

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE
ESCUELA POLITÉCNICA DE ELCHE



GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



"PROTOTIPO DE UN PEQUEÑO ALMACÉN
AUTOMATIZADO"

TRABAJO FIN DE GRADO

Diciembre-2022

AUTOR: RAFAEL SANTONJA SERRANO

DIRECTOR: Ramón Pedro Ñeco García

AGRADECIMIENTOS

Querría dar las gracias a mi tutor, Ramón Pedro Ñeco García, por ayudarme en el desarrollo de este proyecto. Estoy muy agradecido por toda la atención, apoyo y confianza que ha depositado en mí. De la misma forma que este trabajo fin de carrera quisiera dedicárselo a mi familia, concretamente a mis padres que son y serán mi referencia al igual que mi abuelo Rafael Santonja.





ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU ACTIVIDAD	3
1.4. INTRODUCCIÓN AL COMERCIO ELECTRÓNICO	4
1.4.1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL COMERCIO ELECTRÓNICO	5
1.4.1.1. VENTAJAS DEL COMERCIO ELECTRÓNICO PARA LAS EMPRESAS	5
1.4.1.2. VENTAJAS DEL COMERCIO ELECTRÓNICO PARA LOS CONSUMIDORES	6
1.4.1.3. DESVENTAJAS DEL COMERCIO ELECTRÓNICO.....	6
CAPÍTULO 2. ESTADO DE LA TÉCNICA Y TRABAJOS PREVIOS	7
2.1. INDITEX Y EL COMERCIO ELECTRÓNICO.....	7
2.2. PROBLEMÁTICA DE LA EMPRESA.....	8
2.3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA PARA LA PROBLEMÁTICA DE LA EMPRESA.....	9
2.4. PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS	11
2.5. OTROS SISTEMAS EXISTENTES DE PEQUEÑOS ALMACENES AUTOMATIZADOS	15
2.5.1. CLEVERON	15
2.5.2. ROWA	17
2.5.3. AMAZON LOCKER.....	18
CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DISEÑADO	20

3.1. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS ELEMENTOS UTILIZADOS	20
3.1.1. MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA.....	20
3.1.2. ESTANTERÍA.....	21
3.1.3. ESTRUCTURA PORTICADA	21
3.1.4. BANDEJAS	22
3.1.5. SENSORES MAGNÉTICOS	22
3.2. INTRODUCCIÓN A LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL.....	23
3.2.1. AUTÓMATAS PROGRAMABLES	23
3.2.1.1. COMPONENTES DE LOS AUTÓMATAS PROGRAMABLES	24
3.2.1.2. ELECCIÓN DEL AUTÓMATA PROGRAMABLE	26
3.2.1.2.1. SIEMENS	27
3.2.1.2.2. OMROM.....	29
3.3. SISTEMA SCADA	31
3.3.1. DEFINICIÓN.....	31
3.3.2. UTILIDAD DE UN SISTEMA SCADA.....	31
3.3.3. COMPONENTES DE UN SISTEMA SCADA	32
3.4. PROGRAMACIÓN DEL AUTÓMATA MEDIANTE GRAFCET.....	33
3.4.1. CONCEPTOS BÁSICOS DE GRAFCET.....	33
3.4.1.1. ETAPAS.....	33
3.4.1.2. ACCIONES ASOCIADAS A LAS ETAPAS.....	35
3.4.1.3. TRANSICIONES ENTRE ETAPAS	37
3.4.1.4. RECEPTIVIDAD ASOCIADA A LA TRANSICIÓN.....	38
3.4.1.5. REGLAS DE EVOLUCIÓN DEL GRAFCET	39
3.4.2. ESTRUCTURAS DEL GRAFCET	39
3.4.2.1. ESTRUCTURAS BASE	39
3.4.2.2. SECUENCIAS LÓGICAS	41
3.5. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	43
3.5.1. ALMACENAMIENTO Y RECOGIDA DE PRODUCTOS.....	44
3.5.2. SITUACIÓN DE EMERGENCIA	45

3.5.3.	VARIABLES FÍSICAS DEL SISTEMA	46
3.5.4.	VARIABLES DIGITALES DEL SISTEMA	47
3.5.5.	PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA MEDIANTE GRAFCETS Y EXPLICACIÓN	47
3.5.5.1.	GRAFCET DE MODOS DE MARCHA	48
3.5.5.2.	GRAFCET DE REPOSO	49
3.5.5.3.	GRAFCET GENERAL DE ALMACENAJE	50
3.5.5.4.	GRAFCET DE RECEPCIÓN DEL PRODUCTO Y ALMACENAMIENTO 51	
3.5.5.5.	GRAFCET GENERAL DE RECOGIDA	52
3.5.5.6.	GRAFCET DE RECOGIDA DE BANDEJA PARA ALMACENAMIENTO 53	
3.5.5.7.	GRAFCET DE RECOGIDA DEL PRODUCTO.....	54
3.5.5.8.	GRAFCET DE ALMACENAMIENTO DE LA BANDEJA	55
3.5.5.9.	GRAFCET DE EMERGENCIA GENERAL POR FINAL DE CARRERA 56	
3.5.5.9.1.	GRAFCET DE EMERGENCIA FCD	58
3.5.5.9.2.	GRAFCET DE EMERGENCIA FCI.....	59
3.5.5.9.3.	GRAFCET DE EMERGENCIA FCB	60
3.5.5.9.4.	GRAFCET DE EMERGENCIA FCA	61
	CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS	62
4.1.	CONCLUSIONES Y FUTUROS TRABAJOS	62
	CAPÍTULO 5. BIBLIOGRAFÍA.....	64





ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 2. ESTADO DE LA TÉCNICA Y TRABAJOS PREVIOS

2.2. PROBLEMÁTICA DE LA EMPRESA

Figura 2.2: Local de almacenamiento de productos

2.4. PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS

Figura 2.4.1: Procedimiento operativo 1

Figura 2.4.2: Procedimiento operativo 2

Figura 2.4.3: Procedimiento operativo 3

2.5. OTROS SISTEMAS EXISTENTES DE PEQUEÑOS ALMACENES AUTOMATIZADOS

2.5.1. CLEVERON

Figura 2.5.1.1: Almacén Cleveron en tienda física

Figura 2.5.1.2: Almacén Cleveron 402

2.5.2. ROWA

Figura 2.5.2: Almacén Rowa en farmacia

2.5.3. AMAZON LOCKER

Figura 2.5.3: Almacén de Amazon Locker

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DISEÑADO

3.1. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS ELEMENTOS UTILIZADOS

3.1.1. MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA

Figura 3.1.1: Motor de corriente continua estándar

3.1.5. SENSORES MAGNÉTICOS

Figura 3.1.5: Sensor magnético

3.2. INTRODUCCIÓN A LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

3.2.1. AUTÓMATAS PROGRAMABLES

3.2.1.1. COMPONENTES DE LOS AUTÓMATAS PROGRAMABLES

Figura 3.2.1.1.1: CPU Siemens S7 – 1200

Figura 3.2.1.1.2: Ensamblaje de entradas y salidas Siemens S7 – 1200

Figura 3.2.1.1.3: Fuente de alimentación 24V en corriente continua y 120V en corriente alterna estándar

Figura 3.2.1.1.4: Bastidor para PLC

3.2.1.2. ELECCIÓN DEL AUTÓMATA PROGRAMABLE

3.2.1.2.1. SIEMENS

Figura 3.2.1.2.1: LOGO!8 Siemens

Figura 3.2.1.2.1.1: SIMATIC S7 – 1200 Siemens

Figura 3.2.1.2.2: SIMATIC S7 – 1500 Siemens

3.2.1.2.2. OMROM

Figura 3.2.1.2.2.1: Serie CP1L Omrom

Figura 3.2.1.2.2.2: Serie CJ1 Omrom

Figura 3.2.1.2.2.3: Serie CJ2 Omrom

3.3. SISTEMA SCADA

3.3.3. COMPONENTES DE UN SISTEMA SCADA

Figura 3.3.3: Sistema SCADA real

3.4. PROGRAMACIÓN DEL AUTÓMATA MEDIANTE GRAFCET

3.4.1. CONCEPTOS BÁSICOS DE GRAFCET

3.4.1.1. ETAPAS

Figura 3.4.1.1.1: Etapas

Figura 3.4.1.1.2: Etapa inicial

Figura 3.4.1.1.3: Etapa cualquiera

3.4.1.2. ACCIONES ASOCIADAS A LAS ETAPAS

Figura 3.4.1.2.1: Acción externa, activación de sensor

Figura 3.4.1.2.2: Acción incondicional

Figura 3.4.1.2.3: Acción condicional

Figura 3.4.1.2.4: Acciones con set y reset

3.4.1.3. TRANSICIONES ENTRE ETAPAS

Figura 3.4.1.3.1: Transición hacia abajo

Figura 3.4.1.3.2: Transición con distinta dirección

3.4.1.4. RECEPTIVIDAD ASOCIADA A LA TRANSICIÓN

Figura 3.4.1.4.1: Receptividad escrita

Figura 3.4.1.4.2: Receptividad simbólica

Figura 3.4.1.4.3: Transición sin receptividad

3.4.2. ESTRUCTURAS DEL GRAFCET

3.4.2.1. ESTRUCTURAS BASE

Figura 3.4.2.1.1: Secuencia única

Figura 3.4.2.1.2: Secuencia paralela

3.4.2.2. SECUENCIAS LÓGICAS

Figura 3.4.2.2.1: Divergencia OR

Figura 3.4.2.2.2: Convergencia OR

Figura 3.4.2.2.3: Divergencia AND

Figura 3.4.2.2.4: Convergencia AND

3.5. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Figura 3.5.1: Sensorización de la estantería

3.5.5. PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA MEDIANTE GRAFCETS Y EXPLICACIÓN

3.5.5.1. GRAFCET DE MODOS DE MARCHA

Figura 3.5.5.1: Grafcet modos de marcha

3.5.5.2. GRAFCET DE REPOSO

Figura 3.5.5.2: Grafcet de reposo

3.5.5.3. GRAFCET GENERAL DE ALMACENAJE

Figura 3.5.5.3: Grafcet general de almacenaje

3.5.5.4. GRAFCET DE RECEPCIÓN DEL PRODUCTO Y ALMACENAMIENTO

Figura 3.5.5.4: Grafcet de recepción del producto y almacenamiento

3.5.5.5. GRAFCET GENERAL DE RECOGIDA

Figura 3.5.5.5: Grafcet general de recogida

3.5.5.6. GRAFCET DE RECOGIDA DE BANDEJA PARA ALMACENAMIENTO

Figura 3.5.5.6: Grafcet de recogida de bandeja para almacenamiento

3.5.5.7. GRAFCET DE RECOGIDA DEL PRODUCTO

Figura 3.5.5.7: Grafcet de recogida del producto

3.5.5.8. GRAFCET DE ALMACENAMIENTO DE LA BANDEJA

Figura 3.5.5.8: Grafcet de almacenamiento de la bandeja

3.5.5.9. GRAFCET DE EMERGENCIA GENERAL POR FINAL DE CARRERA

Figura 3.5.5.9: Grafcet de emergencia general por final de carrera

Figura 3.5.5.9.1: Posición de sensores final de carrera

3.5.5.9.1. GRAFCET DE EMERGENCIA FCD

Figura 3.5.5.9.1.1: Grafcet de emergencia FCD

3.5.5.9.2. GRAFCET DE EMERGENCIA FCI

Figura 3.5.5.9.2: Grafcet de emergencia FCI

3.5.5.9.3. GRAFCET DE EMERGENCIA FCB

Figura 3.5.5.9.3: Grafcet de emergencia FCB

3.5.5.9.4. GRAFCET DE EMERGENCIA FCA

Figura 3.5.5.9.4: Grafcet de emergencia FCA







ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 2. ESTADO DE LA TÉCNICA Y TRABAJOS PREVIOS

2.5. OTROS SISTEMAS EXISTENTES DE PEQUEÑOS ALMACENES AUTOMATIZADOS

2.5.1. CLEVERON

Tabla 2.5.1.3: Características Cleveron402

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DISEÑADO

3.5. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Tabla 3.5.3: Variables físicas del sistema

Tabla 3.5.4: Variables digitales del sistema





ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I. PLANOS.....	67
PLANO 1. ALMACÉN AUTOMATIZADO	67
PLANO 2. ESTANTERÍA	68
PLANO 3. ESTRUCTURA PORTICADA	69
PLANO 4. SUJECCIÓN DE LAS BANDEJAS	70
PLANO 5. BANDEJAS	71







CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1. INTRODUCCIÓN

El constante crecimiento de internet y desarrollo de las nuevas tecnologías está creando cambios de total relevancia que están obligando a las empresas a adaptarse a estos nuevos entornos creando nuevos canales de venta para sus productos a través de internet. Esta nueva red de comercio a través de internet que está revolucionando la forma de compra y venta de productos es conocida como comercio electrónico, regulado bajo el amparo de la Ley 34/2022, de 11 de Julio, de servicios de la sociedad de la información y de comercio electrónico, que tiene por objeto la regulación del régimen jurídico de los servicios de la sociedad de la información y de la contratación por vía electrónica (Art.1 Ley). Hoy en día toda empresa que no se encuentre dentro del comercio electrónico tenderá a desaparecer.

Estos cambios derivan a una gran competencia entre las empresas por ofrecer el servicio más eficiente, cómodo y sencillo para sus clientes garantizándoles una buena experiencia de compra. Desde la compra del producto hasta su recepción en tienda existen una cantidad inmensa de acciones que se han de realizar para poder llevar este proceso a cabo.

En este trabajo nos centraremos concretamente en el último eslabón de este proceso, en la entrega física del producto recibido al cliente tras haber sido comprado a través del comercio electrónico, en el caso en el que el cliente tenga que acudir a la tienda más cercana de la empresa donde haya comprado el producto para su recogida. Para ello se ha realizado el diseño del prototipo de un pequeño almacén automatizado que permita las reducciones del tiempo de espera del cliente en la tienda cuando acuda a su recogida y el número de los trabajadores de la tienda implicados en este proceso.

1.2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este proyecto nace de una idea del propio autor y se basa en el diseño del prototipo de un pequeño almacén automatizado para la entrega de productos en tienda, solicitados a través del comercio electrónico de la empresa, concretamente Zara, del grupo Inditex.

Para poder llegar a este objetivo, se ha planteado el diseño de un almacén automatizado que a diferencia de los que instalan otros fabricantes, abarque una cantidad menor de productos almacenados, obteniendo una mayor viabilidad a través de un diseño más sencillo y económico que permita su instalación en la gran mayoría de las tiendas físicas que dispone la empresa.

Como punto de partida para el desarrollo del pequeño almacén automatizado, hemos decidido establecer una serie de condiciones que no satisfacen las principales empresas fabricantes como comentaré posteriormente:

- Superficie del almacén: el almacén que se requiere no puede superar los 10 metros cuadrados, siendo estas las dimensiones más usuales de los pequeños locales o estancias de almacenamiento que disponen las tiendas físicas para la entrega de sus productos que han sido solicitados a través del comercio electrónico.
- Capacidad de almacenamiento: el prototipo del almacén automatizado diseñado no ha de superar la capacidad de 50 productos almacenados, ya que este rango de productos con posibilidad de almacenar es el que no disponen los fabricantes actuales. Concretamente dispondrá de 48 posiciones disponibles para almacenamiento.
- Sencillez en la construcción: a diferencia del resto de los fabricantes, se ha diseñado un pequeño almacén automatizado caracterizado por su simplificación a través del uso de materiales que destacan por su bajo coste económico y la inclusión de materiales sostenibles que permitan asegurar sus condiciones de funcionamiento.
- Compromiso con los Objetivos de Desarrollo Sostenible: se han usado materiales reciclados para la fabricación y construcción de los elementos del almacén que se concretarán más adelante. Cumpliendo concretamente con el objetivo número 12, que se basa en desvincular el crecimiento económico de la degradación medioambiental, aumentando la eficiencia mediante el uso de recursos sostenibles y promoviendo un estilo de vida sostenible.
- Bajo coste económico: mediante un simple diseño del almacén que cumpla las condiciones necesarias, obtenemos un coste de fabricación y puesta en marcha mucho menor que el resto de las empresas fabricantes, consiguiendo así una mayor viabilidad para su instalación en la gran mayoría de tiendas físicas de la empresa para la cual este trabajo está orientado.

1.3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU ACTIVIDAD

La empresa para la cual se realiza la propuesta del proyecto es Zara del grupo Inditex, pudiéndose extender al resto de las empresas del grupo e incluso a otras externas como podría ser el Corte Inglés.

La compañía fue fundada en 1975 por Amancio Ortega y ese mismo año, el grupo abrió la primera tienda de la cadena Zara en A Coruña expandiéndose así en el resto de la península contando con 60 tiendas. En 1988 se produjo su primera apertura internacional en la ciudad portuguesa de Oporto y posteriormente en Nueva York y París hasta actualmente con más de 2.200 tiendas de Zara en todo el mundo, fruto de una constante adaptación e innovación de la organización.

Zara es la cadena insignia del Grupo y cuenta en España con tres centros logísticos situados en Arteixo, Zaragoza y Madrid, cuya finalidad es la distribución y prestar servicios centrales. La fabricación del grupo se sitúa fuera de la península, principalmente en países asiáticos.

El innovador modelo de negocio de Zara ha revolucionado el mundo de la moda convirtiéndose en una de las principales empresas referentes a nivel mundial. Este modelo de negocio está caracterizado por la capacidad de adaptación, flexibilidad, innovación continua y una correcta orientación al cliente, permitiéndole responder en el menor tiempo posible a las necesidades del mercado.

Destaca el control del grupo sobre toda su cadena de suministro garantizando una fuerte integración vertical en todas las fases del negocio de la moda como el diseño, fabricación, logística y la venta en tiendas propias, que les ha permitido a todas sus cadenas y especialmente a Zara, una gran capacidad de flexibilidad.

La empresa Zara del grupo Inditex, es una empresa líder del sector textil que se dedica a la venta minorista de ropa que se centra en la moda joven, encontrándose esta en un continuo cambio y crecimiento por las nuevas tendencias que la gente joven demanda de su sector y de la moda.

Las cinco características por las que principalmente destaca el grupo Inditex son las siguientes:

- Experiencia de marca: tanto en las tiendas online, como en las tiendas físicas del grupo que se encuentran situadas en los puntos comerciales más emblemáticos del mundo, llama la atención la continua búsqueda de la máxima calidad en la experiencia del cliente. Llevando a cabo la mejora del diseño y arquitectura de las tiendas, cuidando cualquier tipo de contacto con el cliente, obteniendo un resultado de una imagen de marca sólida, agradable y dinámica en la experiencia de compra.
- Cliente como timón del grupo: el cliente es el eje central del modelo de negocio del grupo, la constante innovación se basa en mejorar su experiencia, para ofrecerle mayor calidad y eficiencia. Desarrollando una potente capacidad de

adaptación y respuesta en su cadena de valor integrada ante cualquier cambio de situación o perspectiva, introduciendo constantemente pequeñas mejoras que impulsen de forma positiva la experiencia del cliente.

- Calidad y sostenibilidad en la producción: teniendo unos estándares muy altos para la búsqueda de la excelencia, valoran con total detenimiento el rol que desempeñan los proveedores externos al grupo, exigiendo códigos de conducta que han de adoptar para poder colaborar con el grupo y estándares basados en los objetivos de desarrollo sostenible además de la reducción del consumo energético y la huella de carbono.
- Expertos en diseño: con casi mil diseñadores, la compañía cuenta con un gran equipo de visionarios y expertos que les garantizan la creatividad en estado puro y el estudio del gusto del cliente objetivo. Son capaces de intuir e incluso adelantar los deseos de los clientes en todo momento, debido a que están perfectamente informados gracias a un eficaz análisis de ventas, la información que reciben por parte de las tiendas y equipos comerciales que permiten interpretar las próximas tendencias.
- Logística superdotada: mantener la calidad de las tiendas físicas y online no sería posible sin el apoyo de sus centros logísticos. El sistema de identificación por radiofrecuencia (RFID) permite tener todas las tiendas y plataformas online actualizadas atendiendo a las demandas de los clientes gracias a la integración de la gestión de los inventarios de todas las marcas del grupo.

1.4. INTRODUCCIÓN AL COMERCIO ELECTRÓNICO

El constante crecimiento de internet y de las nuevas tecnologías está provocando cambios de gran relevancia en el sector empresarial e industrial mundial, donde el comercio electrónico es cada vez más frecuente y junto a las nuevas tecnologías está revolucionando la forma de comprar y de vender productos, convirtiéndose en una alternativa esencial y no como una simple alternativa al comercio tradicional.

El comercio electrónico es la forma comercial que permite al cliente consultar mediante la utilización de contenidos, servicios en línea y aplicaciones, la selección y adquisición de la oferta del producto deseado a través de un dispositivo conectado a Internet en tiempo real, en cualquier momento y lugar.

Para poder llevar a cabo las compras en línea, las empresas han de contar con aplicaciones con un software que garanticen como mínimo tres funcionalidades, el catálogo en línea de los productos disponibles, un carrito o cesta en línea que permita almacenar los productos seleccionados y un sistema de cobros en línea que redirija al consumidor a una aplicación que sea gestionada por una entidad bancaria para formalizar y validar los pagos.

Estamos en un contexto que está marcado por la convivencia de los entornos físico y electrónico, donde el cliente ha cambiado la manera en la que se relaciona con las

marcas y su forma de adquirir los productos. Las empresas líderes se han visto obligadas a incrementar su capacidad de innovación con la intención de crear un entorno digital que se caracterice por la comodidad y facilidad aportada al cliente para acceder a la información del producto deseado intentando crear una experiencia unificada entre los entornos del comercio electrónico y físico.

Estos cambios están impactando directamente en la gestión de la cadena de suministro y en la logística de las empresas exigiendo una constante adaptación de las empresas a estos cambios que se producen, dejando en fuera de juego a aquellas que no consigan adaptarse.

1.4.1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL COMERCIO ELECTRÓNICO

A continuación, se nombrarán las ventajas y desventajas del comercio electrónico tanto para las empresas como para los consumidores.

