

Trabajo Fin de Grado

Sistema de control y clasificación de medicamentos en una
farmacia mediante autómatas programables.

Medication Control and Classification System in a
Pharmacy Using a Programmable PLC

Jaime Beamonte Allue

Director

Carmelo José Borque Horna

Escuela Universitaria Politécnica La Almunia

Junio 2024



**Escuela Universitaria
Politécnica** - La Almunia
Centro adscrito
Universidad Zaragoza

**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
DE LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

MEMORIA

Sistema de control y clasificación de medicamentos en una
farmacia mediante autómatas programables.

Medication Control and Classification System in a
Pharmacy Using a Programmable PLC.

424.23.11

Autor: Jaime Beamonte Allue
Director: Carmelo José Borque Horna
Fecha: Junio de 2024



INDICE DE CONTENIDO BREVE

| | |
|---------------------------------------|----|
| 1. RESUMEN | 1 |
| 2. ABSTRACT | 2 |
| 3. INTRODUCCIÓN | 3 |
| 4. DESARROLLO | 6 |
| 5. RESULTADOS | 30 |
| 6. CONCLUSIONES | 31 |
| 7. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE | 32 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA | 33 |

INDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|----------|
| 1. RESUMEN | 1 |
| 1.1. PALABRAS CLAVE | 1 |
| 2. ABSTRACT | 2 |
| 2.1. KEY WORDS | 2 |
| 3. INTRODUCCIÓN | 3 |
| 3.1. MOTIVACIÓN. | 3 |
| 3.2. OBJETIVOS | 3 |
| 3.3. ANTECEDENTES. | 4 |
| 3.4. NORMATIVA. | 5 |
| 3.4.1. ISO 1384. | 5 |
| 3.4.2. IEC 61508. | 5 |
| 3.4.3. IEC 61131-3. | 5 |
| 3.4.4. Real decreto 842/2002 del 2 de agosto. | 5 |
| 4. DESARROLLO | 6 |
| 4.1. COMPONENTES DEL SISTEMA. | 6 |
| 4.1.1. Estantería. | 6 |
| 4.1.2. Carro robot. | 7 |
| 4.1.3. Estructura. | 8 |
| 4.1.4. Caja marcha paro. | 10 |
| 4.1.5. Sensores de proximidad. | 11 |
| 4.1.6. Escáner. | 12 |
| 4.1.7. Sensor de seguridad. | 13 |
| 4.1.8. Cintra transportadora. | 14 |
| 4.1.9. Actuadores. | 15 |
| 4.1.10. Servomotores. | 16 |
| 4.1.11. Servocontrolador. | 17 |
| 4.1.12. Guías lineales. | 18 |
| 4.1.13. Finales de carrera. | 20 |
| 4.1.14. PLC. | 21 |
| 4.1.14.1. Módulo de comunicación. | 22 |
| 4.1.15. Módulo de alimentación. | 23 |
| 4.1.16. Módulo de expansión de entradas digitales. | 24 |

INDICES

| | |
|--|-----------|
| 4.1.17. HMI | 25 |
| 4.2. GRAFCET DEL SISTEMA. | 26 |
| 4.2.1. Proceso entrada medicamentos. | 26 |
| 4.2.2. Proceso de depósito. | 27 |
| 4.2.3. Proceso de pedido. | 28 |
| 5. RESULTADOS | 30 |
| 5.1. EFICIENCIA. | 30 |
| 5.2. GESTIÓN DEL INVENTARIO. | 30 |
| 5.3. MINIMIZACIÓN DE ERRORES. | 30 |
| 6. CONCLUSIONES | 31 |
| 7. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE | 32 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA | 33 |

INDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|----|
| Figura 1 ESTANTERIA. _____ | 6 |
| Figura 2 CARRO ROBOT. _____ | 7 |
| Figura 3 ESTRUCTURA. _____ | 8 |
| Figura 4 CONJUNTO. _____ | 9 |
| Figura 5 CAJA MARCHA PARO. _____ | 10 |
| Figura 6 SENSOR CAPACITIVO. _____ | 11 |
| Figura 7 LECTOR. _____ | 12 |
| Figura 8 SENSOR DE SEGURIDAD. _____ | 13 |
| Figura 9 CINTA TRANSPORTADORA. _____ | 14 |
| Figura 10 ACTUADOR. _____ | 15 |
| Figura 11 SERVOMOTOR. _____ | 16 |
| Figura 12 SERVODRIVER. _____ | 17 |
| Figura 13 MODULO LINEAL. _____ | 18 |
| Figura 14 PATÍN LINEAL. _____ | 19 |
| Figura 15 RAIL LINEAL T. _____ | 19 |
| Figura 16 FINAL DE CARRERA. _____ | 20 |
| Figura 17 PLC. _____ | 21 |
| Figura 18 MODULO DE COMUNICACIÓN RS232. _____ | 22 |
| Figura 19 MODULO DE ALIMENTACION. _____ | 23 |
| Figura 20 MODULO EXPANSION ENTRADAS DIGITALES. _____ | 24 |
| Figura 21 HMI. _____ | 25 |

1. RESUMEN

El proyecto consiste en el diseño y la implementación de un sistema de control y clasificación en una farmacia mediante un autómata programable. El proceso estará totalmente automatizado desde el almacenamiento de los medicamentos en la cinta transportadora hasta su entrega. Las únicas acciones requeridas por un operario serán depositar los medicamentos en la máquina para su almacenaje y solicitarlos para recogerlos.

El objetivo es mejorar la eficiencia y la seguridad de la farmacia reduciendo el tiempo de espera y minimizando los errores posibles mejorando de esta forma la experiencia de los clientes.

Para llevar a cabo el proyecto se seguirá la siguiente metodología:

- Se analizará el problema y se contrastará información de antecedentes.
- Se elegirá un autómata programable adecuado para nuestro proyecto, así como los componentes necesarios para el correcto funcionamiento.
- Se implementará el programa del PLC que lleve a cabo las funciones necesarias.
- Se creará una interfaz de usuario para controlar el programa.
- Se comprobará el correcto funcionamiento.

Los resultados más importantes que debemos conseguir son:

- La mejora de la eficiencia reduciendo tiempos de espera.
- Minimizar el riesgo de errores.
- Optimización de la organización del inventario.

1.1. PALABRAS CLAVE

- Autómata programable (PLC).
- Sistema de control.
- Clasificación de medicamentos Automática.
- Eficiencia y seguridad.
- Optimización.

