



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Creada por Ley N° 29304
COMISION ORGANIZADORA
CONSEJO DE COMISIÓN ORGANIZADORA
"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA"



RESOLUCION DE CONSEJO DE COMISIÓN ORGANIZADORA
N° 084-2025-CCO-UNJ

Jaén, 13 de febrero de 2025.

VISTOS:

El Oficio N° 180-2025-VPI-CO-UNJ, de fecha 10 de febrero de 2025, de la Vicepresidenta de Investigación, Oficio N° 024-2025-UNJ/VPI-DIITT, recepcionado con fecha 10 de febrero de 2025, del Director de la Dirección de Investigación, Innovación y Transferencia Tecnológica, Carta N° 03-2025/UNJ/FFM, de fecha 07 de febrero de 2025, del Mg. Frans Fuentes Maza, Acuerdo N° 095-2025-SO-CCO-UNJ, de Sesión Ordinaria de Consejo de Comisión Organizadora N° 006-2025-SO-CCO-UNJ, de fecha 12 de febrero de 2025, y;

CONSIDERANDO:

Que, mediante Artículo 18° de la Constitución Política del Perú establece "(...) que cada universidad es autónoma en su régimen normativo, de gobierno, académico, administrativo y económico. "Las universidades se rigen por sus propios estatutos en el marco de la Constitución y las Leyes";

Que, mediante Artículo 8° de la Ley Universitaria N° 30220 señala que "(...) la autonomía inherente a las universidades, se ejerce de conformidad con lo establecido en la Constitución, la presente Ley y demás normativa aplicable"; esto implica la potestad auto determinativa para la creación de normas internas (Estatuto y Reglamentos) destinados a regular la institución universitaria, organizar sus sistema académico, económico y administrativo;

Que, el Sr. Presidente de la Comisión Organizadora de la Universidad Nacional de Jaén, es el personero y representante legal de la Universidad conforme a lo dispuesto por la Ley Universitaria N° 30220, tiene a su cargo y a Dedicación Exclusiva la Dirección, Conducción y Gestión del Gobierno Universitario en todos sus ámbitos. Y de acuerdo al Numeral 6.1.5, literal d) de la Norma Técnica "Disposiciones para la constitución y funcionamiento de las Comisiones Organizadoras de las Universidades Públicas en proceso de Constitución", aprobado mediante Resolución Viceministerial N° 244-2021-MINEDU, modificado por Resolución Viceministerial N° 055-2022-MINEDU, son funciones del Presidente de la Comisión Organizadora, Emitir resoluciones en los ámbitos de su competencia;

Que, mediante numeral 1.2.1. del Artículo 1° del Texto Único Ordenado de la Ley N° 27444 - Ley del Procedimiento Administrativo General, aprobado por Decreto Supremo N° 004-2019-JUS, (en adelante TUO de la LPAG), señala que: "Los actos de administración interna de las entidades destinados a organizar o hacer funcionar sus propias actividades o servicios. Estos actos son regulados por cada entidad, con sujeción a las disposiciones del Título Preliminar de esta Ley, y de aquellas normas que expresamente así lo establezcan";

Que, mediante numeral 1.1, establece sobre el Principio de Legalidad, del Artículo IV, del mismo cuerpo normativo, establece que: "Las autoridades administrativas deben actuar con respeto a la Constitución, a la Ley y al derecho, dentro de las facultades que le estén atribuidas y de acuerdo con los fines para los que les fueron conferidas";



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Creada por Ley N° 29304
COMISION ORGANIZADORA
CONSEJO DE COMISION ORGANIZADORA
"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA"



N° 084-2025-CCO-UNJ

13-FEBRERO-2025

Que, mediante numeral 73.3 del Artículo 73° del Texto Único Ordenado de la Ley N° 27444 - Ley del Procedimiento Administrativo General, señala: "Cada Entidad es competente para realizar tareas materiales necesarias para el eficiente cumplimiento de su misión y objetivos;

Que, mediante Carta N° 03-2025/UNJ/FFM, de fecha 07 de febrero de 2025, el Mg. Frans Fuentes Maza- Docente Ordinario Auxiliar A Tiempo Completo Adscrito al Departamento Académico de Ingeniería Mecánica y Eléctrica solicita al Director de Investigación, Innovación y Transferencia Tecnológica, la aprobación mediante acto resolutivo de las Monografías tituladas:

- "Sensores: Importancia y Aplicación en los Procesos Industriales"
- "Automatización de Procesos Agroindustriales con Python"

Que, mediante Oficio N° 024-2025-UNJ/VPI-DIITT, recepcionado con fecha 10 de febrero de 2025, el Director de la Dirección de Investigación, Innovación y Transferencia Tecnológica solicita a la Vicepresidenta de Investigación, tramitar la emisión del acto resolutivo de las Monografías de Investigación, citadas en el párrafo precedente;

Que, mediante Oficio N° 180-2025-VPI-CO-UNJ, de fecha 10 de febrero de 2025, la Vicepresidenta de Investigación remite al Presidente de la Comisión Organizadora de la Universidad Nacional de Jaén, la solicitud presentada por el Dr. Juan Manuel Garay Román- Director de la Dirección de Investigación, Innovación y Transferencia Tecnológica, a fin de ser considerado en Sesión de Comisión Organizadora, para su posterior emisión de acto resolutivo, previa evaluación, a fin de oficializar las Monografías tituladas "Sensores: Importancia y Aplicación en los Procesos Industriales" y "Automatización de Procesos Agroindustriales con Python", presentado por el integrante, que se detalla en el presente documento;

Que, el pleno del Consejo de Comisión Organizadora UNJ, en Sesión Ordinaria N° 006-2025-SO-CCO-UNJ, de fecha 12 de febrero de 2025, emite el siguiente: Acuerdo N° 095-2025-SO-CCO-UNJ por **UNANIMIDAD**, APROBAR las Monografías tituladas: "Sensores: Importancia y Aplicación en los Procesos Industriales" y "Automatización de Procesos Agroindustriales con Python", el mismo que es presentado por el autor que se indica en la parte resolutive;

En uso de las facultades y atribuciones conferidas por el Artículo 18°, de la Constitución Política del Perú, la Ley N° 30220-Ley Universitaria, a las "Disposiciones para la Constitución y funcionamiento de las Comisiones Organizadoras de las Universidades Públicas en proceso de Constitución", aprobada mediante RVM N° 244-2021-MINEDU, modificada con RVM N° 055-2022-MINEDU y RVM N° 053-2023-MINEDU, el Estatuto de la Universidad Nacional de Jaén, aprobado mediante Resolución N° 304-2020-CO-UNJ, de fecha 29 de setiembre de 2020, y;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR la **MONOGRAFÍA** titulada "**SENSORES: IMPORTANCIA Y APLICACIÓN EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES**", el mismo que en anexo forma parte integrante de la presente resolución, presentado por el siguiente autor, docente de la Universidad Nacional de Jaén:



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Creada por Ley N° 29304
COMISION ORGANIZADORA
CONSEJO DE COMISIÓN ORGANIZADORA
"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA"



N° 084-2025-CCO-UNJ

13-FEBRERO-2025

- Mg. Frans Fuentes Maza

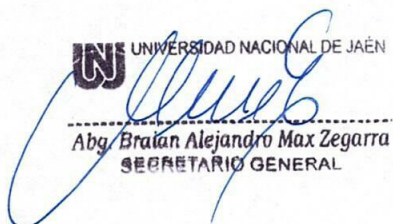
ARTÍCULO SEGUNDO.- APROBAR la MONOGRAFÍA titulada "AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS AGROINDUSTRIALES CON PYTHON", el mismo que en anexo forma parte integrante de la presente resolución, presentado por el siguiente autor, docente de la Universidad Nacional de Jaén:

- Mg. Frans Fuentes Maza

ARTÍCULO TERCERO.- NOTIFICAR, al autor y a las instancias correspondientes para su conocimiento y fines.

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER LA PUBLICACIÓN en el Portal Web Institucional de la Universidad Nacional de Jaén www.unj.edu.pe

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y CÚMPLASE;


UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Abg. Brañan Alejandro Max Zegarra
SECRETARIO GENERAL


UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
COMISION ORGANIZADORA

Dr. Severino Apolinario Risco Zapata
PRESIDENTE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELÉCTRICA**



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

MONOGRAFÍA:

Automatización de Procesos Agroindustriales con Python

Autor: Fuentes Maza Frans

Jaén – Perú, diciembre 2024

19



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
1. OBJETIVO.....	4
1.1. Objetivo General.....	4
1.2. Objetivos específicos	4
2. DESARROLLO	4
Capítulo I: Aplicaciones de la automatización agroindustrial con Python.....	4
1.1. Procesamiento de datos agrícolas.....	4
1.2. Control de equipos y dispositivos	5
1.3. Automatización de líneas de producción	5
1.4. Monitoreo remoto y alertas.....	6
Capítulo II: Beneficios de la automatización agroindustrial con Python	6
2.1. Reducción de errores humanos	6
2.2. Mejora en la calidad de los productos	7
2.3. Optimización del tiempo y recursos	7
2.4. Adaptabilidad a diversos procesos	7
2.5. Facilidad para integrar nuevas tecnologías (IA o IoT)	7
Capítulo III: Implementación práctica de Python en el ámbito agroindustrial.....	8
3.1. Clasificación de frutas	8
3.2. Aplicaciones de las Redes Neuronales en la Agricultura	9
3.3. Línea de selección de granos.....	10
Capítulo IV: Retos y Limitaciones.....	10
4.1. Económicos.....	10
4.2. Técnicos	11
4.3. Humanos.....	12
Capítulo V: El futuro de la automatización agroindustrial con Python	13
CONCLUSIONES	16
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
ANEXOS.....	19



INTRODUCCIÓN

El sector industrial es clave para el avance en el aspecto económico y social, tanto así que se ha globalizado para cualquier país del planeta y más aún en países donde sus economías se basan en la agricultura. Es así que se enfrenta a desafíos donde viene e aumento la demanda alimentaria, esto permite que se deben de mejorar la eficiencia de los procesos de producción reduciendo la contaminación ambiental. Para ello la automatización de los procesos agroindustriales es indispensable permite la producción más eficiente, precisa y sostenible.

