



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES

TESIS

“DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA DE LLENADO
AUTOMÁTICO PARA LA EMPRESA YANBAL”

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

Mendez Liberato, Bebel Jigme

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

LIMA – PERÚ

2018

DEDICATORIA

Quiero dedicarles este trabajo a mi familia a mis hermanos;
y en especial a mi madre continuo apoyo y dedicación.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de mi proyecto me gustaría agradecerles a todas las personas que estuvieran siempre apoyándome y brindándome soporte para llegar a cumplir mis metas y continuar mejorando día a día.

A la UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional. De igual manera agradecer a mis profesores, al director de escuela, que siempre estuvieron hay apoyándome constantemente.

RESUMEN

El presente trabajo de tesis se centra en una realidad problemática que sucede principalmente en las fábricas de producción, en nuestro caso en particular en la empresa YANBAL, la cual están siempre en constante búsqueda de reducir el tiempo de sus procesos mediante los procesos de automatización utilizando tecnología de punta, con lo cual logran reducir sus costes de producción, aumentando sus ganancias.

La empresa YANBAL actualmente es una de las empresas más grandes del mercado nacional. Luego de su fundación en 1967 debido a su modelo económico, el empoderamiento a la mujer y la búsqueda constante de ofrecer los mejores productos de belleza a las mujeres, la empresa se ha extendido exitosamente a diversos países como Guatemala, Ecuador, Colombia, Venezuela, Italia, España, México y en el 2016, en Estados Unidos:

ABSTRACT

The present work of thesis focus on the problem that occurs on the production fabric worldwide, In particular we focus on YANBAL Company, the one that is constantly looking to reduce the time between process through automation using the newest technology, in order to reduce prices of production and increasing their benefits.

YANBAL Company actually is one of the biggest enterprises in the national market. After their foundation in 1967, principally because their economic model, the empowerment to the women and their constantly search in order to offer the best products in beauty to the feminine market, the company has extended successfully to different country's as Guatemala, Ecuador, Colombia, Venezuela, Italy, Spain, Mexico And in 2016, United States.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de tesis trata sobre el diseño de un sistema de llenado automatizado para mejorar la producción de perfumes para la empresa YANBAL utilizando componentes de fácil adquisición en el mercado nacional.

En el capítulo I se muestran las generalidades de la empresa YANBAL, los antecedentes, el perfil, la visión la misión de la empresa.

En el capítulo II se señala la realidad problemática que se tiene dentro del distrito, la forma en la que se plantea resolver esta realidad, así como definir los objetivos del trabajo de tesis

En el capítulo III se desarrolla el marco teórico en el cual se muestran todas las características necesarias desde el punto de vista técnico y de ingeniería que permiten desarrollar el diseño.

En el capítulo IV se diseña el proceso, tomando como base la tecnología mostrada en el marco teórico, y el procedimiento de diseño, así como las conclusiones y recomendaciones

En el capítulo V se indican las referencias bibliográficas tenidas en cuenta para el desarrollo de la presente tesis.

En el capítulo VI se desarrolla un pequeño glosario de los términos básicos necesarios para el buen entendimiento de los conceptos tratados en la siguiente tesis.

En el capítulo VII se muestran los índices tanto de gráficos como de tablas.

En el capítulo VIII se muestran los anexos.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	vi
CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE YANBAL	1
1.1 Antecedentes de YANBAL.....	2
1.2 Perfil de la empresa	3
1.3 Plantas de Producción.....	4
1.4 Actividades de la empresa.....	7
CAPÍTULO II: REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	8
2.1 Descripción de la Realidad Problemática	9
2.2 Definición del Problema	10
2.3 Objetivos del Proyecto	11
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO.....	12
3.1 Proceso de Elaboración de Perfumes.....	13
3.2 Fijadores de Aceites Esenciales	15
3.3 Técnicas de obtención de esencias	16
3.4 Automatización	20
3.5 Fases de un proyecto de automatización	22
3.6 Sensores.....	27
3.7 Clasificación de interfaces persona-máquina	42
3.8 TIA (Total Integrated Atomatization) portal	43
CAPÍTULO IV: DESARROLLO DEL PROYECTO.....	47
4.1 Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado	48
4.2 Diseño del Automatismo	49
4.3 Programacion en TIA PORTAL.....	52
4.4 Costos del Proyecto.....	63
4.5 Conclusiones	67

4.6 Recomendaciones	68
CAPÍTULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
5.1 Libros70	
5.2 Electrónica	70
CAPÍTULO VI: GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	72
6.1 Glosario de Términos.....	73
CAPÍTULO VII: ÍNDICES.....	77
7.1 Índices de Figura	78
7.2 Índice de Cuadros.....	79
CAPÍTULO VIII ANEXOS	80

CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE YANBAL

1.1 Antecedentes de YANBAL

Figura 1: Logo de UNIQUE



Fuente: (UNIQUE S.A.)

Hace más de 40 años, el Fundador y Presidente de YANBAL International, Fernando Belmont, tuvo un gran sueño: Crear una compañía de venta directa, para ofrecer a la mujer latina la oportunidad de desarrollarse, haciendo realidad cada uno de sus sueños y metas. Para que esta compañía tuviera un sentido especial para las mujeres buscó llamarla de una significativa manera. Se inspiró en su hija, Janine, entonces de 2 años. Y obtuvo la respuesta: Bautizó a su compañía con el nombre YANBAL; “Yan” por Janine y el femenino “Bal” por el apellido de su familia. Todo comenzó en 1967 bajo el nombre YANBAL, una empresa familiar fundada por los hermanos Belmont Anderson y que devino en otras más, siempre en el rubro de la cosmética. UNIQUE SA, es una Corporación Multinacional de origen peruano, perteneciente al Holding YANBAL International, con su presidente y

fundador, el Sr. Fernando Belmont a la cabeza de la empresa. La compañía está dedicada, desde hace más de 40 años, a ofrecer productos de belleza y de cuidado personal; cremas, shampoo, cosméticos, perfumes, y joyas de la más alta calidad; y la mejor Oportunidad de ganancias y carrera profesional para la mujer latinoamericana. (UNIQUE S.A.)

1.2 Perfil de la empresa

El holding YANBAL Internacional agrupa a UNIQUE – empresa la cual cuenta con 25 años en el Perú y a Yanbal, marca que es comercializada en Bolivia, México, Guatemala, Venezuela, Ecuador, Colombia y en España; y que tiene planeado ingresar al mercado de los EE.UU. desde el 2009, ha aprovechado el TLC firmado con ese país.

Para diciembre del 2008 Unique del Perú contaba con 2071 trabajadores, que trabajan directamente y con más de 100 mil consultoras de belleza en todo el Perú, las cuales se convirtieron desde la fecha hasta la actualidad en su mejor fuerza de ventas mediante el modelo multinivel donde inicialmente la persona gana por sus ventas, y luego por las ventas que hacen las demás personas que ésta incorpora, para luego volverse directoras. (Fuente: portal web Unique SA y diario El Comercio).

Según el sitio web Supermercado Financiero, que destaca a las 10 mil principales empresas TOP en el Perú, UNIQUE S.A. se encuentra en el Puesto 102 (PEP) registrando ingresos que superan los US\$ 185 millones durante el año 2008, obteniendo un crecimiento de 29% con relación al año anterior (2007), debido principalmente por el ingreso a nuevos mercados. (Fuente: El Comercio Perú y portal web Andina Noticias)

1.3 Plantas de Producción

UNIQUE SA cuenta con 3 modernas plantas de producción, ubicadas en Lurín, Chorrillos, y Los Olivos, en el departamento de Lima (el cual sirve para la elaboración de cosméticos y joyas).

La planta de Lurín cuenta con certificación BPM (Buenas Prácticas de Manufactura), que es la que abastece a los mercados de México, España, Ecuador, Colombia, Bolivia, Venezuela, Guatemala y Perú; además de contar con el respaldo y la experiencia de la Corporación YANBAL International, la cual cuenta con un Staff de ejecutivos de primer nivel, quienes cuentan con laboratorios de investigación y desarrollo de cremas, shampoo, cosméticos y fragancias en Estados Unidos; y un equipo de diseñadores de joyas en Nueva York; todos comprometidos con ofrecer el mejor producto y la mejor calidad.

Sus productos son cremas, shampoo, cosméticos, perfumes, y joyas. Entre sus líneas de productos están:

- Productos para el tratamiento de piel
- Productos para Maquillaje
- Fragancias y colonias
- Productos para el Cuidado personal
- Bijouterie

Figura 2: Planta de envase UNIQUE-YANBAL



Fuente: La Empresa

UNIQUE SA, cuenta con almacenes junto a sus plantas de producción, las cuales están ubicadas en: 1.Chorrillos - Lima 2.Los Olivos – Lima 3.Lurín – Lima 4.Callao - Lima (Fuente: Portal web UNIQUE SA y SUNAT)

Figura 3: Almacenes UNIQUE-YANBAL



Fuente: La Empresa

El sector cosmético en el Perú en el 2008 creció 20%, respecto al 2007, y alcanzó los US\$1.000 millones en facturación. Según el Sistema de Inteligencia ADEX DATA TRADE, UNIQUE S.A. figura como la primera empresa exportadora de cosméticos en el Perú que sumó envíos al exterior por US\$ 33 millones 412 mil, 29% más a lo obtenido el 2007 con US\$ 25 millones 970 mil como consecuencia del ingreso a nuevos mercados, y con ventas totales de US \$190 millones en el 2008 vs. los US \$145 millones en el 2007, lo cual representa un crecimiento del 30% según el gerente de UNIQUE el Sr. Javier Rusca, con planes a incrementar en 25% durante el 2009 con el ingreso al mercado de los EE.UU. (Fuente: El Comercio Perú y Adex Data Trade)

Figura 4: Trabajadores de UNIQUE-YANBAL



Fuente: La Empresa

1.4 Actividades de la empresa

1.4.1 Misión

“Elevar el nivel de vida de la mujer y de todos los que formen parte de la familia YANBAL International, ofreciéndoles la mejor oportunidad de desarrollo económico, profesional y personal, con el respaldo de productos de belleza de calidad mundial” (Fuente: La Empresa)

1.4.2 Visión

“Ser reconocida como la Corporación Latina de venta directa de productos de belleza más prestigiosa y competitiva, basada en el principio de prosperidad para todos” (Fuente: La Empresa)

CAPÍTULO II: REALIDAD PROBLEMÁTICA

2.1 Descripción de la Realidad Problemática

Actualmente la compañía internacional YANBAL se encuentra entre las principales empresas dentro del mercado peruano en el rubro de la fabricación y venta de productos cosméticos y de belleza en el mercado peruano, sus principales competidores en el mercado peruano son las empresas L'OREAL, AVON y NATURA.

Sus principales ingresos vienen del modelo de venta que implanto la compañía desde sus inicios, el cual se centra en la ventas en pirámide, la cual tiene un gran éxito debido a que las propias consumidoras puede convertirse en vendedoras de la empresa e invitar a sus amigas a participar como vendedoras, adicionalmente por cada persona que se une un porcentaje de las ventas que realiza cada persona adherida va directamente a las ganancias de la persona que le hizo ingresar al modelo de venta, convirtiéndose poco a poco la primera en directora de ventas, lo cual ha empoderado enormemente a las mujeres a nivel nacional y les ha permitido desarrollarse como personas independientes al obtener ingresos.

Mediante la alianza estratégica que tiene con UNIQUE, cuenta con tres modernas plantas de producción en Lima, las plantas se encuentran ubicadas en Lurín, Chorrillos, y Los Olivos, en el departamento de Lima, estas plantas están dedicadas a la elaboración de cosméticos, tales como perfumes, bases, polvos, labiales, etc. además de las plantas se cuenta con almacenes y distribuidores. Las plantas de producción de la empresa YANBAL están en constante búsqueda de mejoras en sus procesos de producción mediante el empleo de la tecnología, siendo su principal producto de venta los perfumes.

El proceso de producción de perfume es el siguiente: primero se llena en los tanques Agua, Alcohol, Aceite y las Esencias, luego son mezclados y

agitados los componentes, se realiza el proceso de llenado y tapado o crimpado de las botellas, se etiqueta la marca de los perfumes, se lotea, se empaca los perfumes en cajas, se envuelve las cajas en papel celofán, se empaca los perfumes en cajas para su respectivo embalaje.

Se cuenta con equipamiento que ha quedado en desuso debido principalmente a la mejora continua y la compra de nuevas plantas para la mejora de los procesos de producción.

2.2 Definición del Problema

Actualmente la empresa UNIQUE, la cual esta consorciada con la empresa YANBAL, tiene alta cantidad de demanda en la venta de sus perfumes, siendo considerada por la empresa “como el grueso de sus ventas” (el comercio)

El proceso de fabricación de los perfumes es un proceso complicado y delicado dentro de la compañía, siendo cada etapa muy importante principalmente la etapa de envasado y llenado, la cual tiene que tener estándares de calidad para garantizar que cada producto sea igual al anterior y al que se produzca posteriormente.

Uno de los problemas principales es el llenado de los perfumes, el cual se realiza de forma manual, se cuenta con un tanque mezclador, el cual realiza la mezcla, luego los operarios apertura las llaves con los frascos en las fajas transportadoras, realizando el llenado, posteriormente es enviado para su verificación.

Obteniéndose como resultado que los frascos tienen un margen alto de diferencia entre un frasco y otro, y frascos rotos por consecuencia de la manipulación directa.

La empresa se encuentra constantemente en la búsqueda de reducir el tiempo de fabricación en cada uno de sus procesos de manufactura.

2.3 Objetivos del Proyecto

Diseñar y simular un proceso de llenado automático que mejore la producción de la empresa YANBAL.

2.3.1 Objetivos específicos

Diseñar desde cero el proceso de llenado con componentes industriales.

Realizar el diseño del control automático mediante la utilización de componentes industriales.

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

3.1 Proceso de Elaboración de Perfumes

La cosmética es un tema que interesa a todas las personas en diferentes etapas de su vida, siendo los principales interesados los jóvenes, hacia los cuales se dirigen principalmente los intereses de los publicistas, siendo el público joven hacia quienes van dirigidas las campañas publicitarias, actualmente el mundo de la cosmética mueve mucho dinero y los jóvenes suelen ser los principales consumidores.

Los perfumes son mezclas de sustancias odoríferas de orígenes naturales o sintéticos, a fin de lograr una composición estética agradable a nuestro olfato.

Los aceites esenciales pueden tener diversas procedencias, de origen natural también proceden del reino animal, los aceites naturales más usados son el almizcle, el castóreo, la civeta y el ámbar. Los aceites de origen vegetal principales se encuentran en diversas partes de las plantas como las flores, los frutos, las semillas y las raíces de los diversos tipos de plantas; Las esencias de origen sintético suelen ser productos orgánicos tales como hidrocarburos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres alifáticos y aromáticos.

El arte de la elaboración de perfumes inicio en el antiguo EGIPTO, fue desarrollado tanto por romanos y árabes, siendo introducido posteriormente desde España a toda Europa durante el periodo de Renacimiento. En Francia en el siglo XIV, se cultivaron flores para elaborar perfumes, permaneciendo desde entonces como foco del diseño y del comercio de perfumería en toda Europa.

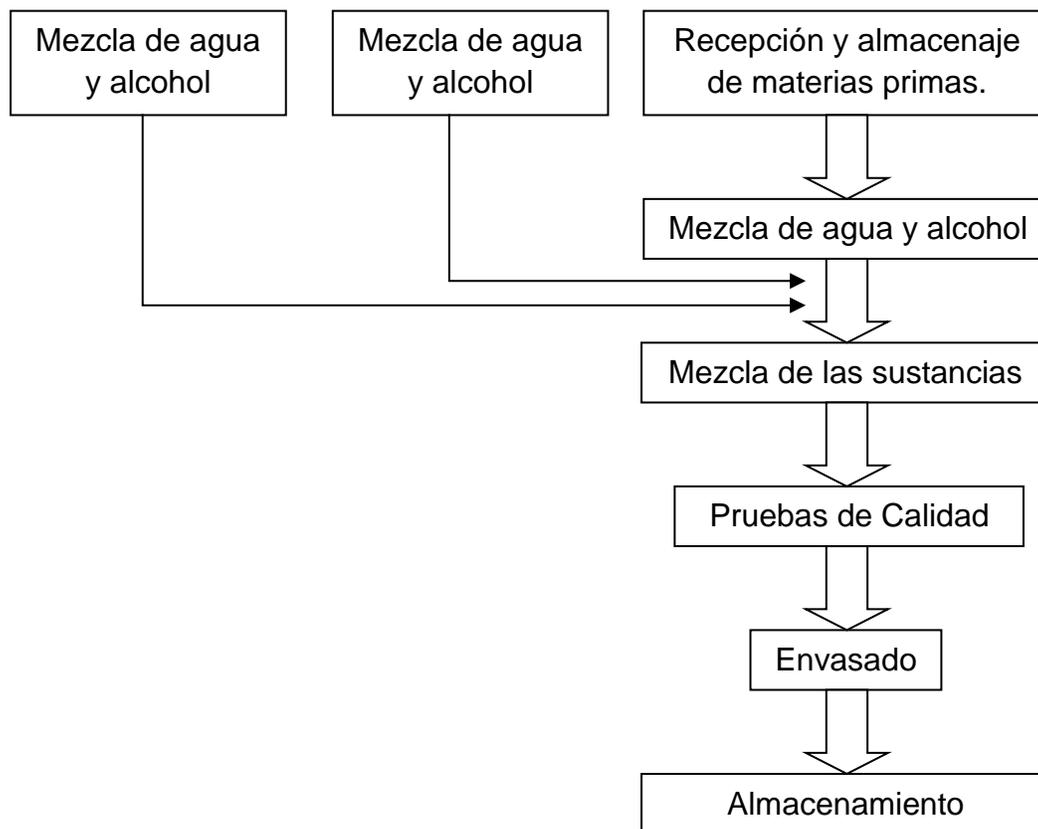
La utilización de esencias de origen sintético desde mediados del siglo XX supuso la universalización y socialización de los perfumes, al abaratar costes y hacerlos más accesibles a todas las personas.

