



UNAP



**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

EXAMEN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

PRESENTADO POR:

EDMAR LAING TAFUR MOREY

ASESOR

Ing. ALFONSO MIGUEL RÍOS CACHIQUE, Mgr.

IQUITOS, PERÚ

2022



UNAP

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Escuela Profesional de
Ingeniería en Industrias Alimentarias

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DEL EXAMEN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL N° 023-
CGT-FIA-UNAP-2022**

En Iquitos, en las instalaciones del laboratorio de ingeniería, ubicado en la Planta Piloto, sito Av. Freyre N° 610, a los 11 días del mes de mayo de 2022, a horas.....13:00....., se dió inicio a la sustentación pública del informe del examen de suficiencia profesional titulado; **"AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA"** presentado por el (la) Bachiller **EDMAR LAING TAFUR MOREY**; para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) en Industrias Alimentarias, que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante Resolución Decanal N° 0179-FIA-UNAP-2022 del 02 de mayo de 2022, está integrado por:

Ing. CARLOS ANTONIO LI LOO KUNG, Dr.
Ing. JORGE LUIS CARRANZA GONZALES, Mtro.
Ing. GIORGIO SERGIO URRO RODRIGUEZ, Mtro.

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: ACERTADAMENTE...

El Jurado después de las deliberaciones correspondientes, llego a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y el examen de suficiencia profesional, según promedio final, ha sido: APROBADO..... con la calificación BUENA (16).....

Estando el (la) bachiller apto(a) para obtener el Título Profesional de Ingeniero(a) en Industrias Alimentarias, Siendo las 17:50..... se dió por terminado el acto de sustentación.

Presidente

Ing. CARLOS ANTONIO LI LOO KUNG, Dr.
CIP: 75104

Miembro

Ing. JORGE LUIS CARRANZA GONZALES, Mtro.
CIP: 71113

Miembro

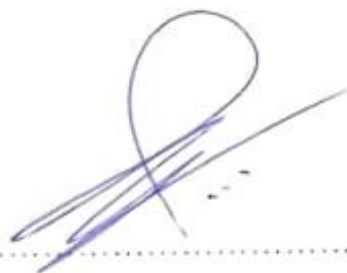
Ing. GIORGIO SERGIO URRO RODRIGUEZ, Mtro.
CIP: 78406

Asesor

Ing. ALFONSO MIGUEL RIOS CACHIQUE, Mgr.
CIP: 211418

MIEMBROS DEL JURADO

Examen de suficiencia profesional aprobada en sustentación pública en la ciudad de Iquitos en las instalaciones del laboratorio de ingeniería de alimentos - planta piloto de la universidad nacional de la amazonia peruana, llevando a cabo el día 11 de mayo del 2022, siendo las 17:00 horas del día miércoles, siendo los miembros del jurado calificador los abajo firmantes



ING. CARLOS ANTONIO LI LOO KUNG, Dr

presidente



ING. JORGE LUIS CARRANZA GONZALES, Mtro.

Miembro



ING. GIORGIO SERGIO URRO RODRIGUEZ, Mtro

Miembro

DEDICATORIA

Este presente trabajo se la dedico a mi querida madre Ivone Morey Rodríguez, ya que nunca dejó de creer en mí, y a mi amada hija Lubiana Ximena Tafur Saavedra que es el impulso y mi motivación para salir adelante en mi vida cotidiana.

Edmar Tafur Morey

AGRADECIMIENTO

Ante todo, a Dios por darme la fortaleza y la sabiduría para concluir mis estudios satisfactoriamente.

A cada uno de mis docentes que me brindaron los conocimientos y sabios consejos que hoy en día me fueron y será de mucha utilidad en mi formación profesional.

A mi alma mater, (UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA), por abrirme sus puertas para mi formación académica y profesional.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
ACTA DE EXAMEN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	ii
MIEMBROS DEL JURADO	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
INDICE GENERAL	vi
INDICE DE FIGURAS	viii
ABREVIATURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCION	1
CAPITULO I	2
1.1 MARCO TEORICO	2
1.1.1 DEFINICION DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL	2
1.1.2 BENEFICIOS O VENTAJAS DE LA AUTOMATIZACION	3
1.1.3 DESVENTAJAS DE LA AUTOMATIZACION	4
1.1.4 ANTECEDENTES	5
1.1.5 FASES PARA LA PUESTA EN MARCHA DE UN PROYECTO DE AUTOMATIZACIÓN	8
1.1.6 SISTEMAS AUTOMATIZADOS	9
1.1.7 TIPOS DE TECNOLOGIAS DE AUTOMATIZACION	10
1.1.8 ELEMENTOS QUE FORMAN PARTE DE UN PROCESOS DE AUTOMATIZACION	12
1.1.9 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)	13
2 ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES	14
2.1 ENTRADAS Y SALIDAS ANALÓGICAS	14
2.2 SISTEMAS DE CONTROL	14
2.3 SISTEMAS DE CONTROL DE LAZO ABIERTO (OPEN LOOP)	15

2.3.1 SISTEMAS DE CONTROL DE LAZO CERRADO (FEEDBACK)	15
2.3.2 METODOS DE CONTROL	17
2.4 MÉTODOS DE CONTROL CLÁSICO	17
2.4.2 METODOS DE CONTROL MODERNO	19
2.5 SISTEMA DE CONTROL CON REALIMENTACION DE ESTADO	20
2.6 MÉTODOS DE CONTROL AVANZADO	20
2.6.1 LA AUTOMATIZACIÓN EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS	21
2.6.2 AUTOMATIZACIÓN EN EL DESARROLLO DE PRODUCTOS	21
2.6.3 SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN ACTUALES	22
2.6.4 SISTEMAS QUE SE UTILIZAN EN LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL	23
3.APLICACIONES DEL SISTEMA SCADA EN LA INDUSTRIA	23
3.1 COMPONENTES DEL SISTEMA SCADA	24
3.2SISTEMAS AUTOMATIZADOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.	25
3.2.1 DIAGRAMA DE UN SISTEMA AUTOMATICO PARA LA PASTEURIZACION DE FLUIDOS	25
3.2.2 PRODUCCIÓN SIN REGISTRADOR DE TEMPERATURA	26
3.2.3 PRODUCCIÓN CON REGISTRADOR DE TEMPERATURA	26
II CONCLUSIONES	27
III RECOMENDACIONES	28
IV FUENTES DE INFORMACION	29

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: PROCESO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL	02
FIGURA 2: AUTOMATIZACION INDUSTRIAL.	05
FIGURA 3: PIRÁMIDE CIM (SCADA SYSTEM <i>DESIGN</i> : A PROPOSAL FOR OPTIMIZING A PRODUCTION LINE).	07
FIGURA 4: DISEÑO PARA REALIZAR UNA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL.	08
FIGURA 5: DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA ETAPA DE LAMINADO EN LA FABRICACIÓN DE LA PASTA WANTAN EN LA EMPRESA YUC WA	09
FIGURA 6: CONTROLADOR	
FIGURA 7: CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE	13
FIGURA 8: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE LAZO ABIERTO.	15
FIGURA 9: DISEÑO DE UN CONTROLADOR DE LAZO CERRADO	16
FIGURA 10: DISEÑO DE UN CONTROLADOR CON ALIMENTATION NEGATIVA.	16
FIGURA 11: CONTROLADORES CLÁSICOS.	18
FIGURA 12: ESQUEMA DE UN CONTROLADOR ANTICIPATORIO	19
FIGURA 13: ESQUEMA DE UN CONTROLADOR CON ALIMENTACIÓN DE ESTADO.	20
FIGURA 14: ESQUEMA DE UN CONTROLADOR DIFUSO.	21
FIGURA 15: DISEÑO DE UN ESQUEMA DE PLC ACTUAL.	22
FIGURA 16: SISTEMA SCDA	23
FIGURA 17: COMPONENTES DEL SISTEMA SCADA	24

FIGURA 18: DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE CONTROL Y REGISTRO DE TEMPERATURA PARA EL PROCESO DE PASTEURIZACIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA. **25**

ABREVIATURAS

PLC	: Programador Lógico de Control.
SCADA	: Control con supervisión y Adquisición de Datos.
CIM	: Computer Integrated Manufacturing.
CAD	: Diseño Asistido por Computadora.
RAM	: Random Access Memory.
CAM	: Computer Aided Manufacturing.
RTU	: Remote Terminal Units.
CAE	: Computer Aided Engineering.

RESUMEN

Este trabajo aborda el tema de la automatización de procesos en la industria alimentaria, debido a que los avances tecnológicos y las exigencias de calidad son cada vez más rigurosas, es por eso que las empresas hoy en día, se ven obligadas a realizar grandes cambios para cubrir la demanda de productos, a su vez agilizar los procesos de producción en grandes volúmenes.

El objetivo principal de la automatización es realizar trabajos que el ser humano no puede realizar a gran velocidad y producir grandes cantidades en un corto tiempo, a su vez reducir las cargas laborales.

La automatización en la industria de alimentos son un conjunto de diferentes tecnologías que van de la mano para poder concretizarlo de manera eficiente y llevar a cabo lo planeado con éxito para en las empresas.

La optimización y los métodos de mejora continua están siendo una herramienta primordial en todo proceso de automatización industrial.

Palabras clave: Automatización Industrial, PLC, Procesos, SCADA, Optimización.

ABSTRACT

This work addresses the issue of process automation in the food industry, because technological advances and quality requirements are increasingly rigorous, that is why companies today are forced to make major changes to meet the demand for products, in turn streamline production processes in large volumes.

The main goal of automation is to perform work that humans cannot perform at high speed and produce large quantities in a short time, in turn reducing workloads.

Automation in the food industry is a set of different technologies that go hand in hand to be able to concretize it efficiently and carry out what is planned successfully for companies.

Optimization and continuous improvement methods are being a primary tool in any industrial automation process.

Keywords: Industrial Automation, PLC, Processes, SCADA, Optimization.

INTRODUCCION

Los procesos automatizados en la industria de alimentos se han convertido en una necesidad indispensable, ya que es de gran importancia para las empresas, cuyo objetivo es producir grandes volúmenes en el menor tiempo posible con el fin de disminuir los riesgos en las líneas de producción, reducir costos en la producción y garantizar la calidad.

Hoy en día la competitividad exige a las empresas a incorporar sistemas de automatización para que puedan supervisar, controlar y optimizar las operaciones en las plantas industriales.

Dentro del campo de la industria alimentaria, la automatización se ha convertido en una herramienta sumamente indispensable para ser competitivos en el mercado globalizado.