1.4.1.1. VENTAJAS DEL COMERCIO ELECTRÓNICO PARA LAS EMPRESAS

- Visibilidad en el mercado: gracias a internet, el comercio electrónico ha superado las limitaciones geográficas, alcanzando un mayor número de clientes reales o potenciales, siendo esto muy difícil y costoso de conseguir en el comercio tradicional. Contando con un buen software y capacidad de innovación, permite a la empresa la facilidad de mostrar sus productos y aportar información instantáneamente a cualquier punto del planeta.
- Disponibilidad temporal total: a diferencia del horario específico y establecido de las tiendas físicas del comercio tradicional, los productos expuestos en la aplicación de la empresa que garantiza el comercio electrónico están expuestos en todo momento, por lo que el consumidor puede dar con estos y adquirirlos a cualquier hora y día del año.
- Reducción de costes: esta es una de las principales ventajas del comercio electrónico ya que al realizar las compras por internet no es necesario invertir en espacios físicos ni en personal de servicio al cliente, disminuyendo considerablemente los costes logísticos. Cabe destacar que en aquellas tiendas donde el cliente tenga que acudir a la recogida del producto comprado a través del comercio electrónico, no se reducen los costes completamente ya que se necesita espacio de almacenamiento físico en las mismas para entregar el producto al cliente y personal que se haga cargo de su entrega.

1.4.1.2. VENTAJAS DEL COMERCIO ELECTRÓNICO PARA LOS CONSUMIDORES

- Disponibilidad de información: una de las ventajas más importantes del comercio electrónico para los clientes y consumidores es la posibilidad de la evaluación de productos, comparación de sus características, precios y ofertas disponibles gracias a la información que ofrecen las aplicaciones de comercio electrónico de cada empresa.
- Experiencia de compra práctica: mayor facilidad, rapidez y comodidad para encontrar y comprar el producto por parte del usuario sin la necesidad de salir de casa, únicamente teniendo acceso a internet de tal forma, que le permite al usuario un importante ahorro de tiempo.
- Recepción del producto: junto con la disponibilidad de información, esta es otra gran ventaja para el consumidor ya que existe la posibilidad de que el producto solicitado se pueda recibir directamente en su domicilio o asistiendo al punto de recogida disponible de la tienda más cercana, ahorrando tiempo en comparación al comercio tradicional.

1.4.1.3. DESVENTAJAS DEL COMERCIO ELECTRÓNICO

- Alto nivel de competencia: el incremento de la popularidad del comercio electrónico ha provocado la incursión de la gran mayoría de empresas a su uso, siendo además muy atractivo debido a que cualquier persona puede poner con muy poca dificultad en marcha un negocio electrónico. Sin embargo, competir es cada vez más difícil porque los consumidores quieren contar con el mejor producto, al mejor precio, con el mejor servicio y la mejor atención personalizada.
- Falta de confianza: todavía hay muchos consumidores que son reacios a comprar el producto sin haberlo visto físicamente y que no confían en el pago a través de internet, ya que la seguridad del comercio electrónico va a ser uno de los puntos más fuertes a controlar por el empresario.
- Costes de envío: el coste de envío se incrementa cuando el volumen de negocio es pequeño, siendo esto una gran desventaja para aquellos negocios pequeños o que acaben de empezar.
- Difícil fidelización de los clientes: al ser un tipo de comercio que se realiza a través de internet, se pierde prácticamente el contacto personal con los compradores. Por ello, la empresa ha de establecer una estrategia de comercialización que se comprometa en trabajar y mejorar la experiencia de compra para poder fidelizar al cliente.

CAPÍTULO 2. ESTADO DE LA TÉCNICA Y TRABAJOS PREVIOS

2.1. INDITEX Y EL COMERCIO ELECTRÓNICO

El grupo Inditex es uno de los minoristas de moda más grandes del mundo, con ocho marcas (Zara, Massimo Dutti, Pull&Bear, Stradivarius, Bershka, Oysho, Zara Home y Uterqüe) y 7.490 tiendas en 96 mercados de todo el mundo.

En 2017, la integración de las tiendas de Inditex al comercio electrónico ha sido una realidad con una incursión en 49 de los 96 mercados en los que están presentes las marcas de Inditex. Las ventas online del Grupo crecieron en torno al 40% en 2017, alcanzando un 12% de ventas en todos los mercados con presencia dentro del comercio electrónico. Según los resultados de 2018 de Inditex, las ventas online crecieron más de un 25% hasta los 3.200 millones de euros, alcanzando el 15% de las ventas en mercados con tienda tanto física como online. La evolución del modelo integrado de tienda física y comercio electrónico está impulsando la expansión de la presencia online del Grupo. Teniendo como resultado, que todas las marcas del grupo se encuentren disponibles con sus respectivas plataformas dentro del comercio electrónico en todo el mundo desde 2020.

Este crecimiento del grupo se debe principalmente a su destreza con el uso de las herramientas del comercio electrónico integrando a sus empresas en la era digital conociendo las tendencias de comercialización electrónica. Destacando su rápida adaptación al comportamiento del consumidor, así como las estrategias que adopta para potenciar la orientación al propio cliente y aportar más valor.

Con el compromiso de ofrecer a los clientes una experiencia de compra única que cumpla con los más altos estándares, Inditex está en constante desarrollo de nuevos proyectos y tecnologías que le permitan ofrecer un mejor servicio.

A medida que los consumidores finales comienzan a valorar el tiempo y la comodidad, cada vez se realizan más compras a través de las aplicaciones de comercio electrónico de las distintas empresas. Las ventas minoristas en línea globales están creciendo y se estima que alcanzaron en torno al 10% del gasto minorista total en 2018 en comparación con el 7% en 2016. El desafío más importante con el aumento de las compras en línea es mantener un alto nivel de experiencia del cliente a través de todos sus canales, asegurando un servicio al cliente rápido y eficiente. En la experiencia de hacer clic y recoger, el último eslabón de la cadena que es la entrega final del producto es el más débil, ya que presenta varios problemas: costos logísticos crecientes, escasez de espacio de almacenamiento, carga de trabajo creciente para el servicio al cliente, costos laborales adicionales y el aumento del tiempo de espera del cliente para recibir el producto.

2.2. PROBLEMÁTICA DE LA EMPRESA

El descubrimiento de la problemática de la empresa nace a partir de una experiencia personal del autor, tras la recogida de un producto comprado a través de la aplicación de la empresa Zara, software por donde llevan a cabo su comercio electrónico.

En el caso de las empresas del grupo Inditex, centrándonos en este trabajo concretamente en su empresa referente Zara, cuando se compra un producto a través de su aplicación existe la posibilidad de recibirlo en el domicilio del cliente y además como distinta alternativa existe la opción de recogida seleccionando la tienda física que mejor nos convenga para acudir a su recogida presencialmente.

El producto solicitado mediante la aplicación del comercio electrónico que se recibe en tienda, hasta que el cliente vaya a recogerlo, se almacena dentro de un local de la propia tienda en un pequeño almacén (Figura 2.2).



Figura 2.2: Local de almacenamiento de productos

Este tipo de almacén cabe destacar que se encuentra en aquellas tiendas de la empresa de menor tamaño y con menor volumen de productos recibidos para entrega tras su compra por internet, siendo estas la gran mayoría de tiendas del grupo en comparación a las tiendas que se sitúan en grandes ciudades que diariamente reciben grandes cantidades de productos.

Si observamos la imagen, podemos ver que se trata de un sistema de almacenamiento que se compone de unas estanterías sin ningún tipo de orden ni localización del producto que se va a almacenar y posteriormente entregar al cliente.

A medida que la tienda va recibiendo productos para su posterior entrega, como se ha comentado anteriormente los van almacenando en estas estanterías sin ningún tipo de orden ni localización, de tal forma que cuando se recibe un gran volumen de productos y se concentran muchos clientes en la tienda para su recogida ocurre lo siguiente:

El trabajador o trabajadora de la tienda, desconoce la localización del producto solicitado a entregar al cliente y lo ha de ir buscando en cada estante. Esto causa una pérdida del tiempo implicado en la búsqueda del producto para el trabajador o trabajadora y un aumento del tiempo de espera del cliente que lleva a su descontento.

Cuando hay un gran volumen de productos a entregar y coincide con muchos clientes que vienen a su recogida, en la tienda se suele solicitar la ayuda de otro trabajador más para aumentar la velocidad de entrega y atención al cliente que viene a recoger su pedido. El solicitar la ayuda de uno o varios trabajadores, provoca una reducción en la atención al cliente en la propia tienda y el descontento de estos tras no recibirla.

2.3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA PARA LA PROBLEMÁTICA DE LA EMPRESA

La solución planteada para esta problemática es el diseño del prototipo de un pequeño almacén automatizado con una capacidad máxima de almacenaje de 48 productos, con el objetivo de evitar que se produzcan las pérdidas de tiempo en la búsqueda del producto por parte de los trabajadores y el descontento de los clientes por su falta de atención y espera explicados anteriormente.

Se ha de recalcar, que este tipo de almacenamiento ya existe y está instalado por parte de la empresa “Cleveron” únicamente en las tiendas de Zara de las grandes capitales donde reciben grandes cantidades de productos solicitados por los clientes a través del comercio electrónico para ser almacenados para su entrega. Esta empresa que instala los almacenes automatizados, de la cual hablaremos más adelante, tiene como principal inconveniente el sobre coste económico de sus almacenes, causa por la que la empresa Zara solo se puede permitir su instalación en sus tiendas más grandes de ciertas capitales, dejándose así, la gran mayoría de tiendas sin un sistema de almacenamiento automatizado y eficiente que solucione dicha problemática.

El producto almacenado en una tienda textil como es Zara suele ser cualquier prenda de ropa, accesorios o zapatos por lo que no pesará más de 3 Kg y en cuanto a sus dimensiones lo normal es que no supere las de una caja de zapatos. El producto según su tamaño puede ir envasado en un sobre o en una caja de cartón y estará identificado por el código que recibe el cliente tras haber realizado su compra para acudir a su recogida.

El sistema de almacenamiento diseñado a grandes rasgos, que se detallarán en los siguientes apartados, consta de unas estanterías moduladas para la sujeción de las bandejas que portarán el producto. Dichas estanterías constan de unas bandejas y su propia sujeción mediante un perfil en L. Las bandejas y el perfil en L estarán fabricados con plástico reciclado a partir de su diseño e impresión con una impresora 3D. Se combinará la mezcla del plástico para la impresión de las bandejas con un material con capacidad de imantar que permita adquirir a las bandejas dicha capacidad, siguiendo el objetivo número 12 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible marcados por la Organización de Naciones Unidas. Además, las bandejas tendrán incorporado en el centro un sensor magnético que las permita identificar y localizar.

Las bandejas están dimensionadas de tal forma que no habrá ningún tipo de problema en la cabida del producto que se introduzca, al igual que la distancia vertical que hay entre ellas.

A la hora de introducir el producto en el sistema de almacenamiento, el trabajador seleccionará su posición en una pantalla digital que contará con un software con una base de datos totalmente dinámica que permita actualizar constantemente las referencias de localización de cada producto introducido y extraído. La visión que tendrá el trabajador de este software será por medio de una pantalla táctil con una interfaz digital diseñada con SCADA.

El almacén contará con una capacidad de almacenamiento para 48 productos en 6 columnas de estanterías moduladas que dispondrán de 8 filas de estantes para las bandejas. Las estanterías irán atornilladas a la pared del local por sus dos extremos para evitar un posible balanceo ocasionado por la entrada y salida de las bandejas.

La introducción y extracción de los productos en las estanterías se hará mediante un robot cartesiano porticado que disponga de un rango de movimiento en sus dos ejes, siendo capaz de localizar las bandejas gracias su sensorización por medio de los sensores magnéticos con los que cuentan cada una de ellas. El movimiento que realizará el robot porticado será por medio de una estructura similar a la de las estanterías moduladas que le permita desplazarse con la posibilidad de alcanzar la posición en la que se encuentre cualquiera de las 48 bandejas.

El robot dispondrá de un brazo extensible con un rango de giro de 180°. El brazo extensible estará formado por una plancha con un electroimán que se activará y desactivará para colocar y extraer las bandejas con los productos, de tal forma que no hará falta ningún tipo de agarre más complejo para la sujeción y desplazamiento del paquete, siendo esta solución más simple y económica.

El movimiento del robot se realizará por medio del accionamiento de dos motores, uno que permita el desplazamiento vertical y otro el horizontal, teniendo un rango de movimiento en los dos ejes cartesianos gracias a una estructura porticada similar a la

estantería que estará anclada al techo y al suelo del local. Cada motor se accionará en función de la posición de la bandeja que contenga el producto que se quiere introducir o extraer.

Para la localización de las bandejas, el robot consta de sensorización que permite distinguirlos a partir de los sensores magnéticos que estas disponen, teniendo entonces el producto objetivo perfectamente localizado ya que su referencia se ha guardado en una base de datos y establecida por el trabajador a la hora de introducir el producto en el sistema de almacenamiento.

El control del sistema de almacenamiento automatizado se realizará con un autómatas programable de la marca Siemens, en concreto el modelo “SIMATIC S7-1200”. Se ha seleccionado dicho autómatas debido a que ha sido estudiado y trabajado por el alumno en la asignatura de Automatización Industrial en el grado de Ingeniería Eléctrica, siendo Siemens una de las empresas líderes en el diseño de autómatas programables.

2.4. PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS

Los procedimientos operativos del diseño del pequeño almacén automatizado siguen un orden desde el pedido del producto por parte del cliente mediante su compra en la sección del comercio electrónico de la marca hasta su recepción física en la tienda, cuyo orden determinado se muestra en el siguiente esquema (Figuras 2.4.1, 2.4.2, 2.4.3).

1. En primer lugar, el cliente accede a la aplicación electrónica de la empresa, en este caso Zara y a través de ella selecciona y compra el producto que desea, siempre que éste esté disponible.
2. Una vez el cliente compra el producto, asigna la tienda de recogida de éste siendo habitualmente la más cercana y recibe un código de identificación del producto que ha comprado.
3. Habiendo comprado y seleccionado la tienda de recogida del producto, la empresa desde su centro de logística más cercano lo empaqueta y manda el producto a la respectiva tienda.
4. Cuando se recibe el paquete, el trabajador lo transporta hasta el local donde se encuentra el pequeño almacén automatizado.
5. A la hora de introducir el paquete en el sistema, el trabajador seleccionará la posición para su colocación por medio de una pantalla digital diseñada con SCADA que dispone de un software capaz de almacenar la localización del producto y las disponibles para ser almacenado.
6. Cuando el trabajador selecciona su posición de almacenamiento, el robot de forma automática se desplaza hasta la posición seleccionada para coger la bandeja que se encuentra libre en esa posición y la traslada hasta la posición de referencia al alcance del trabajador.
7. Una vez la bandeja se encuentra en la posición de referencia, el trabajador deposita el paquete y al ser detectado por el robot debido al incremento de peso en la bandeja, se desplaza hasta la localización de la estantería seleccionada previamente y lo introduce.

8. Almacenado el producto, se le notifica al cliente que ya lo tiene disponible para su recogida por medio de la propia aplicación o por correo electrónico.
9. El cliente recibe el aviso y acude a su tienda de recogida dirigiéndose a su local interior donde se encuentra el punto de recogida de productos comprados por internet y le proporciona al trabajador el código de identificación del producto que le generó la aplicación electrónica una vez lo compró.
10. El trabajador con el código de identificación lo introduce en el software, automáticamente el robot se dirige hacia la posición donde se encuentra la bandeja con el paquete, lo coge y lo desplaza hasta el punto de referencia donde se encuentra el trabajador, éste se lo entrega al cliente.