Un perfume está constituido principalmente por una mezcla de sustancias odoríferas que se denominan esencias, conjuntamente con disolventes.

Los perfumes tienen en promedio 20 a 30 componentes. Algunos perfumes contienen más de 100 esencias diferentes. Los químicos especializados en perfumes tienen en los laboratorios miles de estos productos para cuando tengan que desarrollar un nuevo perfume, realizando la selección adecuada.

Los disolventes más empleados son el alcohol etílico y el agua. La presentación más común de las esencias para perfumería hoy día es en forma de solución oleosa y el disolvente siempre presente es el alcohol etílico.

Una vez obtenida la fórmula que se utilizará en el producto final se procede al envasado de los perfumes, posteriormente se realiza una inspección final del producto siguiendo con un empaquetado y terminando con el procedimiento de almacenamiento. A continuación se mostrará un diagrama que muestra todo el proceso de obtención de perfumes en una planta industrial genérica.

Figura 5: Diagrama de flujo

Fuente: Elaboración Propia

Luego de realizado las mezclas correspondientes se realiza el procedimiento de pruebas de calidad, luego de las cuales se procede al envasado de los productos conllevando a su posterior almacenamiento. Para nuestro método de investigación solo nos centraremos en el envasado.

3.2 Fijadores de Aceites Esenciales

Los fijadores de esencias son sustancias que añadidas a los perfumes permiten que tarde mucho más tiempo en volatilizarse y por tanto resulten más duraderos. Generalmente son sustancias de alto punto de ebullición, y

establece fuertes interacciones moleculares. Las sustancias fijadoras pueden ser naturales o sintéticas.

Los fijadores naturales son sustancias, de altos puntos de ebullición (285 a 290°C), que se consiguen al aislar flores y otras partes de algunas plantas y de ciertos animales. Desde un punto de vista químico se tratan de aceites que además de tener propiedades fijadoras de aromas también se caracterizan por su olor. Podemos citar como ejemplos de fijadores naturales la salvia, el pachuli, el onís y el sándalo.

Los fijadores sintéticos se obtienen en el laboratorio y suelen ser en la mayoría de los casos esteres de alto punto de ebullición. Algunos de ellos son sustancias inodoras como el diacetato de glicerilo (punto de ebullición 259°C), ftalato de etilo (punto de ebullición 295°C), benzoato de bencilo (punto de ebullición 323°C). Sin embargo también los hay con olor definido, como son los casos de los siguientes esteres: benzoato de amilo – cetona de almizcle; ésteres de alcohol cinámico – indol; esteres del ácido cinámico – vainillina; acetofenona. (Sánchez)

3.3 Técnicas de obtención de esencias

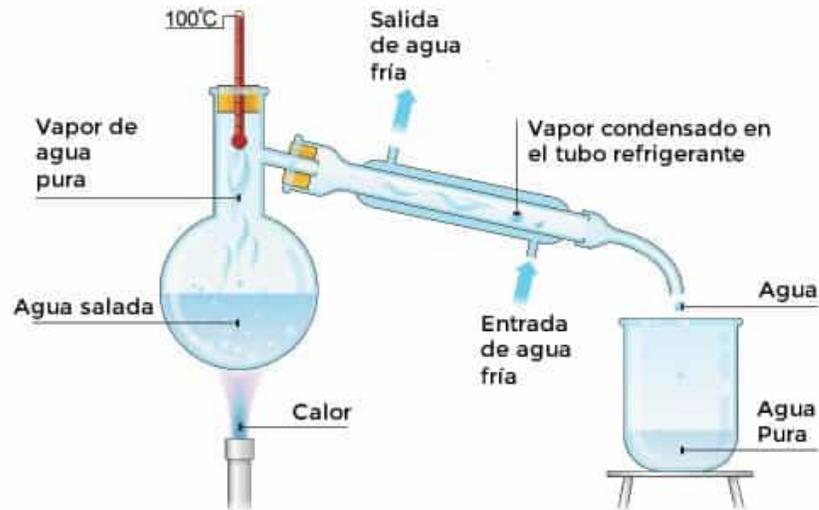
El proceso mediante el cual se realiza el proceso de obtención de fragancias es el siguiente: destilación, presión, exudación, pirogenación, maceración, extracción, enfleurage. (Sánchez)

3.3.1 Destilación

Es el proceso mediante el cual el arrastre por corriente de vapor de agua. Obteniendo las esencias o aceites esenciales, pero como el calor destruye los componentes termolábiles, el aceite obtenido no tiene el mismo olor que la planta fresca. Por este método se obtienen las esencias de lavanda, romero, tomillo. (Castells, 2000)

En la siguiente imagen se muestra el proceso de destilación.

Figura 6: Proceso de destilación



Fuente: (TP laboratorio Químico)

3.3.2 Prensado

La presión o prensado de corteza de frutos cítricos produce también esencias o aceites esenciales. Operan en frío y, por lo tanto, no hay destrucción de componentes termolábiles. En consecuencia, la esencia huele como el fruto fresco. De esta forma se aíslan aceites de limón y naranja que contienen hasta un 90% de limoneno. (MORENO)

Figura 7: Maquina para prensado



Fuente: (SoloStock)

3.3.3 Exudación

Se practica haciendo incisiones en plantas, lo cual proporciona materias complejas como gomas, resinas y bálsamos. Algunas de estas sustancias actúan posteriormente en los perfumes como fijadores de aromas. (Castells, 2000)

3.3.4 Pirogenación

Utilizado en su mayoría para la generación de derivados de Breas y alquitranes. (Castells, 2000)

3.3.5 Maceración

Proceso durante el cual los vegetales se sumergen en aceite o grasa a temperatura de 60 ó 70 grados y es mediante la utilización del calor para romper las células vegetales y los aceites esenciales siendo absorbidos por la grasa. Los restos sólidos se separan y el proceso se repite hasta que la grasa esté saturada de aceites esenciales. Luego éstos se extraen por medio de disolventes y la maceración en frío. (Pelletier, 2003)

Figura 8: Maquina para prensado



Fuente: (Inquietudes verdes)

3.3.6 Extracción

Utilizando disolventes fijos o volátiles. Este método es empleado con plantas muy delicadas, cuyo perfume se destruiría con la destilación. Es una técnica que se realiza en frío por lo que no hay problemas de destrucción de algunos componentes aromáticos por el calor. Actualmente es el método más utilizado a nivel industrial debido a la recuperación de los disolventes. (Pelletier, 2003)

3.3.7 Enfleurage

Es una técnica originada en FRANCIA. Se utiliza principalmente con el jazmín y el nardo. Los pétalos de las flores se depositan sobre una capa de grasa y a las 24 horas los aceites se separan de la grasa con alcohol. (Pelletier, 2003)

3.4 Automatización

La Real Academia de las Ciencias Físicas y Exactas define la automática como el conjunto de métodos y procedimientos para la sustitución del operario en tareas físicas y mentales pre-programadas.

La automatización se encuentra definida como la aplicación de la automática al control de procesos industriales. Entendiendo que, a partir de la entrada de material, energía e información, se genera una transformación sujeta a perturbaciones del entorno, que da lugar a la salida de material en forma de producto. (Ponsa Asensio, 2006)

Los procesos industriales se conocen como procesos continuos, procesos discretos y procesos batch:

- Los procesos continuos se caracterizan por la salida del proceso en forma de flujo continuo de material, como la purificación de agua o la generación de electricidad
- Los procesos discretos contemplan la salida del proceso en forma de unidad o número finito de piezas, como la fabricación de automóviles.
- Los procesos batch son aquellos en los que la salida del proceso se lleva a cabo en forma de cantidades o lotes de material, como la fabricación de productos farmacéuticos o la producción de cerveza.

En cuanto a la expresión control de procesos industriales, ésta abarca la teoría de control básica de realimentación y acción PID, la instrumentación de control con sensores, actuadores y dispositivos electrónicos, la aplicación a procesos industriales como, por ejemplo, la mezcla de componentes en un reactor químico y las diversas arquitecturas de control ya sean centralizadas o distribuidas, las estructuras de control feedback, feedforward y cascada y la teoría de control avanzada control predictivo, control multivariable, siendo los más relevantes.

Respecto a instrumentación de control, los tres elementos básicos capaces de llevar a cabo el control secuencial o la regulación continua dentro del control de procesos industriales son el llamado autómata programable PLC, el ordenador industrial y los reguladores industriales.

Estos tres elementos comparten protagonismo y es frecuente encontrar artículos de opinión donde se comenta el futuro de la utilización de los PLC ante las continuas mejoras del control realizado mediante ordenador. Disputas aparte, cada uno de estos elementos halla su aplicación en la industria actual, y es por ello que la tendencia en los próximos años sea la de continuar utilizando estos elementos.

Los reguladores industriales son dispositivos generados de forma clara para la regulación continua de variables. El regulador analógico tradicional ha sido capaz de controlar procesos en los que se requiere el control de temperatura, el control de caudal, o el control de presión, todos ellos ejemplos típicos de la ingeniería química. Con los avances en la electrónica digital y la informática industrial, los reguladores han pasado a ser controladores digitales autónomos, polivalentes desde el punto de vista de que se adaptan a un rango de tensiones y corrientes habituales en la automatización industrial, por lo que un mismo controlador está condicionado para la regulación de diversas variables.

La arquitectura abierta de estos controladores facilita la implementación de estructuras de control tipo cascada, o arquitectura de control distribuida mediante un bus de campo orientado al control de procesos, como el bus MODBUS.

El ordenador aparece en el control de procesos industriales a mediados de la década de los años cincuenta en la forma de control centralizada. El ordenador dispone de unas funciones, que siguen estando muy presentes en

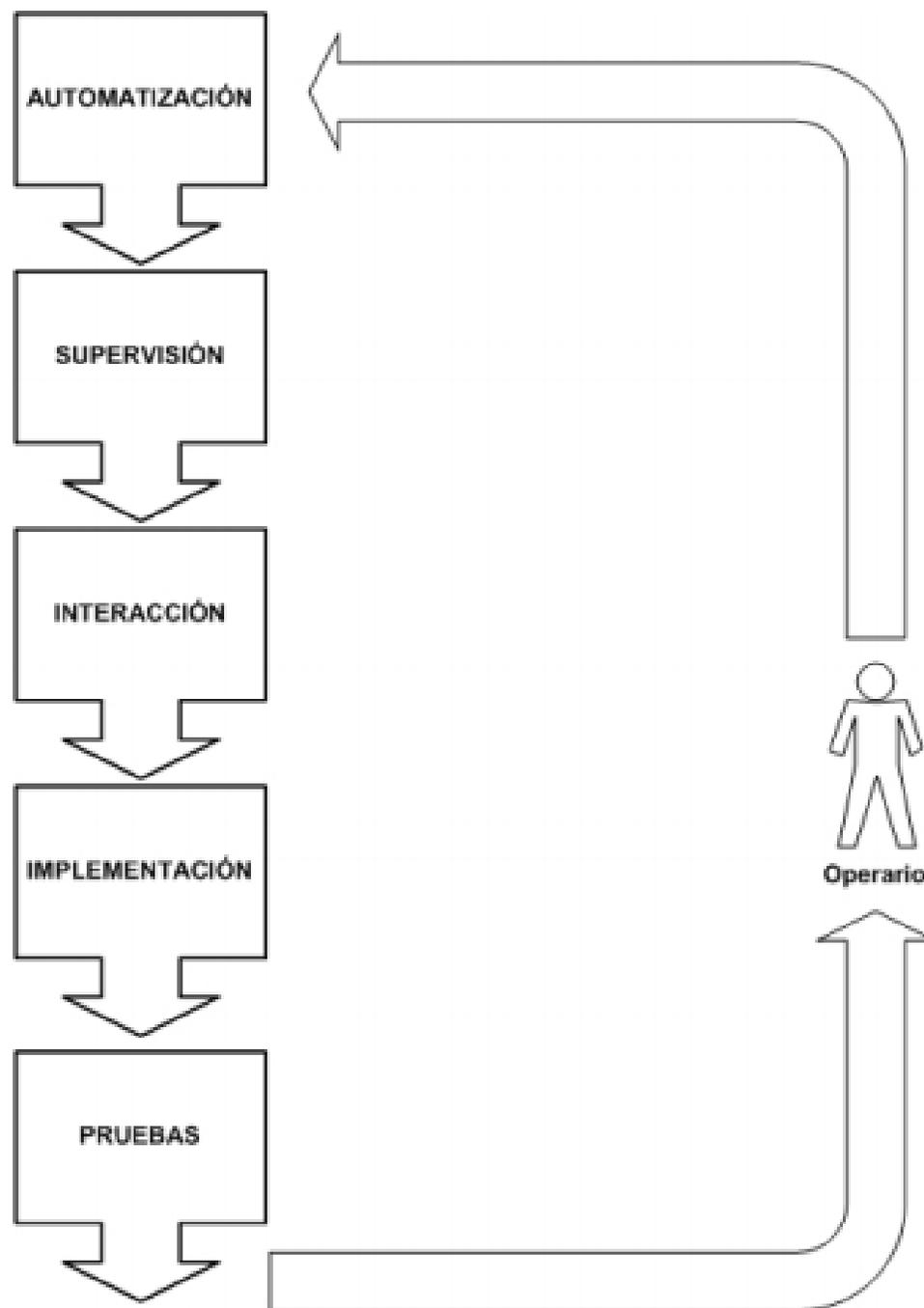
las industrias actuales: monitorización, vigilancia, control y supervisión. El ordenador es tan polivalente que puede utilizarse por sí mismo como elemento regulador de procesos sencillos, como por ejemplo mediante tarjeta de adquisición de datos AD/DA, y con el software adecuado, se pueden regular la temperatura y el nivel de un tanque en el que fluye un cierto caudal de agua entrante y saliente. Por otra parte, mediante la utilización del puerto de comunicaciones RS-232C, el ordenador puede conectarse físicamente al autómatas programable, al controlador digital autónomo, o al armario de control de un robot manipulador industrial, y así ampliar las posibilidades de interacción entre estos elementos. Finalmente, y gracias al desarrollo de las comunicaciones industriales, el ordenador puede formar parte de redes de ordenadores jerarquizados mediante la utilización de un bus de bajo nivel bus AS-i, un bus de campo PROFIBUS, o una red de área local industrial.

3.5 Fases de un proyecto de automatización

Existen complejos procesos de automatización que requieren de la colaboración entre los diversos departamentos de una empresa como gestión, logística, automatización, distribución, etc.

- Automatización
- Supervisión
- Interacción
- Implementación
- Pruebas

Figura 9: Etapas de un proceso de Automatización



Fuente: (Procesos de automatización)

3.5.1 Automatización

En esta fase elemental hay que desarrollar los pasos siguientes relacionados con el Grafico de Estados y transiciones y la puesta en marcha de automatismos:

- Observación del proceso a controlar y generación del Grafico de Estados y transiciones de primer nivel en su descripción funcional.
- Selección del automatismo
- Selección y cableado físico de sensores y actuadores, con las secciones de entradas y salidas del automatismo.
- Generación del Grafico de Estados y transiciones de segundo nivel en su descripción tecnológica. En estas líneas, la fase de automatización coincide con todas las propuestas que hacen las referencias bibliográficas básicas de automatización y autómatas programables.

En la fase de automatización aparecen diversas tecnologías, entre ellas la sensórica y la neumática, dependiente de la conexión física del automatismo.

3.5.2 Supervisión

En esta etapa se desarrollan los pasos siguientes:

- Reunir el máximo de especificaciones a priori sobre los estados posibles en las que se puede encontrar una máquina o un proceso, según la experiencia del agente encargado de la automatización o según las peticiones del cliente.

