se llega a trabajar a lo largo de la carrera.

Por último, se puede decir, que la realización del Trabajo Fin de Grado ha ayudado a mejorar las habilidades de diseño y de programación. Además, ha creado una inquietud y un interés por los sistemas de automatización y los automatismos, tanto en el diseño como la implementación de estos.

9. Conclusión

10 Bibliografía

Fuente (1), perfil interior en L:

<https://docs-emea.rs-online.com/webdocs/16ca/0900766b816ca202.pdf>

Fuente (2), trituradora agrieuro:

<https://www.agrieuro.es/trituradora-de-tomate-ardes-ar7480-con-motor-electrico-130-230-p-10901.html>

Fuente (3), interruptor magnetotérmico:

https://stevenengineering.com/Tech_Support/PDFs/45MULIT960N120N.pdf

Fuente (4), interruptor diferencial:

[https://www.se.com/es/es/product/16204/residual-current-switch-240v-40a-\(\(*\)/](https://www.se.com/es/es/product/16204/residual-current-switch-240v-40a-((*)/)

Fuente (5), fuente de alimentación:

https://w3app.siemens.com/mcms/infocenter/dokumentencenter/sc/pp/InfocenterLanguagePacks/LOGOPower/LOGO!Power_es.pdf

Fuente (6), PLC:

http://www1.siemens.cz/ad/current/content/data_files/automatizacni_systemy/mikrosystemy/simatic_s7200/manual_s7_200_2005_en.pdf

Fuente (7), bornero:

http://catalog.weidmueller.com/catalog/Start.do?localeId=en_DE&ObjectID=10_21500000

Fuente (8), Cilindro joucomatic:

http://www.asconumatics.eu/images/site/upload/_es/pdf1/P230es.pdf

Fuente (9), electroválvula:

http://www.asconumatics.eu/images/site/upload/_es/pdf1/00439es.pdf

Fuente (10), cilindro ASCO:

<https://es.rs-online.com/web/p/actuadores-redondos-neumaticos/8157652/>

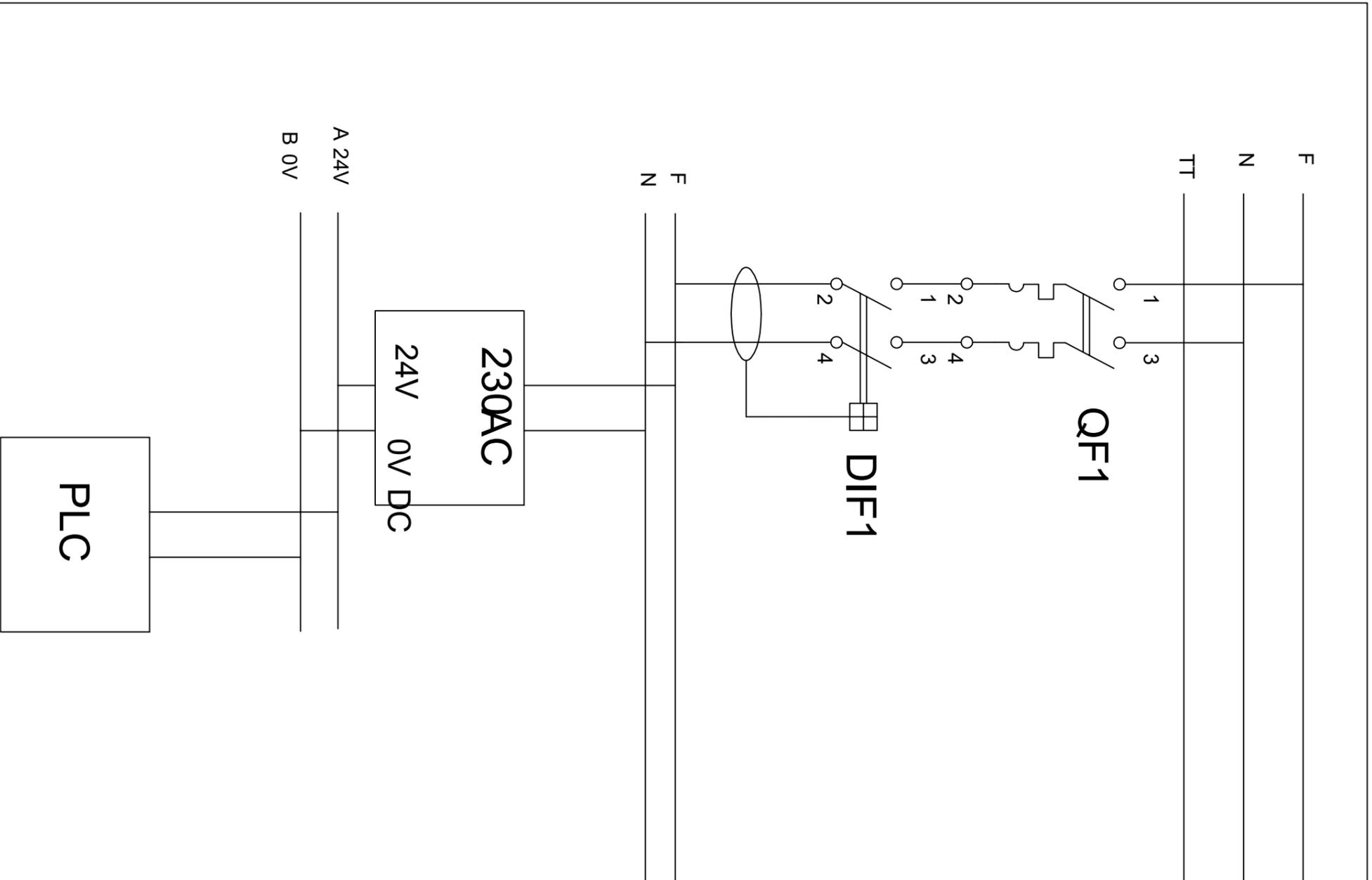
10. Bibliografía

11 Planos

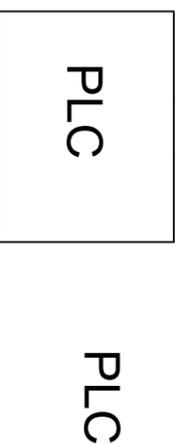
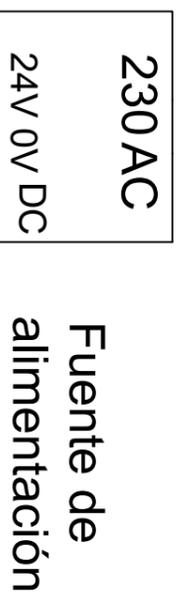
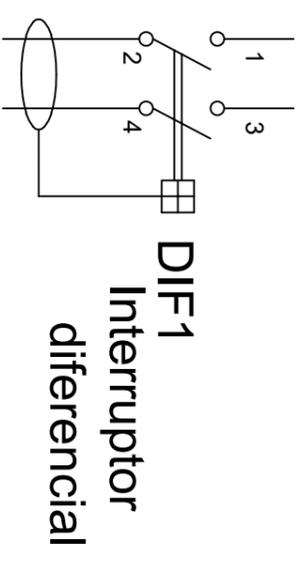
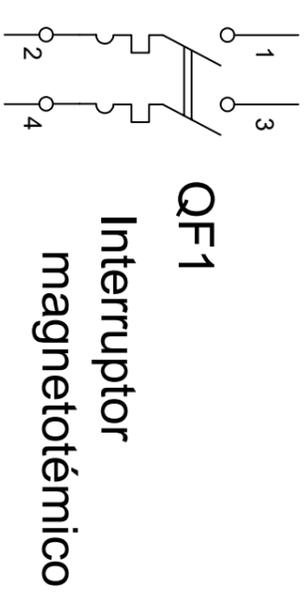
11.1 Esquema cuadro eléctrico

11.2 Bornero

11.3 Esquema neumático

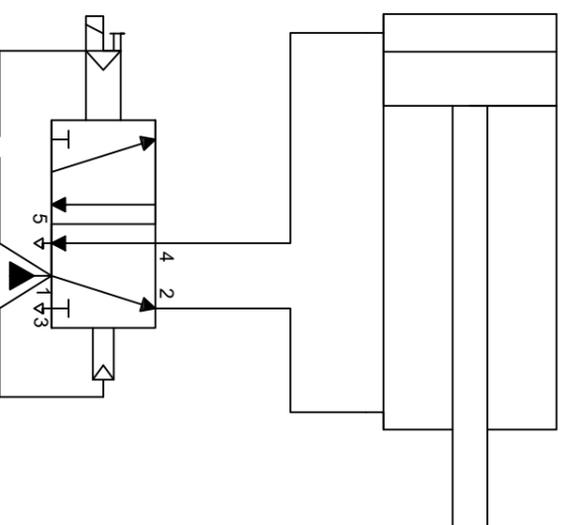


LEYENDA

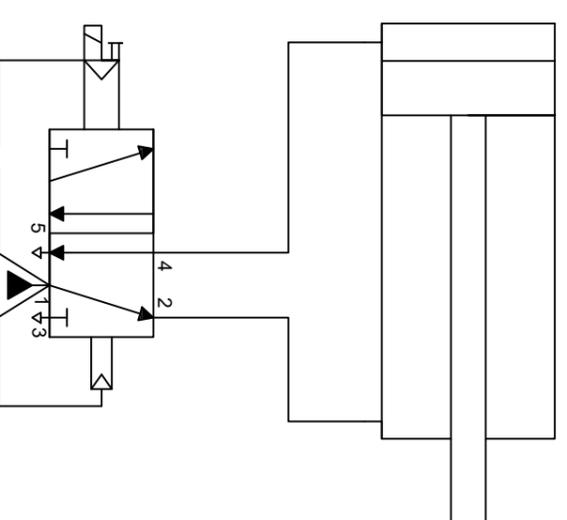


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO ELECTRICO	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
	PROYECTO: Automatización de la puesta en marcha de los lavavajillas que se encuentran en ensayos de vida	REALIZADO: Ibarra, Gorriz, Asier
PLANO: Esquema eléctrico armario	FIRMA:	FECHA: 5/5/2019 ESCALA: Nº PLANO: P-1

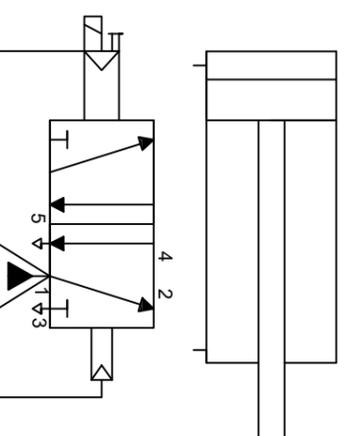
Circuito neumático Dispensador de Jabón



Circuito neumático Apertura puerta



LEYENDA



**Cilindro neumático
doble acción
electroválvula
5/2**

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
	INGENIERO ELECTRICO	
PROYECTO: Automatización de la puesta en marcha de los lavavajillas que se encuentran en ensayos de vida	REALIZADO: Ibarra, Gorriz, Asier	FIRMA:
PLANO: esquema neumático	FECHA: 5/5/2019	ESCALA:
		Nº PLANO: P-3