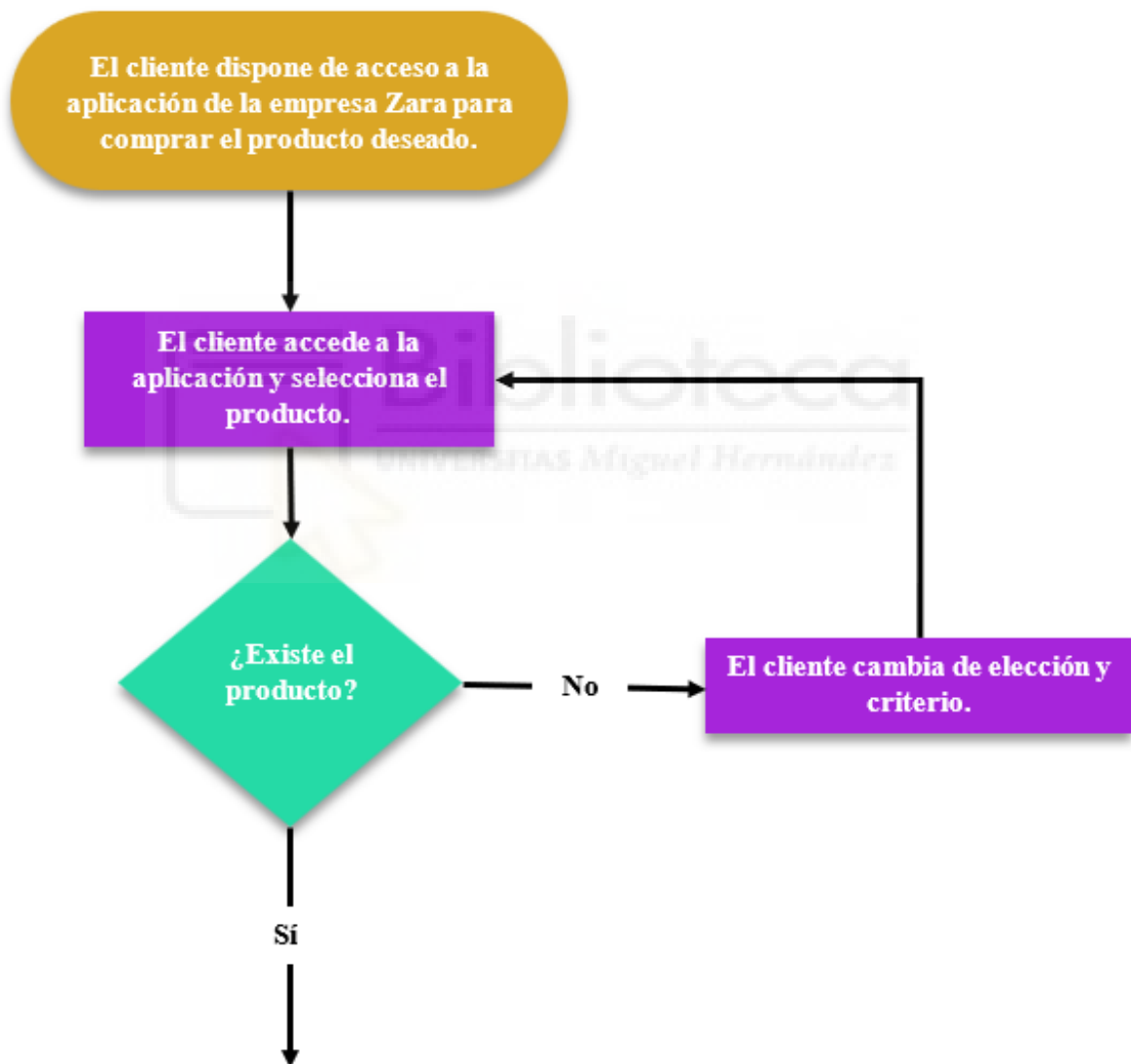


Figura 2.4.1: Procedimiento operativo 1

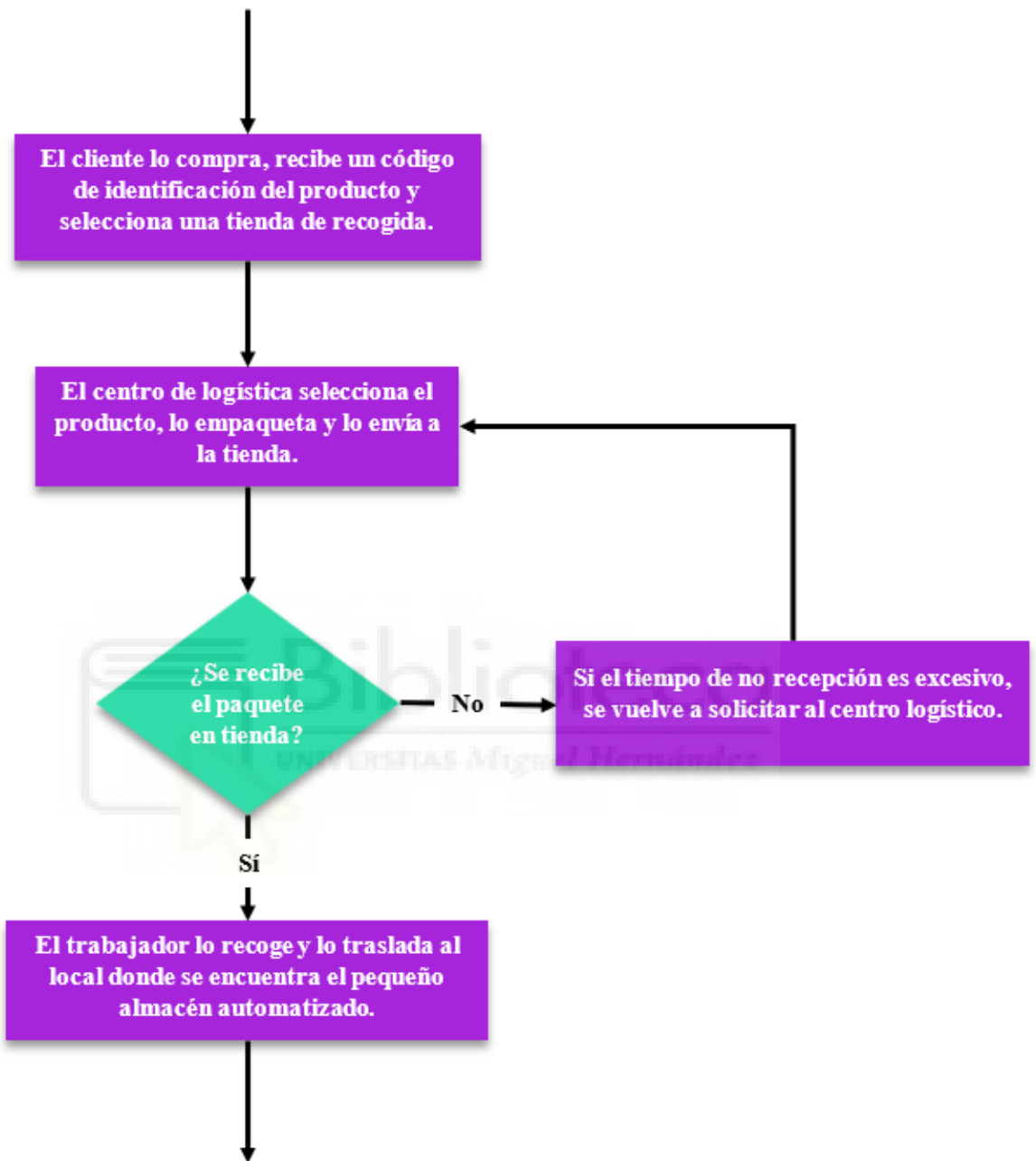


Figura 2.4.2: Procedimiento operativo 2

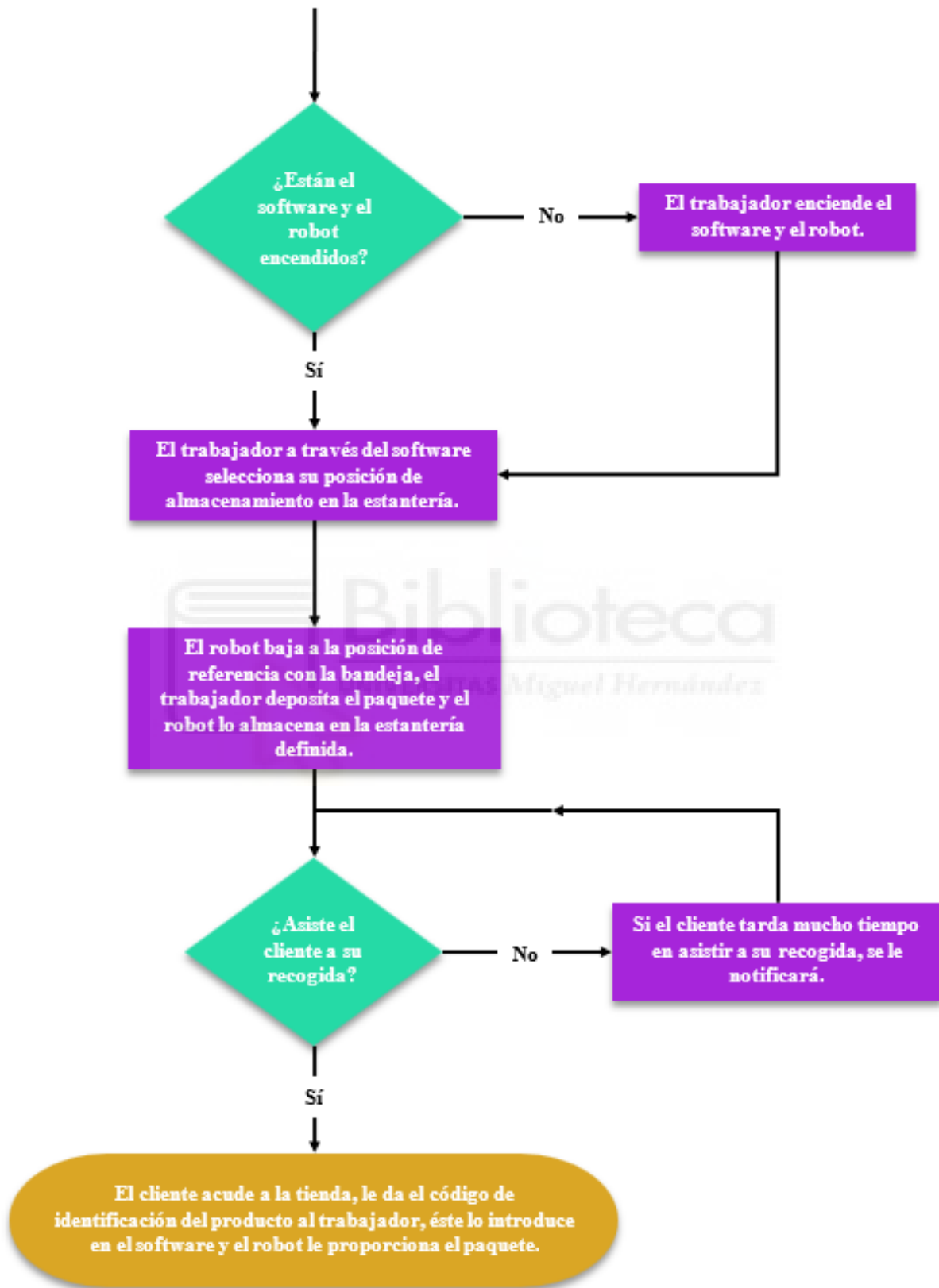


Figura 2.4.3: Procedimiento operativo 3

2.5. OTROS SISTEMAS EXISTENTES DE PEQUEÑOS ALMACENES AUTOMATIZADOS

A continuación, se van a nombrar empresas que actualmente se dedican a la fabricación de almacenes automatizados que servirán como referencia para el desarrollo del prototipo, fijándonos en sus principales ventajas e inconvenientes respecto a la aplicación que le queremos dar.

2.5.1. CLEVERON

Cleveron fundada en Estonia, es la empresa líder en diseño y fabricación de sistemas de almacenamiento automatizados como punto de entrega y recogida de paquetes, que son utilizados por los principales minoristas y empresas de logística de todo el mundo.

Desarrolla almacenes para paquetes y robots innovadores para agilizar las iniciativas omnicanal y ofrecer una experiencia perfecta al cliente reduciendo los tiempos y costes de entrega y mejorando las operaciones de entrega y devolución de paquetes. Cleveron ofrece desde desarrollo de software y hardware hasta instalación, capacitación y mantenimiento.

En 2017 Inditex optó por la instalación del modelo “Cleveron 402” como prueba en la tienda de Zara en A Coruña (Figura 2.5.1.1). Esta prueba piloto resultó ser todo un éxito e Inditex a lo largo de estos últimos años ha ido instalando este modelo en sus tiendas de Zara localizadas en las capitales más importantes, donde reciben diariamente grandes cantidades de productos para su posterior entrega al cliente.



Figura 2.5.1.1: Almacén Cleveron en tienda física

Todos los modelos de los que dispone la marca Cleveron, se encargan de clasificar y organizar de forma óptima el paquete dentro del terminal, de acuerdo con sus dimensiones, es decir, todos los modelos de la empresa Cleveron dentro de su terminal, continuamente están organizando los paquetes que contienen en función de su tamaño sin tener en cuenta el producto que contienen para aprovechar de forma óptima el espacio interior del almacén o terminal.

El modelo “Cleveron 402” (Figura 2.5.1.2) es la solución de entrega y recogida de paquetería más grande del mundo que puede manejar hasta 3.600 paquetes. Es una máquina de autoservicio que cuenta con alta tecnología de entrega de paquetería que permite al cliente entregar y recoger paquetes. “Cleveron 402” ha sido diseñado para automatizar de forma eficaz el almacenamiento de grandes cantidades de paquetería minorista dentro de la propia tienda.



Figura 2.5.1.2: Almacén Cleveron 402

Todos los modelos de la empresa almacenan y organizan los productos por medio de bandejas que los contienen. En concreto, el modelo “Cleveron 402” tiene las siguientes características que se muestran en la Tabla 2.5.1.3:

	Mínimo	Máximo
Número de bandejas	266	3600
Ancho	3.7 m	13.7 m
Altura	3.1 m	4.75 m
Profundidad	2.11 m	2.11 m

Tabla 2.5.1.3: Características Cleveron 402

El fabricante permite modular el volumen de paquetería y dimensiones del terminal según las necesidades del cliente.

El inconveniente que presenta esta empresa para la adquisición de sus terminales es su elevado coste, siendo esta la causa principal por la que el grupo Inditex no puede instalar un terminal en cada una de sus tiendas de Zara. Otro inconveniente es la capacidad de almacenamiento, la gran mayoría de tiendas del grupo, en concreto Zara, no están localizadas en grandes capitales y tienen un volumen de paquetería para entrega a los clientes del producto solicitado por medio del comercio electrónico mucho menor al que ofrece la empresa Cleveron.

2.5.2. ROWA

La empresa Rowa, fundada en Kelberg, Alemania, es la empresa líder a nivel mundial en el diseño y fabricación de almacenes automatizados para medicamentos. Los terminales que produce Rowa son similares a los comentados anteriormente de la empresa Cleveron, con la principal diferencia que esta última tiene como producto de almacenaje, las cajas de medicamentos.

Rowa destaca por su gran capacidad y rango de almacenamiento que dispone su catálogo de terminales adaptables y flexibles en su diseño en cuanto a anchura, altura y longitud para distintos volúmenes de productos abarcando diversos sectores como las farmacias, centros de distribución, hospitales, centros de salud o veterinarias, parafarmacia y cosmética.

Los terminales que ofrece Rowa para farmacia, suelen ubicarse en la trastienda de la farmacia ya que al igual que los terminales de Cleveron, a la vista del cliente es un almacén que el fabricante lo instala en la tienda y es mejor que se evite su visibilidad.

El robot que contiene el terminal (Figura 2.5.2) se encarga de medir las dimensiones del medicamento una vez se le introduce y colocarlo en la estantería en función de éstas y lo reorganiza con el objetivo de optimizar el espacio de almacenaje. Estos robots destacan por ser silenciosos, por tener una fácil y rápida selección de forma automática del producto que se solicita, cuentan con un margen muy corto de tiempo en la entrega del producto solicitado y tienen un control de las existencias basado en un inventario continuo.

Destacan por su variedad de funciones y complejidad en su diseño, pero concretamente en el desarrollo de este trabajo nos centraremos en aportar una solución más económica y sencilla.



Figura 2.5.2: Almacén Rowa en farmacia

2.5.3. AMAZON LOCKER

Sin ningún tipo de duda la empresa Amazon es el gigante mundial de compras a través del comercio electrónico, donde cada día se incrementa el número de personas que acuden a realizar sus compras a través de su plataforma.

Amazon se ha convertido en el sitio de referencia cuando queremos comprar algo por Internet debido a su amplio catálogo de productos, sus precios competitivos, la rapidez de los envíos o la gran cantidad de opciones que ofrece para la entrega de los pedidos.

Los clientes que trabajan durante todo el día y no disponen de tiempo para ir a comprar son los que más utilizan estas plataformas como Amazon. De la misma forma que utilizan este tipo de plataformas por la falta de tiempo para acudir personalmente a realizar sus compras, carecen de tiempo para permanecer en su domicilio en el momento que va a ser entregado el pedido. Ante esta problemática son muchos los clientes que optan por asignar como dirección de entrega del pedido la de su trabajo, la casa de algún

vecino, familiar o alguna persona de confianza. Pero no todos disponen de estas facilidades y la empresa es conocedora de este problema y para ello ha desarrollado Amazon Locker.

Amazon Locker es un sistema de taquillas de autoservicio que permite y ofrece a los clientes la posibilidad de recoger sus pedidos con total autonomía, es decir, se basa en un servicio de taquillas donde cualquier cliente puede recoger los productos que haya comprado con total seguridad y en el momento del día que mejor le venga sin tener que estar pendiente de la llegada del repartidor.

Estos sistemas de taquillas pueden estar ubicados en distintos establecimientos comerciales, por lo que para acudir a su recogida habrá que asistir de acuerdo con el horario de dichos establecimientos, o puede permanecer en el exterior de establecimientos como estaciones de servicio posibilitando su recogida a cualquier hora del día.

Para acceder a este servicio, una vez se compra el producto en la plataforma tenemos que seleccionar una nueva dirección de entrega y seleccionar el punto de recogida más cercano o que más nos convenga por el horario que se indique.

Tras comprar nuestro producto en la plataforma, seleccionar el punto de recogida deseado y acudir a él una vez se nos notifica que ha sido entregado, el funcionamiento de dicho sistema de taquillas se basa en la introducción del código que hemos recibido tras la compra en la pantalla disponible en el sistema de taquillas y automáticamente se abrirá la taquilla que almacena nuestro producto.

Hemos de tener en cuenta que disponemos de un plazo de tres días laborables para acudir a su recogida en el punto seleccionado, si no, se retirará dicho producto.

Además de su tamaño y robustez (Figura 2.5.3), el inconveniente que presenta dicho sistema de taquillas es el coste que le ocasiona permanecer en distintos establecimientos comerciales ya que los que se dejen cerca de establecimientos a la intemperie pueden verse amenazados a ser forzados para la apertura de las taquillas.



Figura 2.5.3: Almacén de Amazon Locker

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DISEÑADO

3.1. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS ELEMENTOS UTILIZADOS

Cabe destacar que, para la realización del proyecto, en la parte del diseño del robot porticado se ha optado dejarlo como “caja negra” sin concretar en profundidad todas sus características, como puede ser el brazo extensible que le permita introducir y extraer las bandejas. Únicamente centrándonos en aquellas partes esenciales para el desarrollo del prototipo, como pueden ser los dos motores que le permitan el desplazamiento en cada uno de los cuatro ejes cartesianos.

A continuación, se describirán las principales características técnicas de los elementos de la instalación.

3.1.1. MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA

Para el desplazamiento del robot en cada uno de sus cuatro ejes cartesianos, se ha optado por el uso de dos motores básicos de corriente continua, uno para cada eje (Figura 3.1.1).

Estos motores son adecuados para movimientos lineales muy simples como el diseño del prototipo que se está llevando a cabo. Sus rotaciones se consiguen mediante una batería o un sistema de suministro externo simples y su dirección de giro se podría cambiar de forma sencilla invirtiendo el voltaje, en sus polos “+” y “-”.

Contando con grados de protección IP30 e IP20 que resumidamente garantizarán su protección frente a sólidos que puedan golpearles.

Cada motor tendrá las siguientes especificaciones eléctricas y mecánicas.

Especificaciones eléctricas del motor	
Voltaje nominal	24 VDC
Corriente nominal	0,9 A

Especificaciones mecánicas del motor	
Par nominal	0,5 Nm
Velocidad nominal	190 rpm



Figura 3.1.1: Motor de corriente continua estándar

3.1.2. ESTANTERÍA

La estantería estará construida con 18 montantes de perfiles cuadrados huecos de acero galvanizado de dimensiones 5x5cm y espesor de 2mm detallados en el Anexo 1, Plano 1 y Plano 2. Su estabilidad se garantizará por medio de la fijación con tornillería de los montantes traseros de acero galvanizado al tabique del ladrillo cerámico.

Estará compuesta por 48 guías donde se apoyarán las bandejas compuestas de perfiles en “L” de PETG reciclado e impreso por una impresora 3D y fijadas a los montantes con tornillería de acero galvanizado, detalladas en el Anexo 1, Plano 4.

El PETG o poliéster glicolizado, es el termoplástico que predomina en el mercado de la fabricación aditiva, basado en la combinación para su impresión (en una impresora 3D) con PLA y la resistencia del ABS. Es un plástico amorfo que puede ser 100% reciclado con la misma composición química que el PET.

La estantería tendrá unas dimensiones totales de 300x46x250cm.

3.1.3. ESTRUCTURA PORTICADA

La estructura por la que el robot realizará sus desplazamientos estará formada por 12 montantes de perfiles cuadrados huecos de acero galvanizado de dimensiones 5x5cm y de espesor 2mm.

Estará formada por 2 montantes verticales situados en el centro de las bandejas situadas en las columnas de los dos extremos de la estantería y con 10 travesaños alineados con la posición de cada fila de bandejas de la estantería, tal y como se muestra en el Anexo 1, Plano 3.

Su estabilidad se garantizará por medio de la fijación con tornillería de los dos montantes verticales de acero galvanizado al tabique cerámico.

3.1.4. BANDEJAS

Las bandejas sobre las que estarán depositados y almacenados los productos, estarán impresas por medio de una impresora 3D con la combinación de PLA reciclado y hierro magnético que le permita darle la capacidad de imantación para adherirse a la plancha magnética que porta el robot porticado para la introducción y extracción de los productos almacenados en ellas.

Las dimensiones de la bandeja se encuentran detalladas en el Anexo 1, Plano 5.

3.1.5. SENSORES MAGNÉTICOS

La sensorización del prototipo de pequeño almacén automatizado, estará formado por sensores magnéticos de proximidad “REED”, ya que estos serán capaces de detectar materiales magnéticos de los que estarán compuestas las bandejas las cuales hemos comentado anteriormente.

Partiendo de que un sensor se encarga de leer la información del sistema que está controlando, por determinadas variables físicas del sistema como la temperatura o posición de un objeto teniendo un parámetro eléctrico que varía según la magnitud física que estudie.

Los sensores se encargan de detectar si algo está o no (todo o nada), por ejemplo, presencia, posición, material, color, presión... También pueden medir de manera analógica dándonos un valor por ejemplo la presión o distancia a la que se encuentra un objeto, es decir, miden una magnitud física (no eléctrica) y la transforma en una señal eléctrica que posteriormente se tendrá que normalizar.

Concretamente, un sensor de proximidad “REED” magnético (Figura 3.1.5) tiene como principio físico la formación de campos magnéticos mediante electroimanes. El sensor se activará cuando su electroimán detecte un objeto metálico cercano formándose un campo magnético que le transmita corriente al sensor.

Estos sensores destacan por su bajo coste económico, por poder trabajar a distancias de detección de objetos muy cortas y por su pequeño tamaño, pero como inconveniente su delicadeza ante posibles vibraciones. Siendo estas condiciones ideales para su instalación en el prototipo del pequeño almacén automatizado.



Figura 3.1.5: Sensor magnético

3.2. INTRODUCCIÓN A LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

La automatización industrial es el traspaso de las funciones que ejecuta un operario durante un proceso industrial a un sistema electrónico programable. Se usa principalmente para sustituir el trabajo manual repetitivo o de mayor dificultad, aplicando tecnología mejorando así la calidad del servicio o producto final abaratando los costes del proceso.

Nace por la elevada presión que ejercen los plazos de entrega cada vez más ajustados, causados por el incremento global de las ventas que van en constante aumento por medio del comercio electrónico.

Como su propio nombre indica, la automatización consiste en realizar una función que sea capaz de controlarse de forma autónoma o semiautónoma, basándose en el uso de sistemas electromecánicos, electroneumáticos y electrohidráulicos para usos industriales cuyas secuencias serán controladas por un autómatas programable.

3.2.1. AUTÓMATAS PROGRAMABLES

Un autómatas programable o PLC (controlador lógico programable), es un equipo electrónico utilizado en la automatización industrial que se basa en la programación en lenguaje no informático y en su diseño para controlar, en tiempo real procesos secuenciales del ámbito industrial.

El PLC durante el proceso, recibe información de los sensores o dispositivos de entrada conectados en diferentes partes de la secuencia de acciones que le envían datos y

éste activa las salidas o instrucciones de respuestas correspondientes según sus parámetros programados anteriormente.

3.2.1.1. COMPONENTES DE LOS AUTÓMATAS PROGRAMABLES

Un autómata programable o PLC, está formado por los siguientes componentes en su estructura interna:

- Una unidad central de proceso (CPU): contiene el procesador, siendo éste el “cerebro” del PLC, siendo capaz de realizar distintas funciones de programación posibles según el tipo de unidad central que disponga (Figura 3.2.1.1.1).



Figura 3.2.1.1.1: CPU Siemens S7 – 1200

- Ensamblaje de entradas y salidas E/S: las entradas son sensores conectados al autómata programable que le aportan información del proceso, pueden ser interruptores, sensores de presión o de temperatura, etcétera (Figura 3.2.1.1.2). Las salidas son dispositivos o actuadores que utiliza el autómata para enviar al exterior los cambios que, según su programación previa, han de producirse. Tanto las entradas y salidas se clasifican en analógicas y digitales. Las analógicas son capaces de recopilar datos constantemente que se muevan dentro de un rango establecido, en cambio, las digitales funcionan según el cambio de un valor discreto o binario, por ejemplo, encendido o apagado.



Figura 3.2.1.1.2: Ensamblaje de entradas y salidas Siemens S7 – 1200

- Una fuente de alimentación: se encarga de alimentar con corriente continua al autómat programable para su posible puesta en funcionamiento. Normalmente suelen ser de 24 V en corriente continua y 120 V en corriente alterna (Figura 3.2.1.1.3).



Figura 3.2.1.1.3: Fuente de alimentación 24V en corriente continua y 120V en corriente alterna estándar

- Una unidad de programación: más conocido como el software que ha de tener el autómatas programable para que un técnico programador especializado pueda conectarlo al ordenador para poder acceder a la información y rediseñar su lógica cuando sea necesario.
- Un ensamblaje del bastidor o rack (Figura 3.2.1.1.4): la mayoría de los PLC se montan en el interior de un rack para que el resto de los componentes se mantengan unidos en el bastidor o en el interior de la propia carcasa.



Figura 3.2.1.1.4: Bastidor para PLC

A continuación, analizaremos los principales fabricantes de autómatas programables y la justificación del seleccionado para el posible desarrollo del proyecto.

3.2.1.2. ELECCIÓN DEL AUTÓMATA PROGRAMABLE

La elección del autómatas es un aspecto fundamental para el correcto desarrollo del proyecto. Hemos de conseguir dimensionarlo adecuadamente para su aplicación sin quedarnos cortos en sus prestaciones y sin sobrepasarse en funcionalidades que lo puedan encarecer.

Teniendo claro el entorno que tenemos que automatizar, para la elección hemos de considerar varios aspectos.

Lo primero que necesitamos conocer es el número de entradas y salidas (E/S) tanto analógicas como digitales que vamos a necesitar. Según el tipo de fabricante, tienen distintos modelos de autómatas programables que aceptan distintos niveles de entradas y salidas. Este aspecto no es determinante para elegir una marca u otra, pero sí que nos sirve para saber el rango del autómatas que vamos a necesitar, ya que, a mayor número de entradas y salidas, mayor capacidad de memoria a nivel de funcionalidades tendrá.

Otros criterios que se pueden estudiar para la selección del autómatas que se pueden estudiar, pero en este trabajo no nos centraremos en ellos, son los siguientes:

- Potencia de las instrucciones.
- Periféricos disponibles.
- Módulos especiales.
- Software de programación y monitorización.

- Posibilidad de comunicación.

Dimensionar nuestro autómatas con un margen de seguridad por si a posteriori se desea ampliar la instalación, para ello seleccionaremos un autómatas que nos permita la escalabilidad del sistema.

3.2.1.2.1. SIEMENS

El grupo Siemens es un conjunto de empresas alemanas que tienen sedes en Berlín y Múnich, siendo considerado como el mayor grupo de fabricación industrial en Europa con un total de 190 sucursales a lo largo del mundo.

Los cuatro sectores principales en los que opera la compañía son el sector industrial, energético, de salud y de infraestructuras y ciudades. El punto fuerte del grupo se encuentra en el desarrollo de equipamiento de diagnóstico médico que generó más de un 10% de beneficios.

Dentro del sector industrial destaca su referencia a nivel mundial en el sector de la automatización industrial por sus productos y soluciones, para todo tipo de industrias y procesos, incrementando la productividad, flexibilidad y eficiencia de la fábrica. Para este control de procesos dentro de la automatización industrial, el grupo cuenta con tres controladores o autómatas programables que se diferencian por su capacidad de automatización dependiendo del volumen del proceso a automatizar.