- Definir los módulos a utilizar según la complejidad del problema y representar gráficamente el caso de estudio mediante los estados y las transiciones.
- Generar un Gráfico de Estados y transiciones parcial. Cabe destacar que en el caso de producción, ya se ha generado en la fase de automatización, de manera que lo que hay que establecer aquí es la relación con el resto de módulos.
- En el caso del módulo de modos de marcha y conducción promueve la activación y desactivación del módulo de producción, que normalmente presenta un desarrollo secuencial cíclico. Finalmente, mediante el módulo de seguridad, de seguridad pertinente vigila los dos módulos anteriores ante la posible aparición de fallos o situaciones de emergencia en el sistema automatizado.
- Los Grafico de Estados y transiciones parciales se integran de forma modular y estructurada en un solo Grafico de Estados y transiciones general que contemple todos los módulos enunciados en función de la complejidad del problema, mediante las reglas de forzado y las reglas de evolución.
- El operario procede a la supervisión cuando está vigilando la evolución del proceso controlado automáticamente, y está atento a la presencia de posibles imprevistos que merezcan activar el módulo de seguridad e intervenir directamente en el mismo.

3.5.3 Interacción

La interacción entre la supervisión humana llevada a cabo por el operario y el proceso controlado por parte del automatismo, hay que concretar la intervención del operario mediante el diseño del panel de mando en función de las acciones físicas sobre dispositivos y la recepción de señales informativas visuales o acústicas. Los

dispositivos concretos a utilizar dependen de los módulos definidos en la fase denominada supervisión.

Para el diseño del panel de mando se utilizan conceptos que aparecen en la normativa de seguridad en máquinas, así como especificaciones ergonómicas y el conjunto de situaciones.

En función de la complejidad del problema, el operario debe conocer qué dispositivos necesita y si el panel es el adecuado o conviene hacer mejoras. En automatización industrial, existe una gran diversidad de dispositivos, que se engloban en lo que se conoce como interfaz persona-máquina (HMI human-machine interface).

3.5.4 Implementación

Es la parte más práctica del métodos se realiza la selección del lenguaje de programación del automatismo. Traducción de SCADA a lenguaje de programación. Esta fase requiere las habilidades prácticas del operario en la programación de automatismos.

3.5.5 Pruebas

Una vez implementado el algoritmo general sobre el automatismo, el operario puede verificar dicho algoritmo por partes; vigilar la evolución del proceso o interactuar con el proceso controlado mediante el panel de mando, e incluso puede emular situaciones de emergencia para analizar cómo responde el sistema automatizado.

Frente a situaciones problemáticas, el operario puede depurar los algoritmos parciales, o añadir más estados que inicialmente no se habían tomado en consideración y rehacer el algoritmo general para

afrontar problemas complejos se recomienda dividir el problema en módulos funcionales básicos, y así poder rehacer el algoritmo de forma metódica sólo en las partes a rehacer.

3.6 Sensores

Los sensores son aparatos que transforman las magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, en magnitudes eléctricas.

Las variables de instrumentación dependen del tipo de sensor y pueden ser por ejemplo: sensores de temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, pH, etc. (MORENO)

Un sensor se puede clasificar de dos formas.

Sensor estático

Sensor Dinámico

3.6.1 Sensor Estático

Se dice que los sensores son estáticos cuando se encuentran censando cantidades estables, es decir mientras no presenten cambios bruscos en su magnitud. (Higuera, 2005)

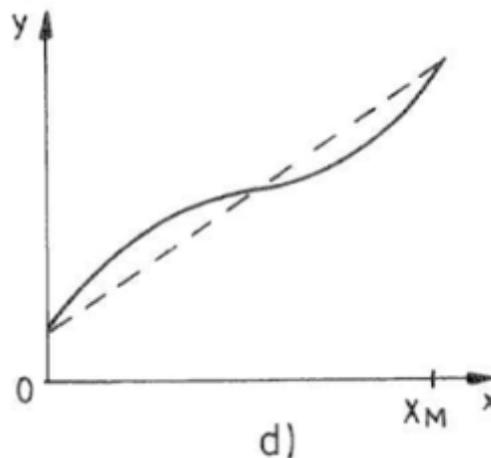
Los sensores estáticos presentan un Rango de medida, denominado así a los valores que puede tomar una señal de entrada comprendida entre un valor máximo y un valor mínimo detectados por el sensores con una tolerancia de error aceptable. (Higuera, 2005)

También presentan resolución lo cual es el menor cambio de magnitud de entrada que se aprecia en la magnitud de salida.

Los Sensores presentan sensibilidad que es la variación de la salida producida por una variación de entrada que depende de la curva de calibración, usualmente cuanto mayor sea este valor es mejor.

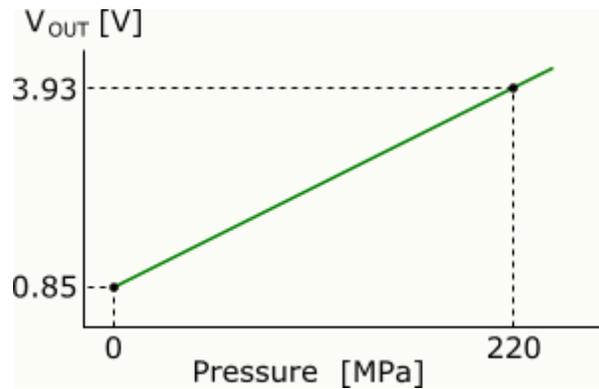
La linealidad del sensor expresa la constante que resulta de la medición de la sensibilidad que se tenga en los sensores como se muestran en la figura siguiente, siendo la línea puntada la señal ideal expresada en el tiempo y la señal en línea continua la salida real del sistema con el margen de sensibilidad. (Guadayol Cunill, 2010)

Figura 10: Margen de Sensibilidad



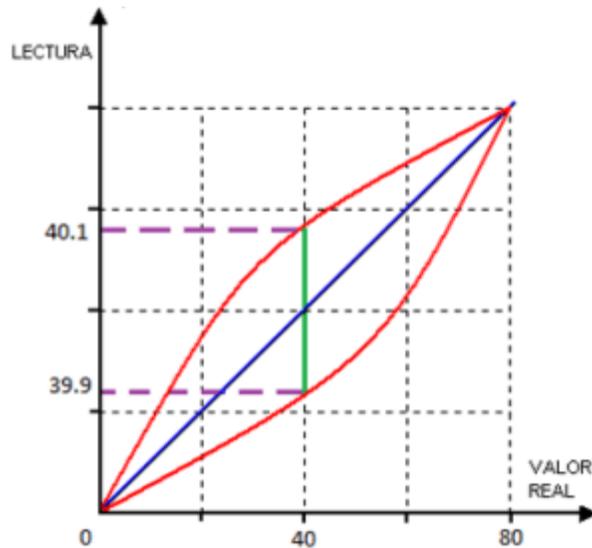
Fuente: (INGMECA)

El offset o desviación de cero, es el valor de la variable de salida cuando la variable de entrada es nula, es decir si el rango de medida no llega a los valores nulos en la variable de entrada, habitualmente se establece otro punto de referencia para definir el offset de la variable medida. (Guadayol Cunill, 2010)

Figura 11: Offset de la señal

Fuente: (INGMECA)

La histéresis se define como la diferencia entre valores de salida correspondientes a la misma entrada, según la trayectoria seguida por el sensor.

Figura 12: Histéresis

Fuente: (INGMECA)

Los sensores también presentan los siguientes factores como son la repetitividad, esto sucede cuando un Error esperado se repitiéndose varias veces la misma medida, la exactitud lo cual es una cualidad por la que se tiende a dar lecturas muy próximas unas a otras, la exactitud la cual es una diferencia entre la salida real y el valor teórico de dicha salida. (Ponsa Asensio, 2006)

3.6.2 Sensor dinámico

Este tipo de sensores miden cantidades que sufren variaciones en momentos determinados, por lo tanto es necesario que conozcamos el comportamiento del instrumento cuando suceden estas variaciones.

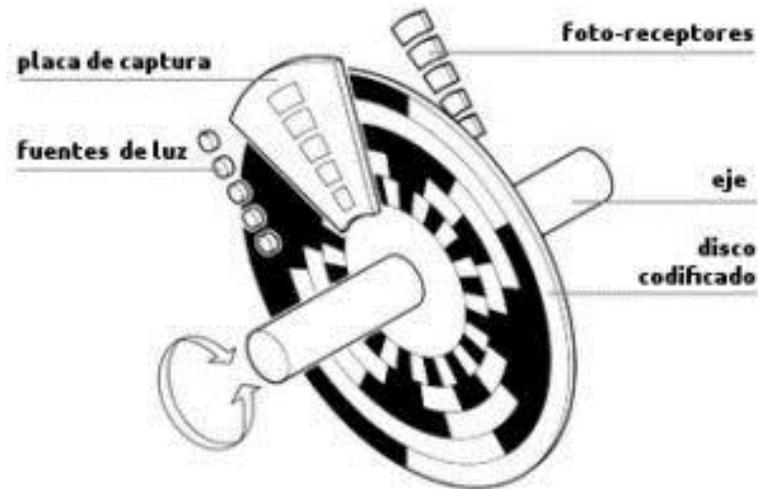
Para determinar con mayor exactitud se determina la velocidad de respuesta, la cual es la capacidad para que la señal de salida siga sin retraso en las variaciones de la señal de entrada, la respuesta en frecuencia que determina la relación entre la sensibilidad y la frecuencia cuando la entrada es una excitación sinusoidal y es representada mediante el grafico de Bode, sin mencionar la estabilidad, la cual es la desviación de salida del sensor al variar ciertos parámetros exteriores distintos del que se presente realizar la medición. (Ponsa Asensio, 2006)

3.6.3 Tipos de sensores

Los sensores varían mucho con respecto a las señales que desean medir, es por ello que se tiene sensores para medir las magnitudes físicas en general como:

Sensores de Posición angular o lineal. Son sensores los cuales se determinan principalmente por la medición de la posición ya sea angular o lineal, la cual está determinada previamente.

Figura 13: Sensor de rotación

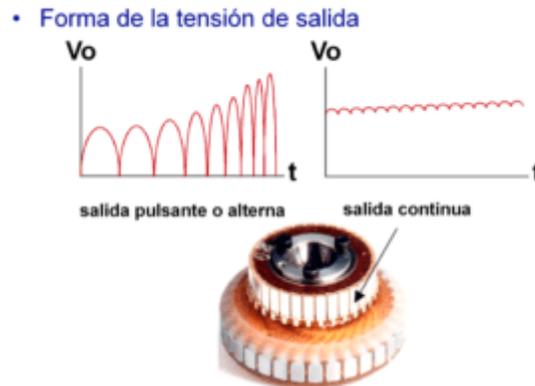


Fuente: (INGMECA)

Sensores de Desplazamiento y deformación. Son sensores que mide la deformación, presión, carga, par, posición, etc. y se basa en el efecto piezo resistivo, que es la propiedad que tienen los materiales de cambiar el valor nominal de su resistencia cuando se les somete a esfuerzos y se deforman en dirección de los ejes mecánicos.

Sensores de Velocidad lineal y angular. En este principio se basa el funcionamiento de la dinamo tacométrica. Consiste en dos imanes semicilíndricos opuestos y una bobina capaz de girar en su interior. Mediante un colector y un sistema de escobillas, se recoge la tensión de salida.

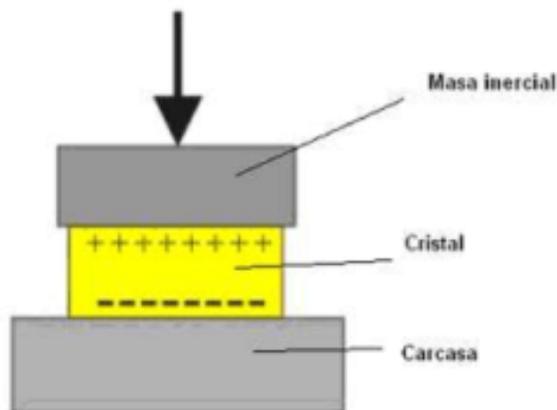
Figura 14: Sensor de Velocidad Linear



Fuente: (INGMECA)

Sensores de Aceleración. Un acelerómetro es un sensor que sirve para medir la fuerza de aceleración, ya sea estática o dinámica, estos sensores son útiles para medir vibraciones y movimientos en un sistema.

Figura 15: Acelerómetro piezo-eléctrico



Fuente: (INGMECA)

El funcionamiento de este tipo de acelerómetros se basa en las propiedades de los cristales piezo-eléctricos. Estos cristales cuando son

sometidos a alguna fuerza producen una corriente eléctrica, a causa de la variación de su estructura cristalina.

Sensores de Presión. Los sensores de presión son dispositivos que transforman la magnitud física de presión por unidad de superficie en una señal normalizada, normalmente 4 a 20 mA. Los rangos de medida son muy amplios, desde unas milésimas de bar hasta los miles de bar. Los sensores de presión sin amplificación de señal se llaman también transductores.

A continuación se muestra un sensor de Caudal comúnmente utilizado en la industria.

Figura 16: Acelerómetro piezo-eléctrico



Fuente: (INGMECA)

Sensores de Caudal. Los sensores de caudal recogen las velocidades del flujo de aire o líquidos, usan diferentes principios de medición.

Los sensores de caudal para líquidos funcionan por ejemplo sobre la base de ultrasonidos. Esta medición sin contacto tiene la ventaja que los sensores no están expuestos a golpes de ariete y medios sólidos.

Los sensores de caudal son utilizados en el sector de calefacción, ventilación y climatización para el análisis de la velocidad del aire.

Las Mediciones usan el principio manométrico de una película térmica permiten trabajar en un amplio rango de temperatura y caudal. Los sensores de caudal de la serie EE 75 permiten determinar la velocidad del aire hasta 40 m/s con temperaturas hasta 120°. Estos sensores de medición se pueden montar en conductos de ventilación.

Otra manera de medir los canales de velocidad del aire es a través de sensores en cruz. Estos tienen como señal de salida una presión diferencial, que es proporcional a la velocidad del flujo de aire. Con la ayuda de las unidades de análisis conectadas que permiten calcular la velocidad del flujo de aire y el volumen de flujo.

Figura 17: Acelerómetro piezo-eléctrico



Fuente: (PCE-Iberica)

En cuanto a los sensores de Temperatura encontramos diversos tipos como son:

Los sensores de temperatura termopar.- que consisten esencialmente en dos tiras o alambres hechos de metales diferentes y unidos en un extremo. Los cambios en la temperatura en esa junta inducen un cambio en la fuerza electromotriz (FEM) entre los otros extremos. A medida que la temperatura sube, esta FEM de salida del termopar aumenta, aunque no necesariamente en forma lineal.

Figura 18: Termopar

Fuente: (OMEGA)

Sensor de temperatura por resistencia (RTD).- Son dispositivos termométricos de resistencia aprovechan el hecho de que la resistencia eléctrica de un material cambia al variar su temperatura. Dos tipos de sensores de temperatura clave son los dispositivos metálicos (normalmente conocidos como RTD) y los termistores. Como su nombre indica, los RTD confían en el cambio de resistencia en un metal, con la resistencia aumentando en forma más o menos lineal con la temperatura. Los termistores se basan en el cambio de resistencia en un semiconductor de cerámica; la resistencia cae en forma no lineal con el aumento en la temperatura.

Figura 19: Sensor RTD

Fuente: (OMEGA)

Sensor de temperatura bimetalicos.- Son dispositivos bimetalicos, se aprovechan de la diferencia en la tasa de dilatación térmica entre diferentes metales. Se unen entre sí tiras o dos metales. Cuando se calientan, un lado se dilatará más que el otro, y la curvatura resultante se traduce a una lectura de temperatura mediante una articulación mecánica a un apuntador. Estos dispositivos son portátiles y no requieren una fuente de alimentación, pero normalmente no son tan sensibles como los termopares o RTD y no se prestan fácilmente al registro de temperatura.

Figura 20: Sensor Bimetalico



Fuente: (OMEGA)

Sensor de temperatura por dilatación de fluido. Los dispositivos de dilatación de fluido, cuyo ejemplo típico es el termómetro doméstico, en general vienen en dos clasificaciones principales: el tipo de mercurio y el tipo de líquido orgánico. También hay disponibles versiones que usan gas en lugar de líquido. El mercurio se considera un riesgo ambiental, así que hay regulaciones que rigen el embarque de dispositivos que lo contienen. Los sensores de dilatación de fluido no requieren energía eléctrica, no plantean riesgos de explosión y son estables incluso después de ciclos repetidos. Por otra parte, no

generan datos que se registren o transmitan fácilmente, y no pueden hacer mediciones puntuales.