El objetivo de esta redacción bibliográfica es conocer las ventajas que nos ofrece la automatización en la industria alimentaria ya que es importante dentro de nuestra formación como profesionales en este campo, como también conocer algunos antecedentes históricos, conocer los distintos tipos de tecnología para su implementación en la industria de alimentos y describir los distintos tipos de sistemas de fabricación y sus disposiciones en planta (Garcia Moreno, 1999).

CAPITULO I

1.1 MARCO TEORICO

1.1.1 Definición de automatización industrial

La automatización industrial consiste en un conjunto de herramientas combinadas con el fin de mejorar e impulsar la producción, además de aumentar la distribución y comercialización en las industrias. Hoy en día se ha convertido en parte indispensable de la fabricación de productos de alta calidad en tiempo récord.

En conjunto, se podría definir como la aplicación de diferentes tecnologías y maquinas con el fin de reducir el tiempo de fabricación de los productos y las cargas laborales, pues se pretende conseguir una mínima participación humana, todo esto con un menor margen de error (Gordo Martin, 2022).

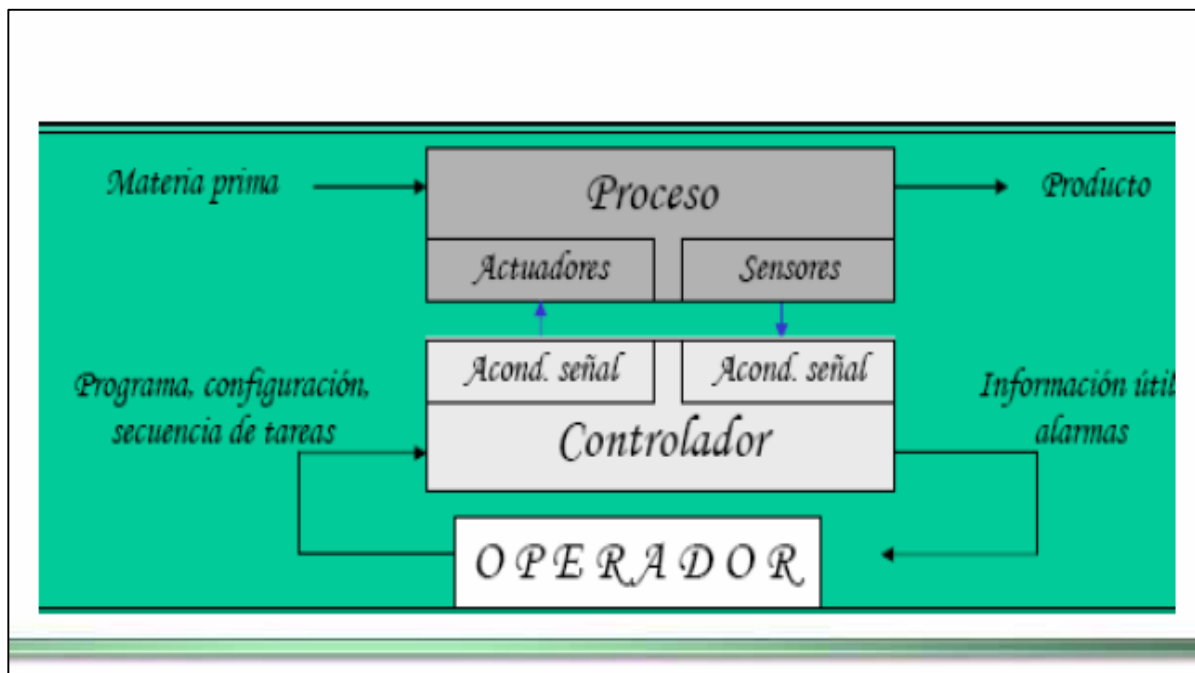


FIGURA 1: proceso de automatización Industrial

FUENTE: RUEDAS, 2008.

1.1.2 Beneficios o ventajas de la automatización

- Además de ampliar la producción de las fábricas, conseguir que esta producción sea de la mayor calidad posible y sin fallos.
- La automatización es un proceso computarizado por lo que no sería necesario parar, permitiendo mantener la fabricación durante todo el día sin interrupciones.
- Conseguir reducir el tiempo de fabricación de los productos, los costes de materiales, aprovechando mejor las cantidades disponibles, y la mano de obra, lo que produce un ahorro económico final.
- Realizar actividades que para los humanos podrían ser de alto riesgo, mientras que para las maquinas no (Gordo Martin, 2022).
- Productividad: El incremento en la velocidad de producción, la reducción de la intervención humana y el uso más eficiente de las máquinas y materiales hacen posible el logro de un importante incremento en la razón de producción.
- Calidad: La utilización de mejores equipos y herramientas, así como un eficiente control computarizado hacen que los procesos de producción se acerquen cada vez más a los niveles de calidad fijados por el consumidor. Con la utilización de máquinas automáticas, la variabilidad es reducida significativamente.
- Eliminación de la intervención humana en las líneas de producción: como es claro en lo apuntado anteriormente, lo que se persigue con la automatización por aplicación directa es una mínima intervención humana en la ejecución y control de las actividades que componen el sistema de producción. En aplicaciones indirectas, esta intervención es reducida, pues se necesita menos personal técnico. Desde el punto de vista técnico esto es una enorme ventaja ya que el ser humano es el principal causante de la variación en las líneas de producción. Reducir y en muchos casos eliminar la intervención humana en las actividades de producción es el mejor medio para alcanzar los niveles de producción y calidad necesarios para competir en los mercados no tradicionales, sin embargo, el desplazamiento del hombre por la maquina es un tema digno de ser discutido (Acuña Acuña, 2010).
- Eliminación de la intervención humana en ambientes insalubres o peligrosos para la salud.
- La aplicación de robots y de procesos automatizados a estos ambientes, permite el desarrollo más eficiente y sin riesgo de operaciones que, por su naturaleza son altamente peligrosas (Acuña Acuña, 2010).
- Eficiencia en el manejo de materiales.
- Al cuantificar el tiempo de permanencia de materias primas y productos dentro de las líneas de producción, es fácil darse cuenta que más del 60% del tiempo total de fabricación, pertenece a labores de manejo de materiales con sistemas computarizados de manejo de materiales y líneas de transferencia, los materiales y los productos semielaborados van a fluir a través del proceso en una forma más ágil y eficiente, reduciéndose

considerablemente el tiempo total de fabricación y cantidad de inventario en proceso (Acuña Acuña, 2010).

- Reducción del tiempo de preparación de máquina.
- Otra de las actividades que consume un tiempo considerable es la preparación de la máquina para producir. En aquellos casos en los que se produce una gran gama de productos. Con sistemas computarizados estas operaciones pueden ser ejecutadas fuera de las líneas de producción, con la siguiente reducción en el tiempo del proceso.

1.1.3 desventajas de la automatización.

Por su puesto que un proceso de esta naturaleza implica importantes cambios, que en su mayoría afectan el desarrollo de la sociedad productiva de un país.

tres de estas desventajas son:

- Desempleo: el hecho de usar mejores maquinas en los procesos con poca intervención humana, conlleva a una elevación de la tasa de desempleo, si el proceso de automatización se realiza de una forma desorganizada y no planificada. Con la aplicación de la computadora a la programación y control de producción se origina desempleo de personal técnico (Acuña Acuña, 2010).
- Relegación del ser humano por la maquina: este es un tema sobre el que se puede discutir a fondo, pues es un hecho que la sustitución de la mano de obra por máquinas, de alguna manera significa un desplazamiento laboral del ser humano. Esta relegación puede ser positiva cuando se tratan de actividades muy monótonas o riesgosas, pero también puede tener consecuencias funestas. Si el sistema de automatización no se planifica y si no se buscan nuevas opciones de empleo donde el hombre sea contratado no solo para el trabajo físico, si no aún más importante para su desarrollo intelectual (Acuña Acuña, 2010).
- Reducción del poder de compra: al desarrollar más y mejores productos, el mercado estará saturado de productos que en su mayoría van a incitar al consumismo y a una ardua lucha entre industriales de la misma rama para abarcar mercados. La decisión de compra por parte del consumidor se basará fundamentalmente en el precio, pues un alto nivel de calidad será un objetivo cumplido por parte de las organizaciones.

Estas ventajas y desventajas permiten observar que este es un proceso que debe ser desarrollado en forma lenta y cuidadosamente planificado, con el fin de lograr los más altos beneficios que el cambio provoque (Acuña Acuña, 2010).

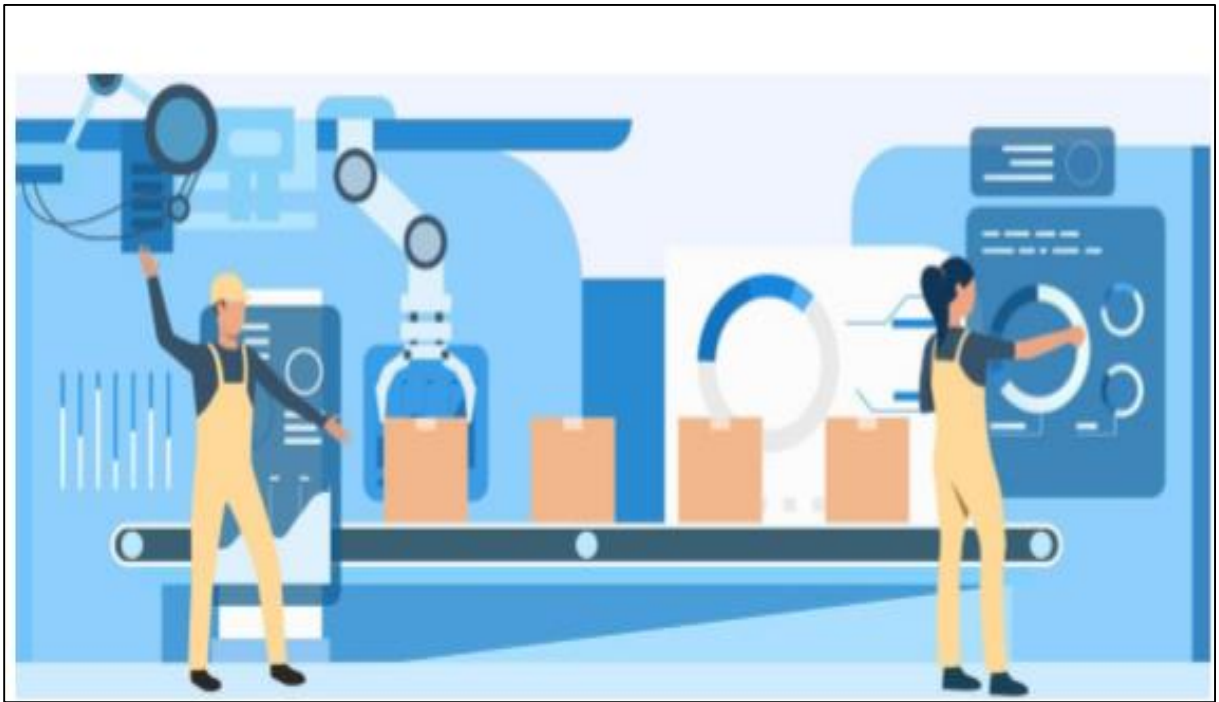


FIGURA 2: AUTOMATIZACION INDUSTRIAL.