- LOGO!8: Conocido como “miniPLC” es un módulo lógico inteligente diseñado para la implementación de soluciones de control en el campo de la micro automatización. Este pequeño PLC, se caracteriza por su facilidad de montaje, sencilla programación, mínimos requerimientos del cableado a utilizar y todo en un tamaño muy reducido (Figura 3.2.1.2.1).



Figura 3.2.1.2.1: LOGO!8 Siemens

- SIMATIC S7 - 1200: Estos módulos inteligentes son controladores básicos idóneos para las tareas de automatización de nivel bajo a medio de procesos industriales. Destacan por sus tareas productivas compactas, flexibles y escalables, integrando un amplio abanico de funciones tecnológicas con un hardware escalable en términos de rendimiento y equipamiento, con un diseño compacto que le permite un ahorro de espacio (Figura 3.2.1.2.1.1).



Figura 3.2.1.2.1.1: SIMATIC S7 – 1200 Siemens

- SIMATIC S7 - 1500: Este es el controlador más avanzado del que dispone la compañía. El SIMATIC S7 - 1500 convence por su potencia que le permite acometer las tareas de automatización de procesos industriales de un rango medio y alto, para llevar a cabo aquellas aplicaciones que exigen un alto nivel de

rendimiento, comunicación entre procesos, flexibilidad e integración de distintas funciones tecnológicas (Figura 3.2.1.2.2).



Figura 3.2.1.2.2: SIMATIC S7 – 1500 Siemens

Para el desarrollo del diseño del proyecto, se ha optado por la selección del autómatas programable de Siemens, SIMATIC S7 - 1200. Hemos seleccionado este PLC para la automatización del robot porticado ya que es el autómatas con el que el alumno ha trabajado en la asignatura de “Automatización Industrial” y ha recibido formación durante el transcurso del grado. Seguramente que para el uso que tendrá en el proyecto quede sobredimensionado, pero cabe recalcar que es adaptable a cualquiera de los otros dos modelos de la compañía y de las siguientes que analizaremos, ya que el lenguaje de programación de estos autómatas programables está estandarizado y no existe ningún tipo de problema en su adaptación a los distintos modelos.

3.2.1.2.2. OMRON

Omron es una empresa japonesa de electrónica con sede en Kioto, cuyo principal negocio es la fabricación y venta de equipos, componentes y sistemas de automatización industrial, además de destacar de forma sobresaliente en el campo de la salud.

Dentro de sus sistemas de automatización y sus sistemas de control, vamos a describir sus tres principales modelos de autómatas programables, en orden de menor a mayor capacidad.

- Serie CP1L: Este modelo de autómeta programable compacto de Omron, es el que se sitúa en el segmento más bajo de la gama de autómetas de la marca, habiendo distintos modelos de esta serie según la necesidad del cliente (Figura 3.2.1.2.2.1). Se utiliza para procesos sencillos que no requieren una alta velocidad de respuestas, a pesar de que destaca por su rápida y flexible respuesta en dichos procesos, siendo esta la familia de autómetas más económica de la marca.



Figura 3.2.1.2.2.1: Serie CP1L Omrom

- Serie CJ1: La relación tamaño /rendimiento es con la que destaca este modelo, ya que, con las dimensiones de la palma de una mano, logra dar una rápida y eficaz respuesta a un volumen de procesos industriales de rango medio que requieren una rápida y eficaz respuesta (Figura 3.2.1.2.2.2).



Figura 3.2.1.2.2.2: Serie CJ1 Omrom

- Serie CJ2: Esta serie de autómatas de la marca es la que dispone de mayor capacidad de memoria y es ideal para casos de procesos industriales de un rango alto para llevar a cabo tareas de alta velocidad que requieren un control rápido y preciso (Figura 3.2.1.2.2.3).



Figura 3.2.1.2.2.3: Serie CJ2 Omron

3.3. SISTEMA SCADA

3.3.1. DEFINICIÓN

Un sistema SCADA es una herramienta fundamental para empresas que cuenten con procesos productivos industriales que se encuentren automatizados. Sirve para controlar, supervisar, recopilar, analizar y comunicar problemas del sistema para que el usuario pueda tomar las decisiones más inteligentes y eficientes, mediante una aplicación informática.

Básicamente es la agrupación de aplicaciones informáticas instaladas en un ordenador, cuyo fin es el control automático de una actividad o proceso productivo a distancia que se encuentre interconectada con los autómatas programables.

3.3.2. UTILIDAD DE UN SISTEMA SCADA

La instalación de un sistema SCADA en un proceso industrial automatizado, mediante su supervisión y adquisición de datos formado por software y hardware permite a las empresas:

- Controlar los procesos industriales local o remotamente.
- Recopilar, procesar y monitorear datos en tiempo real.
- Interactuar directamente con dispositivos como sensores, válvulas o motores a partir de su interconexión con los autómatas programables a través de la interfaz HMI.
- Generar secuencialmente bases de datos de los acontecimientos que se producen en los procesos productivos.
- Crear paneles de alarma cuando se producen fallos en las máquinas por problemas de funcionamiento.
- Gestionar el control de calidad de cada proceso.

3.3.3. COMPONENTES DE UN SISTEMA SCADA

- HMI: es la interfaz que conecta al operario u operaria con la máquina presentando los datos instantáneos del proceso mediante un sistema de monitoreo (Figura 3.3.3). Pudiendo así controlar la acción a realizar por medio de la pantalla táctil.
- Sistema de supervisión: es un ordenador que tiene la función de recopilar los datos del proceso y enviar instrucciones mediante una línea de comandos.
- Autómatas programables: están interconectados al sistema de supervisión para poder transmitirle la información del proceso de forma instantánea.
- Red de comunicación: Establece la comunicación entre el sistema de supervisión y los autómatas. Las más habituales son por Wifi, fibra óptica o Ethernet.

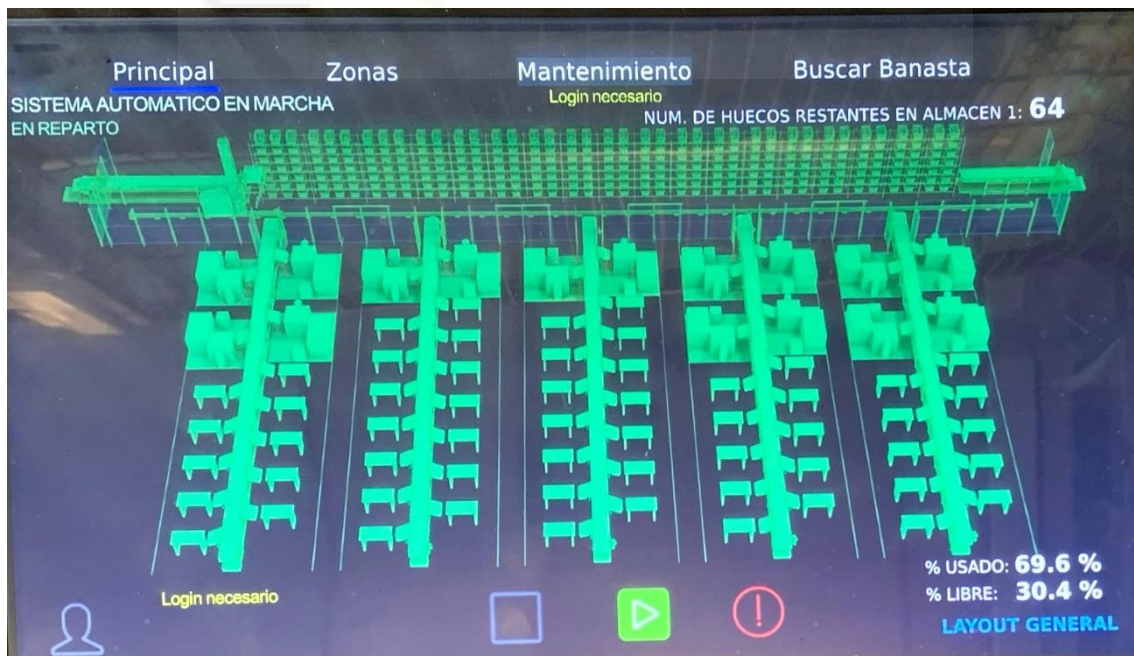


Figura 3.3.3: Sistema SCADA real

3.4. PROGRAMACIÓN DEL AUTÓMATA MEDIANTE GRAFCET

Para llevar a cabo la programación del funcionamiento del autómata seleccionado, se ha optado por el diseño mediante Grafcets, pudiendo utilizar estos para la programación de cualquier tipo de autómata ya que como he comentado anteriormente, cuentan todo este tipo de autómatas con un lenguaje estandarizado.

Un Grafcet es un diagrama de control de etapas y transiciones que básicamente es un modelo de representación gráfica de los comportamientos sucesivos de un sistema lógico y secuencial que está predefinido por sus entradas (acciones que recibe o detecta) y salidas (acciones que ejecuta). El Grafcet nace como solución a la creciente complejidad en el diseño de la programación de los automatismos industriales, obteniendo un diseño más claro, sencillo y sin ningún tipo de ambigüedad de las especificaciones que ha de responder nuestra programación.

Su representación gráfica de las especificaciones funcionales del sistema a programar, son totalmente independientes de la realizaciones tecnológicas que haya que implementar físicamente en el sistema, ya sean cableados de módulos neumáticos, electrónicos, relés electromecánicos o la programación propia del PLC, ordenador o microprocesador. Este diagrama funcional nos permitirá describir los comportamientos que deberá adoptar el automatismo en relación a las informaciones que reciba.

3.4.1. CONCEPTOS BÁSICOS DE GRAFCET

Un Grafcet, está compuesto por los siguientes elementos:

- Etapas que tienen asociadas acciones.
- Transiciones que tienen asociadas recepciones externas o internas.
- Uniones que se encargan de unir las etapas a las transiciones y las transiciones a las etapas.

3.4.1.1. ETAPAS

Una etapa es un comportamiento o estado que adopta nuestro sistema de forma invariable una vez esta está activa, que puede afectar total o parcialmente al automatismo.

Las etapas están representadas por cuadrados que en su interior están identificadas generalmente por un número. Para cada etapa, la entrada aparece en su parte superior y la salida en la parte inferior (Figura 3.4.1.1.1).

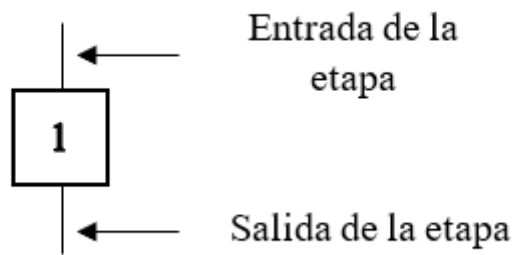


Figura 3.4.1.1.1: Etapas

Cabe destacar que existen dos tipos distintos de etapas o estados:

- La etapa inicial es la que automáticamente se activará siempre en nuestro sistema y está representada de forma distinta al resto de etapas (Figura 3.4.1.1.2).

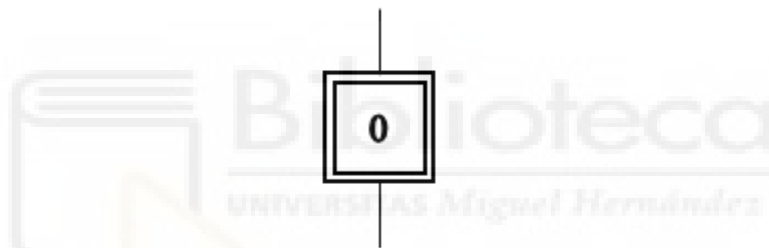


Figura 3.4.1.1.2: Etapa inicial

- Las etapas cualquiera, son las etapas que se activarán una vez se haya cumplido la receptividad previa a la entrada de la etapa (Figura 3.4.1.1.3).

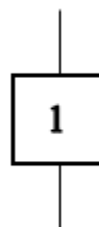


Figura 3.4.1.1.3: Etapa cualquiera

3.4.1.2. ACCIONES ASOCIADAS A LAS ETAPAS

Las acciones que están asociadas a las etapas se pueden clasificar en distintos tipos:

- Acciones internas: son aquellas acciones que no repercuten directamente sobre el proceso físico, como por ejemplo contadores o temporizadores. Son acciones internas dentro de la programación de nuestro sistema.
- Acciones externas: las acciones externas son aquellas que tienen impacto directo sobre nuestro proceso físico, como abrir una válvula o la posición física de un objeto que active un sensor (Figura 3.4.1.2.1).

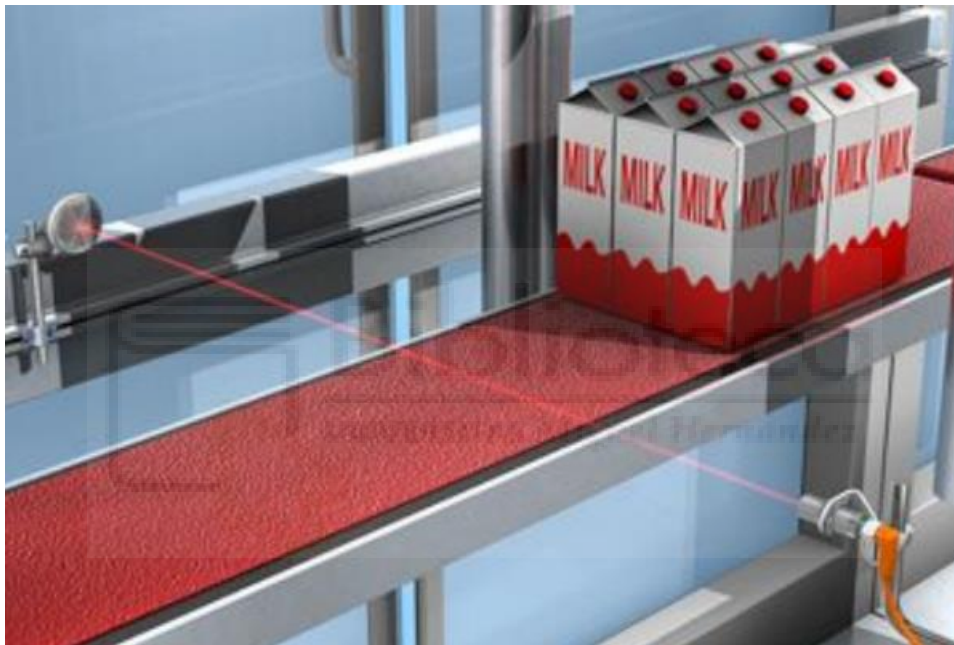


Figura 3.4.1.2.1: Acción externa, activación de sensor

- Acciones incondicionales: son las acciones que una vez su etapa se encuentre activa se ejecutarán sí o sí (Figura 3.4.1.2.2).



Figura 3.4.1.2.2: Acción incondicional

- Acciones condicionales: son aquellas que para que se ejecuten, primero se ha de activar su respectiva etapa y después la condición o receptividad adicional que tiene la propia acción (Figura 3.4.1.2.3).

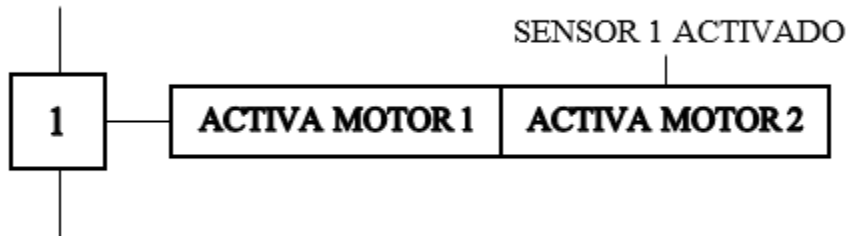


Figura 3.4.1.2.3: Acción condicional

- Acciones con set (+) y reset (-): Existe la posibilidad de mantener activa la acción de una etapa una vez se ha franqueado su posterior transición y se hace por medio de la introducción del set (+), por lo que esta acción se mantiene activada durante todo el proceso hasta que se desactive por medio de un reset (-) (Figura 3.4.1.2.4). Toda acción que se active por medio de un set (+) se ha de desactivar siempre con un reset (-) ya que hemos de tener en cuenta que, si no la desactivamos, seguirá activa durante todo el proceso.

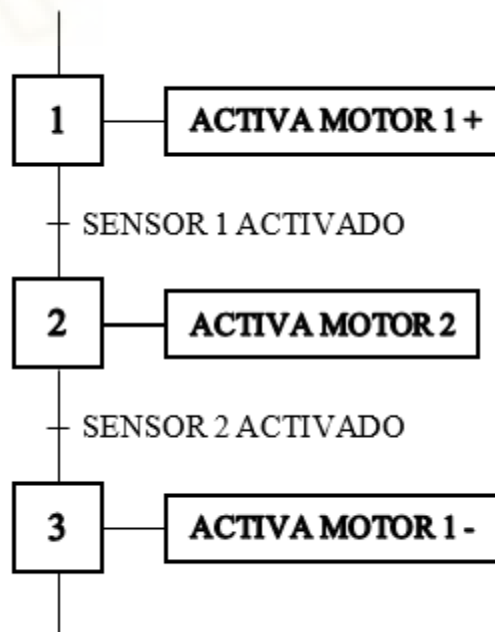


Figura 3.4.1.2.4: Acciones con set y reset

3.4.1.3. TRANSICIONES ENTRE ETAPAS

Las transiciones entre etapas son la unión entre dos etapas a partir de una condición. Esta evolución de una etapa a otra se produce al franquear la transición, es decir, el término de franqueamiento lo utilizaremos para referirnos al paso de una etapa a otra superada su previa condición. La condición la denominaremos “receptividad de la transición”.

Una transición entre dos etapas se representa con una línea recta perpendicular a la que podemos denominar “arco” (Figura 3.4.1.3.1). Cuando la dirección de dicha línea no es hacia abajo, se tendrá que indicar con flechas que marquen la dirección de la transición (Figura 3.4.1.3.2).

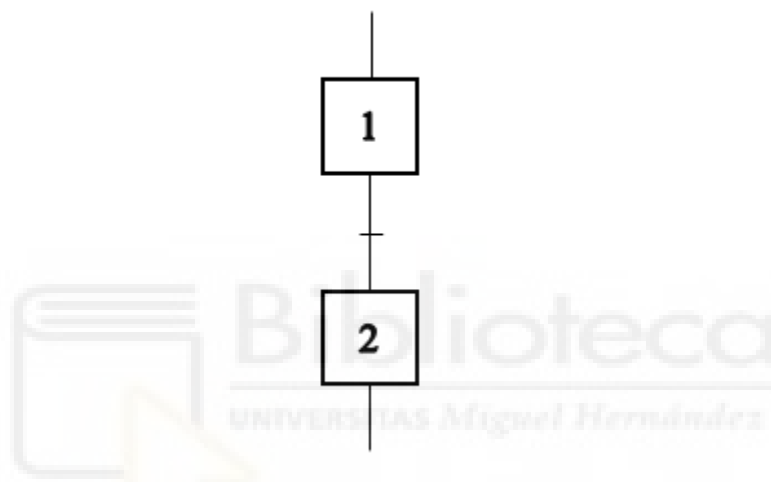


Figura 3.4.1.3.1: Transición hacia abajo

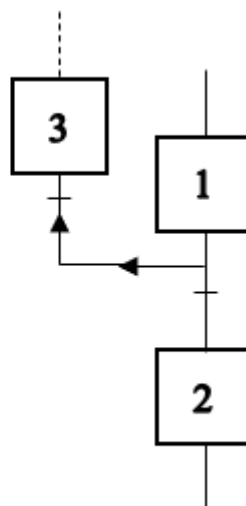


Figura 3.4.1.3.2: Transición con distinta dirección

3.4.1.4. RECEPTIVIDAD ASOCIADA A LA TRANSICIÓN

A cada transición va asociada una condición lógica, que como he comentado se le llama receptividad y es evaluada como verdadera o falsa. De toda la información disponible en un momento determinado del proceso, la receptividad únicamente agrupará aquella necesaria para el franqueo de la transición. La receptividad estará en función de informaciones externas (entradas) o internas (contadores, temporizadores o el estado de otras etapas si están activas o inactivas).

Puede haber también entradas externas correspondientes a la parte operativa que provengan de consignas dadas por el operador o de información correspondiente a otros sistemas.

La receptividad se representa escrita (Figura 3.4.1.4.1) o simbólicamente (Figura 3.4.1.4.2), a la derecha del símbolo de la transición. Cuando se represente tanto escrita como simbólicamente, posteriormente se tendrá que explicar su función.

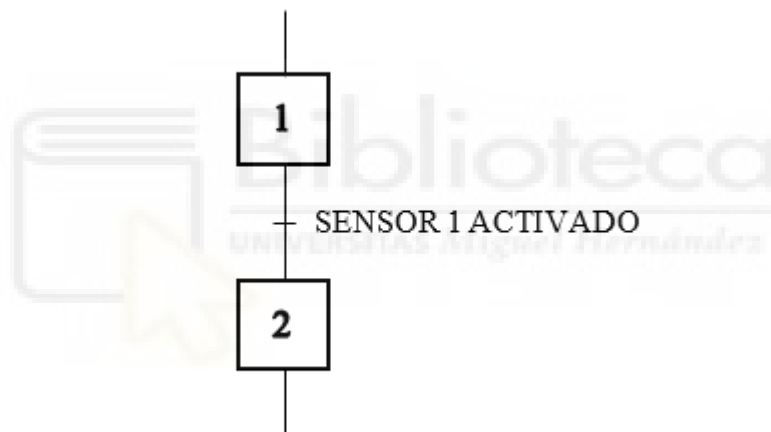


Figura 3.4.1.4.1: Receptividad escrita

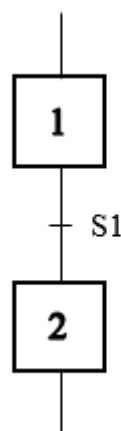


Figura 3.4.1.4.2: Receptividad simbólica

En el caso en el que no haya receptividad asociada a una transición, será siempre verdadera, se producirá el franqueamiento y cambio de etapa (Figura 3.4.1.4.3).



Figura 3.4.1.4.3: Transición sin receptividad

3.4.1.5. REGLAS DE EVOLUCIÓN DEL GRAFCET

1. **Situación o etapa inicial.**

La situación o etapa inicial se activa de forma incondicional y corresponde a la etapa activa del comienzo del funcionamiento, ya que suele partir de una situación de reposo.