La automatización de los procesos comprende el uso de lenguajes de programación como Python el cual contempla una programación versátil y ampliamente utilizada, permitiendo ser una de las tecnologías más accesible y robustas en la automatización de diferentes tipos de procesos de cualquier campo del conocimiento, gracias a que cuenta con una variedad de bibliotecas y es de código abierto, lo cual se convierte en una herramienta adecuada para desarrollar soluciones para el análisis y control de dispositivos o sistemas de monitoreo.

En el campo de la agroindustria Python es un lenguaje de programación que permite la integración de sensores, actuadores y sistemas de control para automatizar procesos industriales, mediante el uso de sensores de humedad, temperatura, presión, posición, etc., los cuales son controlados por microcontroladores, en la agricultura se puede optimizar el uso de agua, electricidad, fertilizantes, reduciendo costos y minimizando el impacto ambiental.



1. OBJETIVO

1.1. Objetivo General

Determinar la importancia y su aplicación de Python en la automatización de procesos agroindustriales

1.2. Objetivos específicos

- ✓ Conocer las aplicaciones de Python en procesos agroindustriales.
- ✓ Conocer los beneficios de utilizar Python en procesos agroindustriales.

2. DESARROLLO

2.1. Definición de proceso de producción agrícola

El proceso de producción se refiere a la serie de pasos mecánicos o químicos utilizados para crear un objeto, que generalmente se repiten para así crear múltiples unidades del mismo elemento. Fabricar un producto implica el uso de materias primas, maquinarias y mano de obra (Vásquez, 2021).

2.2. Definición de herramientas Python

“Python es un lenguaje de programación interpretado, multiparadigma y multiplataforma usado, principalmente, en Big Data, Inteligencia Artificial, Data Science, frameworks de pruebas y desarrollo web”. “Está desarrollado bajo una licencia de código abierto, por lo que es de libre uso y distribución” (Vásquez, 2021).

Capítulo I: Aplicaciones de la automatización agroindustrial con Python

1.1. Procesamiento de datos agrícolas

Python permite un control adecuado de los procesos utilizando APIs como OpenWeather, los que permiten obtener datos meteorológicos en tiempo real; los datos pueden ser datos como la temperatura, humedad, velocidad del viento y precipitaciones, los cuales son fundamentales para predecir estados climáticos y planificar actividades agrícolas, como el riego y la fertilización; esto permite integrar esta información en sistemas automatizados que respondan dinámicamente a los cambios climáticos.

La administración de procesos agroindustriales mediante el análisis de datos de suelo, agua y productividad es importante, en ese sentido Python permite manejar grandes volúmenes de datos provenientes de sensores instalados en los campos. Por ejemplo, se pueden conocer niveles de humedad del suelo y correlacionarlo con el



rendimiento del cultivo, los cuales ayudaran a poder aplicar estrategias de riego más eficientes y sostenibles; librerías como Matplotlib y Seaborn facilitan la creación de gráficos interactivos que permiten a los productores interpretar rápidamente tendencias y anomalías en los datos.

1.2. Control de equipos y dispositivos

Python permite controlar equipos y dispositivos mediante Python a través de la programación de microcontroladores como Arduino y Raspberry Pi, permitiendo desarrollar sistemas automatizados que gestionan tareas cruciales como el riego, la ventilación y la regulación de temperatura en invernaderos. Por ejemplo, un sistema gestionado con Python puede activar un motor de riego cuando los sensores detectan bajos niveles de humedad del suelo.

Medir variables como humedad, temperatura o pH es fundamental para el monitoreo de cultivos, pero se requiere la integración de los mismos; Python, tiene librerías como pySerial la cual facilita la comunicación entre software y los dispositivos físicos, esto permite obtener datos en tiempo real y realizar acciones automáticas, como abrir válvulas de agua o ajustar la intensidad de la luz en un invernadero; python también permite diseñar sistemas personalizados según las necesidades específicas de cada explotación agrícola.

Controlar equipos y dispositivos con Python no solo optimiza el uso de recursos, sino que también reduce el margen de error humano. Esto se traduce en una mayor sostenibilidad y rentabilidad para los productores.

1.3. Automatización de líneas de producción

El proceso de automatización de las líneas de producción son el primer paso hacia la modernización de los procesos como selección, clasificación y empaque de productos, por medio del uso de la computadora con herramientas como el OpenCV, el cual permite desarrollar sistemas que realizan inspección de productos agrícolas, detectar defectos y clasificarlos según su tamaño, color o calidad. Esto resulta especialmente útil en industrias como la fruticultura y el procesamiento de granos; además estos sistemas pueden analizar imágenes de frutas en una cinta transportadora para identificar imperfecciones o determinar si cumplen con los estándares de calidad. En ese sentido la precisión de estos sistemas y el procesamiento de grandes volúmenes de productos a menor tiempo supera al de la



inspección manual y asegura un producto homogéneo para el consumidor final aumentando la productividad.

Otro punto importante en la integración de actuadores y sistemas mecánicos que realizan acciones específicas, cómo quitar productos defectuosos de la línea o agrupar automáticamente los que cumplen con los estándares de calidad, Python facilita la comunicación entre los módulos de software y hardware, permitiendo un control centralizado y eficiente del sistema.

1.4. Monitoreo remoto y alertas

Realizar el monitoreo en procesos de automatización es un punto clave, Python es una herramienta que puede crear a través de sus librerías dashboard, que obtienen y muestran datos en tiempo real, para diferentes variables físicas o químicas según los sensores que se tengan instalados, lo cual permite tomar decisiones con datos reales.

Por otro lado, la integración con plataformas IoT (Internet de las Cosas) permite que los sensores y dispositivos instalados en los campos transmitan datos directamente a la nube, Python, con librerías como paho-mqtt, facilita esta comunicación, asegurando que los agricultores reciban información precisa y oportuna sobre el estado de sus cultivos.

Además, el desarrollo de sistemas que automaticen los procesos permite tener notificaciones y alertas automáticas, en Python se pueden desarrollar eventos que envíen correos electrónicos, mensajes SMS o notificaciones push cuando se detectan condiciones críticas, como niveles bajos de agua o riesgos de plagas, esto ayuda a los agricultores actuar de manera oportuna ante cualquier problema.

Capítulo II: Beneficios de la automatización agroindustrial con Python

2.1. Reducción de errores humanos

La automatización de procesos agroindustriales utilizando Python minimiza significativamente los errores humanos en sus procesos, particularmente en acciones repetitivas y de mucha precisión, al automatizar los procesos con sistemas programados, las inconsistencias y fallos comunes, como medir valores incorrectos o clasificaciones incorrectas, se reducen casi por completo.

Por ejemplo, el desarrollo de sistemas de selección de frutas basados en Python garantiza una selección uniforme según condiciones definidas, evitando errores que



podrían darse por cansancio o distracciones humanas, esto es crucial en actividades agrícolas donde mínimos fallos pueden tener consecuencias significativas en la calidad y cantidad de los productos.

2.2. Mejora en la calidad de los productos

El desarrollo de sistemas que automaticen los procesos agroindustriales con Python permite conservar estándares de calidad homogéneos en los productos al implementar tecnologías avanzadas como visión por computadora y aprendizaje automático, esta tecnología detectan con precisión características específicas, como el tamaño, color y forma de frutas o granos, asegurando que solo los productos que cumplan con las normas y estándares adecuados.

Los procesos de trazabilidad mejoraran por medio de la automatización, desde la etapa de producción hasta el empaque, lo cual ayuda a detectar problemas durante el proceso desde su etapa inicial hasta la culminación.

2.3. Optimización del tiempo y recursos

Python permite la automatización optimización de los tiempos y la gestión de recursos de manera significativa, enmarcándose en los procesos claves de la producción, por ejemplo, la selección de granos de café, podría realizar un trabajo muy rápido, una actividad que manualmente sería muy lenta.