Figura 21: Sensor por dilatación



Fuente: (OMEGA)

Sensor de temperatura por cambio de estado. Los sensores de cambio de estado consisten en etiquetas, pellets o gránulos, crayones, lacas o cristales líquidos cuya apariencia cambia una vez que se alcanza cierta temperatura. Se usan por ejemplo con trampas de vapor: cuando una trampa supera una cierta temperatura, un punto blanco en una etiqueta de sensor adherida a la trampa se volverá negra. El tiempo de respuesta típicamente es de varios minutos, así que estos dispositivos con frecuencia no responden a los cambios de temperatura transitorios, y la precisión es más baja que con otros tipos de sensores. Además, el cambio en estado es irreversible, excepto en el caso de las pantallas de cristal líquido. Aun así, los sensores de cambio de estado pueden ser útiles cuando se necesita confirmación de que la temperatura en un equipo o material no ha superado un cierto nivel, por ejemplo por razones técnicas o legales durante el embarque del producto.

Figura 22: Sensor por cambio de estado



Fuente: (OMEGA)

Sensores de Presencia, los sensores de presencia como su nombre indica son sensores que detectan la presencia de lo que necesitamos para realizar el control, ya sea cuellos de botellas, empaques de cartón, vidrios, botellas, vasos, personas, etc. Existen diferentes tipos, los principales son:

Escáner láser de presencia, son Sensores de 2 dimensiones para la detección de objetos en área.

Figura 23: Sensor Laser



Fuente: (feagaut)

Sensores inductivos

Pueden detectar cualquier objeto metálico y son altamente insensibles a ambientes industriales agresivos que contienen humedad, polvo y aceite.

Figura 24: Sensor Inductivo



Fuente: (feagaut)

Sensores fotoeléctricos

Sensores capaces de detectar objetos de casi todo tipo de materiales, tamaños y formas desde 0 mm hasta 20 m dependiendo del tipo y la configuración utilizada.

Figura 25: Sensor Foto eléctrico



Fuente: (feagaut)

Sensores capacitivos

Detectores sin contacto capaces de detectar todo tipo de materiales como el papel, cristal, plástico, aceite, agua así como metales.

Figura 26: Sensor Capacitivo



Fuente: (feagaut)

Sensores ultrasónicos

Detectan materiales transparentes o translúcidos como el cristal, plástico, etc. evitando que la detección sea errónea debido a la superficie o el color del objeto. Evita la presencia de una persona para el control.

Figura 27: Sensor Ultrasonico



Fuente: (feagaut)

Sensores magnéticos

Sensores de larga duración que realizan hasta 20.000 mediciones por segundo, utilizando métodos de medición sin contacto y sin necesidad de mantenimiento y sin desgaste.

Figura 28: Sensor Magnético



Fuente: (feagaut)

Interruptores mecánicos de precisión que colocados adecuadamente detectan variaciones de hasta 1 micra.

Figura 29: Sensor Mecánico

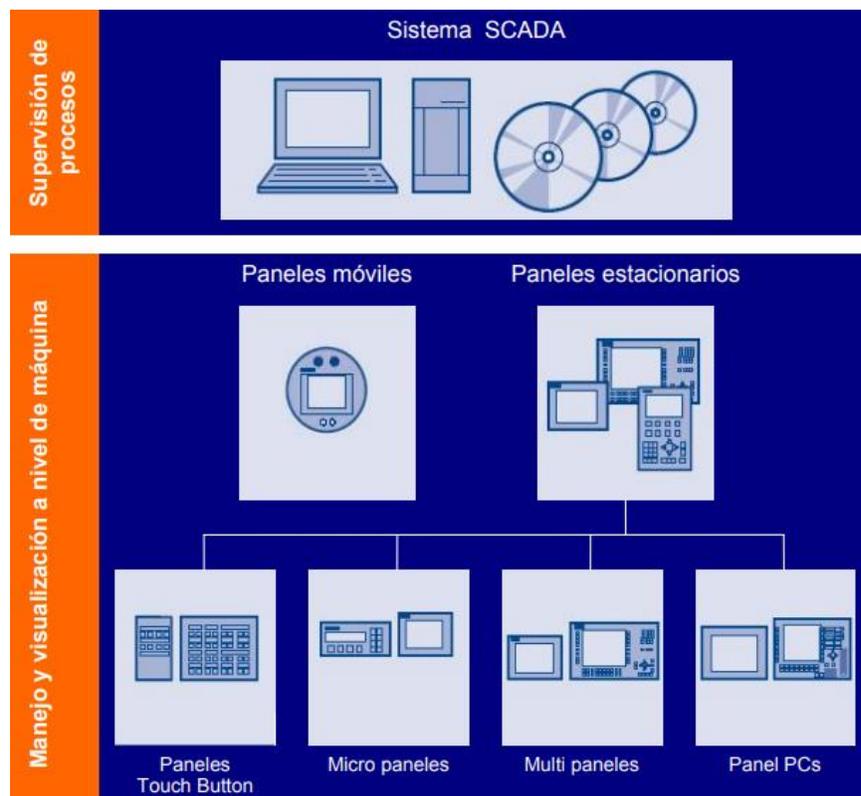


Fuente: (feagaut)

3.7 Clasificación de interfaces persona-máquina

Las HMI human-machine interfaces destinadas a la automatización industrial se pueden clasificar en dos grupos: de supervisión de procesos basadas en SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) y las de manejo y visualización a nivel de máquina (basadas en paneles). A su vez las HMI de manejo y visualización a nivel de máquina se subdividen en dos grupos: paneles móviles y estacionarios.

Figura 30: Sistemas IHM y SCADA



Fuente: (annecyelectronique)

3.8 TIA (Total Integrated Atomatization) portal

TIA Portal es un software diseñado por la empresa SIEMENS la cual es un software innovador que permite configurar de forma intuitiva y eficiente todos los procesos de planificación y producción.

Tiene alta funcionalidad probada y ofrece un entorno de ingeniería unificado para todas las tareas de control, visualización y accionamiento. TIA Portal incorpora las nuevas versiones de software SIMATIC Step7, WinCC y Startdrive para la programación, parametrización y diagnóstico de nuestros controladores SIMATIC, pantallas de visualización, y accionamientos, la nueva versión del sistema de ingeniería SIMATIC STEP 7 para la planificación, la programación y el diagnóstico de todos los controladores SIMATIC.

Contiene una nueva generación de editores de programación más productivos que optimizan la calidad, la eficiencia y la consistencia de todo el proceso de producción. Cuenta con texto estructurado, diagramas de contactos, esquemas de funcionamiento, listas de instrucciones y la posibilidad de programar la cadena de procesos. TIA Portal y SIMATIC STEP 7 abre nuevas perspectivas para maximizar la eficiencia en la programación y la calidad de la ingeniería.

Con la ayuda del SINAMIC STEP 7 podemos lograr realizar la configuración, puesta en marcha y mantenimiento del variador según las necesidades que tengamos dentro de nuestro proceso de automatización.

A continuación se muestra una imagen del StarDrive del SINAMICs

Figura 31: Interface del StarDriveSINAMICS



Fuente: (SIEMENS)

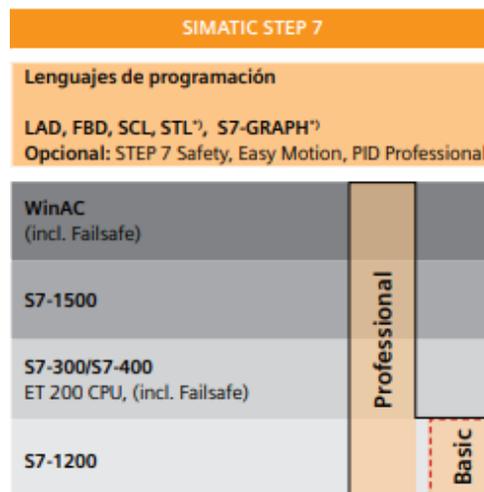
Con SINAMICS Stardrive los accionamientos de SINAMICS G120 se integran de forma impecable en las soluciones de automatización de SIMATIC. Así son fáciles de parametrizar, de poner en marcha y de diagnosticar. Esto supone un ahorro de tiempo, reduce los errores en la ingeniería y el esfuerzo en la capacitación.

Que se traduce en la Interacción perfecta entre PLC y accionamientos de rápida Familiarización gracias a un alto grado de facilidad de uso conjuntamente con una Ingeniería de alta eficiencia por medio de una sola herramienta para la puesta en marcha de los accionamientos.

Dentro del TIA Portal, SIMATIC STEP 7 es el software que permite configurar, programar, revisar y diagnosticar todos los controladores SIMATIC Gracias a una serie de funciones de fácil manejo, SIMATIC STEP 7 garantiza un ahorro de gastos considerable en todos los procesos de automatización.

Dentro de esta herramienta, se integran el siguiente software: STEP 7 El editor de programas para programación de los controladores SIMATIC. Contempla los siguientes lenguajes: KOP, FUP y AWL (no S7-1200 / S7-1500). S7-SCL Programación de algoritmos complejos S7-SCL se corresponde con el lenguaje de programación textual de alto nivel ST (texto estructurado) definido en la norma IEC61131-3 y cumple con los niveles Base Leven y Reusability Leven conformes a PLCopen. S7-SCL está indicado especialmente para la programación de algoritmos complejos y funciones matemáticas o bien para tareas del ámbito de procesamiento de datos S7-GRAPH realiza la Programación de controles secuenciales El paquete de software S7-GRAPH se utiliza para describir procesos secuenciales con secuencias alternativas o paralelas. Los procesos se configuran y se programan de una forma clara y rápida en un tipo de representación estandarizado (según IEC 61131-3, DIN EN 61131) S7-PLCSim, para probar el software sin controlador. Los sistemas de simulación admiten con plena eficacia el desarrollo de programas y su utilización productiva.

Figura 32: SIMATICSTEP 7



Fuente: (SIEMENS)

WINCC

Una herramienta de ingeniería para configurar desde un panel básico HMI hasta un sistema SCADA. El software de ingeniería WinCC permite la configuración coherente de todos los paneles de operador SIMATIC, hasta los puestos de visualización basados en PC. Su integración en TIA Portal hace posible una eficacia de configuración notablemente mayor que la del WinCC Flexible, en especial cuando se trata de manejar y visualizar aplicaciones de controladores SIMATIC. Dependiendo del producto elegido, WinCC V12 se ofrece en 4 versiones:

Figura 33: SIMATIC WINCC

SIMATIC WinCC				
Nivel de máquina Aplicaciones SCADA				
				SCADA
			Professional	PC single station
	Comfort	Advanced	Professional	Comfort Panels and x77 (without Micro), Mobile
Basic				Basic Panels

Fuente: (SIEMENS)

CAPÍTULO IV: DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1 Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado

En el presente diseño se toma en cuenta una parte fundamental del proceso de fabricación de los perfumes, el cual corresponde a procedimiento de llenado ya sean de las colonias, los perfumes o las aguas de colonia. Una vez obtenida la formula a utilizar, (mezcla de los componentes fragancias y alcoholes), una vez obtenida la formula se procede al llenado del producto en los envases los cuales son en su mayoría de vidrio, el llenado se realiza mediante un tanque el cual es llenado con la formula, posteriormente se alinean los frascos de perfume manualmente, se hace la apertura de las llaves, luego pasa a un proceso en el cual se determina si la cantidad llenada está acorde a lo indicado, realizándose una verificación y un control de calidad, luego pasa al sistema de tapado como se muestra en la imagen siguiente.

Figura 34: Planta de envasado



Fuente: Elaboración Propia

Para continuar con el diseño de la planta describiremos cada uno de sus componentes:

- Tanque de acero inoxidable
- Llave de adaptación de una a cuatro salidas
- Faja transportadora

El tanque de acero inoxidable se utiliza principalmente debido a que lo que se desea es que ninguna parte del material se pegue a las paredes del tanque, que sea de fácil limpieza para poder reutilizar otra fórmula, la cual no sea afectada por los residuos del proceso anterior.

La llave de adaptación de una a cuatro salidas es realizada debido a que el proceso se ha diseñado para la realización del llenado de cuatro frascos de perfume a la vez.

La siguiente etapa es la de verificación que la cantidad de material en cada botella este de acuerdo a lo establecido en sus envases para su posterior enchapado, almacenado y distribución.

4.2 Diseño del Automatismo

El proceso que se plantea para la realización del automatismo es mediante un PLC S7-1500, el cual por sus características permite el aditivo de módulos que dependiendo del proceso aumenten sus capacidades para tener un sistema más complejo.

Para realizar el automatismo, Primero se establecer dos sensores tipo bolla en el tanque de acero inoxidable, dos sensores infrarrojos uno en la entrada de la etapa de llenado el otro al final de la misma etapa, cuatro electroválvulas ubicadas en cada uno de las válvulas de llenado, cuatro

sensores de bolla al final de la carrera de un actuador que permita la verificación de la cantidad de material introducida en los frascos, y por ultimo cuatro actuadores que retire los frascos defectuosos y los regrese al principio del ciclo de llenado, tres motores para las fajas y dos juegos que constan de un motor y una paleta.

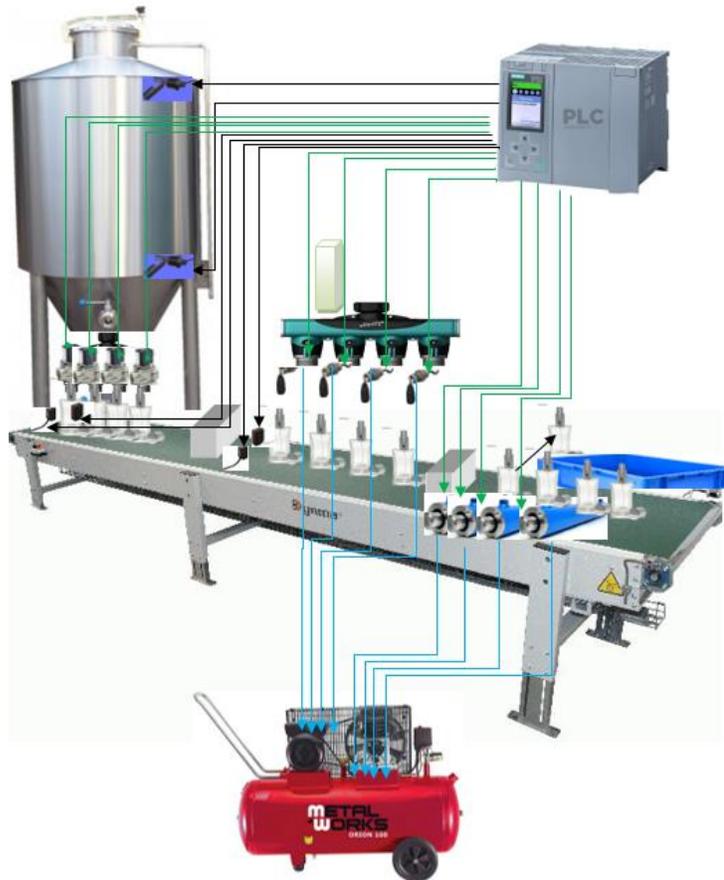
4.2.1 Funcionamiento del proceso.

Mediante el uso de sensores y transductores conectados en el PLC se procede a la verificación de nivel del material en el tanque, en el cual mediante los transductores se determina si se encuentra con la suficiente cantidad del mismo para la realización del llenado, una vez determinada que sí, se procede a la apertura de los motores, los cuales hace girar la faja transportadora permitiendo el paso de los frascos, al mismo tiempo se realiza la apertura de la paleta uno, la cual baja para evitar que las botellas pasen al siguiente subsistema, logrando de esta manera acomodar los frascos en línea, activando entonces un sensor el cual realizara un conteo de los frascos, este al contar cuatro detienen los motores, luego de cinco segundos permitiendo que los frascos se junten y queden directamente debajo de las tomas, las cuales luego del tiempo pre-programado realizan la apertura respectiva de las electroválvulas, realizando el llenado respectivo de los frascos, luego del tiempo predeterminado se realiza el cierre de las electroválvulas, activando el cierre de la paleta uno lo que permite el paso de los frascos, activándose al mismo tiempo los motores, permitiendo el paso de los frascos hacia el subsistema de verificación, una vez el frasco entra en contacto con el sensor infra rojo dos este baja la paleta dos una vez que las botellas se encuentran en posición se procede a la verificación la cual consta de 4 pistones unidos a 2 sensores tipo boya cada uno, los cuales realizan la verificación del nivel de cada frasco, una vez hecha la medición los pistones retornan a su estado inicial y con la información obtenida el

PLC determina cuales son las botellas que no fueron llenadas correctamente y para retirar los productos defectuosos se activan otros 4 pistones que empujan a las botellas defectuosas de manera horizontal a una caja ubicada cerca de ellos dejando a los productos buenos en la faja para que continúen con el proceso.

A continuación, se muestra el diagrama de conexionado que se tendrá en el sistema de control donde los cables van hacia el PLC S7-1500 y también se cuenta con una compresora que realizara las funciones de apertura y cierre tanto de los pistones como de las electroválvulas neumáticas.