2. **Franqueo de transiciones.**

Franquear una transición consiste en la activación de las siguientes etapas una vez se ha superado su receptividad previa y desactivado las etapas anteriores.

3. **Evolución de las etapas activas.**

Tras franquear una transición, tiene como consecuencia la activación de la etapa inmediatamente posterior y la desactivación de todas las etapas anteriores.

4. **Acciones.**

Solamente estará activa la acción correspondiente a la etapa que en ese instante se encuentre activa.

3.4.2. ESTRUCTURAS DEL GRAFCET

3.4.2.1. ESTRUCTURAS BASE

- **Secuencia única.**

Se produce cuando hay una secuencia de etapas en una única línea vertical (Figura 3.4.2.1.1).



Figura 3.4.2.1.1: Secuencia única

- **Secuencia paralela.**

Más de una secuencia lineal vertical, cogidas por líneas paralelas cuyas acciones de sus etapas activas se ejecutan de forma simultánea cumpliéndose la receptividad previa (Figura 3.4.2.1.2).

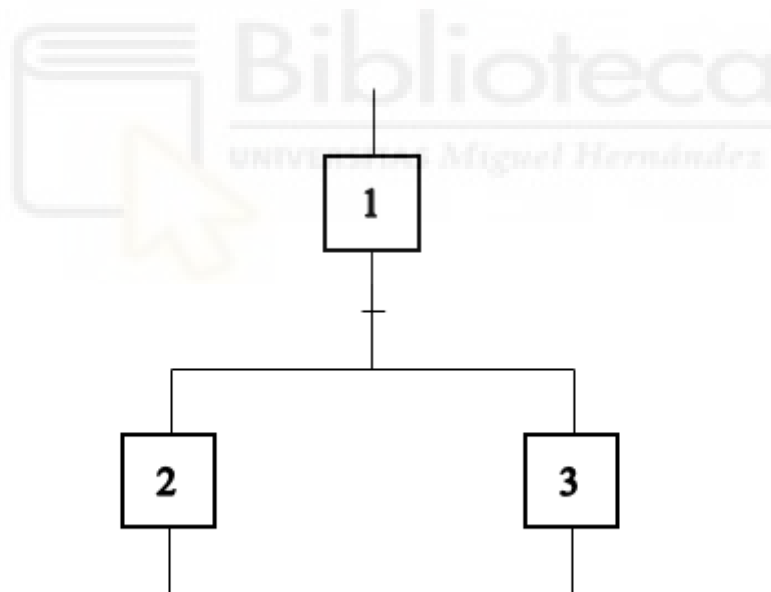


Figura 3.4.2.1.2: Secuencia paralela

3.4.2.2. SECUENCIAS LÓGICAS

- **Divergencia OR**

Este tipo de secuencia se utiliza para determinar un funcionamiento del sistema distinto a otros posibles dependiendo la acción externa o interna que se reciba para el franqueamiento de la transición. Es decir, partiendo de una etapa previa, cuando se produzca el cumplimiento de una de las posibles receptividades, se franqueará dicha transición y se activará su etapa correspondiente, únicamente pudiéndose activar una de todas las posibles (Figura 3.4.2.2.1).

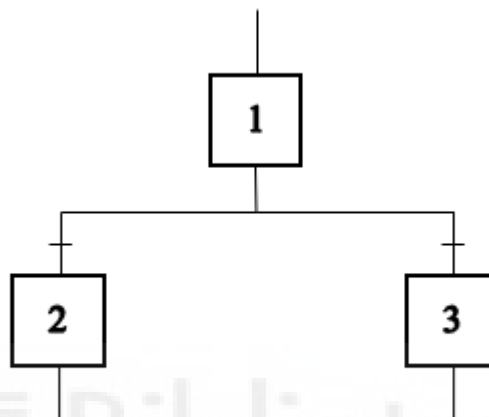


Figura 3.4.2.2.1: Divergencia OR

- **Convergencia OR**

Partiendo de la secuencia anterior, la divergencia OR, se producirá una secuencia denominada convergencia OR en la que solamente con que se cumpla una de las posibles receptividades de la rama de transiciones (Figura 3.4.2.2.2).

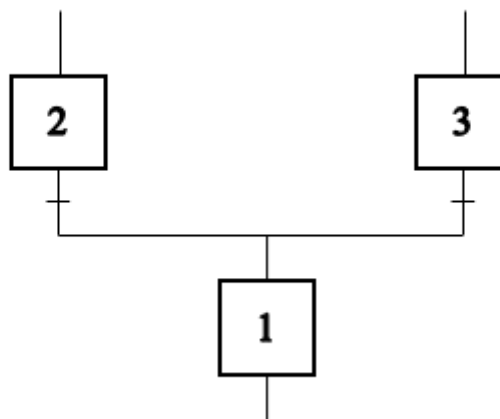


Figura 3.4.2.2.2: Convergencia OR

- **Divergencia AND**

Con el franqueamiento de la transición posterior a la primera etapa, se activarán las siguientes etapas de forma simultánea (Figura 3.4.2.2.3).

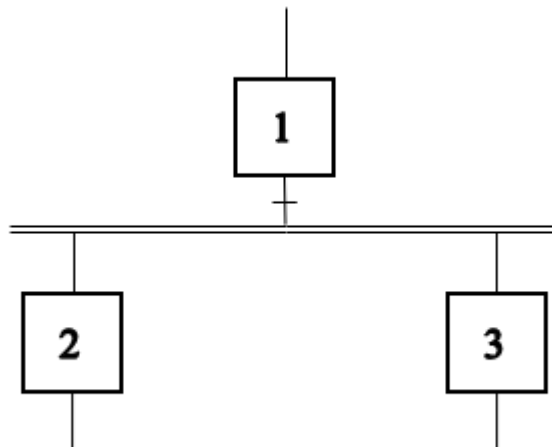


Figura 3.4.2.2.3: Divergencia AND

- **Convergencia AND**

Toda divergencia AND ha de concluir con una convergencia AND de tal forma que han de estar activadas todas las etapas previas a las dos líneas paralelas para poder llevar a cabo el franqueamiento de la transición (Figura 3.4.2.2.4).

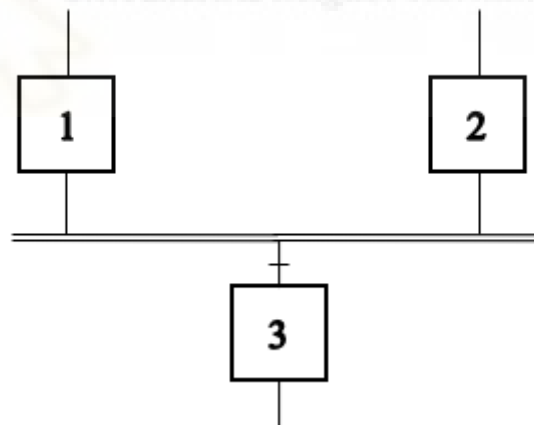


Figura 3.4.2.2.4: Convergencia AND

3.5. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

El prototipo del pequeño almacén que se ha de automatizar está formado por 48 bandejas con capacidad de imantación, distribuidas en 6 columnas y 8 filas con capacidad de almacenar un paquete por bandeja y estarán sensorizadas por medio de sensores magnéticos situados en el centro de cada una de ellas, nombrados tal y como se indica en la Figura 3.5.1.

El objetivo de automatizar este pequeño almacén es el ahorro de tiempo y personal para la entrega y almacenamiento de productos comprados a través del comercio electrónico, en este caso particular, por parte de la empresa Zara del grupo Inditex.

El almacenamiento y la entrega de los productos se realizará por medio de un robot porticado cartesiano con desplazamiento en sus dos ejes, instalado en una estructura porticada similar a la de la estantería donde se almacenan las bandejas con los paquetes, cuyos ejes horizontales coinciden con la parte horizontal donde se sitúa el sensor magnético de la bandeja y dos ejes verticales pasan por el centro de las dos columnas que se sitúan en cada extremo, de tal forma que el robot pueda guiar su desplazamiento gracias a la sensorización de las bandejas.

El robot consta de un brazo móvil con una plancha con capacidad de imantación a través de un electroimán para poder coger y dejar las bandejas. Así mismo, el robot cuando no tenga que realizar ninguna tarea se situará en su modo de reposo en la posición “I4.7”.

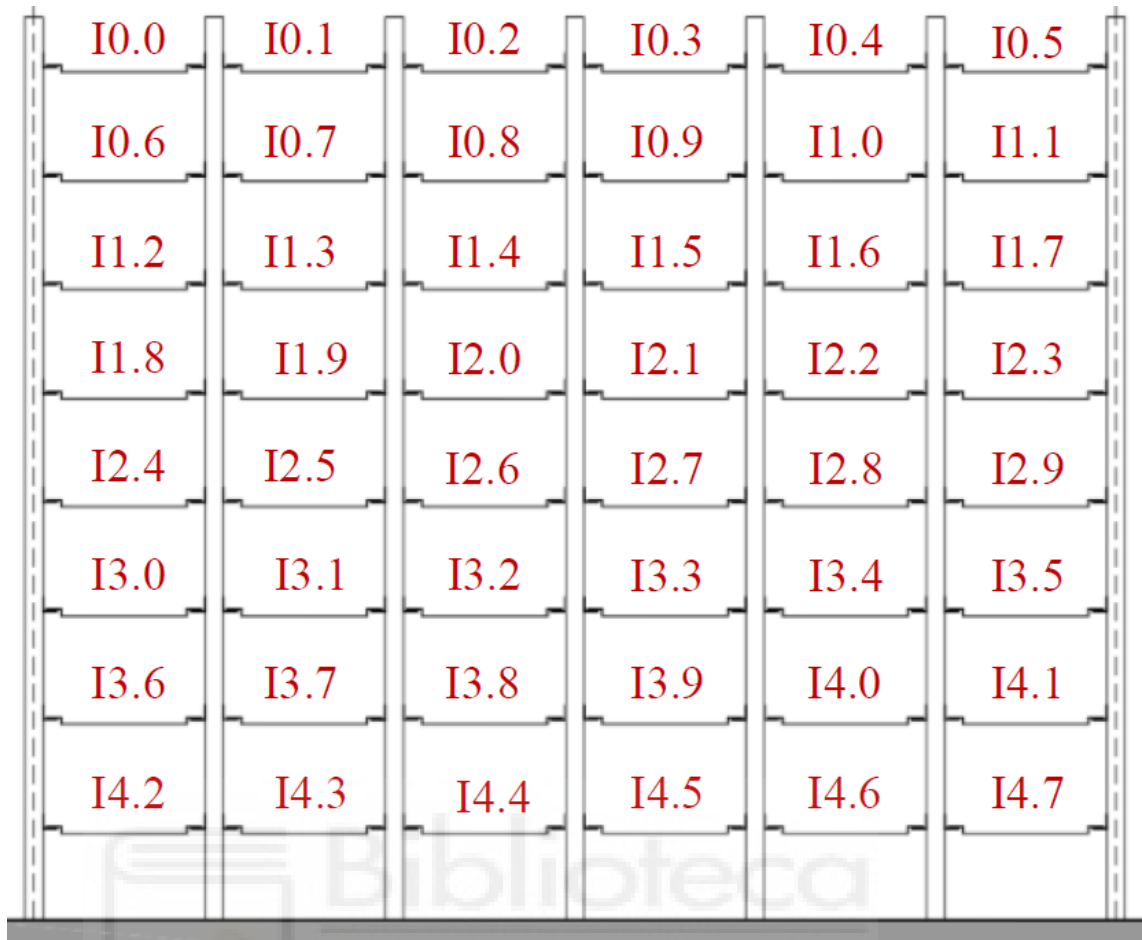


Figura 3.5.1: Sensorización de la estantería

3.5.1. ALMACENAMIENTO Y RECOGIDA DE PRODUCTOS

A continuación, se explicará cómo se han de realizar las tareas de almacenamiento y recogida de los productos.

La selección del funcionamiento que ha de adoptar el robot para la gestión de un producto que ha sido comprado a través del comercio electrónico, se ha de realizar de la siguiente forma. El trabajador ha de encender una pantalla que le permite interactuar con el sistema de almacenamiento a través de un SCADA, accionando el botón “ON” que se encuentra situado en la misma. Una vez se haya accionado este botón, para poder continuar en el proceso el robot se ha de encontrar en su posición de reposo indicado mediante su led “LED.REPOSO” activado. Cuando se cumplen estas tres condiciones se encenderá la pantalla, se desactivará el “LED.REPOSO” y la pantalla permitirá al trabajador seleccionar entre la opción de almacenar o recoger el paquete.

Si el trabajador elige la opción de almacenar cuyo indicador será “ALMACENAR”, lo primero que ha de hacer es introducir el código del paquete en la pantalla con la función “INTRO.CÓD”. Si el código es erróneo ya sea porque existe o no

es correcto, se le notificará a través de la pantalla teniendo nuestro indicador “CÓD.F” y ha de volver a introducir el código. Cuando el código sea correcto también se le indicará por la pantalla y nuestro indicador será “CÓD.OK”. Con la introducción del código correcto, en la pantalla aparecerán las posiciones disponibles para almacenar el producto y el trabajador elegirá la que prefiera, a través de la acción “INTRO.POS”. Si el trabajador decide almacenar en la posición “I0.0”, se activará el indicador “I0.0. INTRO”, para que comience el proceso de almacenaje del paquete en dicha posición. En ese momento el robot se desplazará desde su posición de reposo a la posición seleccionada de almacenaje para coger la bandeja que se encuentra vacía. Para coger la bandeja el robot realizará una maniobra que a su vez activará el electroimán mediante la acción “COG.BAN” y para dejarla será mediante la acción “DEJ.BAN”.

Una vez haya cogido la bandeja se desplazará a la posición “I2.6”, siendo esta la posición que se ha establecido para que el trabajador pueda depositar y extraer del robot los paquetes. Cuando el robot se encuentre en esta posición, con la acción “RP”, realizará la maniobra que le permita al trabajador poder acceder al paquete. El robot consta de dos sensores que miden la presión ejercida por el peso que se sitúe en su plancha imantada, el que mide menor presión (menor peso) siendo este únicamente el de la bandeja, tendrá como indicador “BAN.OK” y el sensor de mayor presión (mayor peso) que se activará cuando se haya depositado el paquete tendrá como nombre en su indicador “P.OK”.

Cuando el trabajador haya depositado el producto, el robot se desplazará hacia la posición asignada anteriormente para su almacenaje, lo depositará y volverá a su posición de reposo.

En cambio, si el trabajador selecciona la opción de recogida del producto será indicada mediante nuestro indicador “RECOGER”, siendo el proceso de la introducción del código el mismo que se ha comentado antes para el almacenaje, pero en este caso únicamente se utilizará la acción “INTRO.CÓD”.

Con la posición asignada del producto que se quiere recoger, el robot se desplazará desde su posición de reposo hasta dicha posición cogiendo el paquete deseado que se encontrará en la bandeja y lo traerá hasta la posición de recepción donde se encuentra el trabajador. Una vez el trabajador haya cogido el paquete, el robot devolverá la bandeja a su posición de procedencia y se desplazará hasta su posición de reposo.

3.5.2. SITUACIÓN DE EMERGENCIA

La estructura porticada constará en todos sus extremos (arriba, bajo, izquierda y derecha) de unos sensores que indican el final de carrera (Figura 3.5.5.9.1), siendo este el punto más alejado sobre el que el robot se podría desplazar a través de la estructura por si algún sensor de las bandejas que se encuentran en la periferia del almacén falla.

Si ocurre esta problemática el robot se ha de desplazar a la posición “I4.0”, se activará una luz de emergencia “LED.EM” y se procederá a un rearme manual por parte de un técnico cualificado. Una vez se haya solucionado la problemática y se haya situado al robot en su posición inicial de reposo, se volverá a iniciar el proceso desde el principio.

3.5.3. VARIABLES FÍSICAS DEL SISTEMA

En la tabla siguiente (Tabla 3.5.3) se muestra un resumen de las variables físicas que intervienen en el proceso:

Descripción	Nombre Simbólico	PLC	Lógica
Botón ON/OFF del sistema con enclavamiento	ON	-	Pulsado = 24 V; no pulsado = 0 V
Sensor de posición de cada bandeja	IX.X	-	Bandeja detectada = 24 V; bandeja no detectada = 0 V
Desplazamiento motor derecha	MD	-	Marcha = 24 V; paro = 0V
Desplazamiento motor izquierda	MI	-	Marcha = 24 V; paro = 0V
Desplazamiento motor arriba	MA	-	Marcha = 24 V; paro = 0V
Desplazamiento motor bajo	MB	-	Marcha = 24 V; paro = 0V
Luz posición de reposo	LED.REPOSO	-	Lámpara On = 24 V
Luz emergencia	LED.EM	-	Lámpara On = 24 V
Sensores finales de carrera derecha	FCD	-	Detección = 24 V; no detección = 0 V
Sensores finales de carrera izquierda	FCI	-	Detección = 24 V; no detección = 0 V
Sensores finales de carrera arriba	FCA	-	Detección = 24 V; no detección = 0 V
Sensores finales de carrera bajo	FCB	-	Detección = 24 V; no detección = 0 V
Sensor peso de la bandeja	BAN.OK	-	Detección = 24 V; no detección = 0 V
Sensor peso superior al de la bandeja	P.OK	-	Detección = 24 V; no detección = 0 V
Acción del robot para coger bandeja	COG.BAN	-	Marcha = 24 V; paro = 0V
Acción del robot para dejar bandeja	DEJ.BAN	-	Marcha = 24 V; paro = 0V
Acción del robot para facilitar el acceso del paquete al trabajador	RP	-	Marcha = 24 V; paro = 0V
Conectar pantalla del SCADA	CONECTAR.PANTALLA	-	Encendida = 24 V; apagada = 0 V

Tabla 3.5.3: Variables físicas del sistema

3.5.4. VARIABLES DIGITALES DEL SISTEMA

En la tabla siguiente (Tabla 3.5.4) se muestra un resumen de las variables digitales que intervienen en el SCADA:

Descripción	Nombre Simbólico
Introducción del código	INTRO.CÓD
Selección de la opción almacenar producto	ALMACENAR
Selección de la opción recoger producto	RECOGER
Código introducido correcto	CÓD.OK
Código introducido falso	CÓD.F
Introducir posición para almacenaje	INTRO.POS
Introducir código para recogida	INTRO.CÓD
Posición objetivo de bandeja introducida	IX.X.INTRO

Tabla 3.5.4: Variables digitales del sistema

3.5.5. PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA MEDIANTE GRAFCETS Y EXPLICACIÓN

A continuación, se explicará el funcionamiento detallado de cada Grafcet diseñado para el almacenamiento y recogida del producto en el prototipo del pequeño almacén automatizado.

3.5.5.1. GRAFNET DE MODOS DE MARCHA

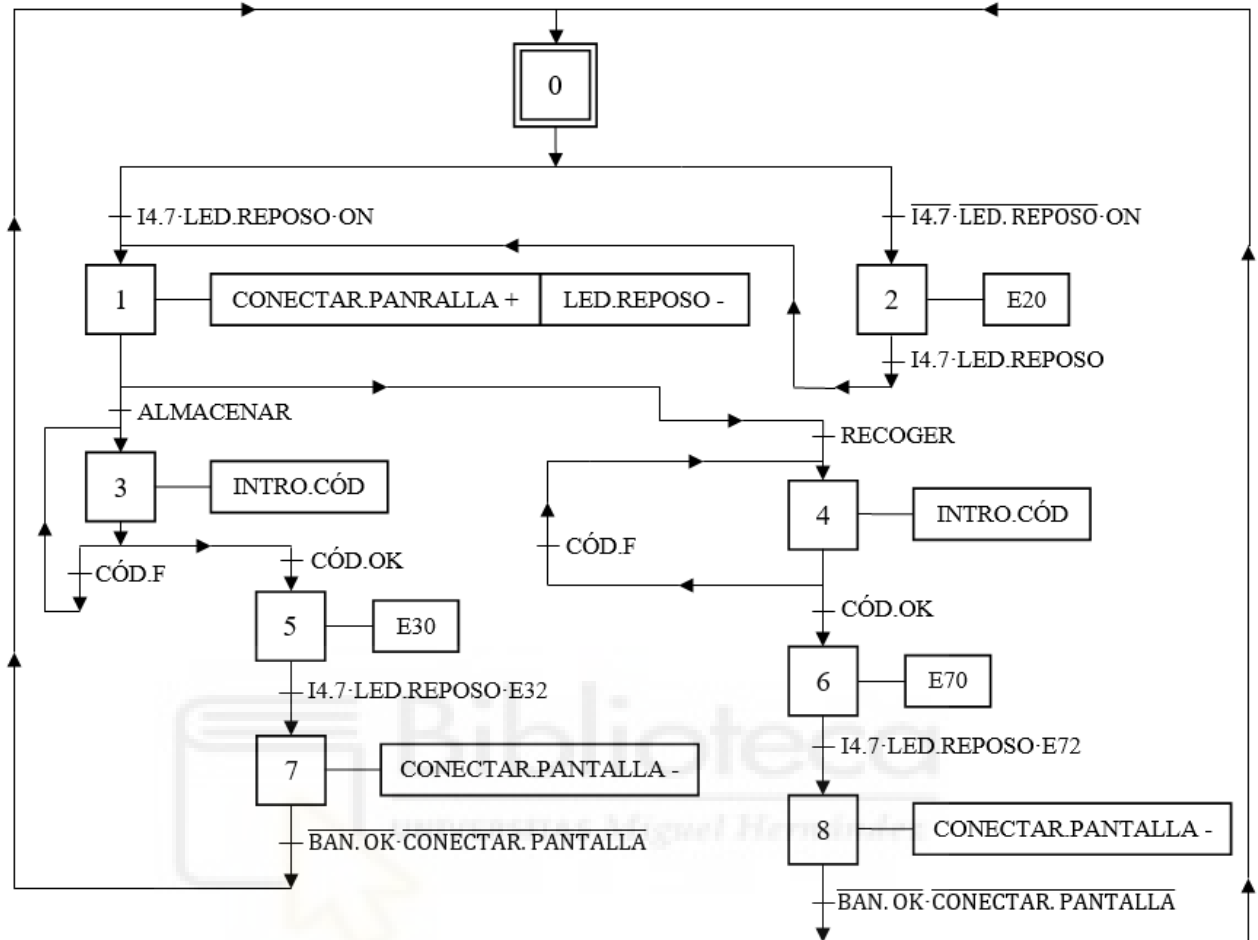


Figura 3.5.5.1: Grafnet modos de marcha

El Grafnet de modos de marcha (Figura 3.5.5.1) como su propio nombre indica, a partir de su programación se encargará de seleccionar los distintos modos de marcha o maneras de operar que tendrá el autómatas para transmitirle las órdenes al robot porticado.