2.4. Adaptabilidad a diversos procesos

Python permite realizar el desarrollo de sistemas que se ajustan a los requerimientos de los diferentes rubros de empresas, esta adaptabilidad es fundamental en el sector agroindustrial que contempla diferentes etapas que va desde la siembra , cosecha y procesamiento o transformación, otra característica de Python que permite la integración de diferentes plataformas tecnológicas es un solo sistema, lo que ayuda a las empresas a poder realizar actualizaciones a los procesos sin tener que cambiar todo el desarrollo, por ejemplo se puede iniciar con la automatización de procesos básicos de seguimiento y control de temperatura y humedad; y luego incorporar otras variables como el CO2.

2.5. Facilidad para integrar nuevas tecnologías (IA o IoT)

El Internet de las Cosas (IoT) está en constante evolución y su futuro promete una integración profunda con tecnologías emergentes que revolucionarán la forma en la que interactuamos con el mundo, la combinación del IoT con la inteligencia



artificial, la 5G, el edge computing y el blockchain creará un ecosistema digital más inteligente, autónomo y seguro, esta integración permitirá que los dispositivos conectados no sólo recopilen datos en tiempo real, sino que también procesen, analicen y tomen decisiones de manera eficiente, mejorando la automatización en diversos sectores como la salud, la manufactura, el transporte y los hogares inteligentes(Frontera, 2024).

La Inteligencia Artificial (IA) y el Internet de las Cosas (IoT) son dos tecnologías muy potentes por separado, pero, si se combinan, los beneficios son aún mayores. A esta combinación la denominados AIIoT o Inteligencia Artificial de las Cosas, ambas tecnologías son consideradas tendencias tecnológicas emergentes. Este término se utiliza para denominar a aquellas tecnologías novedosas que están experimentando un rápido crecimiento en poco tiempo. También podemos considerarlas como tecnologías disruptivas, puesto que están suponiendo un gran impacto en la industria, el mercado y la sociedad(alfaiot-webmaster, 2023).

Lo que distingue una tecnología emergente de una tecnología tradicional es su potencial para impactar profundamente en diversos aspectos de la sociedad, la economía y la vida cotidiana en general. Estas tendencias suelen generar un gran interés por parte de investigadores, empresas, inversores y consumidores, ya que representan oportunidades significativas para la innovación, el crecimiento económico y la mejora de la calidad de vida, en este artículo descubrirás el significado del nuevo concepto surgido de la combinación de la Inteligencia Artificial (IA) y el Internet de las Cosas (IoT), denominado Inteligencia Artificial de las Cosas (AIIoT)(alfaiot-webmaster, 2023).

Además de eso, Python para la automatización gana popularidad ya que las empresas pueden ahorrar costos al reducir la intervención humana en tareas repetitivas o que consumen mucho tiempo y mejorar su productividad(Sharma, 2024).

Capítulo III: Implementación práctica de Python en el ámbito agroindustrial

3.1. Clasificación de frutas

El paso de detección de la calidad de la fruta se lleva a cabo utilizando diferentes componentes de hardware y software. Las imágenes de las frutas son capturadas por una cámara RGB en una cámara de adquisición de imágenes instalada sobre la cinta



transportadora. La cinta transportadora es operada por un motorreductor y conectada a la fuente de alimentación a través de un módulo de relé. Se utiliza una luz LED de color blanco de 12 V alimentada por la fuente de alimentación (conectada a través de un módulo de relé) en esa cámara para una imagen clara. Las imágenes capturadas se envían al procesador de la computadora para su reconocimiento a través de algoritmos de visión artificial, que se implementan en lenguaje Python en el entorno de desarrollo integrado (IDE) de Anaconda Spyder. El esquema de algoritmos de visión artificial consta de diferentes pasos, es decir, conversión del esquema de color RGB a HSV, segmentación, resta de fondo, dilatación, operación bit a bit y cálculo de porcentaje(Dairath et al., 2023).

Para la segmentación de imágenes de frutas se utilizó la técnica de segmentación de color HSV. Para ello se utilizó la biblioteca OpenCV. Los rangos HSV en OpenCV están entre (0–180, 0–255, 0–255). El color deseado se segmentó seleccionando el rango de tono de ese color. Por ejemplo, para la segmentación de la imagen de la fruta del mango, definimos las matrices de valores límite superior e inferior del rango de tono del color amarillo. Luego se creó la máscara utilizando la función `cv2.inRange` en OpenCV que consta de tres argumentos. El primer argumento es la imagen HSV, el segundo argumento es la matriz de valores de tono inferiores del color y el tercer argumento es la matriz de valores de tono superiores del color. Se aplicó el mismo procedimiento para la segmentación de las otras imágenes de frutas utilizando sus rangos de tono de color(Dairath et al., 2023).

3.2. Aplicaciones de las Redes Neuronales en la Agricultura

La reorientación del desarrollo agrícola experimentada en los últimos años ha dado paso a una serie de oportunidades que sobrepasa la esfera de la producción y permite diversificar los productos agrícolas finales mediante una variedad de estrategias empresariales. Sin embargo, se presentan algunos obstáculos que impiden aprovechar adecuadamente estas oportunidades, como por ejemplo los cambios agroclimáticos, la incidencia de plagas y enfermedades, los componentes del suelo entre otros. Es por ello que las RNA, llegan como una técnica de vital importancia para recoger y procesar un volumen mayor de información que permite predecir con suficiente antelación eventos no deseados que inciden en el desempeño agrícola(Mora & Torrejano, 2020).



La reorientación del desarrollo agrícola experimentada en los últimos años ha dado paso a una serie de oportunidades que sobrepasa la esfera de la producción y permite diversificar los productos agrícolas finales mediante una variedad de estrategias empresariales. Sin embargo, se presentan algunos obstáculos que impiden aprovechar adecuadamente estas oportunidades, como por ejemplo los cambios agroclimáticos, la incidencia de plagas y enfermedades, los componentes del suelo entre otros. Es por ello que las RNA, llegan como una técnica de vital importancia para recoger y procesar un volumen mayor de información que permite predecir con suficiente antelación eventos no deseados que inciden en el desempeño agrícola (Mora & Torrejano, 2020).

3.3. Línea de selección de granos

El procesamiento digital de señales, y particularmente de imágenes, es ya en nuestro tiempo un área de aplicación tecnológica altamente atendida y necesaria. La selección de productos deseados entre un conjunto de productos que puede incluir defectuosos o no deseados en una línea de producción, es llevada a cabo comúnmente de forma manual; este procedimiento manual puede presentar diferentes problemáticas y factores que repercuten en la eficiencia del sistema. A lo largo de los últimos años y con el fin de realizar sistemas verdaderamente capaces de modernizar, agilizar y volver más eficiente esta parte del proceso, se ha optado por utilizar técnicas que basen su funcionamiento en el campo de la visión artificial y el procesamiento de imágenes. Se han desarrollado varios sistemas de selección de diversos materiales o productos bajo este principio de funcionamiento (Bautista et al., 2016).

La selección de granos defectuosos en la agroindustria es un desafío que se puede solucionar mediante prototipos de línea de selección automatizada con Python, el desarrollo del sistema contempla la instalación de una cámara, la que permite obtener imágenes de los granos, los cuales son analizados con OpenCV

Capítulo IV: Retos y Limitaciones

4.1. Económicos

La automatización en la agroindustria conlleva una serie de retos económicos que pueden limitar su implementación y efectividad. Uno de los principales desafíos es la inversión inicial requerida para la adquisición y puesta en marcha de tecnologías avanzadas. Los costos asociados con la compra de equipos, sensores, software y la

infraestructura necesaria pueden ser prohibitivos, especialmente para pequeños y medianos productores que operan con márgenes de ganancia estrechos. Esta barrera de entrada puede disuadir a muchos agricultores de adoptar soluciones automatizadas, lo que limita el potencial de mejora en eficiencia y productividad.

Otro reto económico radica en la fluctuación de los precios de los productos agrícolas y los costos de operación. La automatización no garantiza un retorno inmediato de la inversión; los agricultores pueden enfrentarse a periodos de incertidumbre económica que dificultan la justificación de gastos significativos en tecnología. Esto puede resultar en una falta de financiamiento o en decisiones apresuradas que priorizan la reducción de costos a corto plazo en lugar de inversiones sostenibles y a largo plazo en tecnología automatizada.

Figura 1 Desafíos económicos en la Automatización



En la figura se muestra a una persona analizando datos financieros en un campo, teniendo datos en línea.