Figura 35: Planta de envasado



Fuente: Elaboración Propia

4.3 Programación en TIA PORTAL

Para comenzar con la programación en el TIA (total automatización integrada) portal primero se tiene que seleccionar el dispositivo a utilizar en este caso utilizaremos un PLC S7-1500

Figura 36: PLC S7-1500



Fuente: Elaboración Propia

Cuya descripción se muestra a continuación

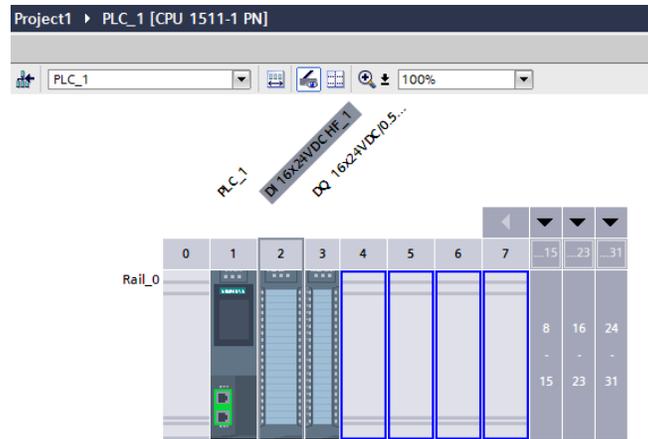
Figura 37: Descripción del S7-1500

Short designation:	CPU 1511-1 PN
Description:	CPU with display; work memory 150 KB program and 1 MB data; 60 ns bit instruction time; PROFINET IO controller, supports RTIRT, 2 ports, MRP, transport protocol TCP/IP, Web server, constant bus cycle time, routing; 4-level protection concept, integrated technology functions: motion, closed-loop control, counting&measuring; firmware V1.5
Order number:	6ES7 511-1AK00-0AB0
Firmware version:	V1.5
<input type="button" value="Update module description"/>	

Fuente: Elaboración Propia

Luego se selecciona el módulo de entradas

Figura 38: Módulos de entrada



Fuente: Elaboración Propia

Luego se selecciona un módulo de salidas

Figura 39: Módulos de salida



Fuente: Elaboración Propia

Una vez hecho esto se procede a nombrar las variables a utilizar en el registro de TAG.

Figura 40: Variables parte A

Name	Data type	Address	Retain	Visibl.	Acces.	Comment
1 PULSADOR INICIO	Bool	%I0.0				
2 PULSADOR PARE	Bool	%I0.1				
3 LED INICIO	Bool	%Q0.2				
4 LED PARE	Bool	%Q0.3				
5 motor 1	Bool	%Q0.4				
6 motor 2	Bool	%Q0.5				
7 motor 3	Bool	%Q0.6				
8 electrovalvula 1	Bool	%Q0.7				
9 electrovalvula 2	Bool	%Q1.0				
10 electrovalvula 3	Bool	%Q1.1				
11 electrovalvula 4	Bool	%Q1.2				
12 piston de sensado 1	Bool	%Q1.3				
13 piston de sensado 2	Bool	%Q1.4				
14 piston de sensado 3	Bool	%Q1.5				
15 piston de sensado 4	Bool	%Q1.6				
16 piston de seleccion 1	Bool	%Q1.7				
17 piston de seleccion 2	Bool	%Q2.0				
18 piston de seleccion 3	Bool	%Q2.1				
19 piston de seleccion 4	Bool	%Q2.2				
20 paleta de bloqueo	Bool	%Q2.3				
21 estado	Int	%MW20				
22 contador de ingreso	Bool	%I3.0				
23 contador de salida	Bool	%I3.1				
24 P_sen1+	Bool	%I3.2				
25 P_sen2+	Bool	%I3.3				
26 P_sen3+	Bool	%I3.4				
27 P_sen4+	Bool	%I3.5				
28 P_sen1-	Bool	%I3.6				
29 P_sen2-	Bool	%I3.7				
30 P_sen3-	Bool	%I4.0				
31 P_sen4-	Bool	%I4.1				
32 P_sel1+	Bool	%I4.2				
33 P_sel2+	Bool	%I4.3				
34 P_sel3+	Bool	%I4.4				
35 P_sel4+	Bool	%I4.5				
36 P_sel1-	Bool	%I4.6				
37 P_sel2-	Bool	%I4.7				
38 P_sel3-	Bool	%I5.0				
39 P_sel4-	Bool	%I5.1				
40 sensor de nivel alto 1	Bool	%I5.2				
41 sensor de nivel alto 2	Bool	%I5.3				
42 sensor de nivel alto 3	Bool	%I5.4				
43 sensor de nivel alto 4	Bool	%I5.5				
44 sensor de nivel bajo 1	Bool	%I5.6				
45 sensor de nivel bajo 2	Bool	%I5.7				
46 sensor de nivel bajo 3	Bool	%I6.0				
47 sensor de nivel bajo 4	Bool	%I6.1				
48 Tag_1	Bool	%M0.0				
49 Tag_2	Bool	%M0.1				
50 Tag_3	Bool	%M0.2				
51 Tag_4	Bool	%M0.3				
52 Tag_5	Bool	%M1.0				
53 Tag_6	Bool	%M1.1				
54 Tag_7	Bool	%M1.2				
55 Tag_8	Bool	%M1.3				
56 <Add new>						

Fuente: Elaboración Propia

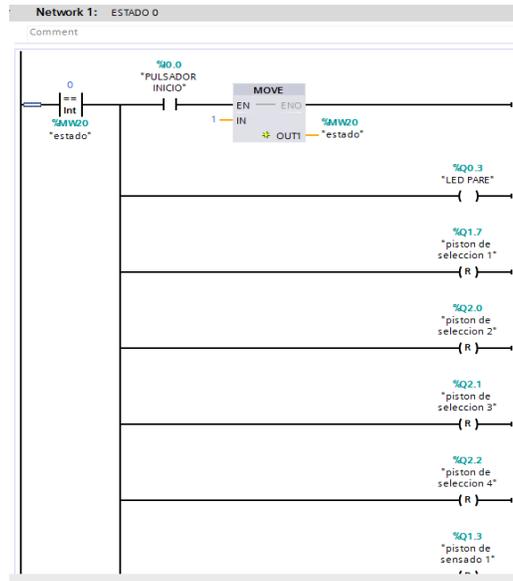
Figura 41: Variables parte B

Name	Data type	Address	Retain	Visibl.	Acces.	Comment
22 contador de ingreso	Bool	%I3.0				
23 contador de salida	Bool	%I3.1				
24 P_sen1+	Bool	%I3.2				
25 P_sen2+	Bool	%I3.3				
26 P_sen3+	Bool	%I3.4				
27 P_sen4+	Bool	%I3.5				
28 P_sen1-	Bool	%I3.6				
29 P_sen2-	Bool	%I3.7				
30 P_sen3-	Bool	%I4.0				
31 P_sen4-	Bool	%I4.1				
32 P_sel1+	Bool	%I4.2				
33 P_sel2+	Bool	%I4.3				
34 P_sel3+	Bool	%I4.4				
35 P_sel4+	Bool	%I4.5				
36 P_sel1-	Bool	%I4.6				
37 P_sel2-	Bool	%I4.7				
38 P_sel3-	Bool	%I5.0				
39 P_sel4-	Bool	%I5.1				
40 sensor de nivel alto 1	Bool	%I5.2				
41 sensor de nivel alto 2	Bool	%I5.3				
42 sensor de nivel alto 3	Bool	%I5.4				
43 sensor de nivel alto 4	Bool	%I5.5				
44 sensor de nivel bajo 1	Bool	%I5.6				
45 sensor de nivel bajo 2	Bool	%I5.7				
46 sensor de nivel bajo 3	Bool	%I6.0				
47 sensor de nivel bajo 4	Bool	%I6.1				
48 Tag_1	Bool	%M0.0				
49 Tag_2	Bool	%M0.1				
50 Tag_3	Bool	%M0.2				
51 Tag_4	Bool	%M0.3				
52 Tag_5	Bool	%M1.0				
53 Tag_6	Bool	%M1.1				
54 Tag_7	Bool	%M1.2				
55 Tag_8	Bool	%M1.3				
56 <Add new>						

Fuente: Elaboración Propia

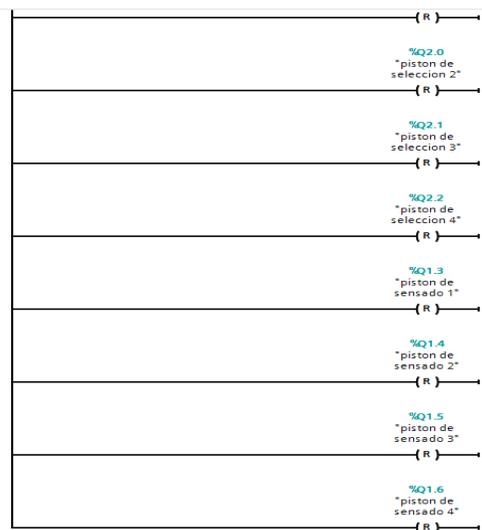
Al finalizar se da inicio a la programación propiamente dicha la cual se vale de un método de programación conocido como estados el cual consta de una lógica secuencial que divide en etapas el proceso, dicho esto se inicia la programación con el estado 0

Figura 42: Network 1, Estado 0 parte A



Fuente: Elaboración Propia

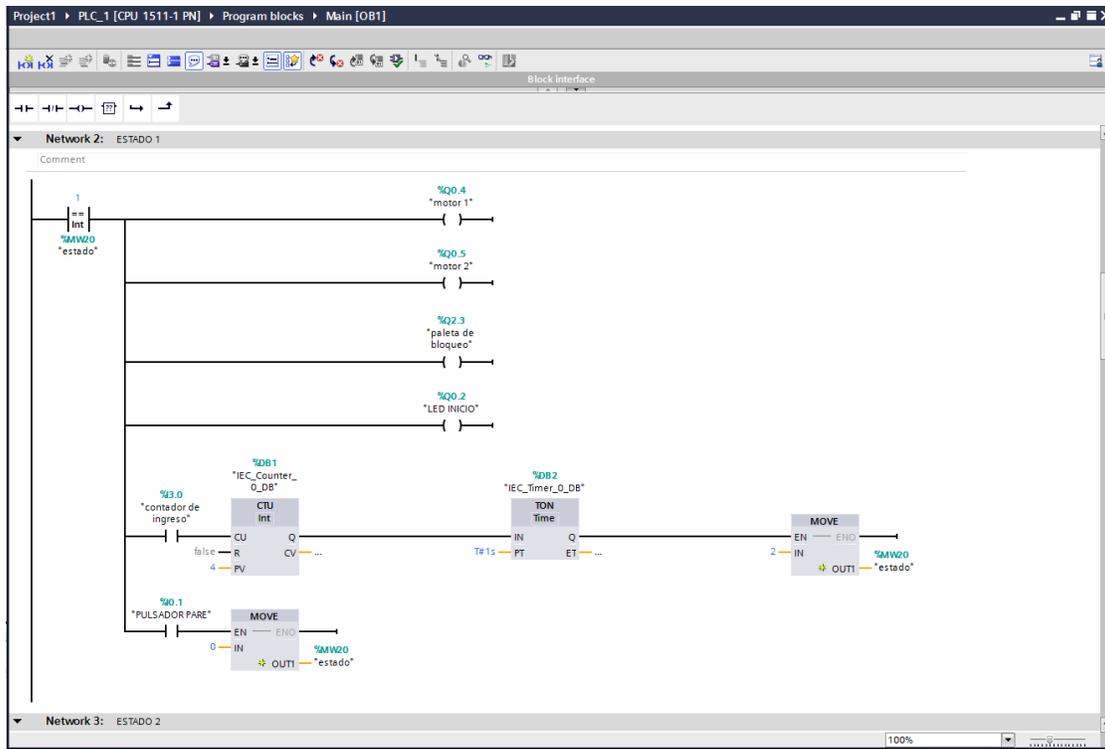
Figura 43: Network 1, Estado 0 parte B



Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar el estado 0 es un estado de pre inicio el cual nos asegura que el sistema esta encendido y todos sus actuadores inician en reposo para saltar al siguiente estado se requiere que un operario pulse el botón de inicio para dar inicio al sistema.

Figura 44: Network 2, Estado 1

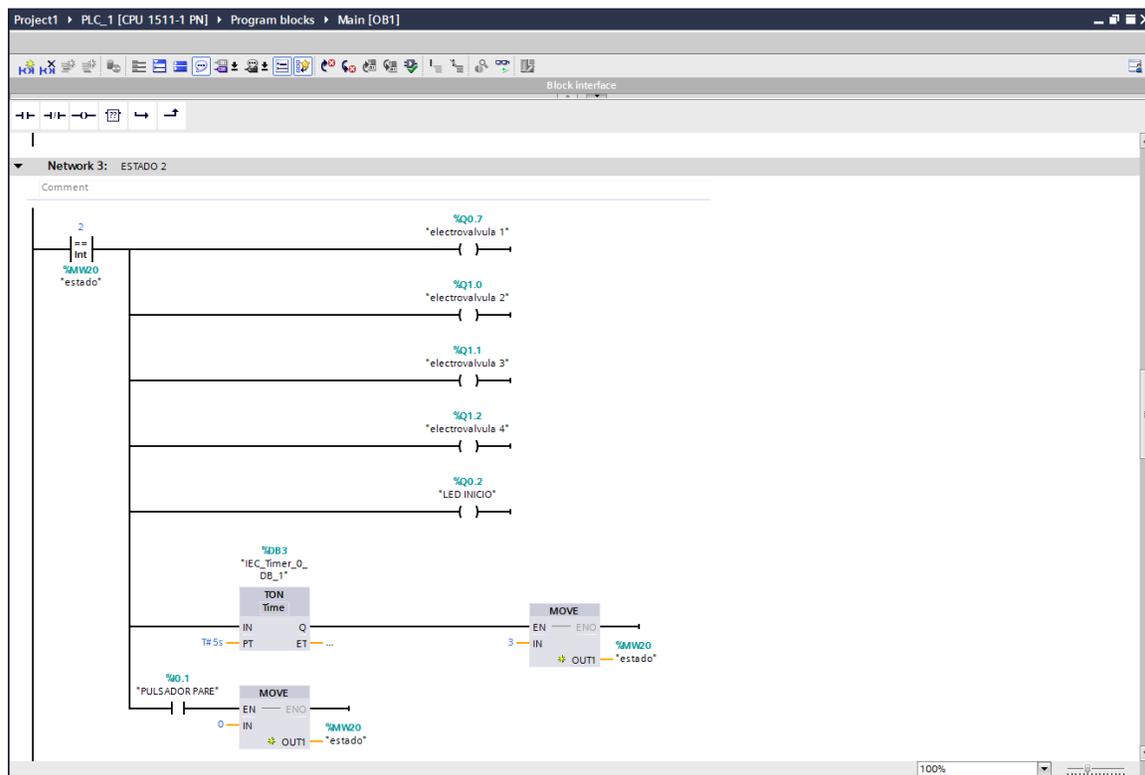


Fuente: Elaboración Propia

En el estado uno como ya se explicó en el apartado de funcionamiento del proceso se prenden los motores 1 y 2 junto con la paleta de bloqueo 1 generando así que las botellas se desplacen y se posicionen para su llenado.

En este estado la condición de salto para el estado 2 se da cuando el sensor infrarrojo cuente 4 botellas.

Figura 45: Network 3, Estado 2

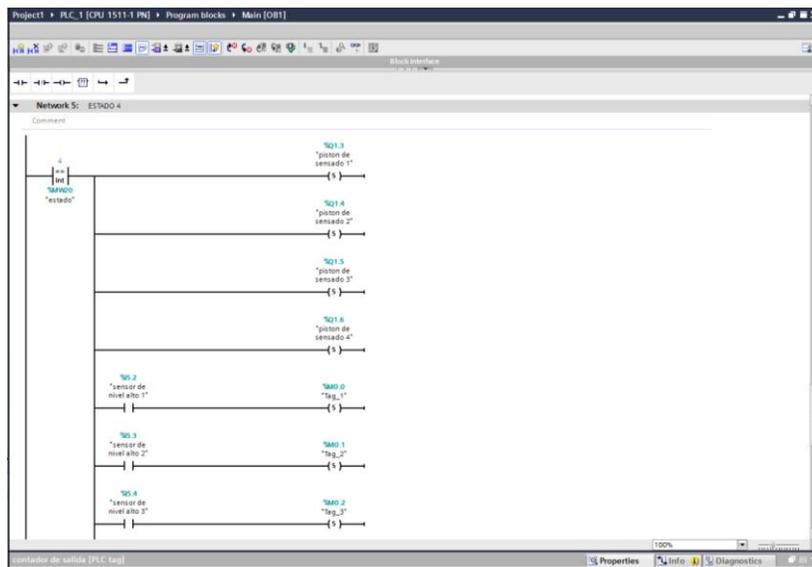


Fuente: Elaboración Propia

En este estado se realiza la apertura de las electroválvulas por un tiempo determinado las cuales realizan el llenado automático de las botellas.