Partiendo de que el robot porticado se sitúa en su posición de reposo con el sensor I4.7 activado, si se acciona el botón “ON” se encenderá la pantalla digital que tendrá disponible el trabajador para seleccionar uno de los dos modos de marcha, para almacenar o recoger el producto. Una vez el trabajador haya seleccionado cualquiera de las dos opciones, tendrá que introducir correctamente el código del producto que se le proporcionó al cliente una vez lo compró.

Con el código correctamente introducido, automáticamente activará los Grafnets correspondientes a la acción seleccionada por el trabajador, cuyas acciones y secuencias comentaré posteriormente de forma más detallada. Si el código no ha sido introducido correctamente tendrá que volver a introducirlo.

Cuando hayan terminado dichas acciones por parte del robot porticado, situado en su posición de reposo se desconectará la pantalla y volverá a repetirse el ciclo tantas veces como sea necesario.

3.5.5.2. GRAFCET DE REPOSO

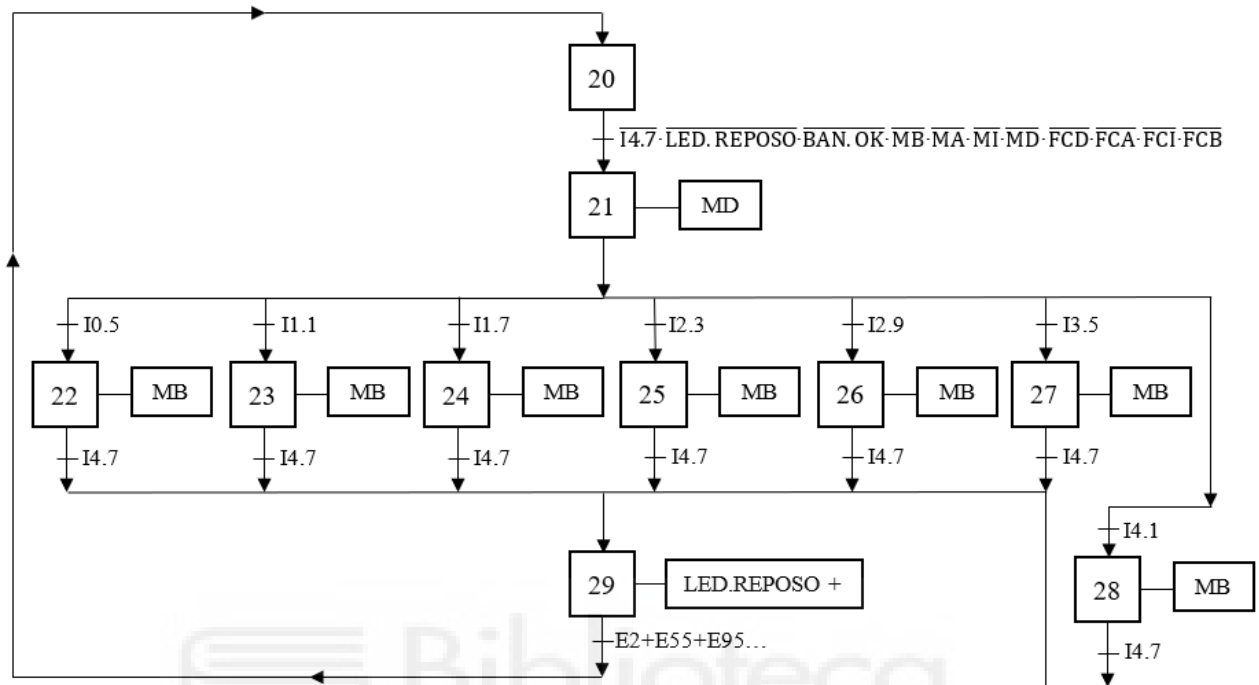


Figura 3.5.5.2: Grafcet de reposo

Mediante el diseño del Grafcet de reposo (Figura 3.5.5.2), se pretende situar al robot porticado en su posición de reposo que se activará mediante el sensor capacitivo I4.7. Para ello se parte de que el robot se ha de encontrar fuera de dicha posición, con el sensor de peso de la bandeja desactivado, es decir, sin portar la bandeja y sin ningún motor activo que le permita realizar cualquier tipo de movimiento.

Una vez se cumplan dichas condiciones, automáticamente el robot se desplazará hacia la derecha y cuando se active cualquiera de los sensores que se encuentren en la última columna de la derecha, se desplazará hacia la posición de reposo I4.7 y se detendrá, activándose simultáneamente su led luminoso que nos indicará que se encuentra en reposo.

3.5.5.3. GRAFJET GENERAL DE ALMACENAJE

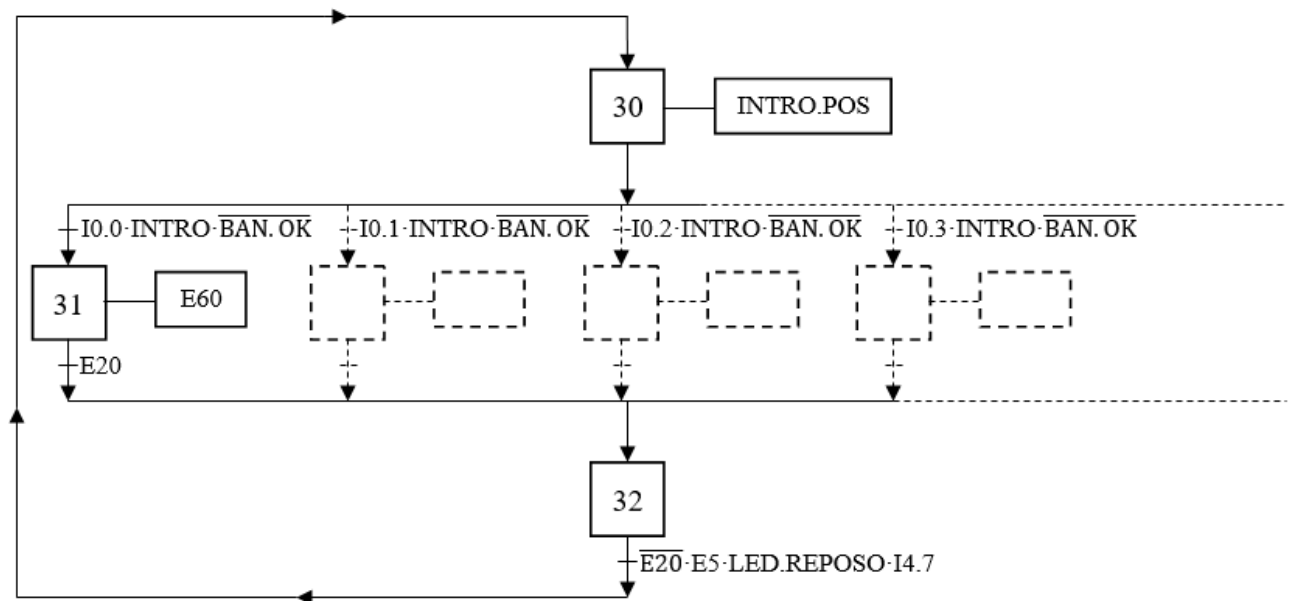


Figura 3.5.5.3: Grafjet general de almacenaje

Si el trabajador ha seleccionado en la pantalla digital la opción de almacenar el producto, una vez ha introducido su código correctamente, en la pantalla digital le aparecerán las posiciones de almacenaje disponibles y seleccionará la posición que más le convenga.

Como se ha comentado al inicio, únicamente se estudiará la programación de almacenaje y recogida de productos para la posición donde se sitúa el sensor capacitivo I0.0 ya que para el resto de las posiciones la forma de proceder será la misma (Figura 3.5.5.3).

Con la posición de almacenaje I0.0 seleccionada por el trabajador, automáticamente se activará la etapa 30 que nos dirigirá al respectivo Grafjet que se encargará de realizar las acciones y secuencias para el almacenaje del producto que comentaré posteriormente.

Con el producto correctamente almacenado y con el robot situado en su posición de reposo, se volverá a la etapa inicial de este Grafjet de forma cíclica cuando desde el Grafjet de modos de marcha se vuelva a seleccionar la opción de almacenar un nuevo producto.

3.5.5.4. GRAFNET DE RECEPCIÓN DEL PRODUCTO Y ALMACENAMIENTO

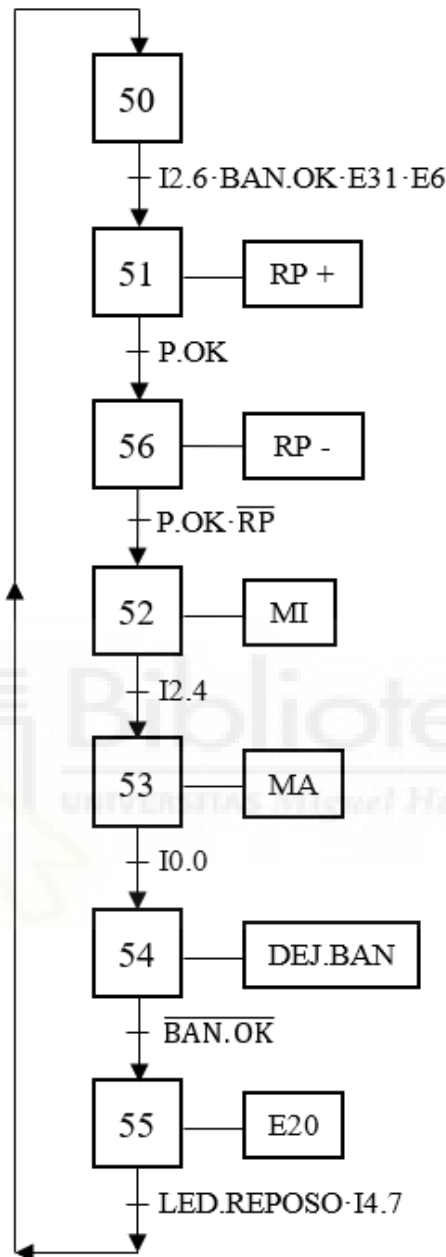


Figura 3.5.5.4: Grafnet de recepción del producto y almacenamiento

Una vez el robot se encuentra en la posición I2.6, volverá a girar sobre su propio eje con la acción “RP” para poner a disposición del trabajador la posibilidad de depositar el producto o paquete en la bandeja. Si el trabajador deposita el producto o paquete sobre la bandeja, al haber un incremento de peso, se activará el sensor “P.OK” y el robot volverá a girar sobre su propio eje para volver a posicionarse para proceder a su desplazamiento de retorno.

Cuando el robot alcance su posición de almacenaje, realizará la acción “DEJ.BAN” que girando sobre su propio eje, introducirá la plancha con la bandeja en el interior de la estantería sobre las pletinas gracias a su pequeño brazo extensible y realizará un ligero desplazamiento hacia bajo de tal forma que al tener menos superficie la plancha que la bandeja, la bandeja se quedará sobre las pletinas de su posición de la estantería estabilizada y el robot retraerá el brazo extensible y girará sobre su propio eje para proceder a su desplazamiento hacia su posición de reposo (Figura 3.5.5.4).

3.5.5.5. GRAF CET GENERAL DE RECOGIDA

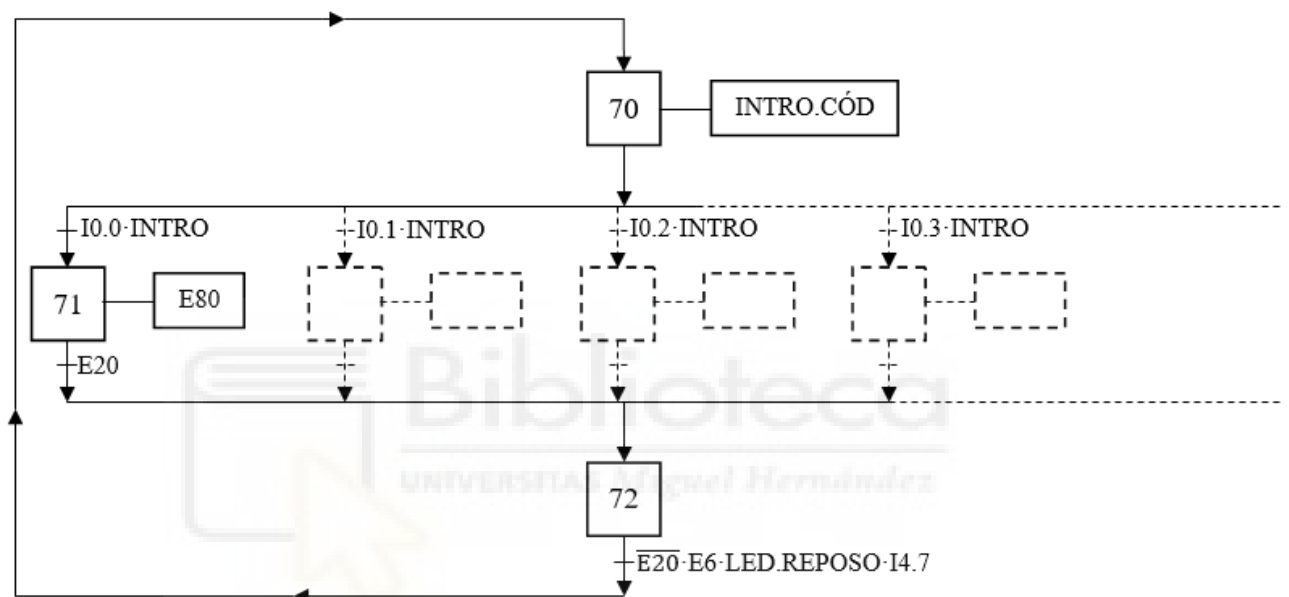


Figura 3.5.5.5: Grafcet general de recogida

Si en el Grafcet de modos de marcha se ha seleccionado la opción de recoger producto y el código del producto que se desea recoger es correcto, automáticamente en la pantalla digital aparecerá su posición donde se encuentra en la estantería y tendremos que introducirla manualmente en la pantalla digital. Suponiendo que se desea recoger un producto o paquete situado en la posición I0.0 de nuestra estantería, se iniciará el procedimiento para su recogida y entrega al trabajador. Este proceso se repetirá de forma cíclica para distintas posiciones de almacenamiento cada vez que se pretenda recoger un producto (Figura 3.5.5.5).

3.5.5.6. GRAF CET DE RECOGIDA DE BANDEJA PARA ALMACENAMIENTO

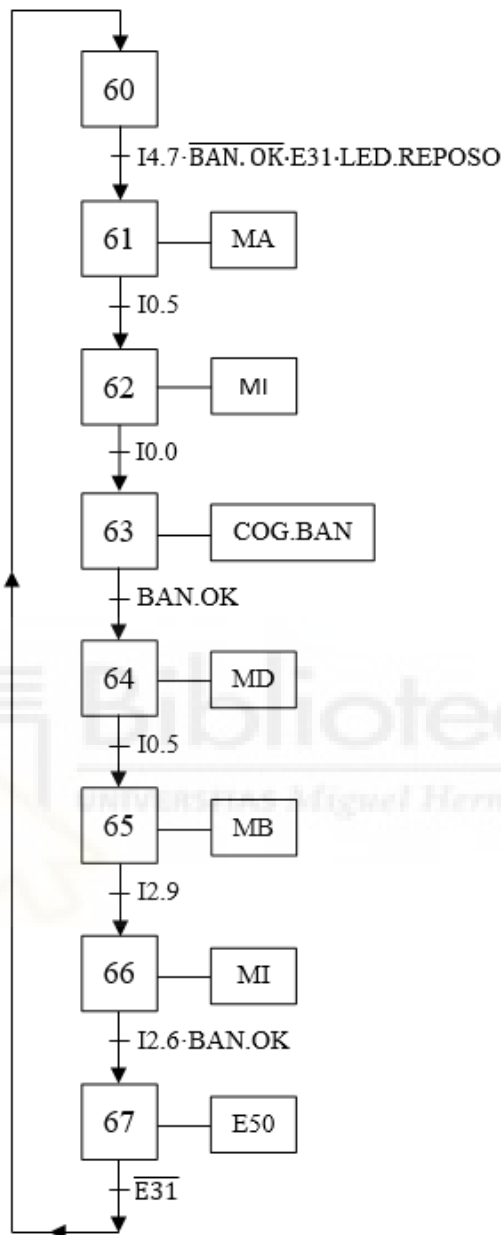


Figura 3.5.5.6: Grafcet de recogida de bandeja para almacenamiento

Cuando en el Grafcet general de almacenaje se haya introducido la posición donde se desea almacenar el producto, conectará automáticamente con este Grafcet (Figura 3.5.5.6) que, partiendo de la situación de reposo del robot porticado, se desplazará hasta la posición I0.0 previamente seleccionada, por medio de los distintos accionamientos de los motores.

Con el robot porticado situado en su posición objetivo, I0.0, realizará la acción “COG.BAN” mediante la cual el robot realizará el movimiento sobre su propio eje

introduciendo la plancha imantada en la parte inferior de la bandeja que se encuentra en su respectiva posición, la cogerá gracias a su capacidad de imantación y volverá a girar sobre su propio eje para que en el desplazamiento no colisione la bandeja con la estantería. Al coger la bandeja, se activará el sensor de peso “BAN.OK” debido a un pequeño incremento del peso producido en la plancha imantada del robot. Se desplazará hasta la posición del sensor I2.6 donde se parará para la recepción del producto.

3.5.5.7. GRAF CET DE RECOGIDA DEL PRODUCTO

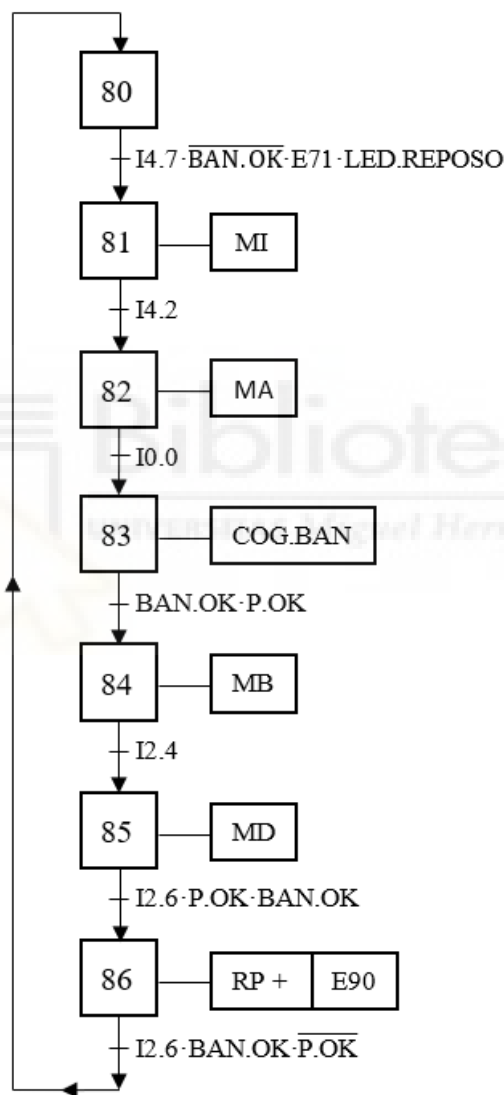


Figura 3.5.5.7: Grafcet de recogida del producto

Partiendo de la posición de reposo y con el código I0.0 introducido en el Grafcet general de recogida, el robot porticado se desplazará hasta la respectiva posición. Con el robot situado en dicha posición, realizará la acción de “COG.BAN”, mediante la cual girará sobre su propio eje e introducirá la plancha imantada para así, de la misma forma

que en el Grafset de almacenamiento, coger el producto y desplazarse hasta la posición de entrega al trabajador I2.6.

Con el robot porticado situado en dicha posición, realizará la acción “RP” girando sobre su propio eje de tal forma que permita al trabajador su manipulación para la recogida del producto o paquete (Figura 3.5.5.7).

3.5.5.8. GRAFSET DE ALMACENAMIENTO DE LA BANDEJA

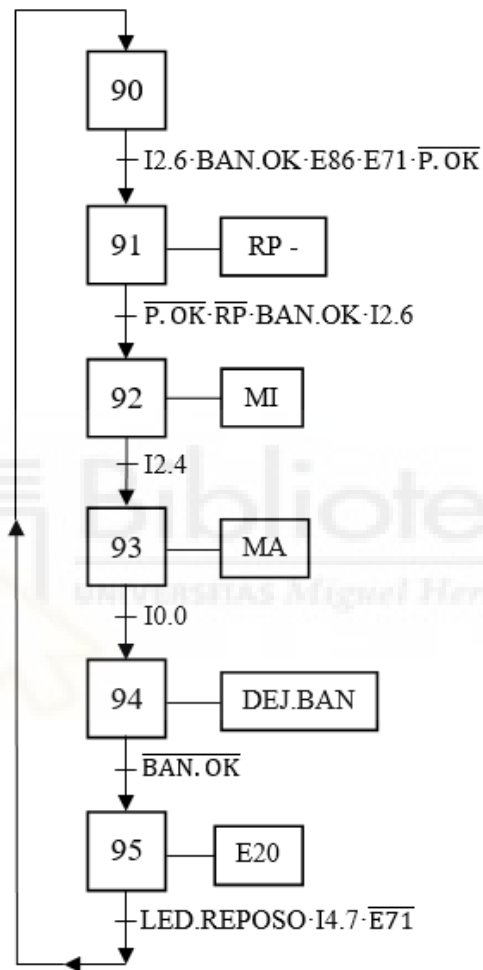


Figura 3.5.5.8: Grafset de almacenamiento de la bandeja

Cuando el trabajador extraiga el producto o paquete de la bandeja, se producirá una reducción de peso que desactivará el sensor “P.OK” y volverá a activarse la acción “RP” pero en este caso para que el robot gire sobre su propio eje para iniciar el desplazamiento (Figura 3.5.5.8).

Con el robot situado en la posición de almacenamiento I0.0 donde previamente se ha recogido el producto que se almacenaba en dicha posición, se activará la acción “DEJ.BAN” y el robot depositará la bandeja imantada en las pletinas de la estantería y

volverá a su posición de reposo, de la misma forma explicada anteriormente en el Grafcet de recepción del producto y almacenamiento en posición I0.0.