2. ABSTRACT

This project presents the design and implementation of a medication control and classification system in a pharmacy using a programmable logic controller (PLC). The process will be fully automated, from the storage of medications on the conveyor belt to their delivery. The only actions required by an operator will be to place the medications in the machine for storage and to request them for pickup.

The aim is to improve the efficiency and safety of the pharmacy by reducing waiting time and minimizing possible errors, thus improving the customer experience.

The following methodology will be used to carry out the project:

- Problem analysis and background information.
- Selection of a suitable PLC for our project.
- Implementation of the PLC program that performs the necessary functions.
- Creation of a user interface to control the program.
- Verification of correct operation.

The most important results to be achieved are:

- Improvement of efficiency by reducing waiting times.
- Minimization of the risk of errors.
- Optimization of inventory organization.

2.1. KEY WORDS

- Programmable Logic Controller (PLC).
- Control System.
- Automated Medication Sorting.
- Efficiency and Safety.
- Optimization.

3. INTRODUCCIÓN

La industria farmacéutica está constantemente en un proceso de innovación y optimización donde la gestión eficiente del inventario y una distribución precisa de los medicamentos son aspectos fundamentales para una buena experiencia de sus clientes ya que mejoran la calidad y la seguridad de los servicios que puede proporcionar una farmacia.

3.1. MOTIVACIÓN.

La gestión eficaz del inventario es un aspecto fundamental y los métodos manuales los propensos a errores y consumen un tiempo que podría aprovecharse en otras funciones.

Por eso la motivación de este proyecto surge de una búsqueda de soluciones tecnológicas para mejorar la logística de las farmacias. Minimizando errores humanos, mejorando los procesos para los empleados, los servicios para los clientes y minimizando los tiempos de espera. Para ello se ha pensado en la implementación de un sistema automatizado ya que puede ser una de las maneras más efectiva para lograr esas soluciones.

3.2. OBJETIVOS

El objetivo principal del proyecto es crear un sistema de control y clasificación de medicamentos mediante un autómata programable que cumpla los siguientes objetivos específicos:

- Reducir tiempos de espera de los clientes mejorando su experiencia.
- Mejorar la eficiencia y la precisión de la gestión del inventario.
- Garantizar la seguridad y la integridad de los medicamentos.
- Generar alertas automáticas para controlar el stock.
- Facilitar y mejorar la realización de inventarios físicos periódicos.

Con este proyecto se pretende proporcionar una solución innovadora que beneficie tanto a las farmacias como a sus clientes optimizando los procesos logísticos dentro de la farmacia y mejorando los servicios que pueden proporcionar a los clientes.

3.3. ANTECEDENTES.

Se ha realizado una búsqueda de estudios anteriores sobre el tema que puedan ayudar a nuestra investigación. En esa búsqueda se han encontrado dos proyectos que tratan temas similares que pueden ser interesantes para conocer su forma de abordar el tema.

- El primero se llama *"Automatización de un almacén"*, un proyecto del autor Jonatan Cosa Forte presentado en septiembre del 2019 en la Universidad politécnica de Valencia para el grado de ingeniería eléctrica es interesante ya que trata el mismo tema por lo que se puede ser útil observar su forma de plantear el procedimiento y nos sirve para observar los problemas que han tenido para desarrollarlo y de esa forma evitarlos.

Por ejemplo, los problemas que tuvieron con los contadores al añadir la estantería, los problemas de la clasificadora si algún pale no se colocaba correctamente, problemas por tener demasiados contadores.

- Por otro lado tenemos el proyecto que Josep Garriga Jiménez presentó en la universidad VIC en junio de 2008 llamado *"Sistema de almacén y dispensación robotizada de productos farmacéuticos"*. Ofrece un enfoque completamente distinto al anterior, trata de demostrar la viabilidad económica de automatizar el almacén de una farmacia.

El sistema de control que utiliza no es un autómata programable pero el resto de componentes y el sistema de gestión sí que son unos puntos interesantes para nuestro proyecto.

3.4. NORMATIVA.

A la hora de realizar nuestro proyecto debemos asegurarnos de cumplir todas las normativas vigentes que nos afecten. Tendremos que tener en cuenta dos aspectos, las normativas que afecten al ámbito de la farmacia y las que afecten al ámbito del proceso automatizado.

A continuación, se van a nombrar las normativas que se deben aplicar a la hora de realizar el proyecto:

3.4.1. ISO 1384.

En esta norma se especifican los requisitos para el diseño y la validación de los sistemas de control de seguridad de un sistema en un ambiente industrial y para maquinas.

Aquí se incluyen los Autómatas programables por lo que necesitaremos cumplir esos requisitos.

3.4.2. IEC 61508.

Es importante cumplir esta norma ya que trata la seguridad funcional de los sistemas instrumentados, eléctricos y/o electrónicos.

3.4.3. IEC 61131-3.

Los lenguajes de programación también deben cumplir su propia norma, esta es la única norma universal de este ámbito y es necesario cumplir con sus requisitos.

3.4.4. Real decreto 842/2002 del 2 de agosto.

Por último, debemos tener en cuenta este real decreto que aprueba el reglamento electrotécnico para baja tensión, como es nuestro caso, y por ello deberemos cumplirlo a la perfección.

4. DESARROLLO

4.1. COMPONENTES DEL SISTEMA.

4.1.1. Estantería.

La estantería de almacenamiento va a contar con un total de 20 compartimentos, los cuales serán ampliables o modificables haciendo pequeños cambios en el código. Los compartimentos tendrán cierta inclinación (10°) haciendo que los medicamentos caigan hacia la parte delantera de la estantería garantizando así que se cumple el método FIFO.

También cada compartimento tendrá en la parte delantera una ranura por la que el actuador levantará el medicamento para sacarlo de la estantería y hacerle caer en el robot. En este caso todos los compartimentos tienen las mismas medidas, 150X150mm y una profundidad de 750mm.

A continuación, se puede observar en la figura 1.