FUENTE: (Gordo Martin, 2022)

1.1.4 ANTECEDENTES

Las empresas de manufactura enfrentan un entorno cambiante hoy día, sobre todo, experimentan presión en cuanto a los tiempos de salida al mercado de nuevos productos, en donde la tecnología se va incrementando y de paso la competencia. Por lo que una de las estrategias que se deben plantear al interior de las empresas debería centrarse en cómo mantener ese ímpetu competitivo, con el fin de volverse negocios altamente exitosos, ya sea a través de la fabricación de nuevos productos o innovar a partir de otros. Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito y basado en la naturaleza del comportamiento del mercado, se describen algunos de los componentes relevantes para las organizaciones a tener en cuenta: Tener una comunicación entre los diversos niveles de la empresa; Incorporación de capital humano; Proporcionar tolerancia a fallos a aquellos subsistemas, los cuales posibiliten detección de fallos y recuperación de estos, con el fin de minimizar el impacto negativo que se puedan llegar a presentar en el ambiente de trabajo; E Incorporar a los sistemas la capacidad de ser reconfigurables, ágiles y escalables (Mejía Neira, 2019).

En el inicio de la era de la automatización industrial, el diseño de sistemas automáticos para el control de procesos se caracterizaba por el diseño de una arquitectura centralizada y jerárquica, basado en controladores lógicos programables o PLC (Programmable Logic Controller, por sus siglas en inglés) donde se tenía el control de todo el proceso. Sin embargo, con el pasar del tiempo y la aparición de nuevas y mejoradas tecnologías y herramientas han permitido que este tipo de diseño hayan sido mejorados en favor de tener sistemas más robustos y dinámicos, como lo son los sistemas holónicos, donde cada uno de los componentes tienen funciones definidas en pro del funcionamiento del sistema, facilitando la dinámica de interacción entre ellos y el proceso (papp & flammini, 2018).

La necesidad de tener un mejoramiento en la calidad de la producción, así como el incremento de ésta, hizo que muchas de las empresas invirtieran en procesos que le permitieran tener un perfeccionamiento en cuanto a los procesos de manufactura, ya que pasaron de ser una simple línea de producción a una completa comunicación entre los procesos de niveles de campo y administrativos. Es ahí cuando aparece la manufactura integrada por computador o CIM (Computer Integrated Manufacturing, por sus siglas en inglés), como una de las primeras aplicaciones de las tecnologías de la información, en la que se presenta una revolución en la gestión de los procesos llevados a cabo en las industrias. Sin embargo, al comienzo de este modelo y el poco conocimiento que se tenía acerca de las tecnologías de la información, se pensaba que las empresas tendrían sus procesos automatizados, por lo que estarían desiertas y no habría necesidad del recurso humano para ejecutar los trabajos (Gopalakrishnan & Biswal, 2014).

El modelo CIM consiste en la integración de computadoras y redes de comunicación, que constituyen un sistema de producción integrado; aunque éste prometía ser una herramienta poderosa para la implementación en la industria, debido a que esto suponía una mejora en los procesos de producción, tuvo dificultades en cuanto a la gestión de una interfaz que habilitara la comunicación de manera eficiente entre diversos puntos en todo el proceso de automatización (Valilai, 2018).

Con lo que se dio paso a la evolución de nuevos paradigmas que ayudaran a resolver este problema, como lo fueron en su momento los procesos de manufactura ágil, ingeniería concurrente, sistemas de gestión de calidad (Brandl, 2018).

Los sistemas de automatización, se representan por la pirámide CIM, la cual permite visualizar la estructura jerárquica los sistemas y dispositivos que integran cada uno de los niveles en automatización industrial, que son: los sistemas de planificación de recursos empresariales-ERP (Enterprise Resource Planning, por sus siglas en inglés (Pinto & Grandón, 2017).

Los sistemas de ejecución de fabricación-MES (Manufacturing Execution Systems, por sus siglas en inglés) y piso de planta, donde se encuentran los dispositivos de campo y los sistemas de control (Cherif, 2016).

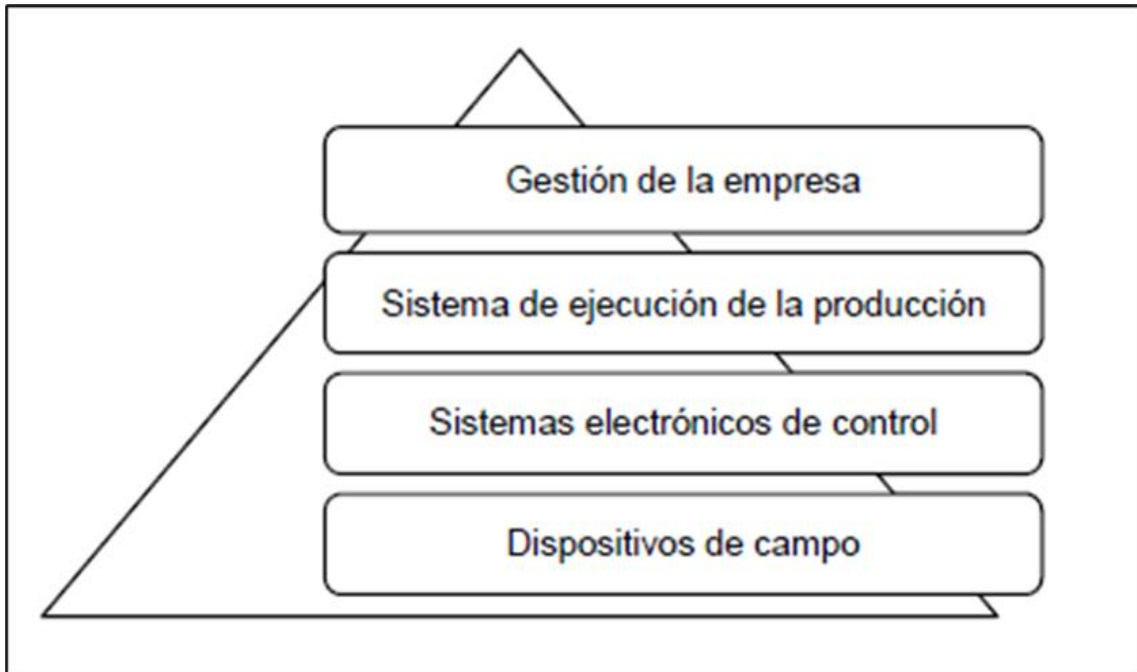


FIGURA 3: Pirámide CIM (SCADA System *design*: A proposal for optimizing a production line).

FUENTE: (Benitez, 2016).

1.1.5 Fases para la puesta en marcha de un proyecto de automatización

Existen complejos procesos de automatización que requieren de la colaboración entre los diversos departamentos de una empresa (gestión, logística, automatización, distribución, etc.). En esta sección se enfoca el problema en concreto en la parte de automatización, desde el punto de vista del trabajo que debe realizar el ingeniero/ingeniera técnica. El marco metodológico consta de las fases siguientes, que el operario debe realizar: (Ponsa, 2009).

- Automatización
- Supervisión
- Interacción
- Implementación
- Pruebas:

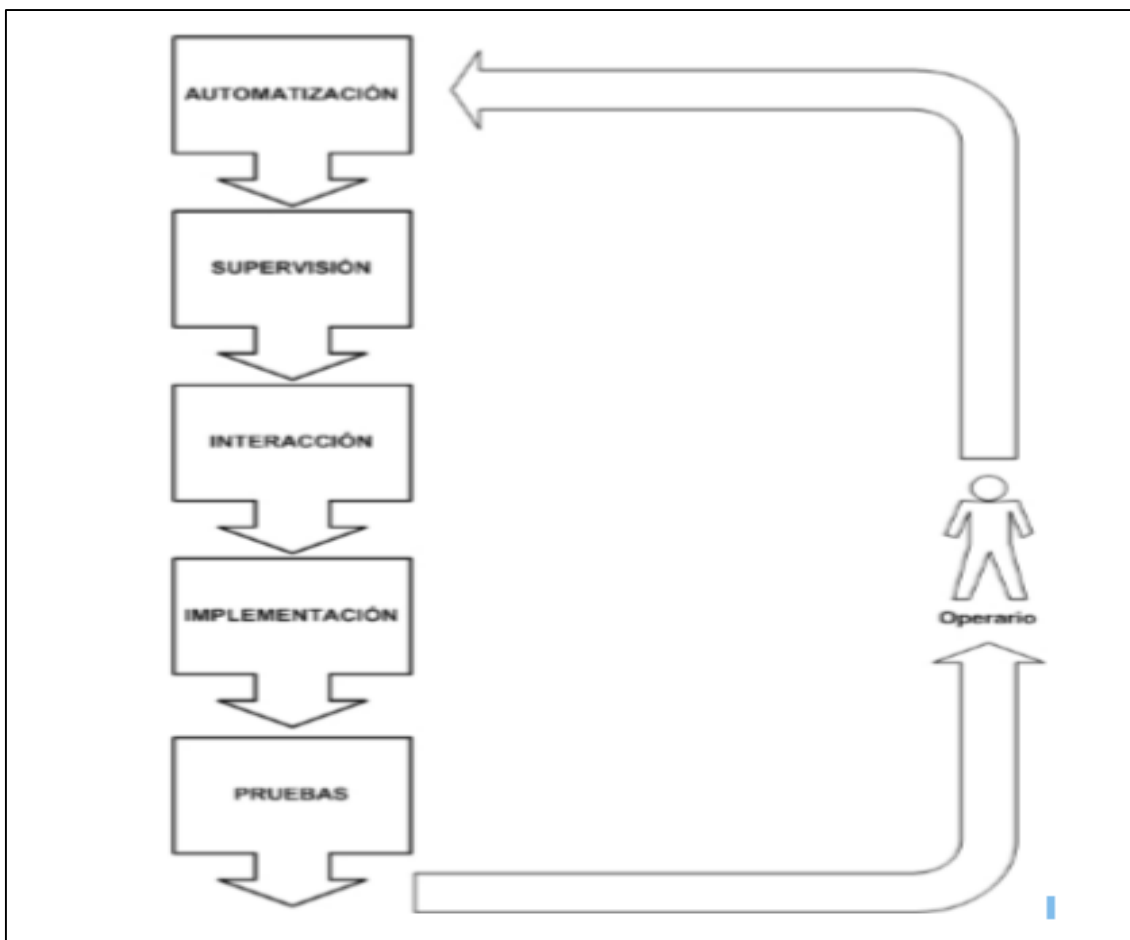


FIGURA 4: Diseño para realizar una automatización industrial.