4.2. Técnicos

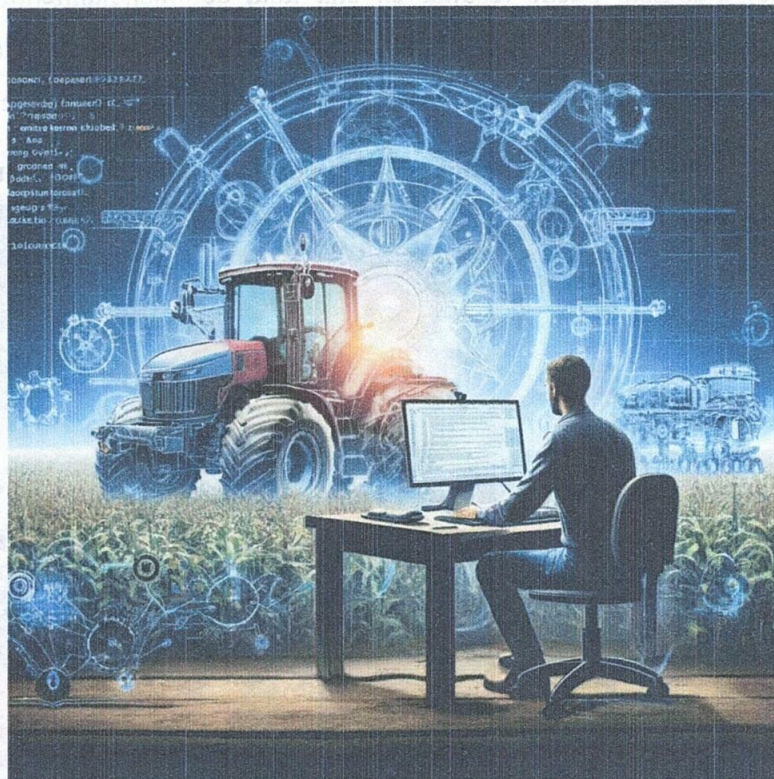
El desarrollo de sistemas basados en Python, en los procesos agroindustriales, es fundamental para integrar diversas tecnologías y dispositivos. Para lo cual se debe utilizar una variedad de equipos y plataformas que no son compatibles entre sí, pero la falta de estándares en la industria agroindustrial puede complicar la



interoperabilidad entre dispositivos, lo que resulta en sistemas aislados que no comparten información.

Los dispositivos y sensores utilizados en el campo están expuestos a condiciones ambientales adversas, lo que puede afectar su rendimiento y precisión. Pueden existir deficiencias en el funcionamiento de los sensores o caídas en las conexiones a internet, que pueden llevar a generar datos incorrectos, y estos afectan negativamente en la toma de decisiones correctas.

Figura 2 *Desafíos técnicos en la automatización de los procesos agroindustriales*



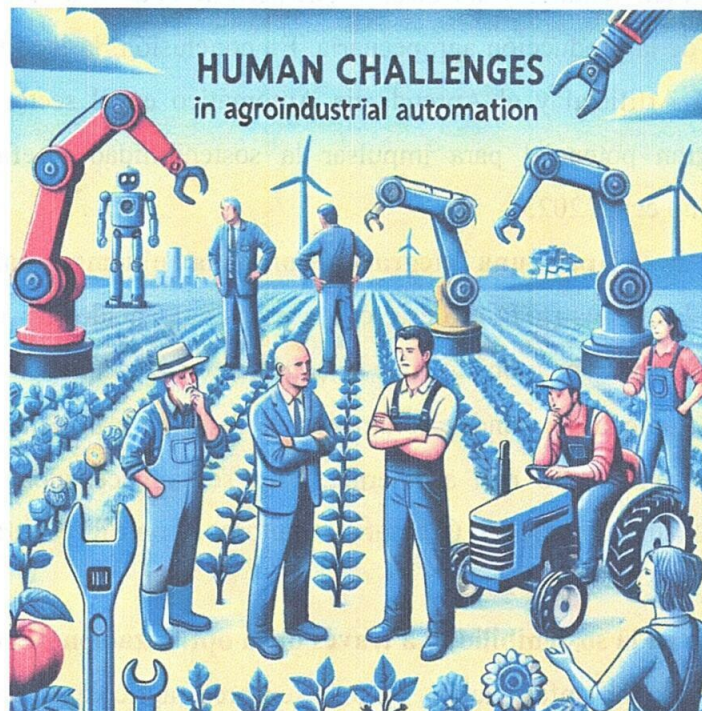
4.3. Humanos

Uno de los desafíos más importantes de la automatización es la posibilidad de pérdida de empleos, a medida que los sistemas de automatización se vuelven más avanzados, pueden reemplazar a los trabajadores humanos, lo que provoca pérdidas de empleo y perturbaciones económicas, mientras algunos sostienen que la automatización creará nuevos puestos de trabajo, otros creen que el efecto neto será una pérdida significativa de puestos de trabajo (*Desafíos y limitaciones de la automatización*, s. f.).

La automatización ha revolucionado la línea de montaje, pero no está exenta de

desafíos y limitaciones, si bien la automatización puede aumentar la eficiencia y reducir los costos, también puede ser costosa, compleja y dependiente de la tecnología. Además, los sistemas automatizados pueden carecer de flexibilidad y provocar pérdidas de empleo, es esencial que las empresas consideren cuidadosamente estos factores al implementar la automatización y desarrollen estrategias para mitigar estos desafíos y limitaciones (*Desafíos y limitaciones de la automatización*, s. f.).

Figura 3 Desafíos humanos en la automatización agroindustrial



En la imagen podemos ver un equipo de colaboradores, analizando las posibles tecnologías a implementar.

Capítulo V: El futuro de la automatización agroindustrial con Python

5.1. Uso de inteligencia artificial y aprendizaje automático para predicción y toma de decisiones

La aplicación de herramientas 4.0 en el sector agropecuario se muestra como una estrategia prometedora para mejorar los procesos productivos. En este estudio, se llevó a cabo un mapeo sistemático de literatura con el propósito de explorar la viabilidad de la Inteligencia Artificial (IA) y el Aprendizaje Automático (ML) en el ámbito agropecuario. Para ello, se seleccionaron cuatro palabras clave:



"Inteligencia artificial", "Aprendizaje Automático", "Sector agropecuario" y "Sostenibilidad", realizando búsqueda en cuatro bases de datos, obteniendo un total de 99 documentos (Patiño et al., 2023).

Después de aplicar criterios de inclusión (I) y exclusión (E), se identificó que solo 66 de ellos cumplían con los parámetros establecidos. Posteriormente, los estudios se clasificaron en cuatro categorías según sus objetivos de investigación: General, Producción animal, Producción Vegetal y Sostenibilidad. Los resultados muestran que la aplicación de estas herramientas conlleva beneficios económicos, ambientales y sociales, lo que permite optimizar recursos y reducir el impacto de la producción agropecuaria. En conclusión, la incorporación de la Inteligencia Artificial y el Aprendizaje Automático en el sector agropecuario tiene un gran potencial para impulsar la sostenibilidad y eficiencia en el campo (Patiño et al., 2023).

5.2. Expansión de IoT para una integración completa en tiempo real

Internet de las Cosas (IoT) se desarrolla a pasos agigantados; es una red donde convergen dispositivos u objetos que se conectan e interactúan con otros objetos o personas, generando grandes volúmenes de datos en crudo que necesitan ser transmitidos en tiempo real a Internet, para ser almacenados, procesados y convertidos en información útil para monitoreo, control y para la toma de decisiones (Mazón-Olivo, 2023).

5.3. Incremento en la sostenibilidad a través de la optimización de recursos

Los sistemas de información y los sensores agrícolas han beneficiado significativamente los avances de la agricultura de precisión. Estos sistemas permiten recopilar datos detallados sobre el suelo, el clima, el agua y las plantas, y enviarlos a la nube para un análisis y visualización precisos. La integración de tecnologías como el GPS, los drones, los sistemas de información geográfica y los sensores inteligentes ha revolucionado la forma en que los agricultores toman decisiones y gestionan sus cultivos. Estos avances son fundamentales para la agricultura de precisión, ya que permiten una gestión más eficiente de los recursos, una toma de decisiones basada en datos y una mayor sostenibilidad en la producción de alimentos, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que busca "construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación", la agricultura de precisión contribuye a la sostenibilidad agrícola, al cuidado del



medioambiente a través del uso óptimo de los recursos, y a la mejora de la toma de decisiones para los agricultores(Quiroz & Cobeña, 2024).



CONCLUSIONES

1. Python es una herramienta tecnológica que gestiona recursos disponibles en la naturaleza, como agua, energía e insumos agrícolas. Mediante el desarrollo de sistemas permitirá recopilar y analizar datos en tiempo real, lo que permite reducir el desperdicio y minimizar el impacto ambiental.
2. La incorporación de tecnologías como IOT y el uso de sensores permite, tener valores precisos en la clasificación y monitoreo en los procesos agrícolas, asegurando productos de mayor calidad cuando lleguen al mercado, teniendo una mayor satisfacción del cliente y la rentabilidad de las empresas.
3. La automatización es un pilar fundamental para el desarrollo de sistemas teniendo prácticas agrícolas más eficientes y resilientes, posicionando a la agroindustria para un futuro más innovador y sostenible.