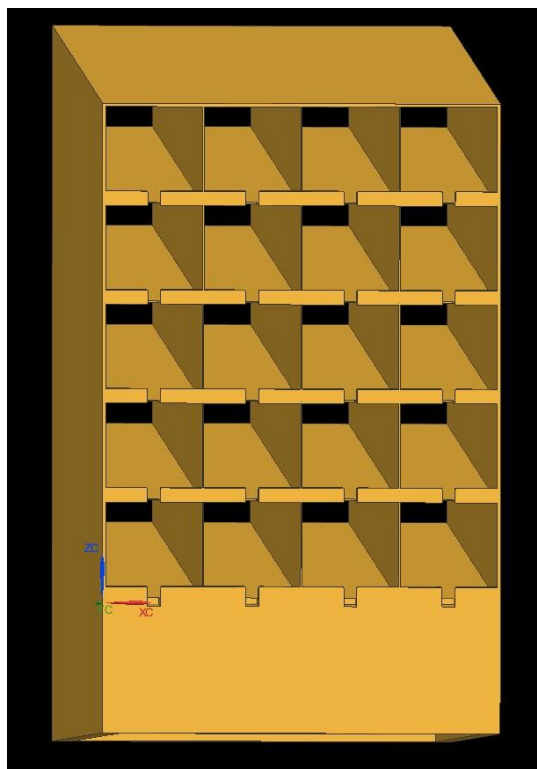


Figura 1 ESTANTERIA.

(Fuente propia.)

4.1.2. Carro robot.

Los motores del robot moverán un carro que estará sujeto a los carros de las guías, estos son los que llegarán a la posición de los medicamentos y los transportarán. El actuador lineal ira montado en estos carros para poder levantar los medicamentos, levantando la pieza central del carro. Se usarán 2, uno en cada robot.

Se puede observar el carro en la figura 2.

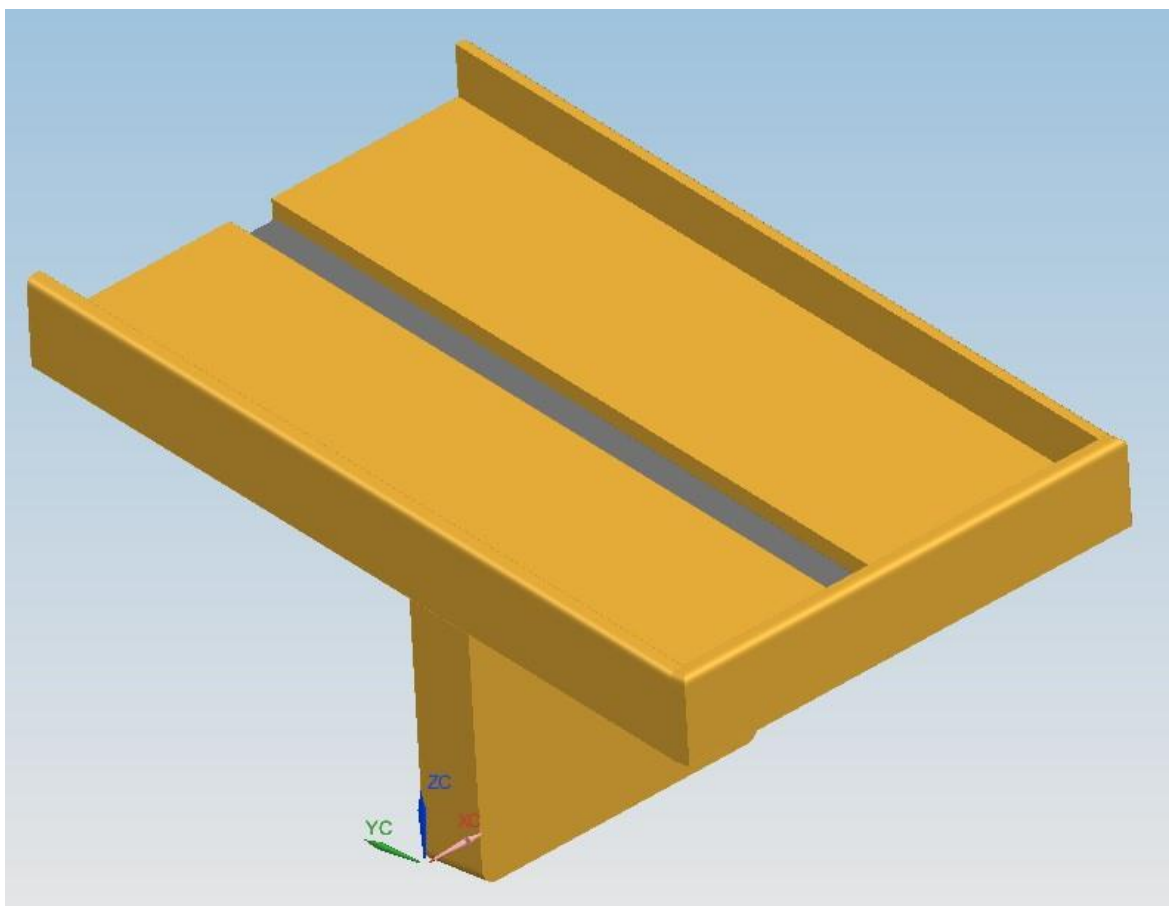


Figura 2 CARRO ROBOT.

(Fuente propia.)

4.1.3. Estructura.

Se usará una estructura que encerrara todo el sistema, esta estructura tendrá una rampa para la dispensación de los medicamentos y otra que comunicara la cinta transportadora con el robot de depósito. En la parte frontal tendrá una cristalera por la que se podrá ver el interior y en un lateral tendrá una puerta para que los operarios puedan acceder si fuera necesario.

El tamaño de la estructura es superior a lo necesario para facilitar ampliaciones de la estantería en un futuro, se puede ampliar tanto vertical como horizontalmente. De esta forma será posible disponer de mas variedad de medicamentos.

Podemos observar dicha estructura en la figura 3 mientras que en la figura 4 se puede ver el conjunto de la estructura con la estantería y los carros robot en su interior.