FUENTE: (Ponsa, 2009)

1.1.6 SISTEMAS AUTOMATIZADOS

Conjunto de equipos, sistemas de información, y procedimientos que permiten un desempeño independiente del proceso, a través de operaciones de control y supervisión (ALVEAR CHING, 2018).

un sistema de automatización provee una interface entre el hombre y el proceso, el tipo de proceso a desarrollar será quien defina el sistema de automatización que se va a usar. La automatización tiene que ser considerada como una herramienta para el personal u operarios, ya que se quiere tener un trabajo más eficiente; se debe tener en conocimiento que el operario es quien conoce el proceso, mientras que el personal que diseña e instala el sistema de automatización solo le da facilidades técnicas para producir más y tener una mejor producción. Por tanto, se entenderá que el operador especializado en un proceso, será quien dicte las pautas de comportamiento y acción al sistema de automatización, que rige el proceso en cuestión (ALVEAR CHING, 2018).

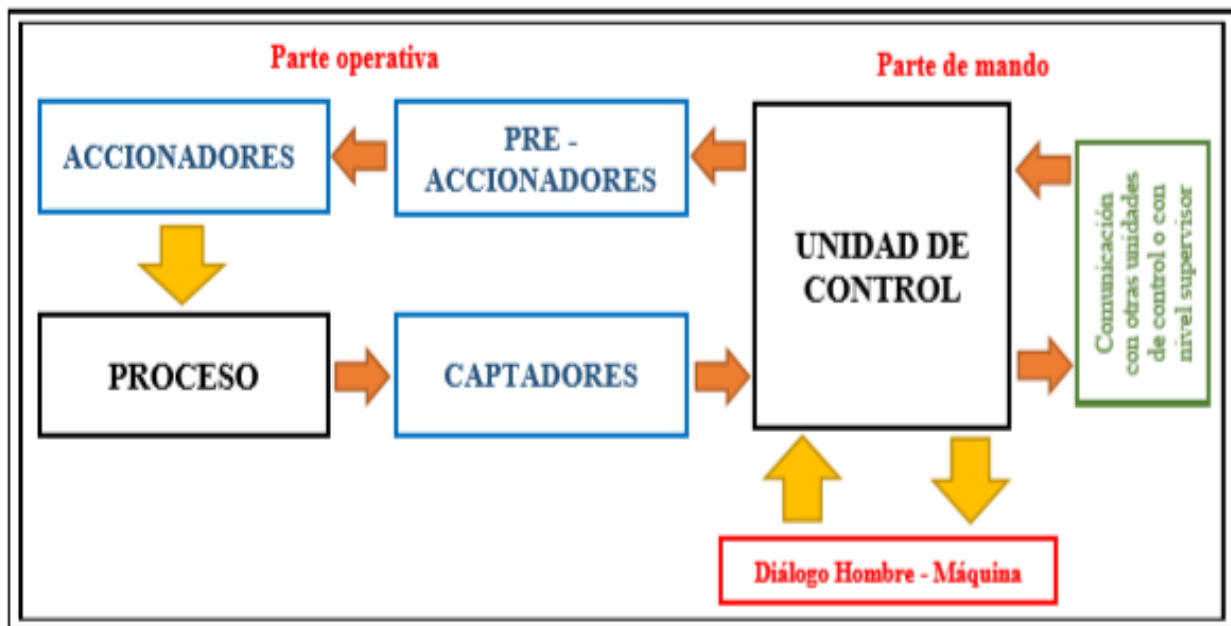


FIGURA 5: Diseño de un Sistema automatizado para mejorar la productividad en la etapa de laminado en la fabricación de la pasta wantan en la empresa yuc wa.

FUENTE: (ALVEAR CHING, 2018).

1.1.7 TIPOS DE TECNOLOGIAS DE AUTOMATIZACION.

Este tipo de tecnología nos permite el diseño, planificación y control de procesos. La primera de estas es CAD (Diseño Asistido por Computadora), este método nos permite un diseño aproximado de la pieza real. Una vez diseñada en CAD sufre una serie de pruebas en simulación mediante las tecnologías CAE (Ingeniería Asistida por Computadora). Finalmente, mediante la tecnología CIM (Manufactura integrada por Computadora), hace posible una gestión y planificación de la información.

- **CAD:** esta tecnología realiza un boceto a escala real de lo que será el producto acabado, existen diversas conceptualizaciones sobre el funcionamiento de la tecnología CAD.

Metodología implicada en la utilización de los sistemas informáticos para realizar tareas de creación, modificación, análisis y optimización de un diseño. En resumen, el objetivo principal que se busca es la definición de la geometría de la pieza. Los sistemas CAD están compuestos de los siguientes elementos y técnicas que aumentan sus virtudes dentro del sistema de producción.

Modelado geométrico: Consiste en un conjunto de técnicas cuyo objetivo es la representación de entidades geométricas.

Técnicas de visualización: Son los elementos esenciales para la generación de las imágenes del modelo.

Técnicas de interacción gráfica: Constituyen el elemento soporte para la entrada de la información geométrica en el sistema.

Interfaz de usuario: Permite la interacción con el elemento de diseño.

Base de datos: Es el elemento encargado de almacenar toda la información generada por el modelo. Entre los datos más destacados que almacena son los datos de diseño sobre la pieza, los resultados de los análisis que se realicen.

Métodos numéricos: Forman la base para los métodos de cálculo utilizado en los sistemas CAD.

Elementos de fabricación: Está constituido por todo el conjunto de maquinaria destinada a los procesos de fabricación.

Elementos de comunicación: Es necesaria la implementación de un conjunto de dispositivos que permitan la comunicación entre diversos sistemas con tecnología CAD.

- **CAM:** esta tecnología está íntimamente relacionada con la tecnología CAD. CAM, es una tecnología consistente en la utilización de sistemas informáticos para realizar la planificación, gestión y control de procesos en una planta de fabricación. Estas aplicaciones tienen distintas funciones, destacando la programación de robots que operan en celdas de fabricación escogiendo y seleccionando herramientas.

El elemento más importante de las aplicaciones CAM son las interfaces, que pueden ser de dos tipos:

Interfaz Directa: Esta constituida por aplicaciones en las cuales el PC se conecta directamente al proceso de producción con el objetivo de realizar tareas de supervisión y control.

Interfaz Indirecta: El ordenador funciona como un elemento de ayuda del proceso, sin llegar a interactuar con el directamente.

- **CAE:** Esta tecnología se conceptualiza como la encargada de utilizar sistemas informáticos para realizar los estudios de las geometrías generadas por los sistemas CAD. CAE dota al diseñador de la capacidad de simular y estudiar el comportamiento del producto para refinar aquellos aspectos que sean grandes deficiencias. Dentro de las tecnologías CAE, las más utilizadas son los elementos finitos. Esta técnica matemática permite profundizar en del comportamiento de tensiones, deformaciones, transmisión de calor, distribución de campos magnéticos, flujo de fluidos o cualquier otra característica del producto.

características de la tecnología CAE.

- Desarrollo del modelo, definición e integración de los subsistemas, gestión de las librerías de modelos de los subsistemas.
- Análisis de datos, gestión del modelo y construcción a partir de los datos.
- Identificación del sistema.
- Simulación.
- Diseño de Control y procesamiento de señal.
- Optimización.

1.1.8 ELEMENTOS QUE FORMAN PARTE DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACION

- **Controladores**

Es aquel instrumento que tiene como finalidad compara el valor medido con el valor deseado, con los datos obtenidos de comparación calcula un error (diferencia entre valor medido y deseado), con la finalidad de corregir el error. Tiene como función elaborar la señal de control para que la variable controlada corresponda a la señal de referencia (Piedrafita Moreno, 2004).

Los controladores pueden ser de tipo manual, neumático, electrónico; los controladores electrónicos más usados son: computadoras con tarjetas de adquisición de datos, PLC (controladores lógicos programables), microcontroladores (PIC) (Piedrafita Moreno, 2004).

El tipo de controlador más común es el PLC, el cual es un equipo electrónico basado en microprocesadores, hace uso de memorias programables y regrabables (RAM), en donde se almacenan instrucciones a manera de algoritmos que van a permitir seguir una lógica de control. Contiene interface que le permiten manejar gran número de entradas y salidas tanto analógicas como digitales (Piedrafita Moreno, 2004).