22



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- alfaiot-webmaster. (2023, octubre 17). *La Inteligencia Artificial de las Cosas (AIoT)*.
AlfaIoT. <https://alfaiot.com/iot/la-inteligencia-artificial-de-las-cosas-aiot/>
- Bautista, A. N. B., Trujillo, V. V., Martínez, M. A. G., & González, O. O. S. (2016).
*Diseño de un sistema para la selección de granos de café tostado basado en un
microprocesador Raspberry-Pi*. 120.
- Dairath, M. H., Akram, M. W., Mehmood, M. A., Sarwar, H. U., Akram, M. Z., Omar,
M. M., & Faheem, M. (2023). Computer vision-based prototype robotic picking
cum grading system for fruits. *Smart Agricultural Technology*, 4, 100210.
<https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100210>
- Desafíos y limitaciones de la automatización*. (s. f.). FasterCapital. Recuperado 29 de
diciembre de 2024, de [https://fastercapital.com/keyword/desafios-y-limitaciones-
de-la-automatizacion.html](https://fastercapital.com/keyword/desafios-y-limitaciones-de-la-automatizacion.html)
- Frontera, C. (2024, diciembre 29). *Integración del IoT con otras tecnologías
emergentes*. OpenWebinars.net. [https://openwebinars.net/blog/integracion-iot-
con-tecnologias-emergentes/](https://openwebinars.net/blog/integracion-iot-con-tecnologias-emergentes/)
- Mazón-Olivo, B. (2023). *Una arquitectura para la recopilación, integración y análisis
de información en el contexto de la Internet de las Cosas. Caso estudio:
Aplicaciones en el sector agrícola*. <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/33729>
- Mora, D. S., & Torrejano, V. M. (2020). *Aplicación de nuevas tecnologías en el
fortalecimiento de la cadena Agroindustrial*.
- Patiño, J. F. H., Carrascal, B. L. V., Bautista, D. R., & Díaz, N. G. (2023). Impacto
transformador de la inteligencia artificial y aprendizaje autónomo en la
producción agropecuaria: Un enfoque en la sostenibilidad y eficiencia.
Formación Estratégica, 7(1), Article 1.



Quiroz, G. A. B., & Cobeña, G. I. M. (2024). Impacto de los sistemas de información en la agricultura inteligente: Una revisión general. *Revista InGenio*, 7(2), Article 2.

<https://doi.org/10.18779/ingenio.v7i2.824>

Sharma, V. (2024, diciembre 29). *Python Trends in AI & Automation for 2025: Industry Applications*. <https://www.clariontech.com/blog/python-trends-in-ai-automation-for-industry-applications>

Vásquez, M. (2021). *Implementación de herramientas Python en el proceso de producción de cultivos agrícolas del fundo "San Juan de Buenavista"*.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59522>



ANEXOS

- a) Código en Python para implementar un sistema de monitoreo utilizando sensores de humedad del suelo y una Raspberry Pi para controlar un sistema de riego.

```
import RPi.GPIO as GPIO

import time

# Configuración de pines GPIO

SENSOR_PIN = 17 # Pin del sensor de
humedad RELAY_PIN = 27 # Pin del relé para
la bomba

# Configurar el modo de numeración de pines

GPIO.setmode(GPIO.BCM)

GPIO.setup(SENSOR_PIN, GPIO.IN) # Pin del sensor como
entrada GPIO.setup(RELAY_PIN, GPIO.OUT) # Pin del relé
como salida def leer_humedad():

    # Leer el valor del sensor de humedad

    return GPIO.input(SENSOR_PIN)

def activar_riego():

    # Activar la bomba de riego

    GPIO.output(RELAY_PIN, GPIO.HIGH) # Encender el relé

    print("Riego activado.")

    time.sleep(5) # Mantener el riego por 5 segundos
```



```
GPIO.output(RELAY_PIN, GPIO.LOW) # Apagar el relé

print("Riego desactivado.")

try:

    while True:

        humedad = leer_humedad()

        if humedad == 0: # Si el sensor indica que el suelo está seco

            print("Suelo seco. Activando riego...")

            activar_riego()

        else:

            print("Suelo húmedo. No se necesita riego.")

            time.sleep(10) # Esperar 10 segundos antes de la siguiente lectur

except KeyboardInterrupt:

    print("Programa interrumpido.")

finally:

    GPIO.cleanup() # Limpiar la configuración de GPIO al finalizar
```

df

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELÉCTRICA**



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

MONOGRAFÍA:

**SENSORES: IMPORTANCIA Y APLICACIÓN EN LOS PROCESOS
INDUSTRIALES**

Autor: Fuentes Maza Frans

Jaén - Perú, diciembre 2024

PP



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	OBJETIVO	4
2.1.	Objetivo General	4
2.2.	Objetivos específicos	4
3.	DESARROLLO	4
3.1.	Sensores	4
3.2.	Características	4
3.2.1.	Función de transferencia	4
3.2.2.	Sensibilidad.....	5
3.2.3.	Intervalo o rango dinámico	5
3.2.4.	Precisión o incertidumbre	5
3.2.5.	Histéresis.....	6
3.2.6.	Linealidad	6
3.2.7.	Ruido.....	6
3.2.8.	Resolución	7
3.2.9.	Ancho de banda	7
3.3.	Tipos de sensores	7
3.3.1.	Sensores de humedad.....	7
3.3.1.1.	Criterios para la selección de sensores de humedad	8
3.3.2.	Sensores de Presión	8
3.3.2.1.	Criterios para seleccionar sensores de presión.....	9
3.3.3.	Sensores de posición	10
3.3.4.	Sensores de temperatura	11
3.3.4.1.	Criterios para la selección de sensores de temperatura.....	12
3.4.	Importancia en los procesos industriales	13
3.5.	Beneficios del uso de Sensores en la Industria	14
3.6.	Mejora de la Eficiencia Operativa	15
3.7.	Aumento de la Seguridad Laboral	16
3.8.	Reducción de Costos Operativos	16
4.	CONCLUSIONES	17
5.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

11



1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se ha desarrollado una enorme capacidad de procesamiento de información en la industria electrónica. El ejemplo más significativo de esta capacidad es el ordenador personal. Además, la disponibilidad de microprocesadores económicos está teniendo un tremendo impacto en el diseño de productos informáticos integrados, desde automóviles hasta hornos microondas y juguetes. En los últimos años, se están volviendo ampliamente disponibles versiones de estos productos que utilizan microprocesadores para el control de la funcionalidad (Farahani et al., 2014). En los automóviles, esta capacidad es necesaria para lograr el cumplimiento de las restricciones de contaminación. En otros casos, esta capacidad simplemente ofrece una ventaja de rendimiento económica.

Todos estos microprocesadores necesitan voltajes de entrada eléctricos para recibir instrucciones e información. Por lo tanto, junto con la disponibilidad de microprocesadores económicos, ha surgido una oportunidad para el uso de sensores en una amplia variedad de productos. Además, dado que la salida del sensor es una señal eléctrica, los sensores tienden a caracterizarse de la misma manera que los dispositivos electrónicos (Venkatachalam y Franz, 2005). Las hojas de datos de muchos sensores tienen el mismo formato que las hojas de datos de productos electrónicos. Sin embargo, existen muchos formatos y no hay nada parecido a un estándar internacional para las especificaciones de los sensores. El diseñador del sistema se encontrará con una variedad de interpretaciones de los parámetros de rendimiento del sensor, y esto puede resultar confuso. Es importante comprender que esta confusión no se debe a una incapacidad para explicar el significado de los términos, sino que es el resultado del hecho de que diferentes partes de la comunidad de sensores se han acostumbrado a utilizar estos términos de manera diferente (Bakker y Telting-Diaz, 2002).

Un sensor es un dispositivo que además de poseer ciertas ventajas con respecto a otros que permite ahorrar tiempos y optimizar los procesos industriales lo que se traduce en ganancias para la empresa. Teniendo en cuenta ello, la implementación de los mismos permite automatizar los procesos y estar a la vanguardia de la tecnología beneficiando a la industria.



2. OBJETIVO

2.1. Objetivo General

Determinar la importancia y su aplicación de los sensores en los procesos industriales

2.2. Objetivos específicos

- Indagar los fundamentos generales y tipos de sensores.
- Conocer las aplicaciones de los sensores en procesos industriales.

3. DESARROLLO

3.1. Sensores

Es un dispositivo que detecta un fenómeno físico y lo convierte en una señal eléctrica. Como tal, los sensores representan parte de la interfaz entre el mundo físico y el mundo de los dispositivos eléctricos, como los ordenadores (Janata, 2009). Al contrario de los actuadores que convierten la señal eléctrica en fenómenos físicos.

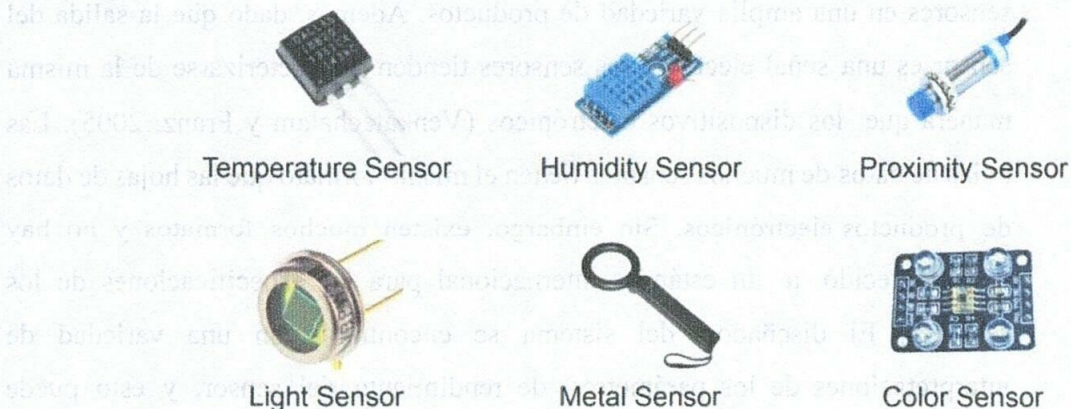


Figura 1. Tipos de sensores

3.2. Características

A continuación, se presentan algunas de las principales características de los sensores:

3.2.1. Función de transferencia

La función de transferencia muestra la relación funcional entre la señal de entrada física y la señal de salida eléctrica. La función de transferencia describe la relación que existen entre las señales de entrada física y de salida eléctricas. Por



lo general, esta relación se representa como un gráfico que muestra la relación entre la señal de entrada y la de salida, y los detalles de esta relación pueden constituir una descripción completa de las características del sensor. En el caso de sensores costosos que se calibran individualmente, esto puede adoptar la forma de una curva de calibración certificada (Chen y Lu, 2015).