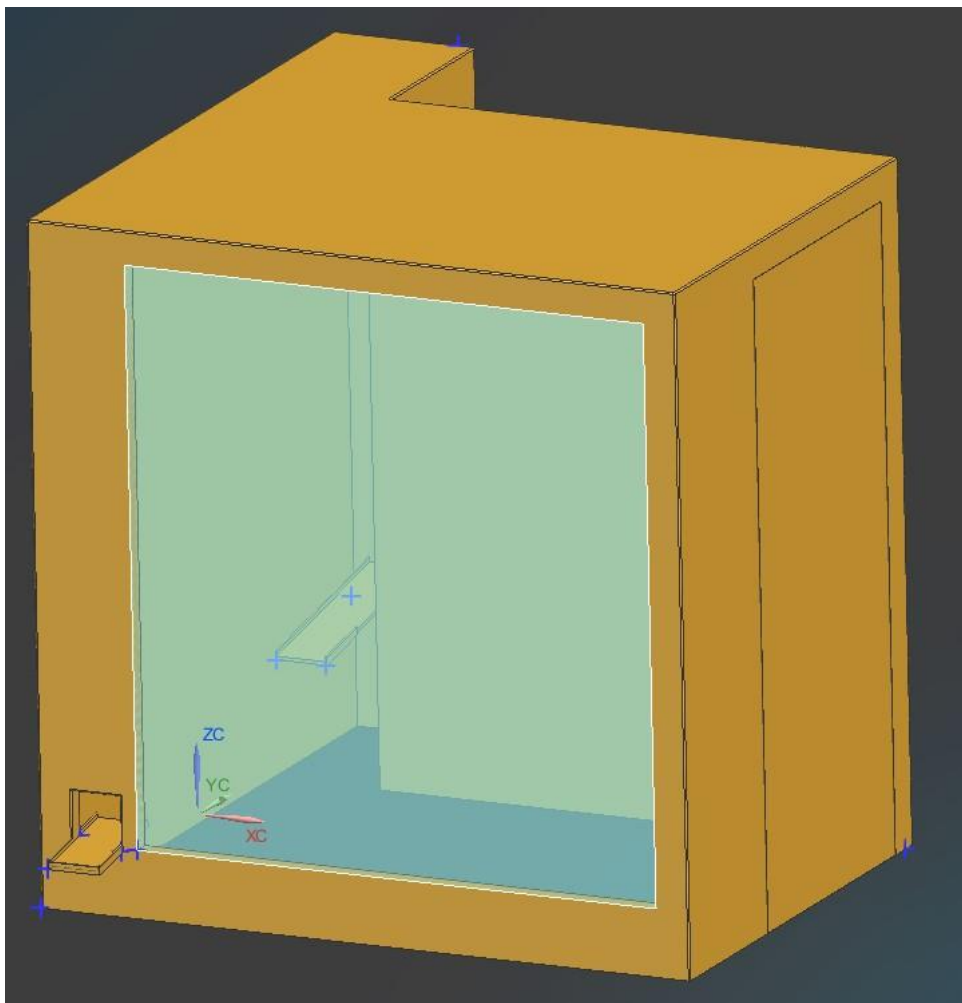


Figura 3 ESTRUCTURA.

(Fuente propia.)

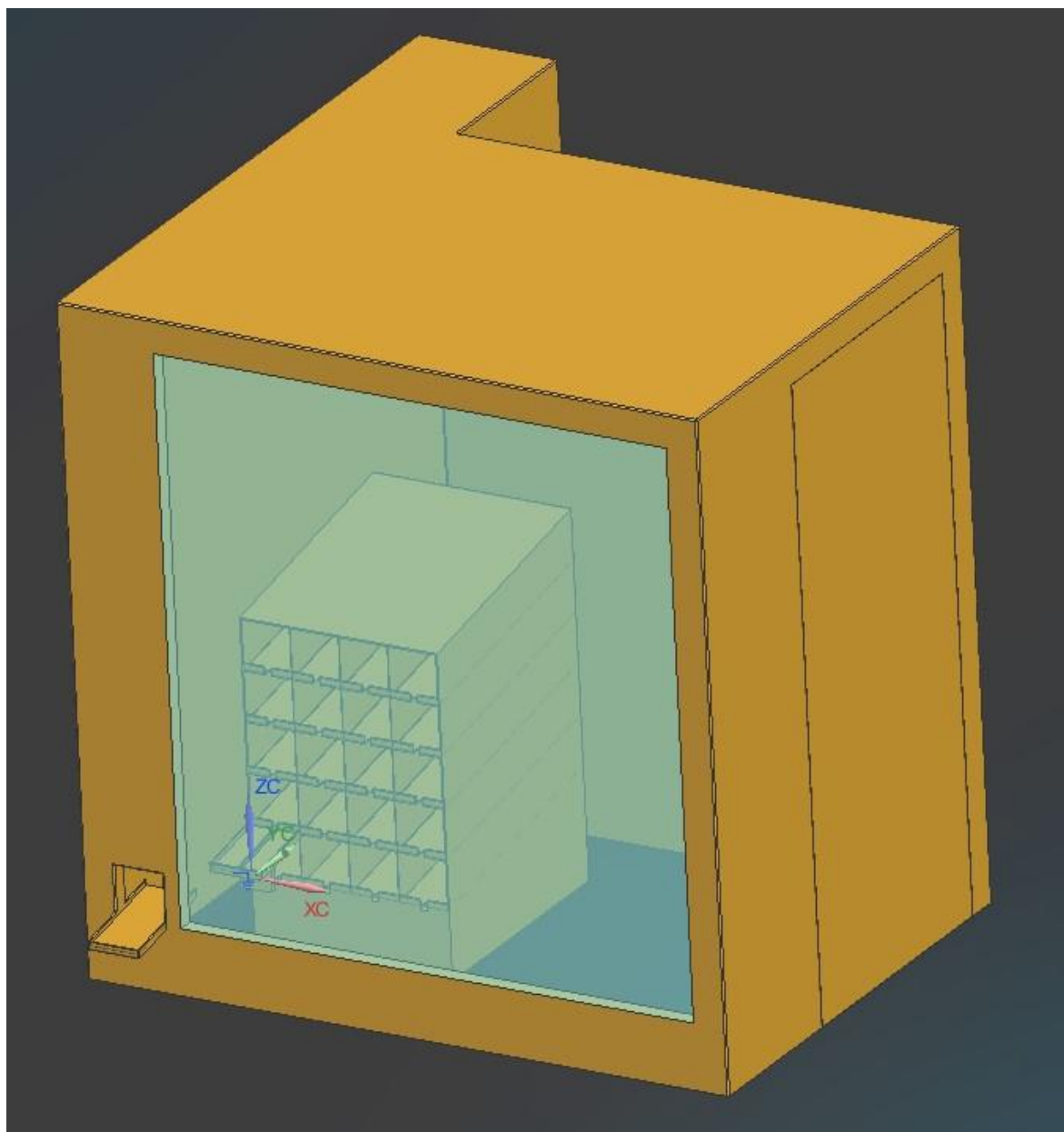


Figura 4 CONJUNTO.

(Fuente propia.)

4.1.4. Caja marcha paro.

Para poder encender y apagar el sistema manualmente se usará una caja de marcha paro.