FIGURA 6: Controlador

FUENTE: (ALVEAR CHING, 2018)

1.1.9 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

Un controlador lógico programable (Programmable Logic Controller PLC) es un dispositivo operado digitalmente, que usa una memoria para el almacenamiento interno de instrucciones con el fin de implementar funciones específicas, tales como lógica, secuenciación, registro y control de tiempos, conteo y operaciones aritméticas, para controlar a través de entradas/salidas digitales o analógicas, varios tipos de máquinas o procesos. Los PLC's operan de manera secuencial y cíclica, es decir, una vez finalizado el recorrido completo de un programa, comienza a ejecutar su primera instrucción (ALVEAR CHING, 2018)

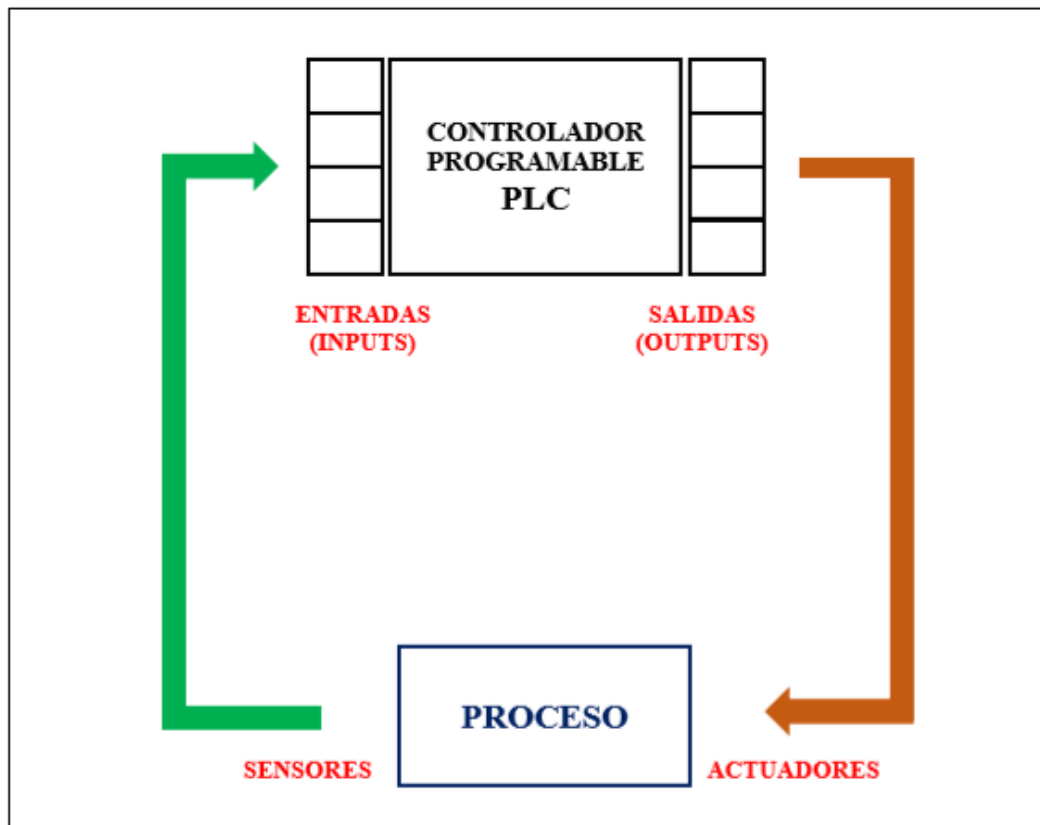


FIGURA 7: Controlador Lógico Programable.

FUENTE: (ALVEAR CHING, 2018)

2. ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES

Los módulos de entradas y salidas digitales permiten conectar al autómata captadores (sensores) de tipo todo o nada. El cable de señal del captador se conecta a una vía de entrada del módulo. El módulo se encarga de convertir la señal que entra por la vía en una señal que es cero o uno en un bit interno de la memoria del módulo. Cada ciclo de autómata, la unidad central lee los bits de los módulos y vuelca su valor en los objetos del lenguaje del autómata conocido como entradas digitales (Piedrafita Moreno, 2004).

Los módulos de entradas y salidas digitales trabajan con señales de tensión, por ejemplo, cuando por una vía llegan 24 voltios se interpreta como un 1 y cuando llegan cero voltios se interpreta como un 0. Los módulos de entrada y salidas digitales se caracterizan por el nivel de tensión que interpretan como "uno". Los niveles de tensión estándar son 24 voltios C.C., 110 VCA, 220 VCA (Piedrafita Moreno, 2004).

2.1 ENTRADAS Y SALIDAS ANALÓGICAS

Los módulos de entradas analógicas permiten que los autómatas programables trabajen con accionadores de mando analógico y lean señales de tipo analógico. Estos módulos son la interfaz para que el autómata pueda controlar procesos continuos como son temperatura, presión, caudal, etc (Piedrafita Moreno, 2004).

Los módulos de salida analógica permiten que el valor de una variable numérica interna del autómata se convierta en tensión o intensidad. Esta tensión o intensidad puede servir de referencia de mando para actuadores que admitan mando analógico, como pueden ser los variadores de velocidad, las etapas de tiristores de los hornos, reguladores de temperatura, reguladores de caudal, etc., permitiendo al autómata realizar funciones de regulación y control de procesos continuos (Piedrafita Moreno, 2004).

2.2 SISTEMAS DE CONTROL

los sistemas de control pueden emplear o no, información acerca de la planta, a fin de elaborar o no, estrategias de supervisión y control, se cuenta con dos tipos de sistemas de control: de lazo abierto y de lazo cerrado.

2.3 SISTEMAS DE CONTROL DE LAZO ABIERTO (OPEN LOOP)

Un sistema de control de lazo abierto es aquel en el cual no existe realimentación, del proceso al controlador.

Algunos ejemplos de este tipo de control están dados en los hornos, lavadoras, licuadoras, batidoras, etc. Su principal ventaja consiste en su facilidad para implementar, además son económicos, simples, y de fácil mantenimiento. Sus desventajas consisten en que no son exactos, no corrigen los errores que se presentan, su desempeño depende de la calibración inicial (diaz, 2003).

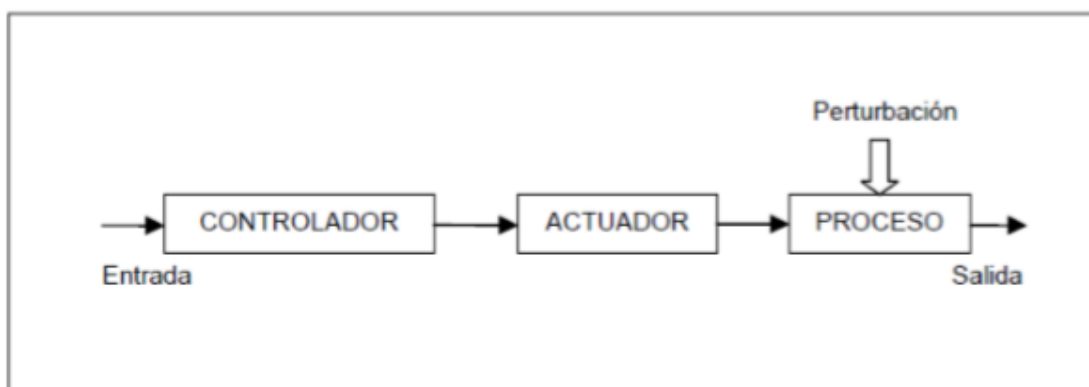


FIGURA 8: Diseño de un sistema de Control de lazo abierto.

FUENTE: (Diaz, 2003).

2.3.1 SISTEMAS DE CONTROL DE LAZO CERRADO (FEEDBACK)

Un sistema de control de lazo cerrado, es aquel en donde la señal de salida o parte de la señal de salida es realimentada y tomada como una señal de entrada al controlador (diaz, 2003).

Existen dos tipos: de realimentación positiva, y de realimentación negativa.

- a) **Realimentación Positiva:** Es aquella en donde la señal realimentada se suma a la señal de entrada. Se conoce también como regenerativa, no se aplica en el campo de control de procesos industriales. Un ejemplo es el caso de los osciladores (MENDIBURU DIAZ, 2013) .

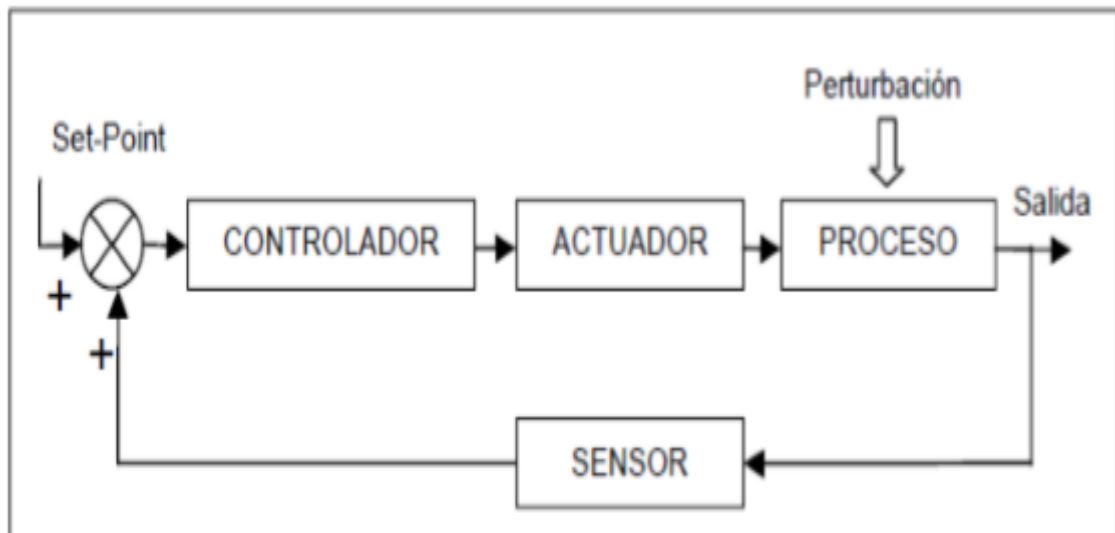


FIGURA 9: Diseño de un Controlador de lazo cerrado.

FUENTE: (mendiburu diaz, 2013)

a) **Realimentación Negativa:** Es aquella en donde la señal realimentada, se resta de la señal de entrada, generando un error, el cual debe ser corregido. Este es el caso común utilizado en el campo del control de procesos industriales.

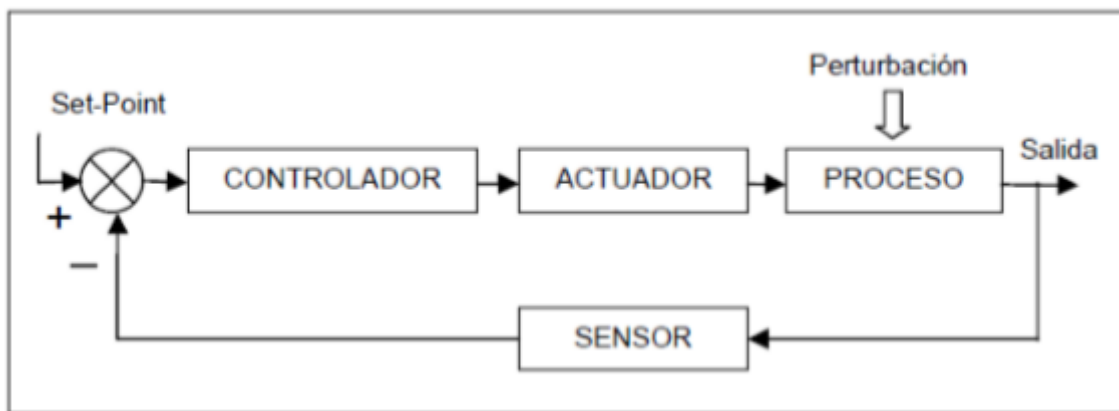


FIGURA 10: Diseño de un Controlador con alimentación Negativa.