3.2.2. Sensibilidad

La sensibilidad se define en términos de la relación entre la señal física de entrada y la señal eléctrica de salida. Generalmente es la relación entre un pequeño cambio en la señal eléctrica y un pequeño cambio en la señal física. Como tal, puede expresarse como la derivada de la función de transferencia con respecto a la señal física.

Se define como la relación entre la señal física de entrada y la señal eléctrica de salida, estos cambios son mínimos. De este modo, puede representarse como la derivada de la función de transferencia con respecto a la señal física

Las unidades típicas son voltios/kelvin, milivoltios/kilopascal, etc. Un termómetro tendría una “alta sensibilidad” si un pequeño cambio de temperatura diera como resultado un gran cambio de voltaje (Lenz y Edelstein, 2006).

3.2.3. Intervalo o rango dinámico

El intervalo de señales físicas de entrada que el sensor puede convertir en señales eléctricas se denomina intervalo o rango dinámico. Se espera que las señales que se encuentren fuera de este intervalo produzcan una inexactitud inaceptablemente grande. Este intervalo o rango dinámico suele estar especificado por el proveedor del sensor como el intervalo en el que se espera que se apliquen otras características de rendimiento descritas en las hojas de datos. Las unidades típicas son kelvin, pascal, newton, etc (Fraden y King, 2004).

3.2.4. Precisión o incertidumbre

Es el mayor error esperado entre las señales de salida reales e ideales. La unidad típica es el kelvin. A veces, se expresa como una fracción de la salida a escala completa o una fracción de la lectura (Farahani et al., 2014).

Por ejemplo, se puede garantizar que un termómetro tenga una precisión de hasta el 5 % de la salida a escala completa. Los metrologos generalmente

PP



consideran que la "precisión" es un término cualitativo, mientras que la "incertidumbre" es cuantitativa. Por ejemplo, un sensor puede tener una mayor precisión que otro si su incertidumbre es del 1 % en comparación con el otro, que tiene una incertidumbre del 3 % (Arampatzis et al., 2005).

3.2.5. Histéresis

Algunos sensores no vuelven al mismo valor de salida cuando el estímulo de entrada se activa o desactiva. El ancho del error esperado en términos de la cantidad medida se define como histéresis. Las unidades típicas son kelvin o porcentaje de FSO (Farahani et al., 2014).

3.2.6. Linealidad

La máxima desviación de una función de transferencia lineal dentro del rango dinámico especificado se refiere al error en la medición de dicha función. Comúnmente para medir el error se realiza comparando la función de transferencia real con la "mejor línea recta", la cual se encuentra en la mitad entre dos líneas paralelas que comprende toda la función de transferencia en el rango dinámico del dispositivo, este método de comparación es popular porque generalmente mejora la apariencia de la mayoría de los sensores, se pueden utilizar otras líneas de referencia, por lo que el usuario debe tener cuidado de comparar utilizando la misma referencia (Linch y Loh, 2006).

3.2.7. Ruido

Los sensores producen algún ruido de salida, en algunos casos, el ruido del sensor es menor que el ruido del siguiente componente electrónico, o menor que las fluctuaciones de la señal física, en cuyo caso no es importante. Existen muchos otros casos en los que el ruido del sensor limita el rendimiento del sistema en función del sensor, el ruido se distribuye generalmente a lo largo del espectro de frecuencias, muchas fuentes de ruido comunes producen una distribución de ruido blanco, es decir, que la densidad espectral de ruido es la misma en todas las frecuencias (Webster y Eren, 2018).

El ruido de Johnson en una resistencia representa la distribución de ruido, la unidad del ruido se caracteriza en unidades de voltios/raíz (Hz).



3.2.8. Resolución

Es la fluctuación mínima conocida de una señal, las fluctuaciones son fenómenos temporales, ya que existe la relación entre la escala de tiempo de la fluctuación y la amplitud mínima detectable, en ese sentido la resolución debe incluir información sobre la naturaleza de la medición, muchos sensores están limitados por el ruido con una distribución espectral blanca (Farahani et al., 2014). En estos casos, la resolución se puede especificar en unidades de señal física/raíz (Hz). Luego, la resolución real para una medición en particular se puede obtener multiplicando esta cantidad por la raíz cuadrada del ancho de banda de medición. Las hojas de datos de los sensores generalmente indican la resolución en unidades de señal/raíz (Hz) o brindan una señal mínima detectable para una medición específica. Si también se especifica la forma de la distribución del ruido, es posible generalizar estos resultados a cualquier medición (Linch y Loh, 2006).

3.2.9. Ancho de banda

Todos los sensores tienen tiempos de respuesta finitos a un cambio instantáneo en la señal física. Además, muchos sensores tienen tiempos de decaimiento, que representan el tiempo que tarda la salida del sensor en decaer a su valor original después de un cambio escalonado en la señal física. El recíproco de estos tiempos corresponde a las frecuencias de corte superior e inferior, respectivamente. El ancho de banda de un sensor es el rango de frecuencias entre estas dos frecuencias (Udd y Spillman, 2024).

3.3. Tipos de sensores

3.3.1. Sensores de humedad

La humedad es el contenido de vapor de agua en el aire u otros gases, se mide generalmente en términos de humedad absoluta (la relación entre la masa de vapor de agua y el volumen de aire o gas), punto de rocío (la temperatura y presión a la que un gas comienza a condensarse en un líquido) y humedad relativa, o HR (la relación entre el contenido de humedad del aire en comparación con el nivel de humedad saturada a la misma temperatura o presión) (Bai y Shi, 2007). La humedad relativa se determinaba antiguamente midiendo el cambio en la absorción de humedad en la seda, el cabello humano y, más tarde, el nailon

21

y los materiales sintéticos (Hubert et al., 2011).



Figura 2. Sensor de humedad

3.3.1.1. Criterios para la selección de sensores de humedad

Las consideraciones importantes al seleccionar un sensor de humedad incluyen:

- Precisión
- Intercambiabilidad
- Repetibilidad
- Estabilidad
- Recuperación de condensación
- Resistencia a contaminantes
- Tamaño y empaque
- Rentabilidad
- Costo de reemplazo del sensor
- Calibración
- Complejidad y confiabilidad del acondicionamiento de señales y circuitos de adquisición de datos

3.3.2. Sensores de Presión

Los sensores de presión convierten las presiones de entrada en salidas eléctricas para medir la presión, la fuerza y el flujo de aire. Estas mediciones se utilizan para controlar todo, desde el nivel de agua en su lavadora hasta los gases emitidos por el sistema de escape de su automóvil. Los sensores de presión se utilizan en equipos médicos para controlar la presión arterial, regular las infusiones intravenosas y detectar cosas como cambios en la presión craneal, problemas de audición y glaucoma (Wang et al., 2010).

Son esenciales para el funcionamiento de los sistemas de HVAC, carretillas elevadoras y equipos de movimiento de tierras. Miden la altitud y la turbidez en las aeronaves y son una característica importante de las grabadoras de datos de vuelo necesarias en todos los vuelos comerciales (Pallas-Areny y Webster, 2012).



Figura 6. Sensores de presión

3.3.2.1. Criterios para seleccionar sensores de presión

- **Presión máxima**

Lo primero que debe tener en cuenta es la presión máxima de su sistema. En general, conviene utilizar un transductor que tenga un rango de presión máxima de al menos 1,5 veces la presión máxima esperada en su sistema. Se recomienda esta capacidad adicional porque muchos sistemas, especialmente los sistemas hidráulicos y de control de procesos, tienen picos de presión o pulsaciones continuas. Los picos pueden ser de cinco a diez veces superiores a la presión "máxima". Estos picos de alta presión y corta duración pueden destruir un transductor de presión. Las pulsaciones continuas de alta presión, cercanas o ligeramente superiores a la máxima nominal de un transductor, también pueden limitar la vida útil del transductor. Si las frecuencias de pulsación se acercan a la frecuencia natural (de resonancia) del transductor, incluso las pulsaciones de baja amplitud pueden provocar una excitación por resonancia y dañar el transductor. Sin embargo, especificar un transductor de rango superior no siempre es una solución porque sacrificará la resolución. Puede utilizar un amortiguador para reducir los picos, pero esto también es una desventaja, ya que ralentiza el tiempo de respuesta del transductor (Janata, 2009).