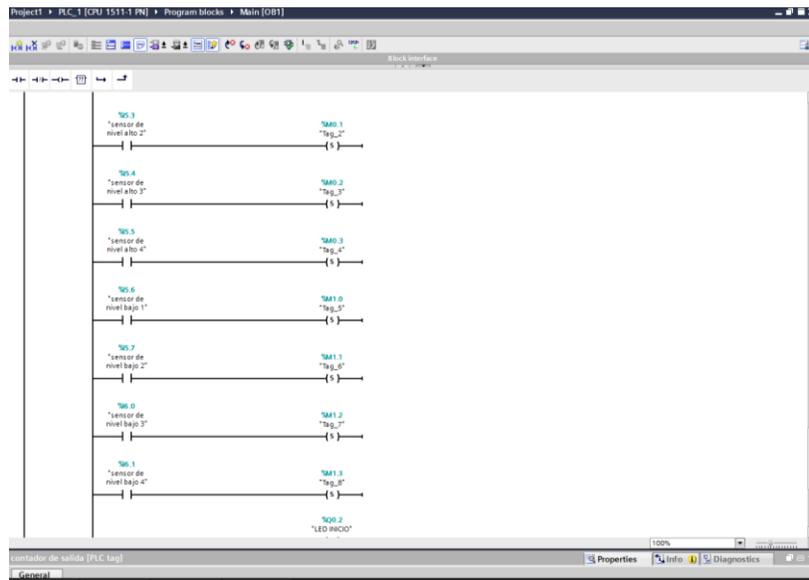
La condición de salto en este estado es que termine el tiempo de llenado de las botellas que en este caso es de 5 segundos

Figura 47: Network 5, Estado 4 parte A



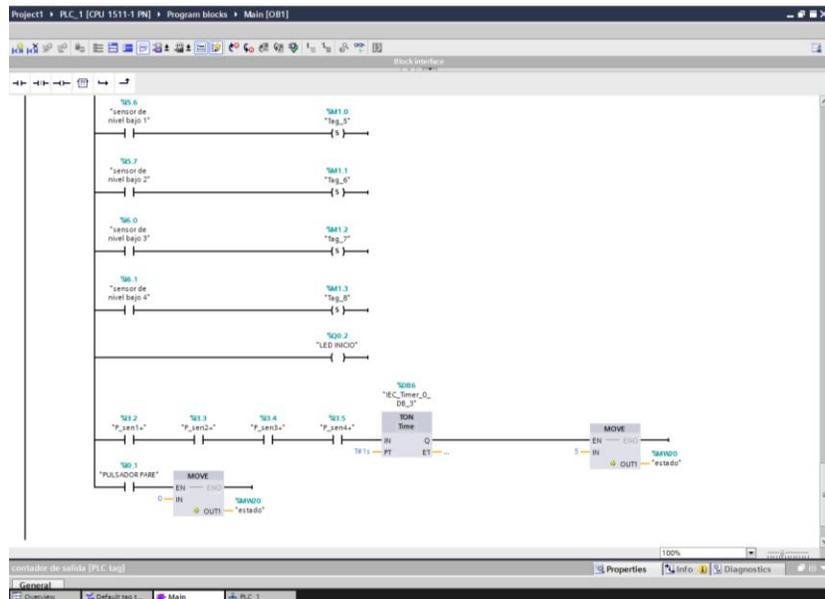
Fuente: Elaboración Propia

Figura 48: Network 5, Estado 4 parte B



Fuente: Elaboración Propia

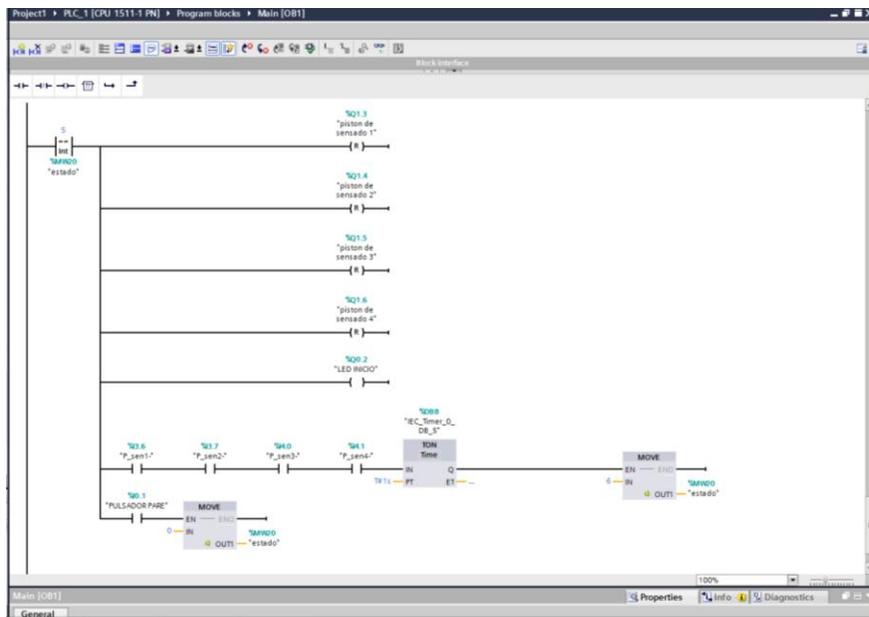
Figura 49: Network 5, Estado 4 parte C



Fuente: Elaboración Propia

En este estado se realiza la verificación del nivel que contiene cada botella el PLC al detectar el fin de carrera de los 4 pistones espera un segundo para guardar la información obtenida y saltar al siguiente estado.

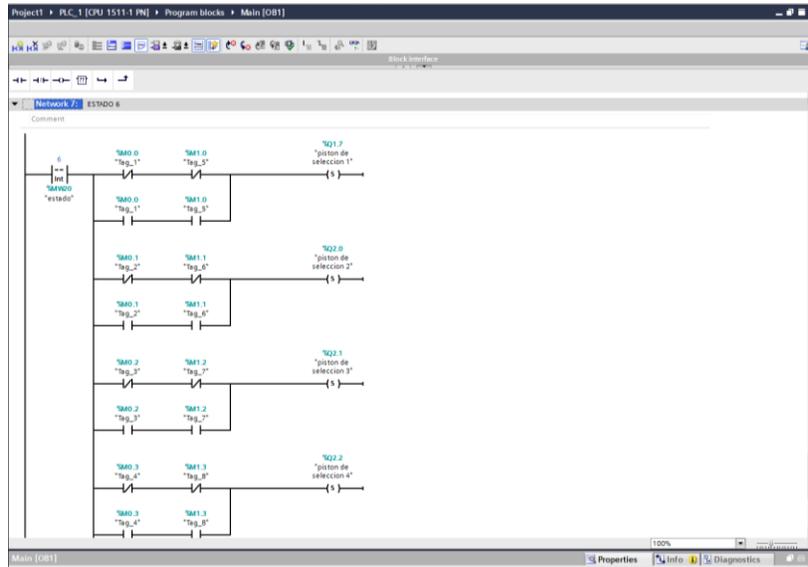
Figura 50: Network 6, Estado 5



Fuente: Elaboración Propia

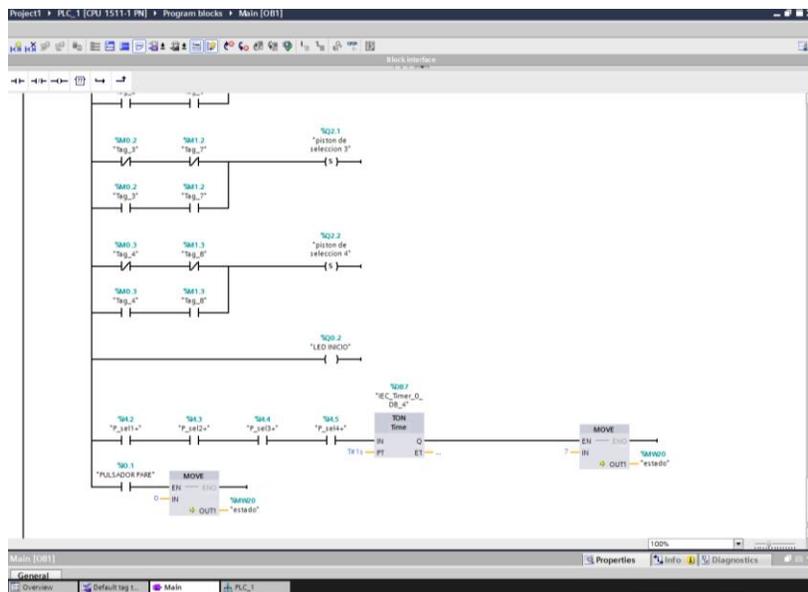
En este estado el PLC manda un bit 0 a los pistones generando que estos se contraigan una vez que los sensores de los pistones detectan que están contraídos correctamente se espera un segundo y se da paso al siguiente estado.

Figura 51: Network 7, Estado 6 parte A



Fuente: Elaboración Propia

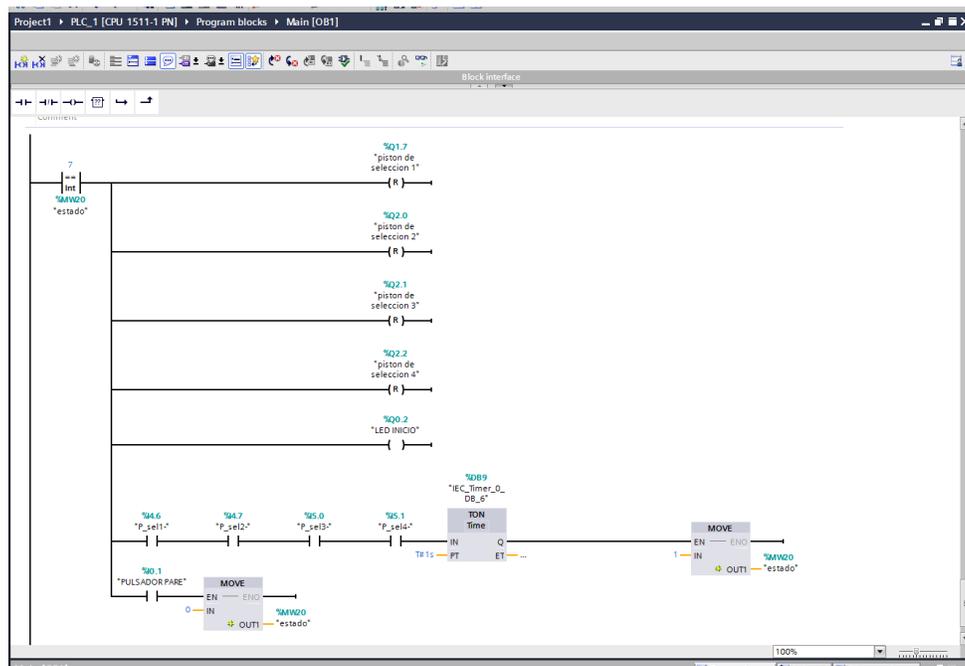
Figura 52: Network 7, Estado 6 parte B



Fuente: Elaboración Propia

En este estado se realiza el procesamiento de la información obtenida por los sensores el cual da como resultado la activación de los pistones de selección que separan los productos malos de los buenos se procede al siguiente estado una vez que los sensores de los pistones determinen que se expandieron de manera correcta.

Figura 53: Network 8, Estado 7



Fuente: Elaboración Propia

Y por último en este estado se realiza la contracción de los pistones de selección, una vez que los sensores de dichos pistones indican que se contrajeron de manera exitosa se realiza el salto al estado 1 generando así un ciclo infinito.

Como se pudo observar en la parte final de cada estado había un contacto para el botón de parada de emergencia el cual genera un salto hacia el estado 0 donde todos los actuadores no están activados. esto quiere decir que se puede detener el proceso en cualquier etapa.

Este contacto se pone como medida de seguridad y protección a los operarios de la planta y también para detener la producción por anomalías que se pueden generar en el proceso por fallo de algún sensor o actuador.

4.4 Costos del Proyecto

Para establecer los costos se debe cotizar todos los instrumentos que intervienen en la instrumentación, es decir los equipos e instrumentos que irán directamente en el proceso a ser automatizado.

En este cuadro se muestran los costos del equipamiento para la puesta en marcha y los costos unitarios de cada uno de ellos del proyecto de automatización de llenado automático.

Cuadro 1: Costos de equipamiento de los equipos del proceso.

Equipo	Cantidad	Precio Unidad	Total
Tanque removedor de acero inoxidable de 200 Lts	1	S/. 8,140	S/. 8,140
Motor 1Hp	3	S/. 1,200	S/. 3,600
Faja Transportadora	1	S/. 7,000	S/. 7,000
Llave adaptativa	1	S/. 300	S/. 300
Total			S/. 19,040

Fuente: elaboración Propia

En este cuadro se muestran la cantidad equipos y los costos unitarios del equipamiento de automatización para el proyecto de automatización de llenado de perfumes de la empresa YANBAL

Cuadro 2: Costo del equipamiento de automatización.

Equipo	Cantidad	Precio Unidad		Total	
Electroválvulas	4	S/.	250	S/.	1,000
Sensor tipo boya	6	S/.	100	S/.	600
Sensor infrarrojo	2	S/.	130	S/.	260
Pistón	4	S/.	150	S/.	600
PLC	1	S/.	3,000	S/.	3,000
Compresora	1	S/.	900	S/.	900
KIT (Paleta y Motor)	2	S/.	300	S/.	600
Total				S/.	6,960

Fuente: elaboración Propia

Para realizar un diseño completo se tiene que evaluar los costos de puesta en marcha y mantenimiento

En este cuadro se muestra los costó de puesta en marcha donde se indica los costó de equipamiento y automatización y costo de personal que interviene en el diseño del proyecto.

Cuadro 3: Puesta en Marcha

Personal	Cantidad	Precio	Meses	Total		
Técnicos	3	S/.	1,920	1	S/.	5,760
Ingenieros	1	S/.	3,000	1	S/.	3,000
Costo equipo Total					S/.	26,000
Total					S/.	34,760

Fuente: elaboración Propia

En este cuadro se muestran los costos de monitoreo y mantenimiento durante el proceso de trabajo de la implementación del proyecto por un periodo de un año.

Cuadro 4: Mantenimiento

Personal	Cantidad	Precio	Meses	Total
Técnicos	4 horas	S/.	10	12 S/.
Ingenieros	4 horas	S/.	16	12 S/.
Total				S/.

Fuente: elaboración Propia

4.5 Costo de Inversion

Para establecer los costos de inversión y viabilidad del proyecto de automatización del proceso de llenado de perfume de la empresa YANBAL se toma las siguientes variables los costos que se deja de gastar en el proceso actual, reducción de personal y el aumento de producción.

En este cuadro muestra si el proyecto es viable o no utilizando indicadores de rentabilidad como son el VAN-TIR, además se asume que el ingreso adicional que resulta de la optimización del nuevo Proceso, representa el ahorro de la reducción del personal.

Cuadro 5: Costo de Inversión y Viabilidad de Proyecto

DATOS	VALORES
Numero de periodos	10
Tipo de periodo	mensual
Tasa de descuento (i)	5%
Inversion Inicial (I)	S/. 26,000

DATOS	VALORES ACTUAL
Personas	2
Sueldo	1500
Sueldo Anual	42000
Utilidad Mensual	3500

	Periodos mensuales											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
FLUJO NETO EFECTIVO DEL PROYECTO	S/. -26,000	S/. 3,500										

VAN	
S/.	1,026
TIR	
	6%

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_F t}{(1 + TIR)^t} - I_0 = 0$$

Tabla. Valor Actual Neto (Valor Actual Neto)

N°	FNE	(1+i)^n	FNE/(1+i)^n
0	S/. -26,000		S/. -26,000
1	S/. 3,500	1.050	S/. 3,333
2	S/. 3,500	1.103	S/. 3,175
3	S/. 3,500	1.158	S/. 3,023
4	S/. 3,500	1.216	S/. 2,879
5	S/. 3,500	1.276	S/. 2,742
6	S/. 3,500	1.340	S/. 2,612
7	S/. 3,500	1.407	S/. 2,487
8	S/. 3,500	1.477	S/. 2,369
9	S/. 3,500	1.551	S/. 2,256
10	S/. 3,500	1.629	S/. 2,149
	Total		S/. 1,026

Calculo con formula de Excel VAN= S/. 1,026.07

Si el Valor de VAN es > 0; el Proyecto es Viable; y si es menos no es Viable el Proyecto

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

TASA DE DESCUEN	VAN
0%	S/. 9,000.00
5%	S/. 1,026.07
10%	S/. -4,494.02
15%	S/. -8,434.31
20%	S/. -11,326.35
25%	S/. -13,503.24
30%	S/. -15,179.61
35%	S/. -16,497.35
40%	S/. -17,552.50
45%	S/. -18,411.53
50%	S/. -19,121.39
55%	S/. -19,715.87
60%	S/. -20,219.72
65%	S/. -20,651.39

TIR	6%
-----	----

Fuente: elaboración Propia

4.6 Conclusiones

1. Se realizó el diseño y la simulación del proceso de llenado automático, el cual mejora los tiempos de llenado antiguamente de 30 segundos a 15 segundos en total, disminuyendo el error y la velocidad del tiempo de proceso.
2. Se diseñó el proceso de llenado utilizando componentes robustos de fácil limpieza y alto rendimiento, el cual independientemente del automatismo pueda funcionar adecuadamente realizando el proceso manualmente con los errores provocados por el propio manejo de los productos
3. Para el diseño automático se utilizó componentes industriales robustos, como un PLC que es más fuerte a las perturbaciones electromagnéticas, de igual manera electroválvulas y componentes electro neumáticos, permitiendo en conjunto un proceso de llenado con una baja diferencia entre productos.