FUENTE: (Mendiburu Diaz, 2013)

2.3.2 MÉTODOS DE CONTROL

Existen métodos para realizar la acción de control, los métodos de control (clásico y moderno) permiten al controlador reaccionar mandando una señal correctiva del error (MENDIBURU DIAZ, 2013)

2.4 MÉTODOS DE CONTROL CLÁSICO

2.4.1 LOS MÉTODOS DE CONTROL CLÁSICO PUEDEN SER:

- a) **Control ON – OFF:** Este método solo acepta dos posiciones para el actuador: encendido (100%) y apagado (0%). La lógica de funcionamiento es tener un punto de referencia, si la variable es mayor el actuador asume una posición, y si la variable es menor el actuador a suma la otra posición. Por ejemplo, tenemos los sistemas de seguridad contra robos, las refrigeradoras domésticas, sistemas de aire acondicionado, et c. A continuación, se muestra su función en el tiempo:
- b) **Controlador proporcional (P):** Es un control que se basa en la ganancia aplicada al sistema, se basa en el principio de que la respuesta del controlador deber ser proporcional a la magnitud del error. No corrige ni elimina perturbaciones, puede atenuar o aumentar la señal de error. Se representa a través del parámetro K_p y define la fuerza o potencia con que el controlador reacciona frente a un error.
- c) **Controlador integral (i):** Conocido como RESET. Este tipo de controlador anula errores y corrige perturbaciones, mediante la búsqueda de la señal de error, necesita de un tiempo T_i para localizar dicha señal. Se representa mediante el término K_i que es el coeficiente de acción integral y es igual a $1/T_i$.
- d) **Controlador derivativo (D):** Conocido como RATE. Este controlador por sí solo no es utilizado, necesita estar junto al proporcional y a la integral. Sirve para darle rapidez o aceleración a la acción de control. Necesita de una diferencial de tiempo (T_d) para alcanzar la señal de referencia, se representa mediante el término (K_d) que es el coeficiente de acción derivativa y es igual a $(1/T_d)$.
- e) **Controlador proporcional – integral (pi):** Actúa en forma rápida, tiene una ganancia y corrige el error, no experimenta un offset en estado estacionario. La aplicación típica es en el control de temperatura.
- f) **Controlador proporcional – derivativo (pd):** Es estable, y reduce los retardos, es decir es más rápido. Es usado típicamente para el control de flujo de minerales

- g) **Controlador proporcional integral derivativo (PID):** Este controlador es el más completo y complejo, tiene una respuesta más rápida y estable siempre que esté bien sintonizado.

Resumiendo, se puede decir que:

El control proporcional actúa sobre el tamaño del error. - El control integral rige el tiempo para corregir el error - El control derivativo le brinda la rapidez a la actuación.

ESQUEMA DE LOS CONTROLADORES CLASICOS

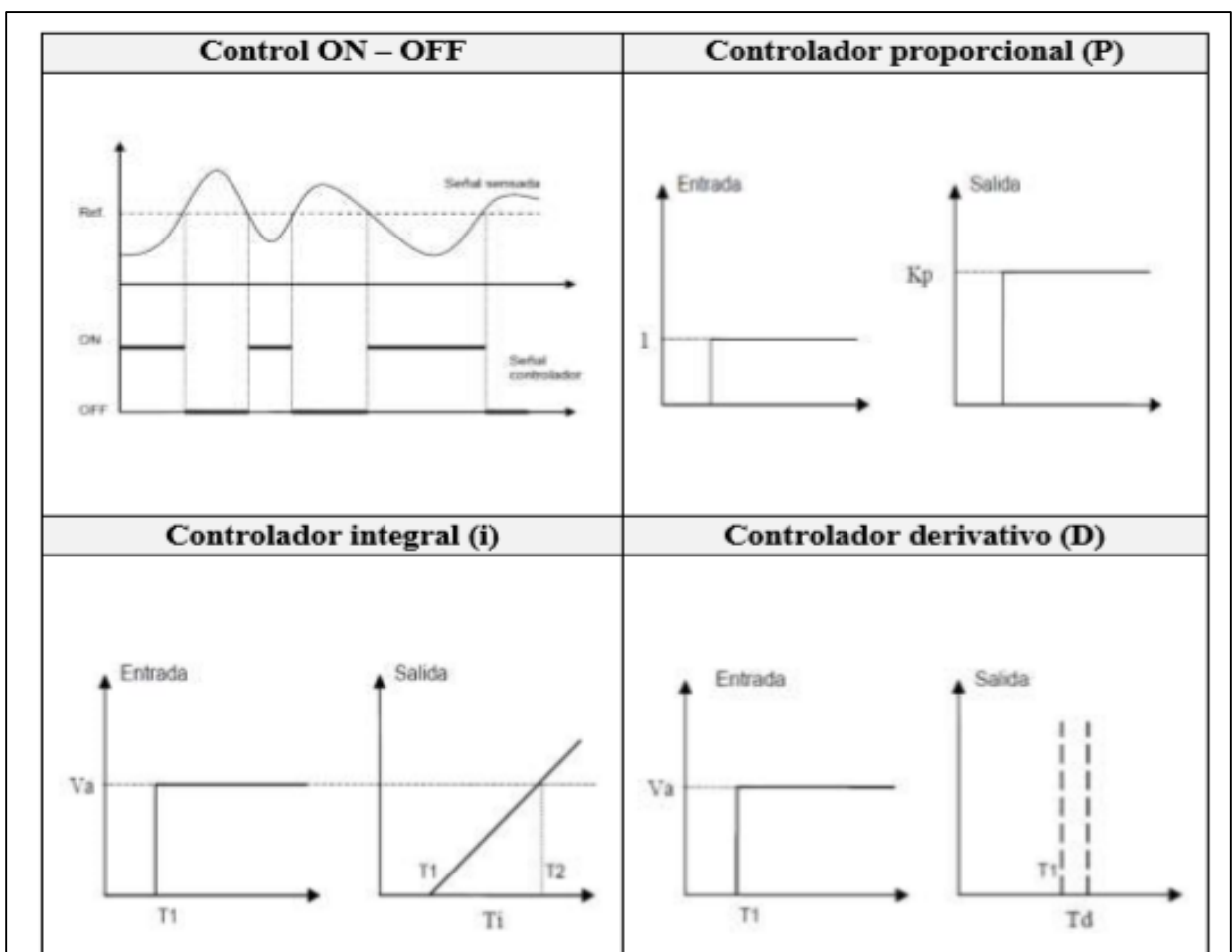


FIGURA 11: Controladores Clásicos.

FUENTE: (MENDIBURU DIAZ, 2013)

2.4.2 MÉTODOS DE CONTROL MODERNO

Los métodos de control moderno brindan nuevas técnicas que permiten ya sea compensar el error y/o eliminarlo, las más comunes son las siguientes:

- a) **Control anticipatorio (feedforward):** Este método permite al controlador analizar los datos de entrada y de salida y mediante algoritmos matemáticos calculará la próxima salida probable, de modo tal que autoajusta sus parámetros con la finalidad de adecuarse al cambio, y minimizar la diferencia de medidas. Se recomienda para procesos lentos. Su desventaja radica en que es necesario medir todas las variables (MENDIBURU DIAZ, 2013).

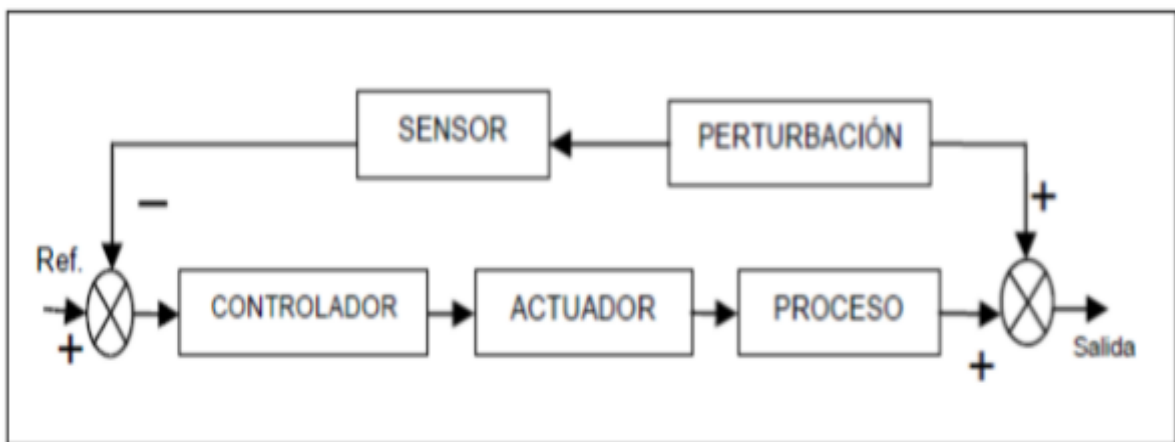


FIGURA 12: Esquema de un controlador anticipatorio

FUENTE: (ALVEAR CHING, 2018)

SISTEMA DE CONTROL ANTICIPATORIO

- b) **Realimentación de estados:** Este método permite ejercer una acción de control mediante el sensado de cada uno de los estados (del modelo en espacio estado del sistema), atribuyéndole una ganancia a cada uno de los valores leídos, de este modo el lazo de control es cerrado por medio del compensador o controlador de estados y no por el sensor.

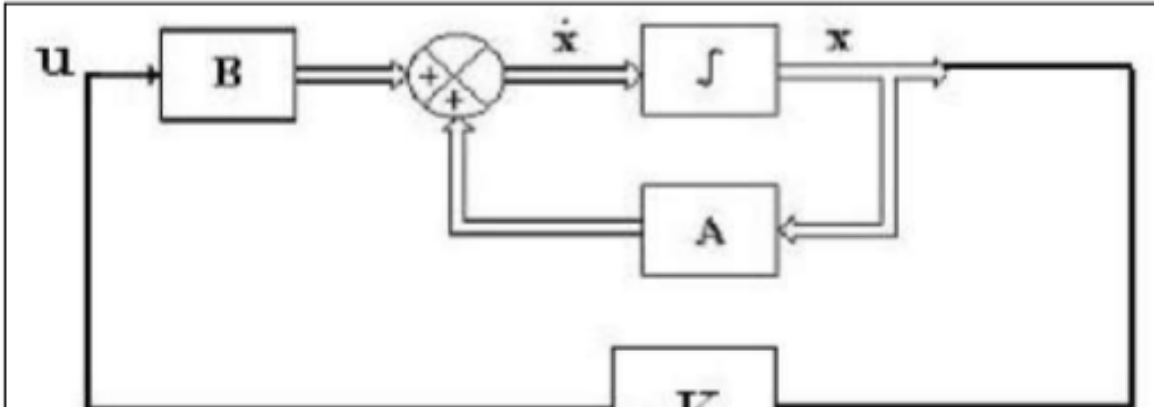


FIGURA 13: Esquema de un controlador con alimentación de Estado.