3.5.5.9. GRAF CET DE EMERGENCIA GENERAL POR FINAL DE CARRERA

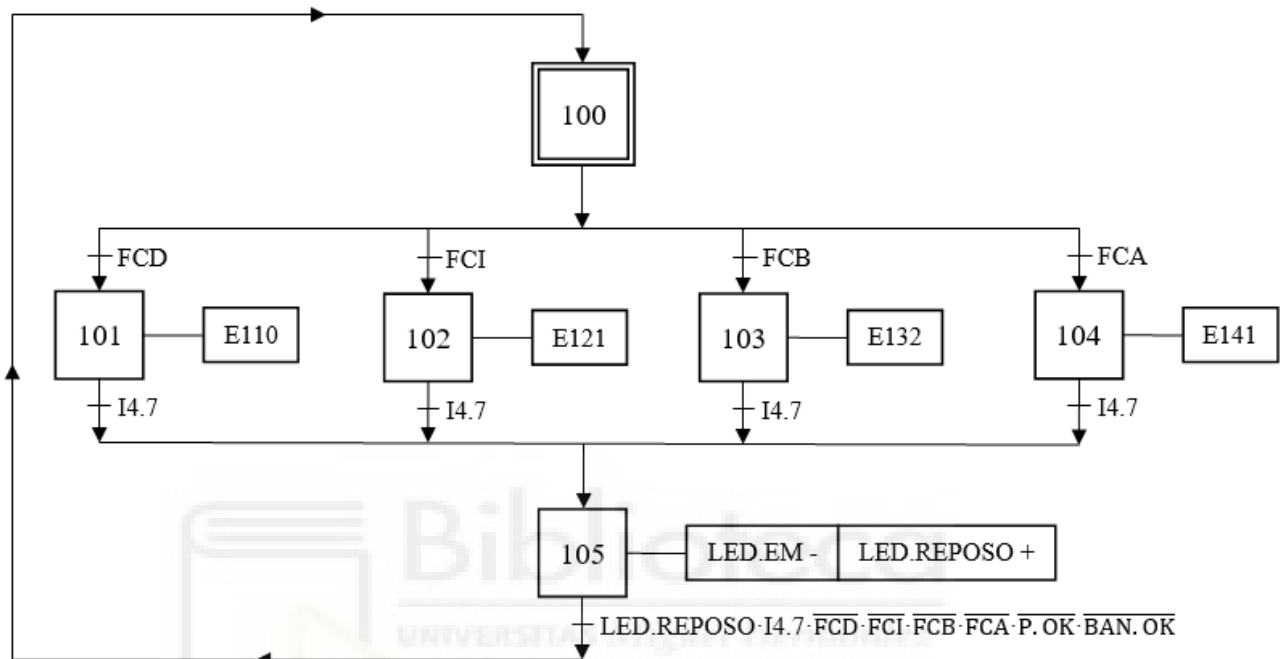


Figura 3.5.5.9: Grafcet de emergencia general por final de carrera

A partir del diseño de este Grafcet (Figura 3.5.5.9) y los que vienen a continuación, se estudiará el funcionamiento del sistema en una posible situación de emergencia en la que el robot porticado alcance los sensores de final de carrera “FCD”, “FCI”, “FCA” y “FCB”.

Estos sensores de final de carrera cuya descripción se detalla en el enunciado, se situarán en el perímetro de la estantería sin la necesidad de estar fijados en ella. Por ejemplo, habrá tantos “FCA” como columnas de estanterías haya y estarán situados cerca de los extremos de dichas columnas.

En la siguiente figura (Figura 3.5.5.9.1) se especifica la posición de todos los sensores de final de carrera, tal y como se acaba de explicar.

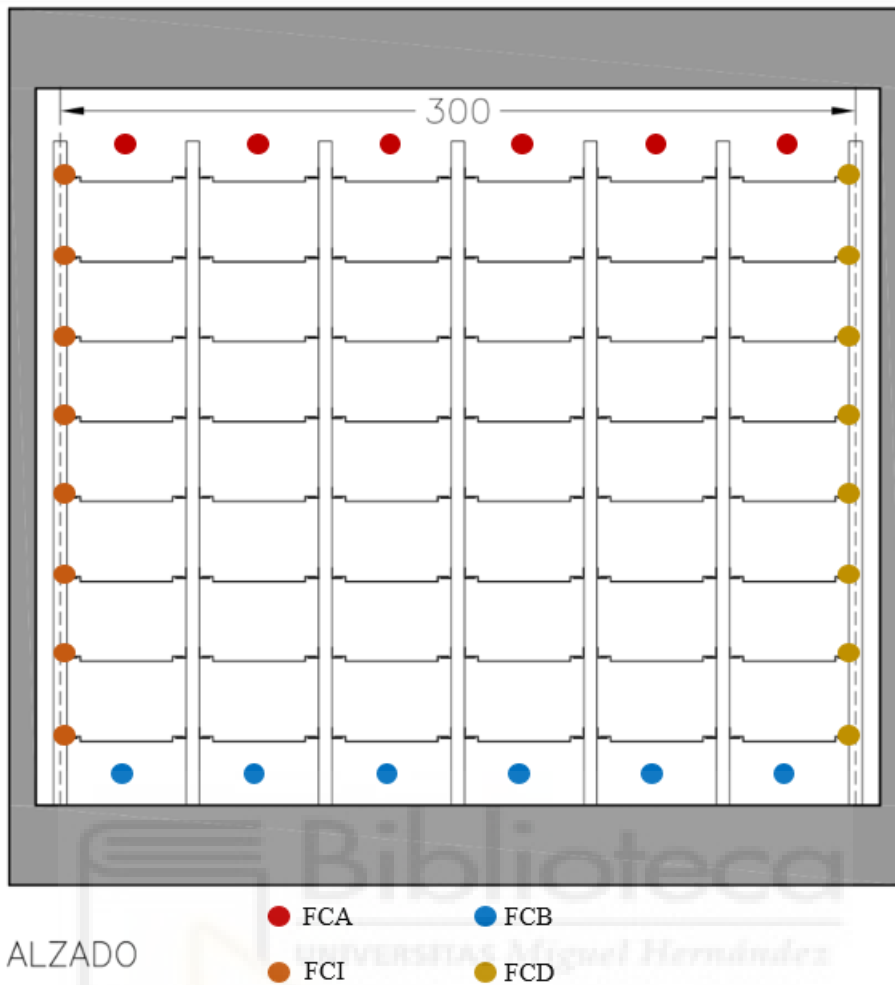


Figura 3.5.5.9.1: Posición de sensores final de carrera

Estos sensores de final de carrera se han colocado como he comentado, con el objetivo de que el robot porticado sea capaz de detectarlos en el caso en el que cualquier sensor de posición de almacenamiento situado en el perímetro de la estantería deje de funcionar y el robot siga con su desplazamiento, provocando una situación de emergencia y deterioro del funcionamiento de nuestro sistema.

Para ello se han desarrollado los siguientes Grafkets que albergan las distintas situaciones de emergencia en las que puede verse sometido nuestro sistema activando cualquiera de los sensores final de carrera.

Cabe destacar, que este Grafket al ser el principal de una posible situación de emergencia, su etapa inicial siempre estará activa al igual que la etapa inicial del Grafket de modos de marcha y será el trabajador una vez se hayan terminado de ejecutar cualquiera de estos cuatro Grafkets de emergencia, el que situará manualmente al robot porticado en su posición de reposo y solucionará la avería.

Cuando se active cualquiera de los sensores final de carrera situados en la estantería, franqueará la transición de este Grafket y nos dirigirá al particular para proceder al comportamiento de nuestro sistema en situación de emergencia. Únicamente

explicaré uno de los cuatro Graficets ya que todos responden de la misma forma, pero partiendo de distintas posiciones.

3.5.5.9.1. GRAFICET DE EMERGENCIA FCD

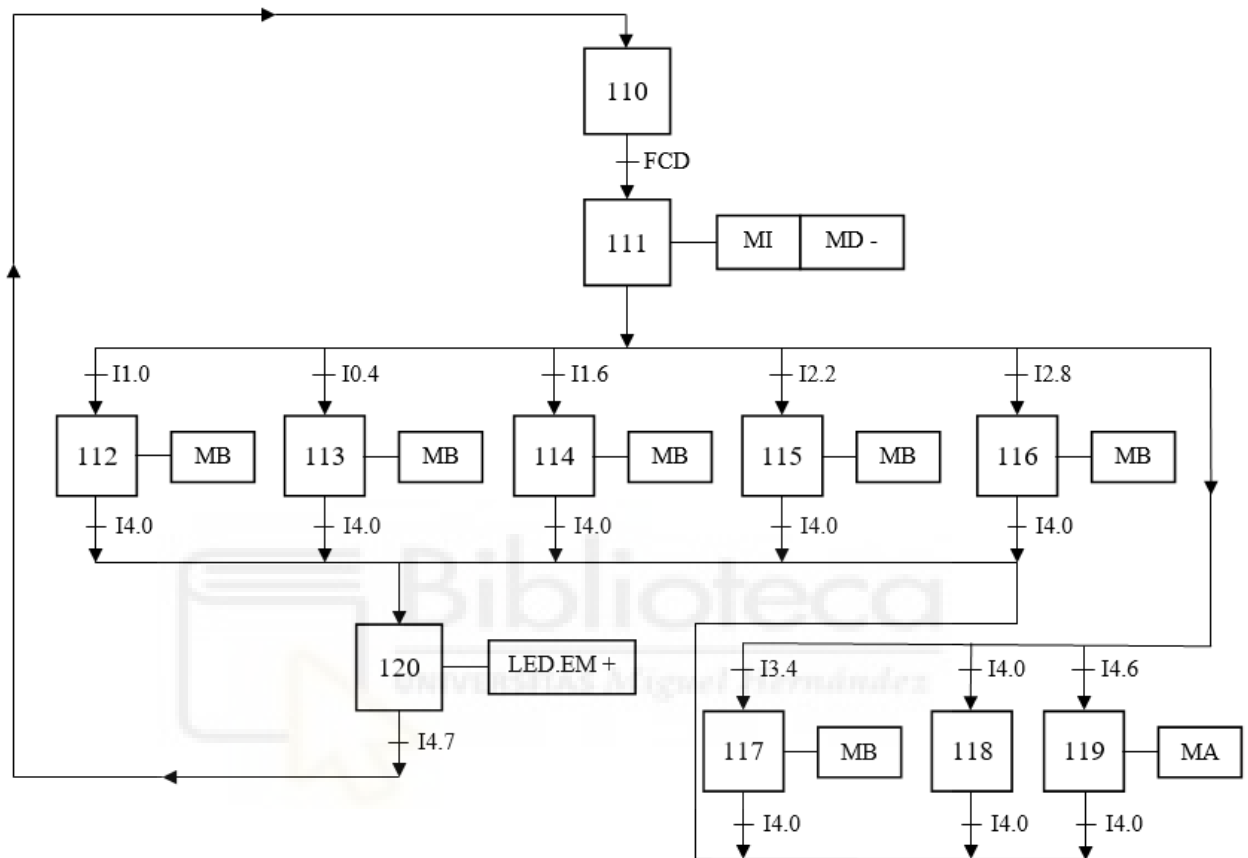


Figura 3.5.5.9.1.1: Graficet de emergencia FCD

En el caso en el que se active cualquier sensor FCD, automáticamente se activará la etapa 101 cuya acción derivará a la activación de la etapa inicial de este Graficet, la 110. Al detectarse cualquiera de estos sensores final de carrera, se activará el motor “MI” que desplazará inmediatamente el robot porticado hacia la izquierda hasta alcanzar el sensor más cercano al de la periferia que ha fallado. Después se desplazará hasta la posición I4.0 y se activará la luz de emergencia. Esta posición es accesible para la manipulación del robot por parte del trabajador, que lo colocará en su posición de reposo una vez haya solucionado la avería del sistema (Figura 3.5.5.9.1.1).

3.5.5.9.2. GRAFNET DE EMERGENCIA FCI

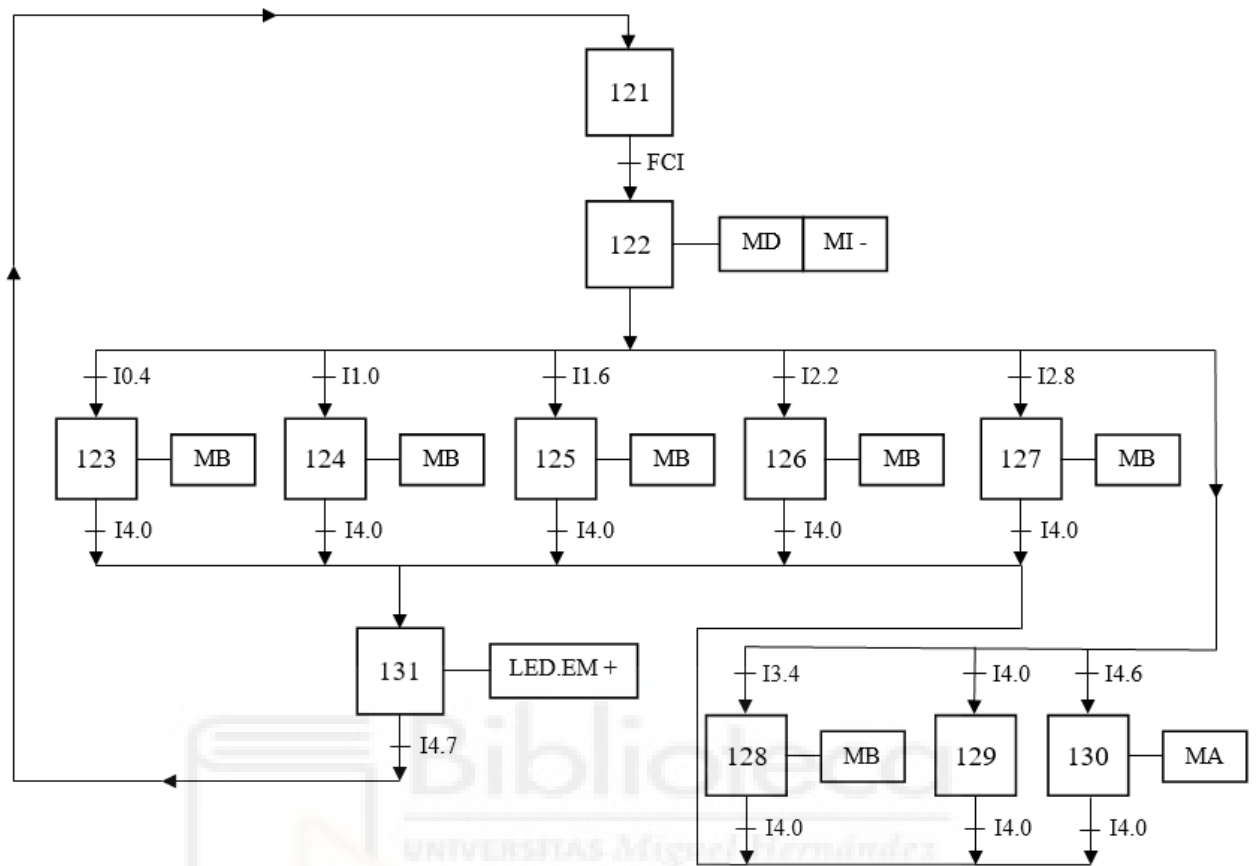


Figura 3.5.5.9.2: Grafnet de emergencia FCI

3.5.5.9.3. GRAFNET DE EMERGENCIA FCB

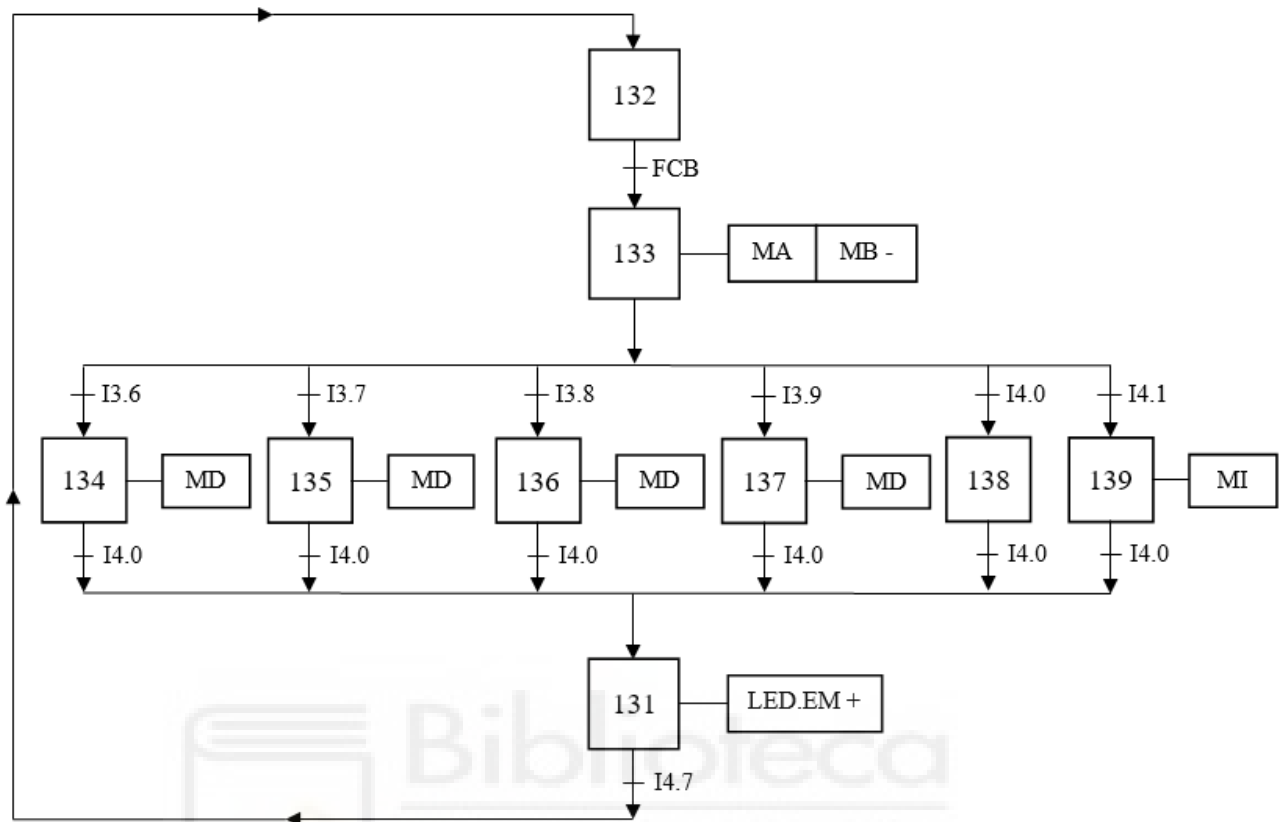


Figura 3.5.5.9.3: Grafnet de emergencia FCB

3.5.5.9.4. GRAFNET DE EMERGENCIA FCA

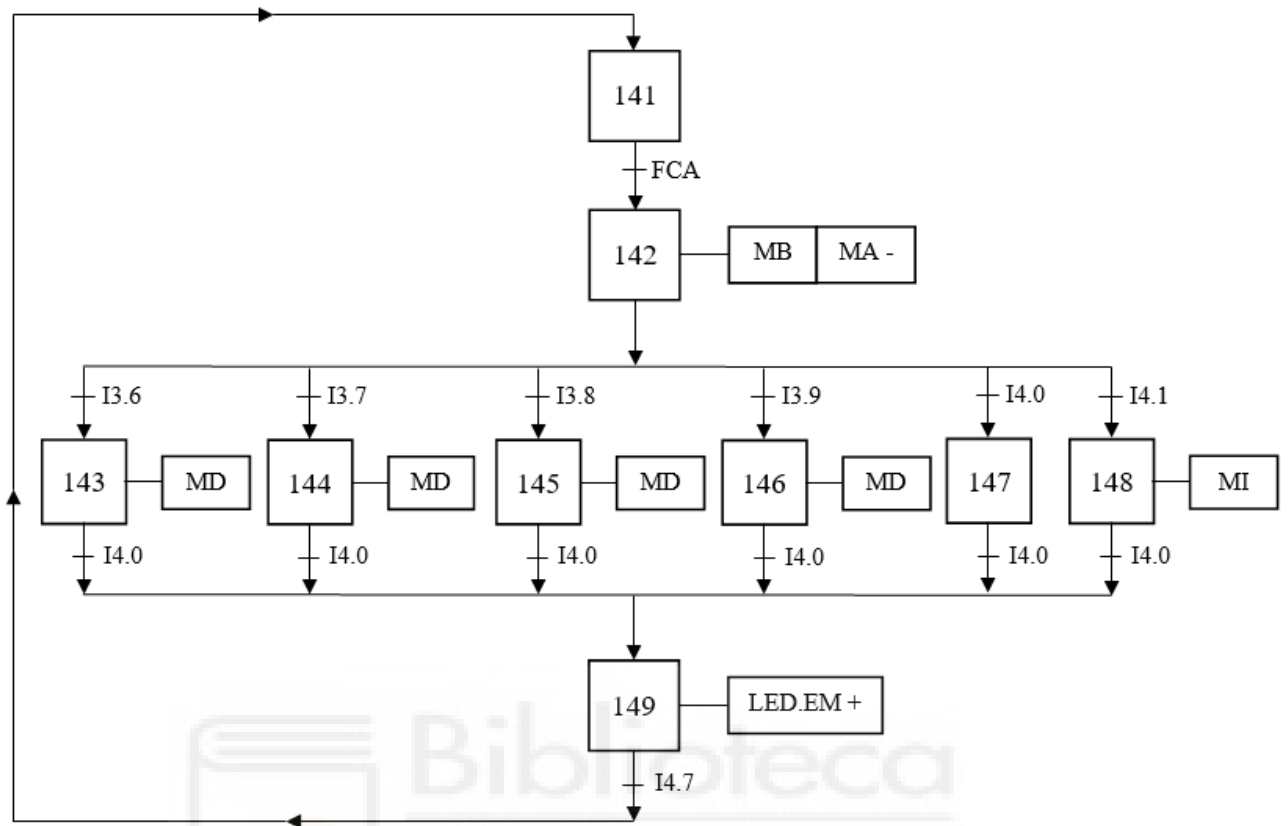


Figura 3.5.5.9.4: Grafnet de emergencia FCA

CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

4.1. CONCLUSIONES Y FUTUROS TRABAJOS

En el presente trabajo se ha llevado a cabo el diseño del prototipo de un pequeño almacén automatizado para la recogida física en tienda del producto comprado por el cliente a través de la aplicación de comercio electrónico de la empresa.