Como se aprecia en la figura esta caja de la marca Schneider electric contará con un botón de encendido, un botón de paro y un botón de paro de emergencia que detendrá todo el sistema.



Figura 5 CAJA MARCHA PARO.

(Caja marcha paro AqD Bot 3 S de hasta 12 A, s. f.)

4.1.5. Sensores de proximidad.

Vamos a necesitar un total de 6 sensores de proximidad, dos serán para la cinta transportadora, uno al principio y otro al final para poder controlar los medicamentos que entran y salen y así poder accionar la cinta cuando sea necesario.

Otros dos sensores irán situados en los robots, uno en cada uno, y se encargarán de detectar la presencia o ausencia de medicamentos en dichos robots.

Los dos últimos sensores se usaran para controlar la presencia de los carros de robot en la posición inicial.

Los 6 sensores serán iguales y van a ser sensores de proximidad capacitivos. Los sensores elegidos son los C30P/BP-2A de la marca Micro Detectors (M.D.) que podemos ver en la figura 6. Puede utilizarse como normalmente abierto o normalmente cerrado (NA/NC), es de tipo PNP, con un rango de detección de 25mm y una frecuencia de conmutación de 30Hz.



Figura 6 SENSOR CAPACITIVO.

(Micro Detectors Sensors, s. f.)

4.1.6. Escáner.

Necesitaremos un escáner o lector de códigos de barras para identificar cada medicamento que entre y saber a qué posición de la estantería lo debe llevar el robot. Se ha elegido un escáner fijo que estará situado cerca del robot 1 (el de depósito) para que lea los códigos de barras una vez estén en este robot.

Como podemos observar en la figura 7 es el modelo O2I300 de la casa IFM. Puede detectar más de 20 tipos de códigos, cuenta con puntero láser integrado e iluminación segmentable para superficies problemáticas.

Se alimenta con 24 voltios si es de tipo PNP. Para conectarlo a nuestro PLC podremos elegir entre conexión EtherNet o RS-232.



Figura 7 LECTOR.

(sensores, sistemas de comunicación y de control, s. f.)

4.1.7. Sensor de seguridad.

Como medida de seguridad vamos a colocar un sensor de temperatura y humedad para asegurarnos de que el almacén se encuentra en las condiciones óptimas para conservar los medicamentos.

En la figura 8 podemos observar que el modelo es de JMP electronics, el modelo HRT2402D, tiene unos rangos de medida que comprenden del 0 al 100% de humedad y de -40 a +125°C.

Su protocolo de comunicación es el RS-485.



Figura 8 SENSOR DE SEGURIDAD.

(Electronics, s. f.)

4.1.8. Cinta transportadora.

El sistema comienza con la introducción de los medicamentos mediante una cinta transportadora, se ha elegido una cinta transportadora que cuenta con 1.5 metros de longitud para que quepan una gran cantidad de medicamentos y un ancho de 200mm. Esta alimentada por un motor monofásico y tiene una potencia de 60W y una velocidad ajustable hasta 0,4m/s.

Podemos observar el modelo de la cinta transportadora en la figura 9.



Figura 9 CINTA TRANSPORTADORA.

(Transportadores de cinta, capacidad de carga máx. 15 kg/m de cinta / Jungheinrich PROFISHOP, s. f.)

4.1.9. Actuadores.

Para poder depositar y recoger los medicamentos los robots contarán con un actuador lineal eléctrico situado en su parte central inferior. Este actuador levantará una estrecha plataforma que empujará los medicamentos. En total se necesitarán 2 actuadores.

Como se puede ver en la figura 10 se utilizará el Gliderforce GF23-120504-1-65 de la marca Pololu, un actuador de alta velocidad que puede llegar a los 84mm/s sin carga y 75 mm/s con la carga máxima, la cual es de 27 libras, unos 12 kg. Su rango de desplazamiento es de 2 pulgadas, aproximadamente 50mm.



Figura 10 ACTUADOR.

(Pololu - Glideforce Light-Duty (LD) Linear Actuators, s. f.)

4.1.10. Servomotores.

Para que los movimientos que realizan los robots sean de forma precisa y no tengamos problemas a la hora de depositar y recoger los medicamentos vamos a utilizar servomotores. Estos servomotores tendrán sensor de posición integrado (encoder).

Como cada robot necesita hacer movimientos en 2 ejes usaremos 2 servomotores en cada robot, lo que implica un total de 4 servomotores.

Los servomotores elegidos son de la marca Siemens, pertenecen a la gama de servomotores SIMOTICS S-1FL6, en concreto es el 1FL6034-2AF21-1AA1 que se puede observar en la figura 11. Son unos motores síncronos excitados por imanes permanentes y con refrigeración natural. El índice de seguridad del motor es IP65.

Son unos motores trifásicos de 230V con una potencia nominal de 0,4KW con velocidad de 3000RPM y un torque de 1,27nm.

Cuentan con un encoder incremental TTL, 2500 S/R. Y son idóneos para utilizar con el controlador SINAMICS V90.



Figura 11 SERVOMOTOR.

(Servomotores SIMOTICS S, s. f.)



4.1.12. Guías lineales.

Para transformar el movimiento de los servomotores en un movimiento lineal se van a utilizar unos módulos lineales que transforman el movimiento mediante una correa dentada. Se ha elegido la transmisión por correa dentada ya que no se necesita mover un peso muy elevado y así se consigue una velocidad de movimiento mayor que con otros métodos.

El modelo elegido es el ZLW-1080S de la marca drylin como el de la figura 10. La longitud de carrera máxima que nos proporciona es de 1000mm, con un carro que mide 100mm de longitud y una tensión de correa de 200N. La correa está fabricada de poliuretano con cable de acero para reforzarla.

Necesitaremos un total de 4 módulos como el que se observa en la figura 13, uno para cada servomotor.



Figura 13 MODULO LINEAL.

(drylin® ZLW-1080S módulo lineal con correa dentada, s. f.)

Para facilitar el movimiento de las guías verticales que irán cargadas en las horizontales se colocará en la parte de arriba otra guía lineal de acompañamiento, en estos casos estas guías no irán motorizadas. Se necesitarán dos, una para cada robot.

Ya que son solo para apoyar a las otras guías se han escogido unos modelos sencillos. Están formados por los rieles que en este caso serán con perfil en forma de T y los carros que realizarán el movimiento, los componentes elegidos han sido el patín lineal T-TW-04 y el perfil T-TS-04, ambos de la marca drylin.

En la figura 14 y la 15 respectivamente se muestra el carro y el perfil en T.