FUENTE: (ALVEAR CHING, 2018)

2.5 SISTEMA DE CONTROL CON REALIMENTACION DE ESTADO

- c) **Sistemas de seguimiento:** Este método también es conocido como tracking, es un complemento del método anterior, puesto que mediante el control por realimentación de estados se puede llevar la variable controlada a un valor de cero (porque no se cuenta con una referencia), con este método se podrá llevar a la variable dada a un valor deseado, puesto que se incorpora una referencia en el sistema (MENDIBURU DIAZ, 2013)

2.6 MÉTODOS DE CONTROL AVANZADO

Los métodos de control avanzado son aquellos que actúan en forma preventiva, de modo tal que, en base a los datos tomados, actúan de modo tal que previenen la ocurrencia de error, por tanto, el controlador está ajustando sus parámetros constantemente (MENDIBURU DIAZ, 2013).

- a) **Control difuso:** Se basa en la lógica difusa, la cual a diferencia de la lógica binaria o booleana (verdadero / falso ó 1 / 0), a signa va lores intermedios dentro de esta escala. Utiliza la experiencia del operador para generar una lógica de razonamiento para el controlador. No requiere del modelamiento matemático de la planta, puede representar modelos de sistemas lineales y no lineales mediante el uso de variables lingüísticas y una serie de condiciones o reglas previamente definidas. Sus algoritmos (reglas) hacen uso de instrucciones IF...THEN (MENDIBURU DIAZ, 2013)

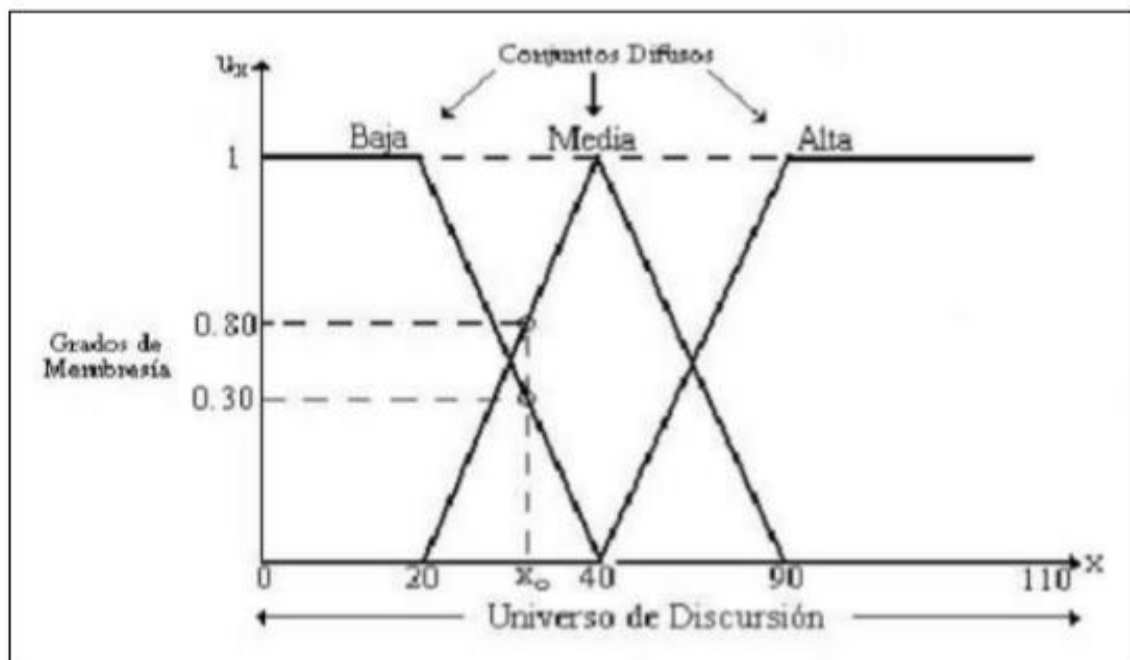


FIGURA 14: Esquema de un controlador difuso.

FUENTE: (ALVEAR CHING, 2018)

2.6.1 LA AUTOMATIZACIÓN EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS

Desde el comienzo de los años 80 se predijo el impacto sobre la industria de alimentos, tendrían 3 innovaciones importantes: la ingeniería genética y la biotecnología; la manufactura computarizada; *computer integrated manufacturing* CIM, (CAD-CAM) y la robotización. En todos los casos se indicaba que la contribución de estas innovaciones llevaría a una producción más eficaz y competitiva. Hoy se utilizan estas tecnologías o se plantea su introducción en las distintas etapas del sistema alimentario (salazar de buckle, 2012).

2.6.2 AUTOMATIZACIÓN EN EL DESARROLLO DE PRODUCTOS

En la actualidad, el crecimiento de la industria de alimentos se basa fundamentalmente en el desarrollo y lanzamiento de productos finales "innovados" que responden al gusto del consumidor, el cual, tanto en los países desarrollados como en desarrollo, pertenece a un mercado fragmentado y por lo tanto no demanda productos "promedio"

si no productos diferenciados, derivados de la innovación tecnológica y del análisis del mercado.

2.6.3 SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN ACTUALES

Las industrias hoy día, están obligadas a utilizar nuevos sistemas que soporten la dinámica a la que se enfrentan las organizaciones, sin embargo, los sistemas actuales de las empresas carecen de este dinamismo, lo que muchas veces imposibilita la implementación de nuevas funcionalidades a los procesos de producción autónomos, debido a la poca flexibilidad y agilidad de responder a la dinámica de los estilos de producción que se experimentan hoy día (Mejía Neira, 2019).

La evolución de las tecnologías de la información, ha incrementado la posibilidad de tener una nueva visión acerca de los procesos de manufactura en el área de la automatización industrial, cuyo reto se centra en la flexibilidad y reconfiguración de éstos (Mejía Neira, 2019).

Actualmente, existen algunos paradigmas que ayudan a afrontar los retos que pueden llegar a presentarse en el área de la automatización industrial; uno de estos paradigmas son los sistemas holónicos de manufactura, cuya característica permite que los componentes de fábrica sean modelados como holones, los cuales son entidades de carácter autónomo y que cooperan entre sí, permitiendo desarrollar sistemas de producción más eficiente, con mayor resistencia a perturbaciones que puedan presentarse, con una facilidad de adaptación a los cambios y sobre todo más robustos (Mejía Neira, 2019).

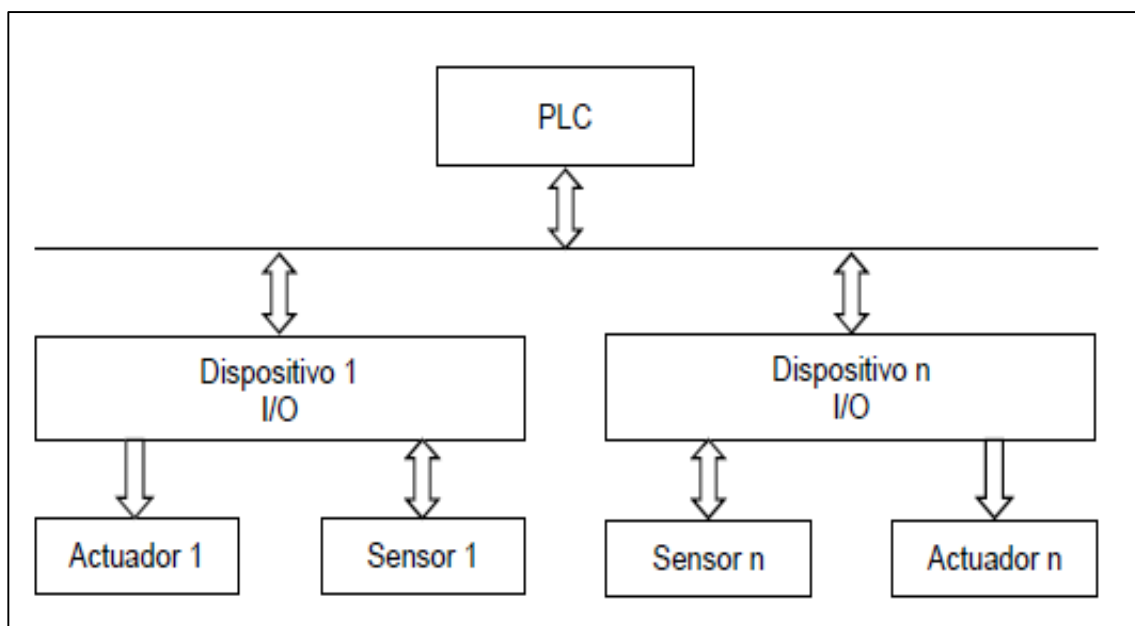


FIGURA 15: Diseño de un Esquema de PLC actual.

FUENTE: (Mejía Neira, 2019).

2.6.4 SISTEMAS QUE SE UTILIZAN EN LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

○ Control con Supervisión y Adquisición de Datos (SCADA)

El sistema SCADA se emplea para controlar, supervisar y optimizar procesos industriales a distancia. Facilita la retroalimentación en tiempo real con los equipos, recogiendo información de los dispositivos instalados como sensores, autómatas (PLCs), actuadores.

3. APLICACIONES DEL SISTEMA SCADA EN LA INDUSTRIA

La automatización industrial es uno de los aspectos más importantes de la digitalización de los procesos productivos, principalmente en la gran Industria. Gracias a los sistemas y soluciones de automatización, las compañías pueden gobernar toda su actividad y gestionar la evolución de todos los procesos.

Los sistemas SCADA potencian precisamente todo el aspecto de gobernanza y gestión dentro de la automatización industrial. Gracias a este tipo soluciones, se pueden supervisar o controlar las diferentes métricas que afectan al funcionamiento de la planta.

En la actualidad, la tecnología SCADA ha desarrollado diferentes versiones mediante las que se pueden controlar y supervisar todo el proceso industrial. Se trata de los sistemas PLC o DCS, que se pueden combinar mediante una red Ethernet (Oasys, 2022).



FIGURA 16: Sistema SCADA

FUENTE: (Gordo Martin, 2022)

- a) Supervisión en remoto.
- b) Asegurar una calidad mínima durante todo el proceso.
- c) Controlar y procesar gran cantidad de datos en tiempo real.
- d) Tener una visión grafica de todo el proceso.
- e) Interactuar mediante alarmas ante posibles errores.
- f) Almacenar los datos recogidos para posteriormente un análisis de estos y predecir futuros errores.