4.7 Recomendaciones

Se recomienda que el proceso de llenado automático, sea complementado con el proceso de enchapado, el proceso de empaquetado, permitiendo de esta manera tener un sistema completo que reduzca los tiempos de producción.

Se recomienda que se diseñe e implemente los equipos mecánicos que habiliten el funcionamiento del proceso mediante la utilización de componentes industriales robustos.

Se recomienda que el proceso automatizado realizado en conjuntamente con una base de datos que permita establecer el tiempo en cada parte del proceso para continuar con la automatización hasta obtener un proceso de llenado óptimo.

CAPÍTULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

5.1 Libros

Castells, X. E. (2000). Reciclaje de residuos industriales.

Guadayol Cunill, J. M. (2010). La automatización en la ingeniería química.

Higuera, A. G. (2005). El control automático en la industria.

MORENO, R. P. (s.f.). INGENIERIA DE LA AUTOMATIZACION INDUSTRIAL . RA-MA.

Pelletier, L. P. (2003). Secretos de tocador, química de tocador .

Ponsa Asensio, P. (. (2006). Automatización de procesos mediante la guía GEMMA.

Sánchez, M. F. (s.f.). Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes. Casa del Libro.

5.2 Electrónica

annecyelectronique. (s.f.). Obtenido de <http://annecyelectronique.fr/es/diseno-ihm-interface-hombre-maquina/>

el comercio. (s.f.). Obtenido de <https://elcomercio.pe/economia/negocios/yanbal-grueso-venta-son-perfumes-178901>

feagaut. (s.f.). Obtenido de <https://www.fegaut.com/es/productos/sensores-de-presencia/2/>

INGMECA. (s.f.). Obtenido de <http://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensores/>

Inquietudes verdes. (s.f.). Obtenido de <https://www.inquietudesverdes.com/preparar-aceites-macerados/>

OMEGA. (s.f.). Obtenido de <https://es.omega.com/prodinfo/medicion-temperatura.html>

PCE-Iberica. (s.f.). Obtenido de <http://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/sistemas/sensores-caudal.htm>

Procesos de automatización. (s.f.). Obtenido de <https://es.slideshare.net/Annie1820/procesos-de-automatizacion-18996209>

SIEMENS. (s.f.). Obtenido de https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/sce_educacion/soluciones/Documents/314%20SCE%20-%20CF%20-%20TIA%20Portal.pdf

SoloStock. (s.f.). Obtenido de <https://www.solostocks.com/venta-productos/otros-productos-belleza/maquina-de-prensar-las-valvulas-de-botellas-de-perfume-5118441>

TP laboratorio Quimico. (s.f.). Obtenido de <https://www.tplaboratorioquimico.com/laboratorio-quimico/procedimientos-basicos-de-laboratorio/que-es-la-destilacion.html>

UNIQUE S.A. (s.f.). Obtenido de <http://unique-sa-peru.blogspot.com/>

CAPÍTULO VI: GLOSARIO DE TÉRMINOS

6.1 Glosario de Términos

A

Abierto: Se refiere a un componente, o cable de conexión, que tiene un circuito abierto. Equivale a una resistencia tiende a infinito

Acoplamiento Directo: Conexión directa con conductores en vez de utilizar un condensador de acoplamiento entre etapas. Para obtener éxito, debemos asegurarnos que las tensiones de continua de los dos puntos que se van a conectar son aproximadamente las mismas que antes de que se haga la conexión directa.

Acoplamiento Óptico: Combinación de un diodo LED y un fotodiodo. Una señal de entrada al diodo LED se convierte en luz variable que es detectada por el fotodiodo. La ventaja de este dispositivo es la gran resistencia de aislamiento entre la entrada y la salida.

B

Banda de Conducción: Banda de energía parcialmente ocupada por electrones con libertad de movimientos bajo la influencia de un campo eléctrico.

Bandera: Del Inglés "flag". Tensión que indica que ha sucedido algo. Comúnmente, una tensión pequeña significa que no ha ocurrido nada, mientras que una tensión elevada indica alguna incidencia. Un ejemplo de bandera es la salida de un comparador.

Bobina: Arrollamiento con espiras unidas en una o varias capas con o sin núcleo magnético.

C

Calibración: El proceso para ajustar un instrumento de medida mediante patrones estándares.

Circuito Secuencial: Dispositivo lógico cuyos estados de salida en un instante dado dependen de la sucesión de los estados precedentes de entrada.

Componente Activo: Elemento de un circuito que lleva a cabo la amplificación de una señal de corriente o tensión eléctrica, aportando a esta señal la energía que recoge de una fuente externa (normalmente se refiere a transistores, circuitos integrados, etc.). **Componente Pasivo:** Elemento de un circuito que no lleva a cabo ninguna función de amplificación o rectificación (normalmente se refiere a resistencias, condensadores, bobinas...)

D

Drenador: Región de un transistor FET que contiene un electrodo hacia el cual se dirigen los portadores mayoritarios que provienen del surtidor, o fuente, después de atravesar el canal.

E

Emisor: Parte de un transistor que constituye la fuente de los portadores. En los transistores npn, el emisor envía electrones libres hacia la base. En un transistor pnp, el emisor envía huecos hacia la base.

EPLD (Erasable Programmable Logic Device): Circuito integrado cuya tecnología permite llevar a efecto una opción programable y borrable por el usuario. **Escape Térmico:** Cuando un transistor se calienta aumenta la

temperatura de la unión. Este hecho incrementa la corriente de colector, lo que obliga a que suba más la temperatura, incrementándose la corriente de colector, etc., hasta que el transistor se destruye.

M

Motores y Generadores: Grupo de aparatos que se utilizan para convertir la energía mecánica en eléctrica, o a la inversa, con medios electromagnéticos. A una máquina que convierte la energía mecánica en eléctrica se le denomina generador, alternador o dínamo, y a una máquina que convierte la energía eléctrica en mecánica se le denomina motor.

R

Relé: Interruptor o inversor gobernado por un electroimán. Existe, igualmente, el relé biestable que es aquel que habiendo cambiado de estado bajo la acción de una magnitud de alimentación o de su magnitud característica, permanece en dicho estado cuando se suprime esa acción.

T

Termistor: Dispositivo cuya resistencia sufre grandes cambios con la temperatura.

Transductor: Dispositivo al que se aplica una energía de entrada y devuelve una energía de salida; esta energía de salida suele ser diferente al tipo de energía de entrada. Por ejemplo, en un medidor de temperatura una espiral metálica convierte la energía térmica aplicada, en el movimiento mecánico de la aguja del marcador. Debido a la facilidad con la que se transmite y amplifica la energía eléctrica, los transductores más utilizados son los que

convierten otras formas de energía, como calor, luz o sonido, en energía eléctrica.

Transistor NPN: Dispositivo de dos uniones semiconductoras, formando tres zonas. Transistor que tiene una región p entre dos regiones n.

Transistor PNP: Dispositivo de dos uniones semiconductoras, formando tres zonas. Transistor que tiene una región n entre dos regiones p.

V

Variable normalizada: Variable que se ha dividido entre otra variable con las mismas unidades o dimensiones

CAPÍTULO VII: ÍNDICES

7.1 Índices de Figura

Figura 1: Logo de UNIQUE	2
Figura 2: Planta de envase UNIQUE-YANBAL	5
Figura 3: Almacenes UNIQUE-YANBAL	5
Figura 4: Trabajadores de UNIQUE-YANBAL.....	6
Figura 5: Diagrama de flujo	15
Figura 6: Proceso de destilación	17
Figura 7: Maquina para prensado	18
Figura 8: Maquina para prensado	19
Figura 9: Etapas de un proceso de Automatización	23
Figura 10: Margen de Sensibilidad.....	28
Figura 11: Offset de la señal	29
Figura 12: Histéresis	29
Figura 13: Sensor de rotación	31
Figura 14: Sensor de Velocidad Linear	32
Figura 15: Acelerómetro piezo-eléctrico.....	32
Figura 16: Acelerómetro piezo-eléctrico.....	33
Figura 17: Acelerómetro piezo-eléctrico.....	34
Figura 18: Termopar.....	35
Figura 19: Sensor RTD	35
Figura 20: Sensor Bimetálico	36
Figura 21: Sensor por dilatación.....	37
Figura 22: Sensor por cambio de estado	38
Figura 23: Sensor Laser.....	38
Figura 24: Sensor Inductivo.....	39
Figura 25: Sensor Foto eléctrico	39
Figura 26: Sensor Capacitivo	40
Figura 27: Sensor Ultrasonico	40
Figura 28: Sensor Magnético	41
Figura 29: Sensor Mecánico.....	41
Figura 30: Sistemas IHM y SCADA.....	42
Figura 31: Interface del StarDriveSINAMICS	44
Figura 32: SIMATICSTEP 7	45
Figura 33: SIMATIC WINCC.....	46
Figura 34: Planta de envasado.....	48
Figura 35: Planta de envasado.....	51
Figura 36: PLC S7-1500.....	52
Figura 37: Descripción del S7-1500	52
Figura 38: Módulos de entrada.....	53

Figura 39: Módulos de salida	53
Figura 40: Variables parte A.....	54
Figura 41: Variables parte B.....	54
Figura 42: Network 1, Estado 0 parte A	55
Figura 43: Network 1, Estado 0 parte B	55
Figura 44: Network 2, Estado 1	56
Figura 45: Network 3, Estado 2.....	57
Figura 46: Network 4, Estado 3.....	58
Figura 47: Network 5, Estado 4 parte A	59
Figura 48: Network 5, Estado 4 parte B	59
Figura 49: Network 5, Estado 4 parte C	60
Figura 50: Network 6, Estado 5.....	60
Figura 51: Network 7, Estado 6 parte A	61
Figura 52: Network 7, Estado 6 parte B	61
Figura 53: Network 8, Estado 7.....	62

7.2 Índice de Cuadros

Cuadro 1: Costos de los equipos del proceso.....	63
Cuadro 2: Costo del equipamiento.....	64
Cuadro 3: Puesta en Marcha.....	64
Cuadro 4: Mantenimiento	65

CAPÍTULO VIII ANEXOS

ANEXO 1 – PLC S7-1500

Datos técnicos

S7-1500/S7-1500F



CPUs estándar			
	CPU 1511-1 PN	CPU 1513-1 PN	CPU 1515-2 PN
Tipo	CPU estándar	CPU estándar	CPU estándar
Dimensiones	35 x 147 x 129 mm	35 x 147 x 129 mm	70 x 147 x 129 mm
Disponibilidad de repuestos tras descatalogación	10 años	10 años	10 años
Rango de temperatura	0 ... 60 °C	0 ... 60 °C	0 ... 60 °C
Display			
Diagonal de pantalla	3,45 cm	3,45 cm	6,1 cm
Tiempo de comandos			
Operación al bit	0,06 µs	0,04 µs	30 ns
Operación a la palabra	0,072 µs	0,048 µs	36 ns
Operación de coma fija	0,096 µs	0,064 µs	48 ns
Operación de coma flotante	0,384 µs	0,256 µs	192 ns
Memoria			
Memoria de trabajo	150 kbytes de programa 1 MByte de datos	300 kbytes de programa 1,5 MByte de datos	500 kbytes de programa 3 MByte de datos
Memoria de carga/masa, máx.	32 GBytes (a través de SIMATIC Memory Card)	32 GBytes (a través de SIMATIC Memory Card)	32 GBytes (a través de SIMATIC Memory Card)
Respaldo, máx.	Programa on SIMATIC Memory Card (no precisa mantenimiento)	Programa con SIMATIC Memory Card (no precisa mantenimiento)	Programa con SIMATIC Memory Card (no precisa mantenimiento)
Periferia			
Área de direcciones E/S, máx.	32/32 kbytes	32/32 kbytes	32/32 kbytes
Memoria imagen del proceso	32 kbytes	32 kbytes	32 kbytes
Canales digitales	262 144	262 144	262 144
Canales analógicos	16 384	16 384	16 384
Centralizada			
• E/S integradas en CPU	No	No	No
• Módulos de E/S conectados a la CPU	Sí	Sí	Sí
Descentralizada			
• Módulos de E/S conectados vía PROFIBUS	Sí (a través de CM)	Sí (a través de CM)	Sí (a través de CM)
• Módulos de E/S conectados vía PROFINET	Sí	Sí	Sí
Marcas, temporizadores, contadores, bloques			
Marcas	16 kbytes	16 kbytes	16 kbytes
Temporizadores S7	2048	2048	2048

Datos técnicos

S7-1500/S7-1500F



CPUs estándar			
	CPU 1511-1 PN	CPU 1513-1 PN	CPU 1515-2 PN
Contadores S7	2048	2048	2048
Temporizadores/contadores IEC	Sí	Sí	Sí
N.º de elementos ¹⁾	2000	2000	6000
Bloques de datos Banda numérica	1 - 60999	1 - 60999	1 - 60999
Bloques de datos (tamaño)	1 Mbyte	1,5 Mbytes	3 Mbytes
Funciones tecnológicas			
Bloques de función cargables	Sí	Sí	Sí
Funciones básicas integradas en la CPU	Sí	Sí	Sí
Módulos especiales enchufables a nivel central	Sí	Sí	Sí
Controlador tecnológico especial	–	–	–
Modo isócrono	Sí	Sí	Sí
IRT	Sí	Sí	Sí
Seguridad/disponibilidad			
Seguridad positiva	–	–	–
Alta disponibilidad	–	–	–
Ingeniería			
Software de configuración/ programación	desde versión STEP 7 V12	desde versión STEP 7 V12	desde versión STEP 7 V13
Lenguajes de programación	KOP (LD), FUP (FBD), AWL (IL), S7-SCL (ST), S7-GRAPH	KOP (LD), FUP (FBD), AWL (IL), S7-SCL (ST), S7-GRAPH	KOP (LD), FUP (FBD), AWL (IL), S7-SCL (ST), S7-GRAPH
Comunicación			
PaP	Sí (a través de CM)	Sí (a través de CM)	Sí (a través de CM)
AS-Interface	–	–	–
PROFIBUS	Sí (a través de CM)	Sí (a través de CM)	Sí (a través de CM)
PROFINET IO	1 x (switch de 2 puertos)	1 x (switch de 2 puertos)	1 x (switch de 2 puertos)
Otras opciones integradas	–	–	1 x PROFINET, p. ej. para aislamiento de redes
Servidor web	Sí	Sí	Sí
Referencia base 6ES7	511-1AK...	513-1AL...	515-2AM...

¹⁾ Por "elemento" se entienden asimismo UDT, constantes globales, etc.; aparte de bloques como DB, FB y FC.