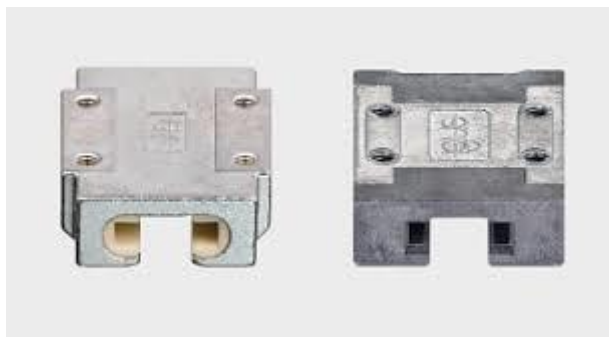


Figura 14 PATÍN LINEAL.

(igus® / Plásticos Técnicos para Movimiento, s. f.)

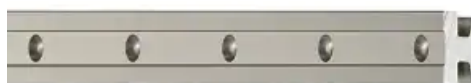


Figura 15 RAIL LINEAL T.

(igus® / Plásticos Técnicos para Movimiento, s. f.)

4.1.13. Finales de carrera.

Para tener controlado nuestros robots y que no sobrepasen los límites se van a implantar 8 finales de carrera, 4 por cada robot. Dos de ellos se encargarán de que no se sobrepasen las distancias del armario y los otros dos detectarán cuando llegan a la posición inicial.

Se utilizarán unos finales de carrera de la marca Omron, el modelo D4B que se observa en la figura 16.



Figura 16 FINAL DE CARRERA.

(Omron España, s. f.)

4.1.14. PLC.

El PLC es el componente más importante del sistema, se va a elegir uno de la marca Siemens, para asegurarnos de que el PLC no tenga problemas en el futuro si se realizan ampliaciones se va a elegir un modelo bastante potente de la gama S7-122, en concreto un 1215C 6ES7215-1BG40-0XB0 como el de la figura 17.

Se trata de una CPU compacta que cuenta con 14 entradas digitales y 10 salidas digitales más 2 entradas analógicas y otras 2 salidas analógicas. Tiene una memoria EEPROM de 100Kb, una memoria de trabajo de 125Kb y de carga de 4Mb. También dispone de 2 puertos profinet.



Figura 17 PLC.

(Controladores SIMATIC, s. f.)

4.1.14.1. Módulo de comunicación.

Vamos a necesitar un módulo de comunicación para poder conectar nuestro escáner. Como su interfaz de comunicación es RS-232, por lo que añadiremos el módulo Siemens CM 1241 RS232 (6ES7241-1AH32-0XB0).

El módulo se puede ver en la figura 1.



Figura 18 MODULO DE COMUNICACIÓN RS232.

(Controladores SIMATIC, s. f.)

4.1.15. Módulo de alimentación.

Usaremos un módulo de alimentación que se encargará de transformar la tensión de entrada que son 230V AC en los 24V CC que necesitamos para los sensores del sistema (las entradas al PLC).

El modelo escogido que se puede ver en la figura 19, es el FA S7-1200 2,5 de Siemens, con referencia 6EP1332-1SH71. Admite entradas de 120 hasta 230V y salidas de 24 voltios a 2,5 amperios.



Figura 19 MODULO DE ALIMENTACION.

(Siemens España, s. f.)

4.1.16. Módulo de expansión de entradas digitales.

Las entradas digitales que nos ofrece el PLC no son suficientes para nuestro sistema por lo que añadiremos un módulo que nos permita tener más.

El módulo elegido nos va a aportar 16 entradas digitales nuevas que, aunque no necesitamos tantas, es bueno que sobren por si se realizan modificaciones en el sistema.

El modelo elegido es el SM 1222 con referencia 6ES7222-1BH30-0XB0 que se puede apreciar en la figura 20.



Figura 20 MODULO EXPANSION ENTRADAS DIGITALES.

(Siemens España, s. f.)

4.1.17. HMI

El HMI nos proporciona el acceso a la interfaz del sistema para poder controlarlo, pedir los medicamentos y controlar el inventario.

Se ha elegido un panel HMI de la marca Siemens como el de la figura 21, se trata del SIMATIC TP700 comfort de 7" (6AV2124-0GC01-0AX0).

Es un panel táctil LCD a color con resolución de 800 x 480 píxeles. Cuenta con diversos interfaces de comunicación como Profinet, RS-485, USB...



Figura 21 HMI.

(Paneles HMI, s. f.)

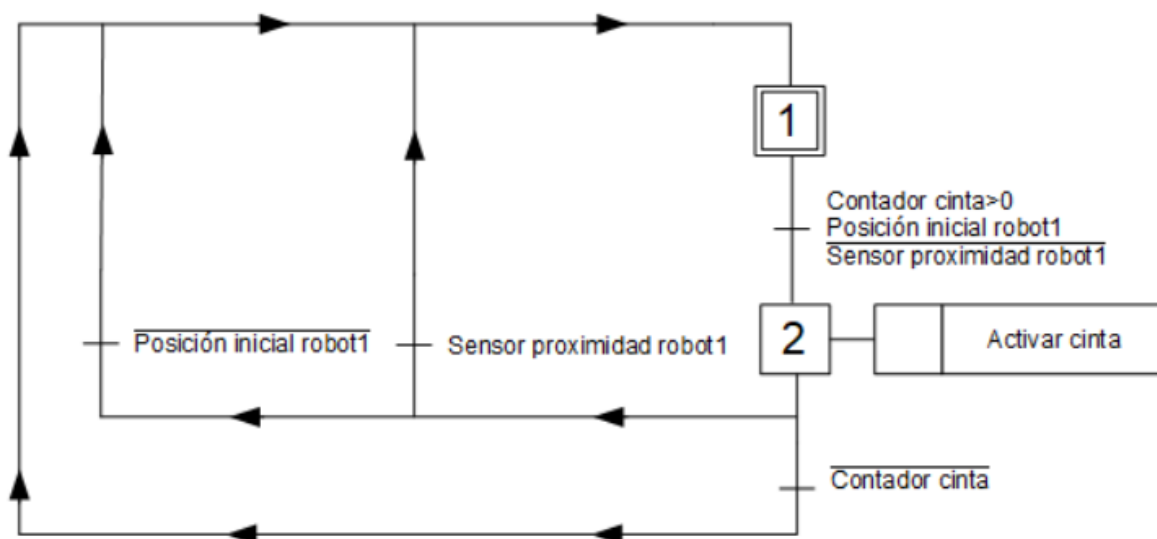
4.2. GRAFCET DEL SISTEMA.