3.1 COMPONENTES DEL SISTEMA SCADA

- a) HMI (human Machine Interface), se refiere a una pantalla mediante el cual el usuario controlador logra comunicarse con la maquina o software, mostrando los datos en tiempo real y permitiendo al usuario controlar las máquinas de manera remota.
- b) MTU (Master Terminal Unit), es el elemento central de control de un sistema en el que se recogen datos de los RTUs y envía las acciones a realizar a través de líneas de comando.
- c) RTU (Remote Terminal Units), son microprocesadores que transmiten datos obtenidos remotamente para después ser procesados como se, muestra a continuación en la imagen (Gordo Martin, 2022).
- d) PLCs, son la mejor alternativa a RTU, comúnmente empleada en la industria por su bajo precio y versatilidad.
- e) Red, todos los componentes han de conectarse entre si y la mejor forma de hacerlo será mediante wifi, fibra óptica o ethernet.
- f) Sensores, serán los dispositivos mediante los cuales se captan magnitudes físicas o de otro tipo que deseamos medir.

COMPONENTES SCADA



FIGURA 17: COMPONENTES DEL SISTEMA SCADA

FUENTE: (Herrera Paria, 2019)

3.2 SISTEMAS AUTOMATIZADOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.

sistema automático para la pasteurización de productos:

este diseño automático será útil para la elaboración de lácteos, jugos de fruta, mermeladas, y pulpa de frutas pasteurizadas.

Integra un sistema electrónico de control de temperatura por medio de un PLC, el cual, mediante una secuencia programada, sensores y actuadores, permite la adecuada pasteurización del producto.

El “Estudio del proceso de producción de pulpas de frutas combinadas pasteurizadas y congeladas a mediana escala, promueve el estudio de la pasteurización como proceso fundamental para el tratamiento correcto de las frutas, garantizando la inocuidad y seguridad del producto que se produzca (Herrera Paria, 2019).

3.2.1 DIAGRAMA DE UN SISTEMA AUTOMATICO PARA LA PASTEURIZACION DE FLUIDOS

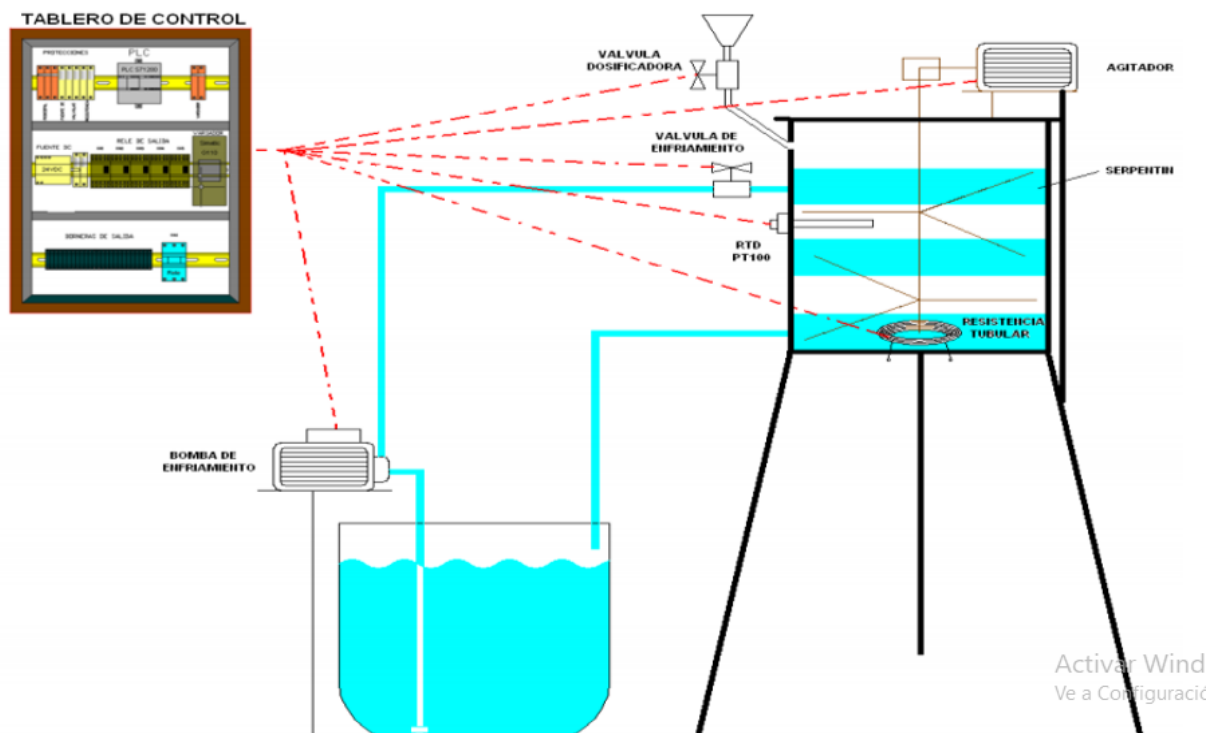


FIGURA 18: Diseño de un Sistema Automático de Control y Registro de Temperatura para el proceso de pasteurización en la Industria Alimentaria.

FUENTE: (Herrera Paria, 2019)

3.2.2 PRODUCCIÓN SIN REGISTRADOR DE TEMPERATURA

La producción sin registrador de temperatura no genera confiabilidad del producto final. Por ello las empresas dedicadas al rubro de la producción y exportación de pulpa de fruta, tienen el problema de certificarse.

Las importancias de los registros de la producción en línea son necesarias, generan un valor agregado al producto final.

3.2.3 PRODUCCIÓN CON REGISTRADOR DE TEMPERATURA

Cuando el sistema de producción es automatizado y cuenta con un registrador de variables indispensables para la elaboración del producto, este genera beneficios para la empresa, tanto en producción como en ventas. En producción porque el sistema es automático e interactúa dependiendo de las variables del proceso, por medio de controladores y un sistema SCADA para la supervisión y registro de la producción, esto asegura que el operador no manipule directamente el proceso y/o el producto, por lo tanto, se cuenta con cuidados inocuos en el producto, y seguridad de accidentes o incidentes que puedan ocurrir a los operadores. En ventas se beneficia la empresa, porque el producto mediante un sistema de correcto registro de su estado cuando es procesado garantiza las propiedades y demandas que tiene el mercado ante la pulpa de fruta, esto sumado a la posible certificación de calidad por contar con los correctos procedimientos y registros del alimento final (Herrera Paria, 2019).

II. CONCLUSIONES

1. En el presente trabajo se llega a concluir que la automatización de los procesos en la industria de alimentos está evolucionando conforme pasa el tiempo. Los avances tecnológicos a nivel industrial hacen que las empresas sean competitivas y a la vez brinden productos y servicios de calidad para los consumidores más exigentes.
2. Además, la automatización de procesos en la industria alimentaria presenta múltiples ventajas en cuanto a la eficiencia en la productividad, así como reducir riesgos en el operador.
3. No podemos dejar de mencionar que la mayor desventaja que tiene la automatización es el desempleo y la dependencia tecnológica.

III. RECOMENDACIONES.

1. Para realizar un programa de automatización es sumamente necesario planificarla detalladamente para obtener los máximos beneficios de mejora en nuestra empresa.
2. Adaptarse a los cambios tecnológicos que esta nos ofrece para no tener dificultades al momento de operar las maquinas.
3. Capacitación constante en cuanto al manejo de las nuevas tecnologías para permanecer actualizado a los grandes cambios tecnológicos.

IV. FUENTES DE INFORMACION

- Acuña Acuña, J. (2010). Automatización Industrial: definición y conceptos. *Tecnología en Marcha*, 27-30.
- Alvear ching, e. d. (2018). diseño de un sistema automatizado para mejorar la productividad en la etapa de laminado en la fabricación de la pasta wantan en la empresa yuc wa . chiclayo.
- Benitez, C. Y. (2016). SCADA system design: A proposal for optimizing a production line.
- Brandl, F. y. (2018). A Hybrid Innovation Management Framework for Manufacturing.
- Cherif, Z. y. (2016). Integrating quality requirements in engineering web service orchestrations.
- diaz, H. A. (2003). Automatización medio ambiental. Lima.
- García Moreno, E. (1999). Automatización de procesos industriales. (pág. 375). Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València.
- Gopalakrishnan, & Biswal, J. y. (2014). Industrial Automation System on Device. 1-6.
- Gordo Martín, p. (2022). Automatización de procesos de control en industria alimentaria y farmacéutica. Asturias, España.
- Herrera Paria, P. (2019). Diseño de un sistema automático de control y registro de temperatura para el proceso de pasteurización en la industria alimentaria. Lima.
- Mejía Neira, Á. J.-O. (2019). Influencia de la Ingeniería de Software en los Procesos de Automatización Industrial. *Información tecnológica*, 30(5), 221-230., 13.
- Mendiburu diaz, h. a. (2013). Automatización Medioambiental.
- moreno, R. y. (2008). "Diseño de un sistema automático de control y registro de temperatura para el proceso de pasteurización en la industria alimentaria" . lima.
- Oasys. (15 de marzo de 2022). Oasys. Obtenido de https://oasys-sw.com/question-sistemas-scada-industria-40/&ved=2ahUKEwjVjsyP9IX3AhUgqZUCHfxHCuQQFnoECAsQAg&usq=AOvVaw1eGS1Lmj9TUc_wV6wZeZIS
- papp, & flammini, t. y. (2018). From traditional manufacturing and automation systems to holonic intelligent systems.
- Piedrafita Moreno, R. (2004). Ingeniería de la automatización Industrial. RA-MA.

Piedrafita, R. (s.f.).

Pinto, & Grandón, R. y. (2017). Antecedentes del Éxito de los Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales en las Grandes Empresas Chilenas.

Ponsa, P. &. (2009). Diseño y automatización industrial. cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña.

REDONDO, M. &. (2008). Diseño e implementación de un sistema SCADA para una planta de producción y envasado de líquidos.

Ruedas. (2008). Automatización industrial. automatización industrial, (pág. 19). ciudad de México.

Salazar de Buckle, T. (2012). Automatización en la industria de alimentos.

Valilai, D. y. (2018). Architectural view to computer integrated manufacturing systems based on Axiomatic Design Theory.

Zegarra, C. A. (2015). Normativa para el diseño de interfaces gráficas de sistemas de automatización industrial. Piura.