Datos técnicos

S7-1500/S7-1500F



CPUs estándar			
	CPU 1516-3 PN/DP	CPU 1517-3 PN/DP	CPU 1518-4 PN/DP
Tipo	CPU estándar	CPU estándar	CPU estándar
Dimensiones	70 x 147 x 125 mm	175 x 147 x 129 mm	175 x 147 x 129 mm
Disponibilidad de repuestos tras descatalogación	10 años	10 años	10 años
Rango de temperatura	0 ... 60 °C	0 ... 60 °C	0 ... 60 °C
Display			
Diagonal de pantalla	6,1 cm	6,1 cm	6,1 cm
Tiempo de comandos			
Operación al bit	10 ns	2 ns	1 ns
Operación a la palabra	12 ns	3 ns	2 ns
Operación de coma fija	16 ns	3 ns	2 ns
Operación de coma flotante	64 ns	12 ns	6 ns
Memoria			
Memoria de trabajo	1 Mbyte de programa 5 MBytes de datos	2 Mbyte de programa 8 MBytes de datos	4 Mbyte de programa 20 MBytes de datos
Memoria de carga/masa, máx.	32 GBytes (a través de SIMATIC Memory Card)	32 GBytes (a través de SIMATIC Memory Card)	32 GBytes (a través de SIMATIC Memory Card)
Respaldo, máx.	Programa con SIMATIC Memory Card (no precisa mantenimiento)	Programa con SIMATIC Memory Card (no precisa mantenimiento)	Programa con SIMATIC Memory Card (no precisa mantenimiento)
Perifería			
Área de direcciones E/S, máx.	32/32 kbytes	32/32 kbytes	32/32 kbytes
Memoria imagen del proceso	32 kbytes	32 kbytes	32 kbytes
Canales digitales	262 144	262 144	262 144
Canales analógicos	16 384	16 384	16 384
Centralizada			
• E/S integradas en CPU	No	No	No
• Módulos de E/S conectados a la CPU	Sí	Sí	Sí
Descentralizada			
• Módulos de E/S conectados vía PROFIBUS	Sí	Sí	Sí
• Módulos de E/S conectados vía PROFINET	Sí	Sí	Sí
Marcas, temporizadores, contadores, bloques			
Marcas	16 kbytes	16 kbytes	16 kbytes
Temporizadores S7	2048	2048	2048

Datos técnicos

S7-1500/S7-1500F



CPUs estándar			
	CPU 1516-3 PN/DP	CPU 1517-3 PN/DP	CPU 1518-4 PN/DP
Contadores S7	2048	2048	2048
Temporizadores/contadores IEC	Sí	Sí	Sí
N.º de elementos ¹⁾	6000	10 000	10 000
Bloques de datos Banda numérica	1 - 60999	1 - 60999	1 - 60999
Bloques de datos (tamaño)	5 Mbytes	8 Mbytes	10 Mbytes
Funciones tecnológicas			
Bloques de función cargables	Sí	Sí	Sí
Funciones básicas integradas en la CPU	Sí	Sí	Sí
Módulos especiales enchufables a nivel central	Sí	Sí	Sí
Controlador tecnológico especial	–	–	–
Modo isócrono	Sí	Sí	Sí
IRT	Sí	Sí	Sí
Seguridad/disponibilidad			
Seguridad positiva	–	–	–
Alta disponibilidad	–	–	–
Ingeniería			
Software de configuración/programación	desde versión STEP 7 V12	desde versión STEP 7 V13	desde versión STEP 7 V13 UPD 3
Lenguajes de programación	KOP (LD), FUP (FBD), AWL (IL), S7-SCL (ST), S7-GGRAPH	KOP (LD), FUP (FBD), AWL (IL), S7-SCL (ST), S7-GGRAPH	KOP (LD), FUP (FBD), AWL (IL), S7-SCL (ST), S7-GGRAPH
Comunicación			
PaP	Sí (a través de CM)	Sí (a través de CM)	Sí (a través de CM)
AS-Interface	–	–	–
PROFIBUS	1 x PB	1 x PB	1 x PB
PROFINET IO	1 x (switch de 2 puertos)	1 x (switch de 2 puertos)	1 x (switch de 2 puertos)
Otras opciones integradas	1 x PROFINET, p. ej. para aislamiento de redes	1 x PROFINET, p. ej. para aislamiento de redes	2 x PROFINET, p. ej. para aislamiento de redes
Servidor web	Sí	Sí	Sí
Referencia base 6ES7	516-3AN...	517-3AP...	518-4AP...

¹⁾ Por "elemento" se entienden asimismo UDT, constantes globales, etc.; aparte de bloques como DB, FB y FC.

Datos técnicos

S7-1500/S7-1500F



CPUs compactas		
	CPU 1511C-1 PN	CPU 1512C-1 PN
Tipo	CPU compacta	CPU compacta
Dimensiones	85 x 147 x 129 mm	110 x 147 x 129 mm
Disponibilidad de repuestos tras descatalogación	10 años	10 años
Rango de temperatura	0 ... 60 °C	0 ... 60 °C
Display		
Diagonal de pantalla	3,45 cm	3,45 cm
Tiempo de comandos		
Operación al bit	0,06 µs	0,048 µs
Operación a la palabra	0,072 µs	0,058 µs
Operación de coma fija	0,096 µs	0,077 µs
Operación de coma flotante	0,384 µs	0,307 µs
Memoria		
Memoria de trabajo	175 kbytes de programa 1 MByte de datos	250 kbytes de programa 1 MByte de datos
Memoria de carga/masa, máx.	32 GBytes (a través de SIMATIC Memory Card)	32 GBytes (a través de SIMATIC Memory Card)
Respaldo, máx.	Programa on SIMATIC Memory Card (no precisa mantenimiento)	Programa con SIMATIC Memory Card (no precisa mantenimiento)
Periferia		
Área de direcciones E/S, máx.	32/32 kbytes	32/32 kbytes
Memoria imagen del proceso	32 kbytes	32 kbytes
Canales digitales	262 144	262 144
Canales analógicos	16 384	16 384
Centralizada		
• E/S integradas en CPU	16 DI, 16 DO, 5 AI, 2 AO	32 DI, 32 DO, 5 AI, 2 AO
• Módulos de E/S conectados a la CPU	Sí	Sí
Descentralizada		
• Módulos de E/S conectados vía PROFIBUS	Sí (a través de CM)	Sí (a través de CM)
• Módulos de E/S conectados vía PROFINET	Sí	Sí
Marcas, temporizadores, contadores, bloques		
Marcas	16 kbytes	16 kbytes
Temporizadores S7	2048	2048

Datos técnicos

S7-1500/S7-1500F



CPUs compactas		
	CPU 1511C-1 PN	CPU 1512C-1 PN
Contadores S7	2048	2048
Temporizadores/contadores IEC	Sí	Sí
N.º de elementos ¹⁾	2000	2000
Bloques de datos Banda numérica	1 - 60999	1 - 60999
Bloques de datos (tamaño)	1 Mbyte	1 Mbyte
Funciones tecnológicas		
Bloques de función cargables	Sí	Sí
Funciones básicas integradas en la CPU	Sí	Sí
Módulos especiales enchufables a nivel central	Sí	Sí
Controlador tecnológico especial	–	–
Modo isócrono	Sí	Sí
IRT	Sí	Sí
Seguridad/disponibilidad		
Seguridad positiva	–	–
Alta disponibilidad	–	–
Ingeniería		
Software de configuración/programación	desde versión STEP 7 V13 SP1 UPD 4	desde versión STEP 7 V13 SP1 UPD 4
Lenguajes de programación	KOP (LD), FUP (FBD), AWL (IL), S7-SCL (ST), S7-GRAPH	KOP (LD), FUP (FBD), AWL (IL), S7-SCL (ST), S7-GRAPH
Comunicación		
PaP	Sí (a través de CM)	Sí (a través de CM)
AS-Interface	–	–
PROFIBUS	Sí (a través de CM)	Sí (a través de CM)
PROFINET IO	1 x (switch de 2 puertos)	1 x (switch de 2 puertos)
Otras opciones integradas	–	–
Servidor web	Sí	Sí
Referencia base 6ES7	511-1CK...	512-1CK...

¹⁾ Por "elemento" se entienden asimismo UDT, constantes globales, etc.; aparte de bloques como DB, FB y FC.

Datos técnicos

S7-1500/S7-1500F



CPUs de seguridad			
	CPU 1511F-1 PN	CPU 1513F-1 PN	CPU 1515F-2 PN
Tipo	CPUs de seguridad	CPUs de seguridad	CPUs de seguridad
Dimensiones	35 x 147 x 129 mm	35 x 147 x 129 mm	70 x 147 x 129 mm
Disponibilidad de repuestos tras descatalogación	10 años	10 años	10 años
Rango de temperatura	0 ... 60 °C	0 ... 60 °C	0 ... 60 °C
Display			
Diagonal de pantalla	3,45 cm	3,45 cm	6,1 cm
Tiempo de comandos			
Operación al bit	60 ns	40 ns	30 ns
Operación a la palabra	72 ns	48 ns	36 ns
Operación de coma fija	96 ns	64 ns	48 ns
Operación de coma flotante	384 ns	256 ns	192 ns
Memoria			
Memoria de trabajo	225 kbytes de programa 1 Mbytes de datos	450 kbytes de programa 1,5 Mbytes de datos	750 kbytes de programa 3 Mbytes de datos
Memoria de carga/masa, máx.	32 GBytes (a través de SIMATIC Memory Card)	32 GBytes (a través de SIMATIC Memory Card)	32 GBytes (a través de SIMATIC Memory Card)
Respaldo, máx.	Programa on SIMATIC Memory Card (no precisa mantenimiento)	Programa con SIMATIC Memory Card (no precisa mantenimiento)	Programa con SIMATIC Memory Card (no precisa mantenimiento)
Periferia			
Área de direcciones E/S, máx.	32/32 kbytes	32/32 kbytes	32/32 kbytes
Memoria imagen del proceso	32 kbytes	32 kbytes	32 kbytes
Canales digitales	262 144	262 144	262 144
Canales analógicos	16 384	16 384	16 384
Centralizada			
• E/S integradas en CPU	No	No	No
• Módulos de E/S conectados a la CPU	Sí	Sí	Sí
Descentralizada			
• Módulos de E/S conectados vía PROFIBUS	Sí	Sí	Sí
• Módulos de E/S conectados vía PROFINET	Sí	Sí	Sí
Marcas, temporizadores, contadores, bloques			
Marcas	16 Kbytes	16 Kbytes	16 Kbytes
Temporizadores S7	2048	2048	2048
Contadores S7	2048	2048	2048

Datos técnicos

S7-1500/S7-1500F



CPUs de seguridad			
	CPU 1511F-1 PN	CPU 1513F-1 PN	CPU 1515F-2 PN
Temporizadores/contadores IEC	Sí	Sí	Sí
N.º de elementos ¹⁾	2000	2000	6000
Bloques de datos Banda numérica	1 - 60999	1 - 60999	1 - 60999
Bloques de datos (tamaño)	1 Mbytes	1,5 Mbytes	3 Mbytes
Funciones tecnológicas			
Bloques de función cargables	Sí	Sí	Sí
Funciones básicas integradas en la CPU	Sí	Sí	Sí
Módulos especiales enchufables a nivel central	Sí	Sí	Sí
Controlador tecnológico especial	–	–	–
Modo isócrono	Sí	Sí	Sí
IRT	Sí	Sí	Sí
Seguridad/disponibilidad			
Seguridad/disponibilidad	Sí	Sí	Sí
Alta disponibilidad	–	–	–
Ingeniería			
Software de configuración/ programación	desde versión STEP 7 V12	desde versión STEP 7 V12	desde versión STEP 7 V13
Lenguajes de programación	KOP (LD), FUP (FBD), AWL (IL), S7-SCL (ST), S7-GRAPH	KOP (LD), FUP (FBD), AWL (IL), S7-SCL (ST), S7-GRAPH	KOP (LD), FUP (FBD), AWL (IL), S7-SCL (ST), S7-GRAPH
Comunicación			
PaP	Sí (a través de CM)	Sí (a través de CM)	Sí (a través de CM)
AS-Interface	–	–	–
PROFIBUS	Sí (a través de CM)	Sí (a través de CM)	Sí (a través de CM)
PROFINET IO1 x (switch de 2 puertos)	1 x (switch de 2 puertos)	1 x (switch de 2 puertos)	1 x (switch de 2 puertos)
Otras opciones integradas	–	–	1 x PROFINET, p. ej. para aislamiento de redes
Servidor web	Sí	Sí	Sí
Referencia base 6ES7	511-1FK...	513-1FL...	515-2FM...

¹⁾ Por "elemento" se entienden asimismo UDT, constantes globales, etc.; aparte de bloques como DB, FB y FC.

Datos técnicos

S7-1500/S7-1500F



CPUs de seguridad			
	CPU 1516F-3 PN/DP	CPU 1517F-3 PN/DP	CPU 1518F-4 PN/DP
Tipo	CPUs de seguridad	CPUs de seguridad	CPUs de seguridad
Dimensiones	70 x 147 x 129 mm	175 x 147 x 129 mm	175 x 147 x 129 mm
Disponibilidad de repuestos tras descatalogación	10 años	10 años	10 años
Rango de temperatura	0 ... 60 °C	0 ... 60 °C	0 ... 60 °C
Display			
Diagonal de pantalla	6,1 cm	6,1 cm	6,1 cm
Tiempo de comandos			
Operación al bit	10 ns	2 ns	1 ns
Operación a la palabra	12 ns	3 ns	2 ns
Operación de coma fija	16 ns	3 ns	2 ns
Operación de coma flotante	64 ns	12 ns	6 ns
Memoria			
Memoria de trabajo	1,5 Mbytes de programa 5 Mbytes de datos	3 Mbytes de programa 8 Mbytes de datos	6 Mbyte de programa 20 Mbytes de datos
Memoria de carga/masa, máx.	32 GBytes (a través de SIMATIC Memory Card)	32 GBytes (a través de SIMATIC Memory Card)	32 GBytes (a través de SIMATIC Memory Card)
Respaldo, máx.	Programa on SIMATIC Memory Card (no precisa mantenimiento)	Programa con SIMATIC Memory Card (no precisa mantenimiento)	Programa con SIMATIC Memory Card (no precisa mantenimiento)
Periferia			
Área de direcciones E/S, máx.	32/32 kbytes	32/32 kbytes	32/32 kbytes
Memoria imagen del proceso	32 kbytes	32 kbytes	32 kbytes
Canales digitales	262 144	262 144	262 144
Canales analógicos	16 384	16 384	16 384
Centralizada			
• E/S integradas en CPU	No	No	No
• Módulos de E/S conectados a la CPU	Sí	Sí	Sí
Descentralizada			
• Módulos de E/S conectados vía PROFIBUS	Sí	Sí	Sí
• Módulos de E/S conectados vía PROFINET	Sí	Sí	Sí
Marcas, temporizadores, contadores, bloques			
Marcas	16 Kbytes	16 Kbytes	16 Kbytes
Temporizadores S7	2048	2048	2048
Contadores S7	2048	2048	2048

Datos técnicos

S7-1500/S7-1500F



CPUs de seguridad			
	CPU 1516F-3 PN/DP	CPU 1517F-3 PN/DP	CPU 1518F-4 PN/DP
Temporizadores/contadores IEC	Sí	Sí	Sí
N.º de elementos ¹⁾	6000	10 000	10 000
Bloques de datos Banda numérica	1 - 60999	1 - 60999	1 - 60999
Bloques de datos (tamaño)	5 Mbytes	8 Mbytes	10 Mbytes
Funciones tecnológicas			
Bloques de función cargables	Sí	Sí	Sí
Funciones básicas integradas en la CPU	Sí	Sí	Sí
Módulos especiales enchufables a nivel central	Sí	Sí	Sí
Controlador tecnológico especial	–	–	–
Modo isócrono	Sí	Sí	Sí
IRT	Sí	Sí	Sí
Seguridad/disponibilidad			
Seguridad/disponibilidad	Sí	Sí	Sí
Alta disponibilidad	–	–	–
Ingeniería			
Software de configuración/programación	desde versión STEP 7 V12	desde versión STEP 7 V13	desde versión STEP 7 V13 UPD 3
Lenguajes de programación	KOP (LD), FUP (FBD), AWL (IL), S7-SCL (ST), S7-GRAPH	KOP (LD), FUP (FBD), AWL (IL), S7-SCL (ST), S7-GRAPH	KOP (LD), FUP (FBD), AWL (IL), S7-SCL (ST), S7-GRAPH
Comunicación			
PaP	Sí (a través de CM)	Sí (a través de CM)	Sí (a través de CM)
AS-Interface	–	–	–
PROFIBUS	1 x PB	1 x PB	1 x PB
PROFINET IO1 x (switch de 2 puertos)	1 x (switch de 2 puertos)	1 x (switch de 2 puertos)	1 x (switch de 2 puertos)
Otras opciones integradas	1 x PROFINET, p. ej. para aislamiento de redes	1 x PROFINET, p. ej. para aislamiento de redes	2 x PROFINET, p. ej. para aislamiento de redes
Servidor web	Sí	Sí	Sí
Referencia base 6ES7	516-3FN...	517-3FP...	518-4FP...

¹⁾ Por "elemento" se entienden asimismo UDT, constantes globales, etc.; aparte de bloques como DB, FB y FC.

Datos técnicos

S7-1500/S7-1500F



Este folleto contiene descripciones o prestaciones que, en el caso de aplicación concreto, pueden no coincidir exactamente con lo descrito, o bien haber sido modificadas como consecuencia de un ulterior desarrollo del producto. Por ello, la presencia de las prestaciones deseadas sólo será vinculante si se ha estipulado expresamente al concluir el contrato. Reservada la posibilidad de suministro y modificaciones técnicas.

Todas las designaciones de productos pueden ser marcas o nombres de productos de Siemens AG o de subcontratistas suyos, cuyo uso por terceros puede violar los derechos de sus titulares.