Para explicar detalladamente cómo funciona nuestro sistema vamos a usar 3 grafcet de diferentes partes del proceso. Los grafcet dividen el sistema en:

- Proceso entrada medicamentos.
- Proceso de depósito.
- Proceso de pedido.

4.2.1. Proceso entrada medicamentos.

| N.º Estado | Descripción |
|------------|--------------|
| 1 | Reposo |
| 2 | Avance cinta |
| 3 | Paro cinta |

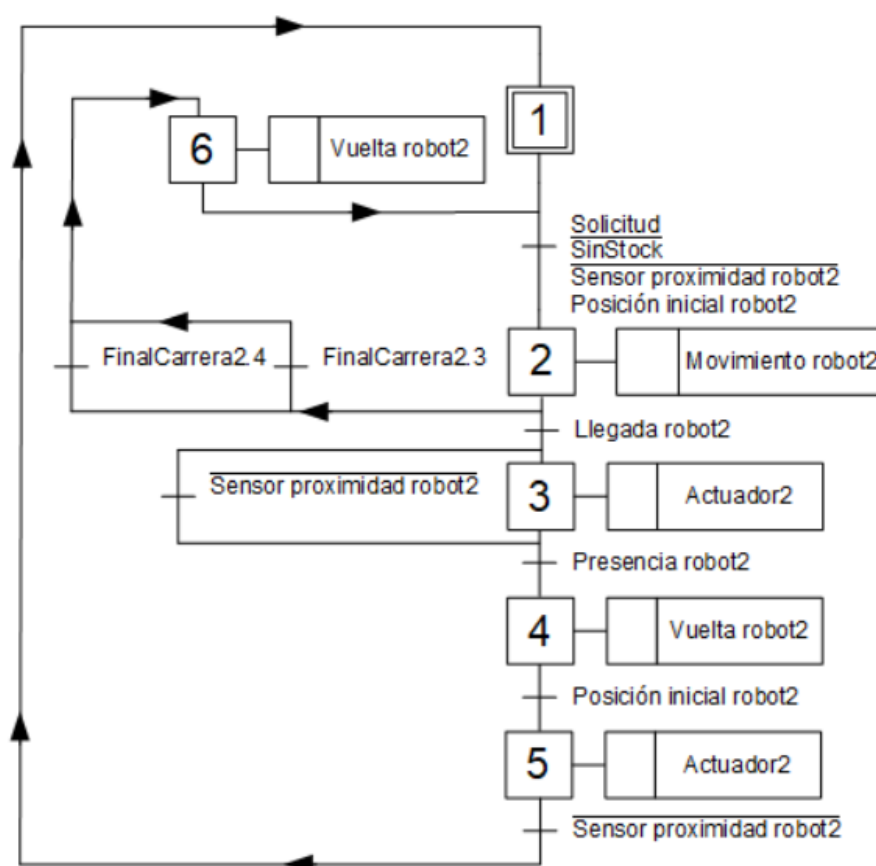


En esta primera etapa se muestra el control de la cinta transportadora en la entrada de medicamentos. El proceso empieza en reposo y se pondrá en funcionamiento cuando el robot 1 este en su posición inicial, no tenga ningún medicamento y el contador de la cinta transportadora sea mayor a 1.

Cuando se cumplan estas condiciones la cinta transportadora se pondrá en marcha. Cuando el contador de la cinta se ponga a 0, el robot tenga algún medicamento o este fuera de su posición inicial, la cinta se detendrá y volverá al estado de reposo.

4.2.3. Proceso de pedido.

| N.º Estado | Descripción |
|------------|-------------------------------|
| 1 | Espera |
| 2 | Activación robot 2 |
| 3 | Llegada robot 2 |
| 4 | Vuelta robot 2 |
| 5 | Entrega medicamento |
| 6 | Retorno de emergencia robot 2 |



El último proceso de nuestro sistema es el de pedido, igual que los anteriores comienza con un estado de reposo. Cuando se solicita algún medicamento, hay stock de ese medicamento y el robot 2 está en la posición inicial sin ningún medicamento cargado, se iniciara el movimiento del robot hasta la posición del medicamento solicitado. Sin embargo, si el medicamento solicitado está sin stock o el robot no se encuentra en posición la orden de solicitud no se podrá realizar y se volverá al estado de reposo.

Cuando el robot se mueve y llega a la posición deseada, se activa el actuador 2 para recoger el medicamento. Si de camino a la posición del medicamento se pasa de largo la posición del mismo y se activa alguno de los finales de carrera del límite, el robot volverá a la posición inicial para volver a empezar el movimiento.

Cuando se recoge el medicamento y este se encuentra en el robot se inicia el movimiento para volver a la posición inicial. Una vez el robot llega a esta posición, el actuador 2 se activa de nuevo para entregar el medicamento y se vuelve al estado inicial de reposo.

5. RESULTADOS

Finalmente, con la implantación de este sistema logramos cumplir los objetivos deseados. Los resultados que obtenemos son los siguientes:

5.1. EFICIENCIA.

Con la implantación de este sistema el almacenamiento pasa de ser un sistema costoso en el que hay que ordenar los medicamentos uno a uno en su sitio a un sistema rápido y sencillo en el que solo hay que depositar los medicamentos en la cinta transportadora haciendo que sea mucho más rápido y evitando posibles errores humanos.

También a la hora de recoger los medicamentos conseguimos un ahorro de tiempo que el empleado de la farmacia puede dedicar al cliente para mejorar su experiencia ya que se trata de uno de los robots el que se encarga de recoger los medicamentos solicitados en vez del empleado.

Todo esto teniendo en cuenta la disponibilidad de un robot independiente para realizar cada una de las tareas para poder realizarlas simultáneamente conlleva un ahorro de tiempo considerable para los empleados a la vez que se minimizan los errores.

5.2. GESTIÓN DEL INVENTARIO.

El sistema es capaz de tener un control completo del inventario, controla cada entrada y cada salida de los medicamentos permitiéndonos saber la cantidad exacta de cada medicamento en tiempo real. Además, crea alertas en la interfaz del sistema cuando algún medicamento tiene el stock bajo o incluso se ha quedado sin stock indicando de que medicamento se trata para facilitar la creación de un nuevo pedido para reabastecerse.

