

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



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.

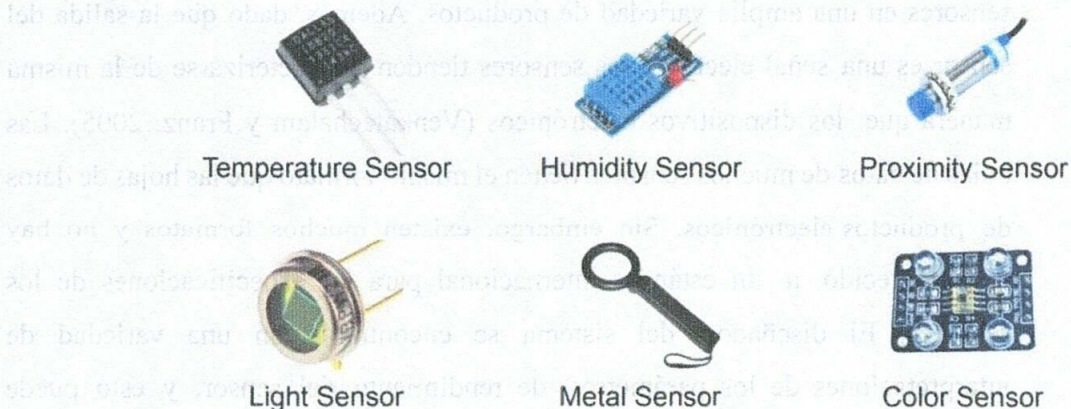


Figura 1. Tipos de sensores

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).

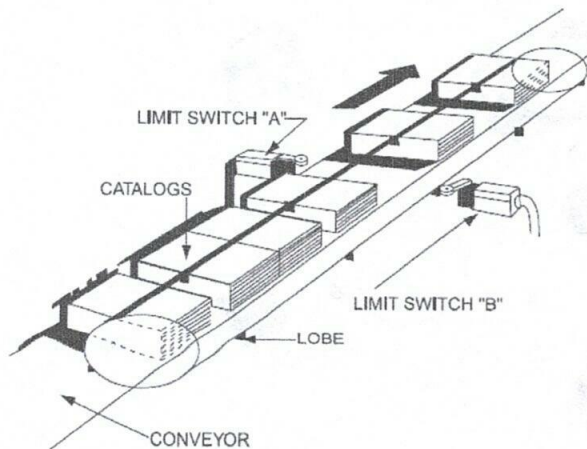


Figura 7. Sensor de posición (faja transportadora)

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.