Naciendo del propio autor la idea del diseño del prototipo tras su experiencia de recogida de un producto en la tienda, se ha optado por la solución más sencilla y económica que permita su instalación en la gran mayoría de tiendas de la empresa Zara del grupo Inditex. Sirviendo como alternativa a las distintas soluciones existentes de almacenes automatizados explicados en el presente trabajo, en concreto a los de la empresa Cleveron, empresa que ha instalado sus distintos modelos de almacenes automatizados en las principales tiendas de Zara localizadas en las grandes capitales ya que con su gran capacidad de almacenamiento de productos y su elevado coste económico, no es contemplada por parte de la empresa su instalación en el resto de tiendas siendo estas la gran mayoría.

Pudiéndose concretar más en el diseño del robot porticado y en el sistema de almacenamiento, se ha decidido diseñar un prototipo que refleje la intención del autor en la mejora del proceso y que sirva para el desarrollo de futuros proyectos que permitan profundizar más en su funcionalidad.

Mediante el desarrollo del prototipo del pequeño almacén automatizado, hemos podido llegar a las siguientes conclusiones:

- Viabilidad económica y sencillez en el diseño. En comparación a las distintas alternativas que puede disponer la empresa para la instalación de un pequeño almacén automatizado, se ha optado por elementos que comprendan desde la sencillez hasta la menor complejidad. Esto conlleva a una notable reducción económica que permita su instalación en la mayoría de las tiendas de Zara del grupo.
- Capacidad de almacenamiento óptima. Contando con una capacidad de almacenamiento de 48 productos, es posible su instalación en el pequeño local que tienen las tiendas físicas para almacenar los productos que van a entregarse al cliente que ha realizado la compra a través del comercio electrónico. Esta capacidad de almacenamiento de productos suele ser la más habitual en las tiendas físicas que no están situadas en las grandes capitales, ya que el volumen de recepción de productos no es en comparación tan elevado y cuenta con un flujo de entrada y de salida de productos continuo, ya que como mucho un producto no se encontrará más de una semana almacenado.

- Compromiso con los ODS. Utilizando materiales reciclados para la fabricación de las bandejas y las pletinas en L, se contribuye al seguimiento del compromiso de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, concretamente el número 12 “Producción y consumo responsables”, desvinculando en crecimiento económico de la degradación medioambiental a partir de un consumo y producción sostenibles.
- Ahorro de tiempo, personal y mejora en la experiencia de compra del cliente. Con la instalación del pequeño almacén automatizado, permitirá a la empresa disponer de un único trabajador para la entrega de los productos a los clientes, contando para la atención en tienda con los trabajadores que acudían a la ayuda de entrega de productos cuando acudía un mayor número de clientes. También reducirá el tiempo de espera de los clientes porque el trabajador no tendrá que buscar el producto en el almacén sin ningún tipo de referencia.

Gracias a este trabajo he conseguido profundizar, ampliar, desarrollar y aplicar los conocimientos de automatización industrial adquiridos en clase, contando también con un incremento en el desarrollo de la capacidad de análisis y solución de problemas con las que no hubiera sido posible llevar a cabo el desarrollo del prototipo.

La consecución de este trabajo es una gran satisfacción a nivel personal, ya que tiene como base lo estudiado en clase, analizando profundamente la problemática real que tiene una de las empresas del grupo que más admiro por su maravillosa trayectoria, desarrollo, expansión y magnífico reconocimiento por parte del cliente.

La realización de este trabajo final de carrera tiene como objetivo personal aportar a la gran mayoría de empresas que están introducidas dentro del comercio electrónico y entregan su producto en un local físico al cliente, una posible solución económicamente viable y sencilla que les permita una posible mejora dentro de sus procesos de mejora continua, ahorrando personal, tiempo y mejorando la experiencia del cliente. Pudiendo servir como elemento diferenciador y ventaja competitiva de cara al resto de empresas que abarcan este nicho de mercado.

Por último, cabe destacar como objetivo prioritario la consecución de este trabajo en un futuro, existiendo la posibilidad de ser ampliado con nuevos estudios y análisis que aporten información más actualizada, así como nuevas tecnologías, materiales o elementos. Teniendo en cuenta que se ha decidido centrar la atención en el desarrollo de la idea del prototipo sin concretar con cierta profundidad en distintos aspectos como puede ser el propio robot o la complejidad y exactitud en su programación.

CAPÍTULO 5. BIBLIOGRAFÍA

JOSÉ JAVIER BLASCO. “Zara y su análisis estratégico”. Disponible en:
<http://dspace.umh.es/bitstream/11000/2272/6/TFG%20Blasco%20S%C3%A1nchez%20C%20Jos%C3%A9%20Javier.pdf>

ALBA RINCÓN GARCÍA. “Desarrollo del e-commerce frente al modelo de comercio tradicional”. Disponible en:

<https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/93390/fichero/TFG-3390+RINC%C3%93N+GARC%C3%8DA%2C+ALBA.pdf>

JUAN JOSÉ DEL TORO MARTÍNEZ. “Logística en el e-commerce. Un caso de estudio”. Disponible en:

<https://repositorio.upct.es/xmlui/bitstream/handle/10317/6104/tfg-tor-log.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<https://www.igus.es/product/1293?artNr=MOT-AE-B-024-005-036-F-A-AAAA>

<https://www.inditex.com/itxcomweb/es/home>

<https://www.beetrack.com/es/blog/comercio-electronico-ventajas>

<https://new.siemens.com/mx/es/productos/automatizacion/systems/industrial/plc.html>

https://rowa.de/es/industrias/farmacia/?utm_term=rowa&utm_campaign=GA_SEA_Brand_ES&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=8493134470&hsa_cam=830461144&hsa_grp=38082539970&hsa_ad=613317359676&hsa_src=g&hsa_tgt=kwd-298792485822&hsa_kw=rowa&hsa_mt=e&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gclid=Cj0KCQjw4omaBhDqARIsADXULuVDdKr0pIG4-C2NphVSUnjyokAJ2O0tC9RgOeLzolXIgJEAYzvkiR0aAiQsEALw_wcB

<https://industrial.omron.es/es/products/programmable-logic-controllers>

<https://cleveron.com/products>

<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2002-13758>

<https://rockcontent.com/es/blog/comercio-electronico/>

<https://blog.hubspot.es/sales/comercio-electronico>

<https://elpais.com/economia/2021-03-10/las-ventas-por-internet-de-inditex-casi-se-cuadruplican-en-un-lustro.html>

<https://www.businessinsider.es/programas-sint-rfdi-son-claves-inditex-889047>

<https://marketing4ecommerce.net/la-revolucion-del-retail-experiencia-omnicanal-en-tienda-de-zara/>

<https://www.igus.es/e-motors/motores-dc>

<https://www.arapack.com/que-es-el-plastico-pla-y-para-que-se-utiliza/>

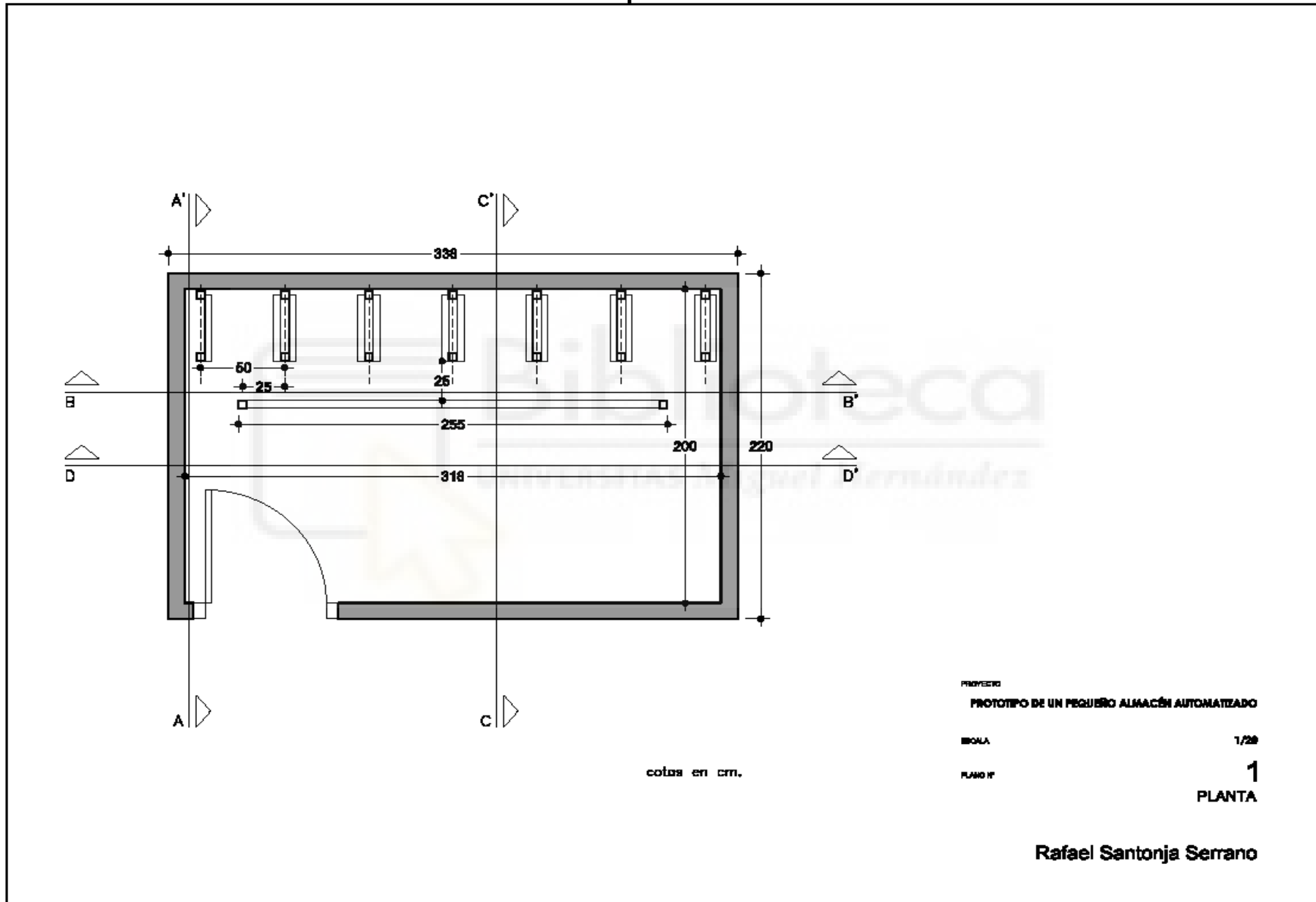
<https://www.3dnatives.com/es/plasticos-impresion-3d-22072015/#!>

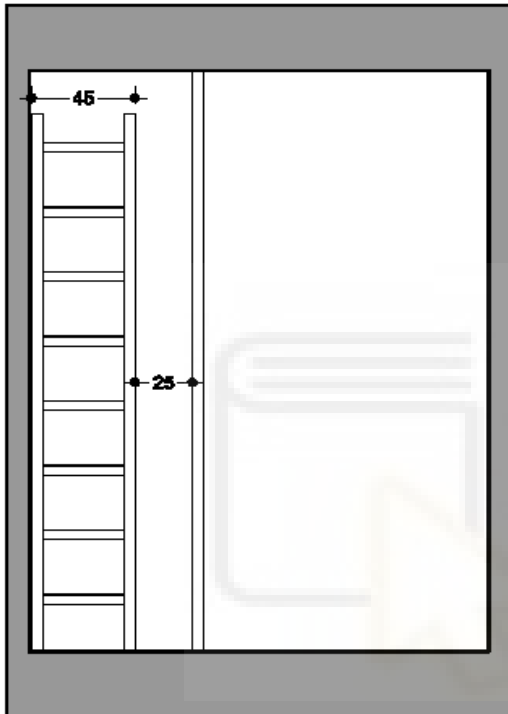
<https://www.cursosaula21.com/que-es-un-sistema-scada/#:~:text=E1%20sistema%20SCADA%20es%20una,distancia%20mediante%20una%20aplicaci%C3%B3n%20inform%C3%A1tica.>

http://isa.uniovi.es/docencia/iea/teoria/grafcet_resumen.pdf

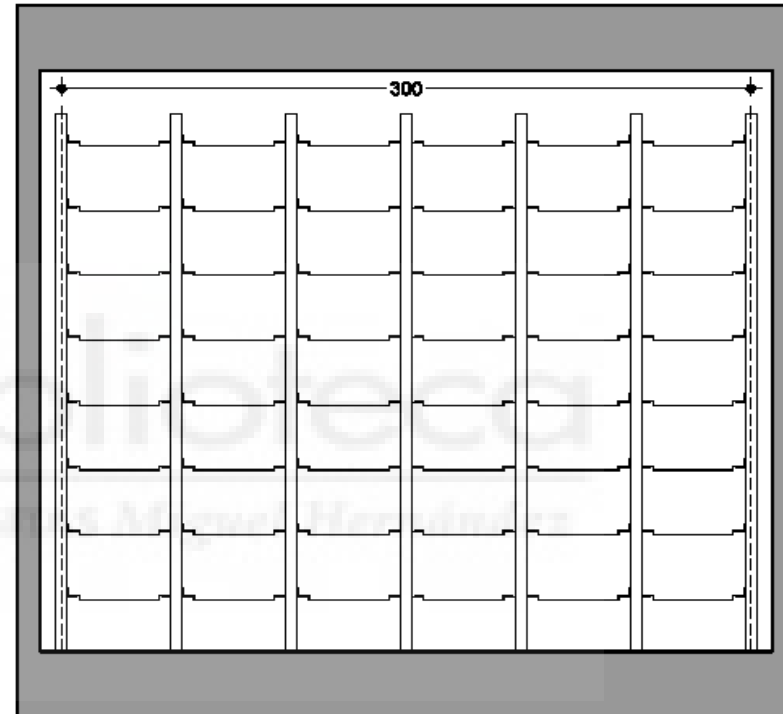








SECCIÓN A-A'



ALZADO B-B'

cotas en cm.

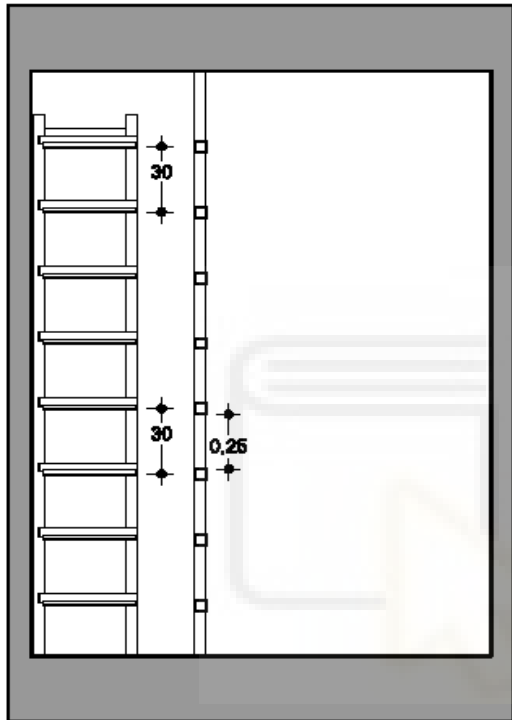
PROYECTO
PROTOTIPO DE UN PEQUEÑO ALMACÉN AUTOMATIZADO

ESCALA 1/20

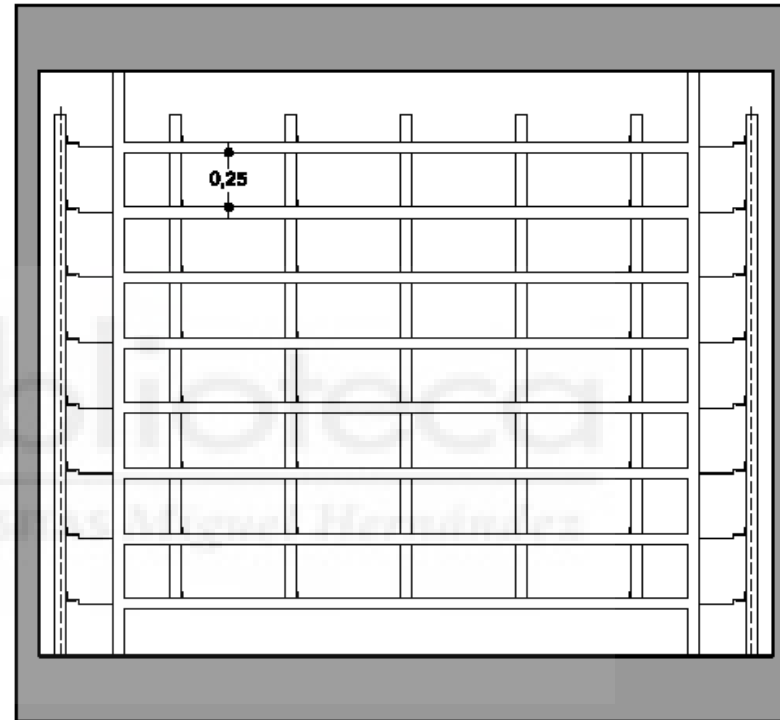
PLANO Nº 2

ALZADO Y SECCIÓN

Rafael Santonja Serrano



SECCIÓN C-C'



ALZADO D-D'

cotas en cm.

PROYECTO

PROTOTIPO DE UN PEQUEÑO ALMACÉN AUTOMATIZADO

ESCALA

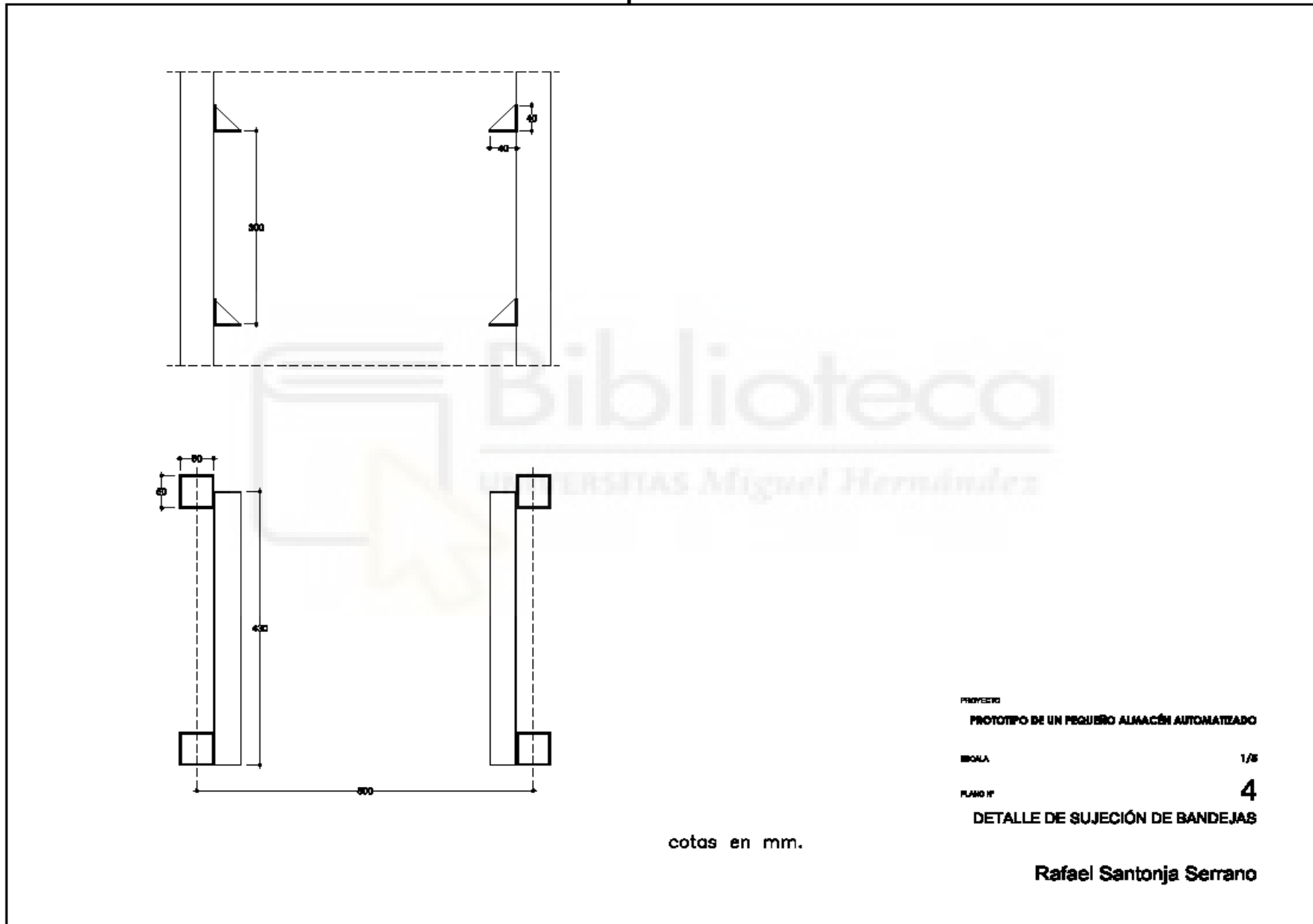
1/20

PLANO Nº

3

ALZADO Y SECCIÓN

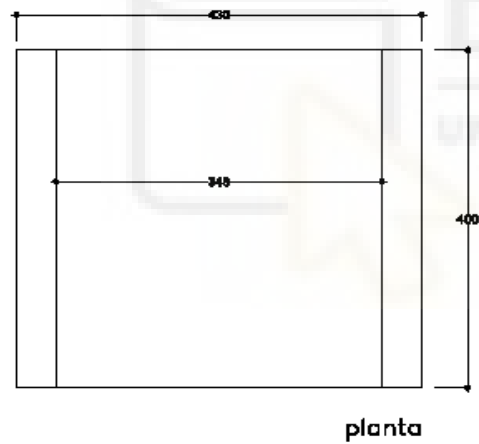
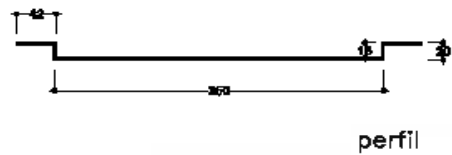
Rafael Santonja Serrano



PROYECTO
 PROTOTIPO DE UN PEQUEÑO ALMACÉN AUTOMATIZADO
 ESCALA 1/5
 FOLIO Nº 4
 DETALLE DE SUJECIÓN DE BANDEJAS

cotas en mm.

Rafael Santonja Serrano



cotas en mm.

PROYECTO
PROTOTIPO DE UN PEQUEÑO ALMACÉN AUTOMATIZADO

ESCALA 1/5

PLANO Nº **5**
DETALLE DE BANDEJAS

Rafael Santonja Serrano