5.3. MINIMIZACIÓN DE ERRORES.

Como ya se ha mencionado, al automatizar el sistema, se reducen los errores humanos al máximo consiguiendo mejorar la experiencia tanto para los empleados como para los clientes y mejorando la optimización de recursos.

6. CONCLUSIONES




La implantación del sistema consigue mejorar la eficiencia del almacenamiento y dispensación de medicamentos. De esta forma se reduce el tiempo que deben utilizar los empleados para estas tareas y se reducen los errores cometidos. De esta forma los empleados pueden utilizar el tiempo ahorrado en otras tareas mejorando los servicios que proporciona la farmacia.

La gestión del inventario disminuye las pérdidas por caducidad o errores aumentando también la seguridad del cliente. También permite tener controlado el stock de cada medicamento sin tener que emplear tiempo en realizar inventarios manualmente, y gracias a las alertas de stock se disminuye el riesgo de que se acabe el stock antes de que lleguen los nuevos suministros.

En el futuro se pueden realizar diversas mejoras aumentando las funciones del sistema de gestión como el control en tiempo real de las fechas de caducidad o pedidos automáticos al proveedor al detectar stocks bajos. También es posible una ampliación de forma sencilla para aumentar el número de medicamentos en el inventario.

7. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Los objetivos de este Trabajo Fin de Grado están alineados con los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y metas, de la Agenda 2030:

- Objetivo 3 – Salud y bienestar.
 - Meta 3.4 Para 2030, reducir en un tercio la mortalidad prematura por enfermedades no transmisibles mediante la prevención y el tratamiento y promover la salud mental y el bienestar.
 - Meta 3.8 Lograr la cobertura sanitaria universal, en particular la protección contra los riesgos financieros, el acceso a servicios de salud esenciales de calidad y el acceso a medicamentos y vacunas seguros, eficaces, asequibles y de calidad para todos.
- 
- Objetivo 9 – Industria, innovación e infraestructuras.
 - Meta 9.b Apoyar el desarrollo de tecnologías, la investigación y la innovación nacionales en los países en desarrollo, incluso garantizando un entorno normativo propicio a la diversificación industrial y la adición de valor a los productos básicos, entre otras cosas.
- 
- Objetivo 12 – Producción y consumo responsable.
 - Meta 12.3 De aquí a 2030, reducir a la mitad el desperdicio de alimentos per cápita mundial en la venta al por menor y a nivel de los consumidores y reducir las pérdidas de alimentos en las cadenas de producción y suministro, incluidas las pérdidas posteriores a la cosecha.
- 

8. BIBLIOGRAFÍA

- 1FL6034-2AF21-1AA1 / Motor AC síncrono, Siemens 1FL6034, 230 V, 400 W, 3000 rpm, 1,27 Nm, montaje por reborde / RS. (s. f.). Recuperado 1 de junio de 2024, de <https://es.rs-online.com/web/p/motores-ac/2176476>
- 6ES7215-1BG40-0XB0 / Controlador lógico Siemens SIMATIC S7-1200, 230 V ac, 14 (Digital, 2 conmutadores como analógico) entradas tipo / RS. (s. f.). Recuperado 1 de junio de 2024, de <https://es.rs-online.com/web/p/controladores-plcs-y-automatas/8624483>
- 6SL3210-5FB10-2UF2 / Servodrive Siemens, monofásico, 200—240 V., 4,2 A, 0,2 kW / RS. (s. f.). Recuperado 1 de junio de 2024, de <https://es.rs-online.com/web/p/controladores-de-motores/2116963>
- Caja marcha paro AQD Bot 3 S de hasta 12 A. (s. f.). AQD Industrial Product. Recuperado 1 de junio de 2024, de <https://www.industrialproduct.es/productos-aqd-industrial-safety/caja-marcha-paro-aqd-bot-3-s.html>
- Drylin® ZLW-1080S módulo lineal con correa dentada. (s. f.). igus. Recuperado 1 de junio de 2024, de <https://www.igus.es/product/20493>
- Embajadores, E. (s. f.). Sensor de Humedad y Temperatura Industrial—Display y Conector Estanco—HRT2402D. Electrónica Embajadores. Recuperado 1 de junio de 2024, de <https://www.electronicaembajadores.com/es/Productos/Detalle/SSHU2405D/sensores/sensor-es-de-humedad-agua/sensor-de-humedad-y-temperatura-industrial-display-y-conector-estanco-hrt2402d/>
- O2I300—Lectores de códigos 1D/2D - ifm. (s. f.). Recuperado 1 de junio de 2024, de <https://www.ifm.com/es/es/product/O2I300>
- Pololu—Glideforce GF23-120502-1-65 High-Speed LD Linear Actuator: 12kgf, 2" Stroke (1.97" Usable), 3.3"/s, 12V. (s. f.). Recuperado 1 de junio de 2024, de <https://www.pololu.com/product/4950>
- Sensor capacitivo M.D. Micro Detectors C30P/BP-2A / Automation24. (s. f.). Recuperado 1 de junio de 2024, de <https://www.automation24.es/sensor-capacitivo-m-d-micro-detectors-c30p-bp-2a>

Bibliografía

- SIEMENS - F.ALIMENTACION S7-1200 PM1207. Entrada: AC 120/230 V Salida: DC 24 V/2,5. (s. f.). Masvoltaje.com. Recuperado 1 de junio de 2024, de <https://masvoltaje.com/siemens-sitop-fuentes-de-alimentacion-logo/1094-falimentacion-s7-1200-pm1207-entrada-ac-120-230-v-salida-dc-24-v-25-4025515152446.html>
- Sinopsis de datos de pedido. (s. f.). Recuperado 1 de junio de 2024, de <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Product/6ES72221BH300XB0>
- VEVOR 1500 × 250 × 750 mm Cinta transportadora eléctrica Instrucciones de funcionamiento Cinta transportadora ajustable 22 kg PMSSJ0000000000001V2 comprar barato envío gratis en línea: Gran selección de precios baratos | PROFISHOP.es. (s. f.). PROFISHOP. Recuperado 1 de junio de 2024, de <https://www.profishop.es/p/vevor-1500-250-750-mm-cinta-transportadora-elctrica-instrucciones-de-funcionamiento-cinta-transportadora-ajustable-22-kg-pmssj0000000000001v2>
- Controlador programable S7-1200. (s. f.).

Relación de documentos

(X) Memoria 43 páginas

() Anexos 97 páginas

La Almunia, a 05 de 06 de 2024



Firmado: Jaime Beamonte Allue