- **Mensurando**

Otro factor clave que debe tener en cuenta al seleccionar un transductor es el



medio que medirá. ¿Es un líquido viscoso o una suspensión que podría obstruir un puerto de presión? ¿Es un solvente o corrosivo que podría atacar los materiales del transductor en contacto con él, o es aire limpio y seco? Estas preguntas determinarán si necesita un dispositivo de diafragma al ras y qué materiales pueden estar en contacto con el medio. Algunos modelos tienen diafragmas al ras y otros tienen puertos de presión. Puede especificar diafragmas de acero inoxidable cuando haya contacto con el medio para reducir los problemas causados por medios corrosivos (Timmer et al., 2005).

- **Precisión**

La precisión es un término general que utilizan muchos fabricantes de transductores para describir el error de medición o la incertidumbre en la salida del transductor. Las fuentes de estos errores pueden incluir no linealidad, histéresis, no repetibilidad, temperatura, balance de cero, calibración y efectos de humedad. La mayoría de los fabricantes especifican la “precisión” como los efectos combinados de no linealidad, no repetibilidad e histéresis. Otros errores pueden especificarse por separado. El error de linealidad es la desviación de la curva de salida del sensor con respecto a una línea recta especificada en un rango de presión deseado (el grado en que la salida de un dispositivo lineal se desvía del rendimiento ideal). Por lo general, se expresa como un porcentaje de la salida a escala completa. Un método para calcular el error de linealidad es el de mínimos cuadrados, que matemáticamente proporciona una línea recta de mejor ajuste a los puntos de datos. Al seleccionar un transductor de presión, el usuario debe tener cuidado al definir el método utilizado para calcular el error de linealidad (Heikenfeld et al., 2018).

3.3.3. Sensores de posición

Los sensores de posición desempeñan un papel cada vez más importante en nuestra vida diaria. Son abundantes en nuestros hogares, en nuestros automóviles y en nuestros lugares de trabajo. A medida que la tecnología de detección mejora, los dispositivos de posicionamiento se vuelven cada vez más pequeños, mejores y más económicos, abriendo el camino a más aplicaciones que nunca. Como su nombre lo indica, los sensores de posición proporcionan

información de posición. Pueden realizar funciones precisas de control de movimiento, codificación y conteo al determinar la presencia o ausencia de un objetivo o al detectar su movimiento, velocidad, dirección o distancia. Los sensores de posición detectan un objeto objetivo, una persona, una sustancia o la perturbación de un campo magnético o eléctrico y convierten ese parámetro físico en una salida eléctrica para indicar la posición del objetivo (Abbasi et al., 2014).

Hay muchas formas de detectar la posición de un objetivo. Algunas de ellas, como los interruptores de límite y los potenciómetros, implican el contacto físico con el objeto que se está detectando. Estos se denominan sensores de posición de contacto (Timmer et al., 2005).

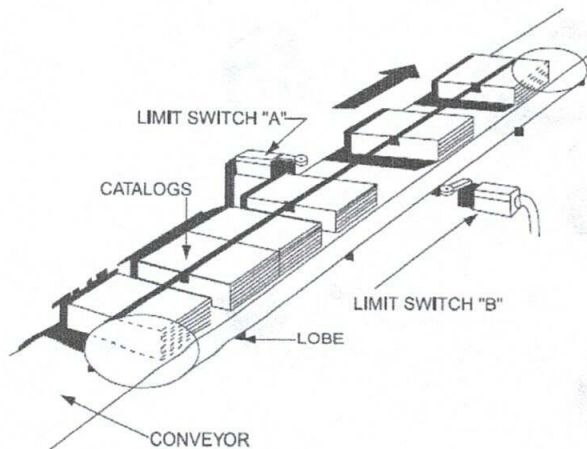


Figura 7. Sensor de posición (faja transportadora)

3.3.4. Sensores de temperatura

Debido a que la temperatura puede tener un efecto tan significativo en los materiales y procesos a nivel molecular, es la variable más ampliamente detectada de todas. La temperatura se define como un grado específico de calor o frío en referencia a una escala específica. También se puede definir como la cantidad de energía térmica en un objeto o sistema. La energía térmica está directamente relacionada con la energía molecular (vibración, fricción y oscilación de partículas dentro de una molécula): cuanto mayor sea la energía térmica, mayor será la energía molecular (Pallas-Areny y Webster, 2012). Los sensores de temperatura detectan un cambio en un parámetro físico como las resistencias o el voltaje de salida que corresponde a un cambio de temperatura.

Existen dos clasificaciones básicas de detección de temperatura:

- La detección de temperatura por contacto en el que se necesita un sensor que tenga contacto directo con un objeto o el medio que se está detectando. Se puede utilizar para monitorear la temperatura de sólidos, líquidos o gases en un rango de temperatura extremadamente amplio.
- También existe la medición que no requiere contacto físico con algún objeto el cual realiza la interpretación de la energía radiante de una fuente de calor en forma de energía emitida en la porción infrarroja del espectro electromagnético. Este método es útil para monitorear sólidos y líquidos no reflectantes, pero resulta ineficaz con gases debido a su transparencia inherente.



Figura 8. Sensores de temperatura

3.3.4.1. Criterios para la selección de sensores de temperatura

- **Material del sensor**

Un factor importante a tener en cuenta a la hora de seleccionar sensores térmicos son los materiales utilizados, que tienen limitaciones de temperatura, la tolerancia, la precisión y la intercambiabilidad también son importantes, el primero es un requisito específico, normalmente más o menos una temperatura determinada, en cambio la precisión es la capacidad del sensor para medir el valor real de la temperatura en un rango de temperaturas (Webster y Eren, 2018). A continuación, se indican algunas cuestiones que debe tener en cuenta (Timmer et al., 2005).



- **Velocidad de cambio de temperatura**

En aplicaciones donde la velocidad de cambio de temperatura es rápida ($>1,0$ °C/minuto), la masa del sensor puede representar un inconveniente, ya que la inercia térmica del sensor depende directamente de su masa. En el caso de cambios extremadamente rápidos, la masa del sensor debe mantenerse al mínimo para permitirle realizar un seguimiento más preciso del cambio de la aplicación (Jamshed et al., 2022).

Esto incluye la masa y la conductividad térmica del termo pozo u otro material de protección. En el caso de aplicaciones en las que el sensor se ubicará de forma remota debido a problemas del ambiente u otros, se deben realizar pruebas de verificación del diseño, esto implica el uso de dos o más sensores para controlar la temperatura de la aplicación, mientras que otro sensor controla la temperatura en la ubicación propuesta del sensor, de esta manera, se puede optimizar la ubicación del sensor (Wang et al., 2006).

- **Certificados de calidad**

Cuando se necesitan certificaciones de instituciones, la elección de componentes se restringe a dispositivos electromecánicos. El fabricante debe de verificar las cargas eléctricas, para asegurar que cumplan con los requisitos técnicos, si las cargas no cumplen, es posible que el componente aún se revise para su aprobación en la aplicación específica. En ciertas aplicaciones médicas y otras, los sistemas de control electrónico pueden no ser aceptados sin un termostato de acción rápida como medida de seguridad, dado que no se puede garantizar el modo de falla del sistema electrónico, el termostato está diseñado para abrir el circuito y evitar una condición de sobret temperatura (Abbasi et al., 2014).

3.4. Importancia en los procesos industriales

Los sensores a nivel industrial cuentan con gran importancia en diferentes aplicaciones, ya que ofrecen un grado de seguridad que permite garantizar el desarrollo de todo lo que se está llevando a cabo. Para decirlo de otra manera, mide y convierte una cantidad física en una señal que puede ser leída por un operador



o un instrumento. Así pues, un sensor nos permite notar las cosas y comprenderlas fácilmente. Los sistemas de sensores industriales requieren una gestión adicional de la energía para accionar eficazmente los sensores. Por ello, estos utilizan salidas digitales como IO-Link directo a un microcontrolador o incluso al receptor inalámbrico (Chen y Lu, 2005).

En términos simples, los sensores de automatización industrial son dispositivos de entrada que proporcionan una salida (señal) con respecto a una cantidad física específica (entrada). En otras palabras, mide y convierte una cantidad física en una señal que puede ser leída por un operador o un instrumento. Así pues, un sensor nos permite notar las cosas y comprenderlas fácilmente. El término «dispositivo de entrada» en la definición de un sensor significa que forma parte de un sistema más grande que proporciona entrada a un sistema de control principal (como un procesador o un microcontrolador) (Bai y Shi, 2007).

Por lo general, un sistema de sensores industriales se alimenta con una fuente de 24V DC, que es muy diferente de un sensor en un sistema de consumo que se alimenta con una fuente de 3V o 5V. En consecuencia, los sistemas de sensores industriales requieren una gestión adicional de la energía para accionar eficazmente los sensores. Por ello, estos utilizan salidas digitales como IO-Link directo a un microcontrolador o incluso al receptor inalámbrico. La salida de datos analógica suele estar habilitada por un amplificador óptico y conectada al convertidor analógico/digital (ADC) de un microcontrolador (Wang et al., 2007).

3.5. Beneficios del uso de Sensores en la Industria

La ingeniería de los sensores es relevante para prácticamente todos los aspectos de la vida, incluyendo la seguridad, la vigilancia, el monitoreo y la información en general. Por otra parte, los sensores son fundamentales para la medicina que se utiliza para el diagnóstico, los cuidados intensivos y la salud pública. Así mismo, los sensores también son fundamentales para las aplicaciones industriales que se utilizan para el control de procesos (Wang et al., 2010).

En los sistemas de automatización industrial, miden variables de proceso como la temperatura, la presión, el nivel, el flujo, el pH y la turbidez; variables eléctricas como el voltaje, la corriente y la frecuencia; variables mecánicas como la rotación, el número de ciclos, la posición, la dirección de desplazamiento,



las presiones estáticas y dinámicas, la proximidad; y variables ambientales como la humedad, la vibración, la velocidad y la dirección del viento. Las aplicaciones específicas de los sensores o sistemas de medición varían según las industrias. Tanto la industria química, del petróleo y el gas como la de generación de energía nuclear necesitan sensores para gestionar los procesos más complejos (Hubert et al., 2011).

La industria de la energía eléctrica también requiere sensores para gestionar sistemas de transmisión y distribución de energía geográficamente grandes. En este tipo de infraestructuras, se han desarrollado estándares para abordar la comunicación, la interoperabilidad, la fiabilidad, la calibración, la seguridad y la precisión de los sensores inteligentes (Bai y Shi, 2007). En la automatización industrial, los sensores juegan una parte vital para realizar los productos inteligentes y de manera automática. Estos permiten detectar, analizar, medir y procesar una variedad de transformaciones como la alteración de la posición, la longitud, la altura, el exterior y el movimiento que se produce en los centros de fabricación industrial (Chen y Lu, 2005).

Los equipos terminales de datos (ETD) como sensores y actuadores forman el nivel de campo dentro dentro de la estructura de un sistema de automatización industrial. Los sensores de temperatura, óptica, presión, etc. y los actuadores tales como motores, válvulas, interruptores, etc. están conectados a un PLC a través de un bus de campo y la comunicación entre dispositivos de este nivel y su correspondiente PLC está basada normalmente en una conexión punto a punto. (point-to-point) (Janata, 2009).

3.6. Mejora de la Eficiencia Operativa

Los sensores reaccionan a los cambios de las condiciones físicas alterando sus propiedades eléctricas. Por lo tanto, la mayoría de los sensores industriales dependen de sistemas electrónicos para capturar, analizar y transmitir información sobre el medio ambiente. Estos sistemas electrónicos se basan en los mismos principios que los circuitos eléctricos para funcionar, por lo que la capacidad de controlar el flujo de energía eléctrica es muy importante (Wang et al., 2004).

En pocas palabras, un sensor convierte los estímulos como el calor, la luz, el sonido y el movimiento en señales eléctricas. Estas señales se pasan a través de



una interfaz que las convierte en un código binario y lo pasa a una computadora para ser procesado. Muchos sensores actúan como un interruptor, controlando el flujo de cargas eléctricas a través del circuito. Los interruptores son una parte importante de la electrónica ya que cambian el estado del circuito. Los componentes de los sensores como los circuitos integrados (chips), transistores y diodos contienen material semiconductor y están incluidos en los circuitos de los sensores para que actúen como interruptores. Por ejemplo, un transistor funciona utilizando una pequeña corriente eléctrica en una parte del circuito para encender una gran corriente eléctrica en otra parte del circuito (Wang et al., 2014).

3.7. Aumento de la Seguridad Laboral

En un mundo donde la automatización industrial se ha convertido en la clave para mejorar la eficiencia y la productividad, los sensores desempeñan un papel fundamental al permitir a las máquinas y sistemas interactuar con su entorno de manera inteligente y autónoma. Los sensores están revolucionando la automatización industrial, los distintos tipos de sensores, su clasificación, uso en la industria y las múltiples aplicaciones que están transformando la manera en que las empresas operan (Bai y Shi, 2007).

En el corazón de cualquier sistema automatizado se encuentran los sensores, dispositivos que capturan información del entorno y la convierten en señales eléctricas, permitiendo a las máquinas tomar decisiones informadas y ejecutar tareas específicas. Los sensores son los ojos y oídos de la automatización, proporcionando datos en tiempo real que son esenciales para mantener la operación eficiente y precisa de los procesos industriales (Farahani et al., 2014).

3.8. Reducción de Costos Operativos

Los sensores se han convertido en el motor que impulsa la transformación en la automatización industrial. Permiten un nivel de control, precisión y eficiencia que antes era impensable. Con su capacidad para recopilar y transmitir datos esenciales, los sensores no solo mejoran la producción, sino que también abren la puerta a nuevas oportunidades y soluciones en una amplia gama de industrias. A medida que la tecnología continúa avanzando, el papel de los sensores en la automatización seguirá siendo esencial para crear un mundo más inteligente y eficiente (Abbasi et al., 2014).



Los sensores desempeñan un papel fundamental en la reducción de riesgos. Al monitorear y analizar datos continuamente, estos equipos proporcionan información en tiempo real sobre amenazas potenciales. Por ejemplo: En el sector de transporte, los sensores IoT pueden monitorear las condiciones de la carretera, el tráfico y el clima. Al proporcionar información en tiempo real, ayuda a prevenir posibles accidentes. Al adoptar medidas para prevenir riesgos, se puede lograr una notable reducción en las pérdidas potenciales de tu empresa. Además, esto permitirá mejorar la eficiencia operativa y garantizar un entorno seguro tanto para tus trabajadores como para tus clientes (Chen y Lu, 2005).

4. CONCLUSIONES

- 1 Se evidenció la importancia de los sensores a nivel industrial y su impacto en la automatización de procesos industriales optimizando tiempos y productividad en la empresa.
- 2 Se dilucidó los fundamentos generales y los tipos de sensores que son utilizados en la industria puesto que tener conocimiento de ello nos ayuda a comprender las ventajas y oportunidades de crecimiento industrial que representan.
- 3 Se estudió las aplicaciones industriales de los sensores y su impacto en procesos industriales.



5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbasi, A. Z., Islam, N., & Shaikh, Z. A. (2014). A review of wireless sensors and networks' applications in agriculture. *Computer Standards & Interfaces*, 36(2), 263-270.

Arampatzis, T., Lygeros, J., & Manesis, S. (2005, June). A survey of applications of wireless sensors and wireless sensor networks. In Proceedings of the 2005 IEEE International Symposium on, Mediterrean Conference on Control and Automation Intelligent Control, 2005. (pp. 719-724). IEEE.

Bakker, E., & Telting-Diaz, M. (2002). Electrochemical sensors. *Analytical chemistry*, 74(12), 2781-2800.

Bai, H., & Shi, G. (2007). Gas sensors based on conducting polymers. *Sensors*, 7(3), 267-307.

Chen, Z., & Lu, C. (2005). Humidity sensors: a review of materials and mechanisms. *Sensor letters*, 3(4), 274-295.

Farahani, H., Wagiran, R., & Hamidon, M. N. (2014). Humidity sensors principle, mechanism, and fabrication technologies: a comprehensive review. *Sensors*, 14(5), 7881-7939.

Heikenfeld, J., Jajack, A., Rogers, J., Gutruf, P., Tian, L., Pan, T., ... & Wang, J. (2018). Wearable sensors: modalities, challenges, and prospects. *Lab on a Chip*, 18(2), 217-248.

Hübert, T., Boon-Brett, L., Black, G., & Banach, U. (2011). Hydrogen sensors—a review. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 157(2), 329-352.

Jamshed, M. A., Ali, K., Abbasi, Q. H., Imran, M. A., & Ur-Rehman, M. (2022). Challenges, applications, and future of wireless sensors in Internet of Things: A review. *IEEE Sensors Journal*, 22(6), 5482-5494.

Janata, J. (2009). *Principles of chemical sensors*. Springer Science & Business Media.

Lenz, J., & Edelstein, S. (2006). Magnetic sensors and their applications. *IEEE*



Sensors journal, 6(3), 631-649.

Lynch, J. P., & Loh, K. J. (2006). A summary review of wireless sensors and sensor networks for structural health monitoring. *Shock and vibration digest*, 38(2), 91-130.

Pallas-Areny, R., & Webster, J. G. (2012). *Sensors and signal conditioning*. John Wiley & Sons.

Timmer, B., Olthuis, W., & Van Den Berg, A. (2005). Ammonia sensors and their applications—a review. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 107(2), 666-677.

Venkatachalam, V., & Franz, M. (2005). Power reduction techniques for microprocessor systems. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 37(3), 195-237.

Wang, N., Zhang, N., & Wang, M. (2006). Wireless sensors in agriculture and food industry—Recent development and future perspective. *Computers and electronics in agriculture*, 50(1), 1-14.

Wang, C., Yin, L., Zhang, L., Xiang, D., & Gao, R. (2010). Metal oxide gas sensors: sensitivity and influencing factors. *sensors*, 10(3), 2088-2106.