



TECNICATURA SUPERIOR EN

**Telecomunicaciones**

# Proyecto Integrador I

Sensores, Actuadores y Visualizadores

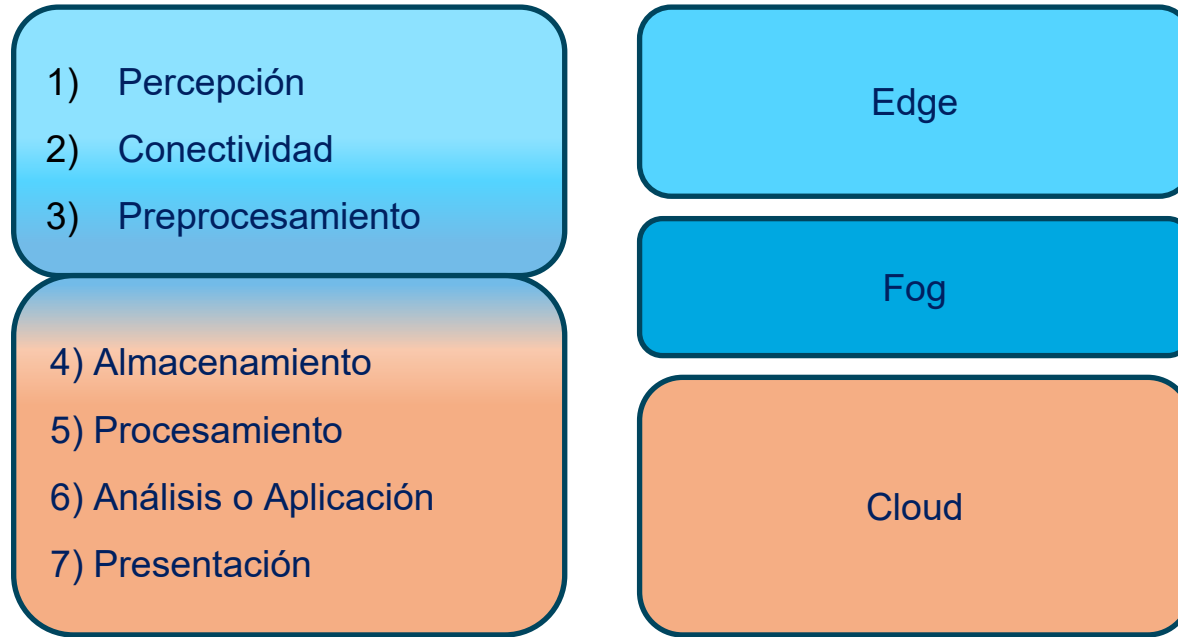
# El Hardware de los dispositivos del Edge

## Internet de las cosas



# El Hardware de los dispositivos del Edge

El IoT es una infraestructura de software y hardware que podemos modelizar de muchas formas, una de ellas es la arquitectura de 7 capas.



# El Hardware de los dispositivos del Edge

- **Introducción al IoT y la Importancia de los Dispositivos de Edge**
- El Internet de las Cosas (IoT) está transformando cómo interactuamos con el mundo que nos rodea. Los dispositivos “things” o “las cosas” son críticos en este ecosistema, ya que son el punto de contacto inicial con el mundo real y la fuente de datos para decisiones posteriores y análisis.
- El borde o Edge como se conoce al conjunto de capas de percepción, preprocesamiento y conectividad es el contexto donde se desenvuelven las cosas Smart o los objetos del IoT. Vamos a inspeccionar sus características, pero empecemos con el contexto.



# El Hardware de los dispositivos del Edge

## Capas en el Contexto del Edge

- **1. Capa de Percepción**
  - **Sensores:** La base de cualquier dispositivo IoT. Detectan cambios en el entorno.
    - *Ejemplos:* Sensores de temperatura, de humedad, magnéticos, de movimiento, entre otros.
  - **Actuadores:** Ejecutan acciones basadas en las decisiones tomadas por el sistema de control.
    - *Ejemplos:* Motores, LEDs, válvulas, etc.
- **2. Capa de Conectividad**
  - **Controladores con Conectividad:** Pieza central que maneja la comunicación y procesamiento básico.
    - *Ejemplos:* ESP32, Arduino con módulos de comunicación, Raspberry Pi.
- **3. Capa de Preprocesamiento**
  - **Procesamiento y Acondicionamiento de la Señal:** Fundamental para preparar los datos recogidos para su transmisión o acción local.
    - *Componentes:* Amplificadores, filtros, conversores A/D.



# El Hardware de los dispositivos del Edge

- **Hardware Específico en Dispositivos de Edge**

1. **Controladores y Procesadores**

- **Microcontroladores:** Corazón del dispositivo IoT que maneja tareas de bajo nivel.
  - *Ejemplos:* Atmel series, STM32.
- **Sistemas en un Chip (SoC):** Integran todas las funcionalidades, desde el procesamiento hasta la conectividad.
  - *Ejemplos:* Qualcomm Snapdragon, Broadcom SoC.

2. **Interfaces de Entrada/Salida**

- **GPIOs:** Permiten la interacción directa con sensores y actuadores.
  - *Funciones:* Lectura de señales digitales, emisión de señales PWM para control de motores, adquisición de datos analógicos.
- **Bus de Comunicación:** I2C, SPI, UART para la conexión de dispositivos periféricos.
  - *Importancia:* Facilitan la modularidad y la expansión de las capacidades del dispositivo IoT



# El Hardware de los dispositivos del Edge

## 3. Comunicación a Internet

- **Módulos de Conectividad Integrados:** WiFi, Ethernet, GSM, LPWAN.
  - *Función:* Conectar el dispositivo IoT a la red, permitiendo el flujo de datos hacia y desde la nube.
  - *Ejemplos:* ESP32 para WiFi, módulos SIM para GSM, LoRa para LPWAN.

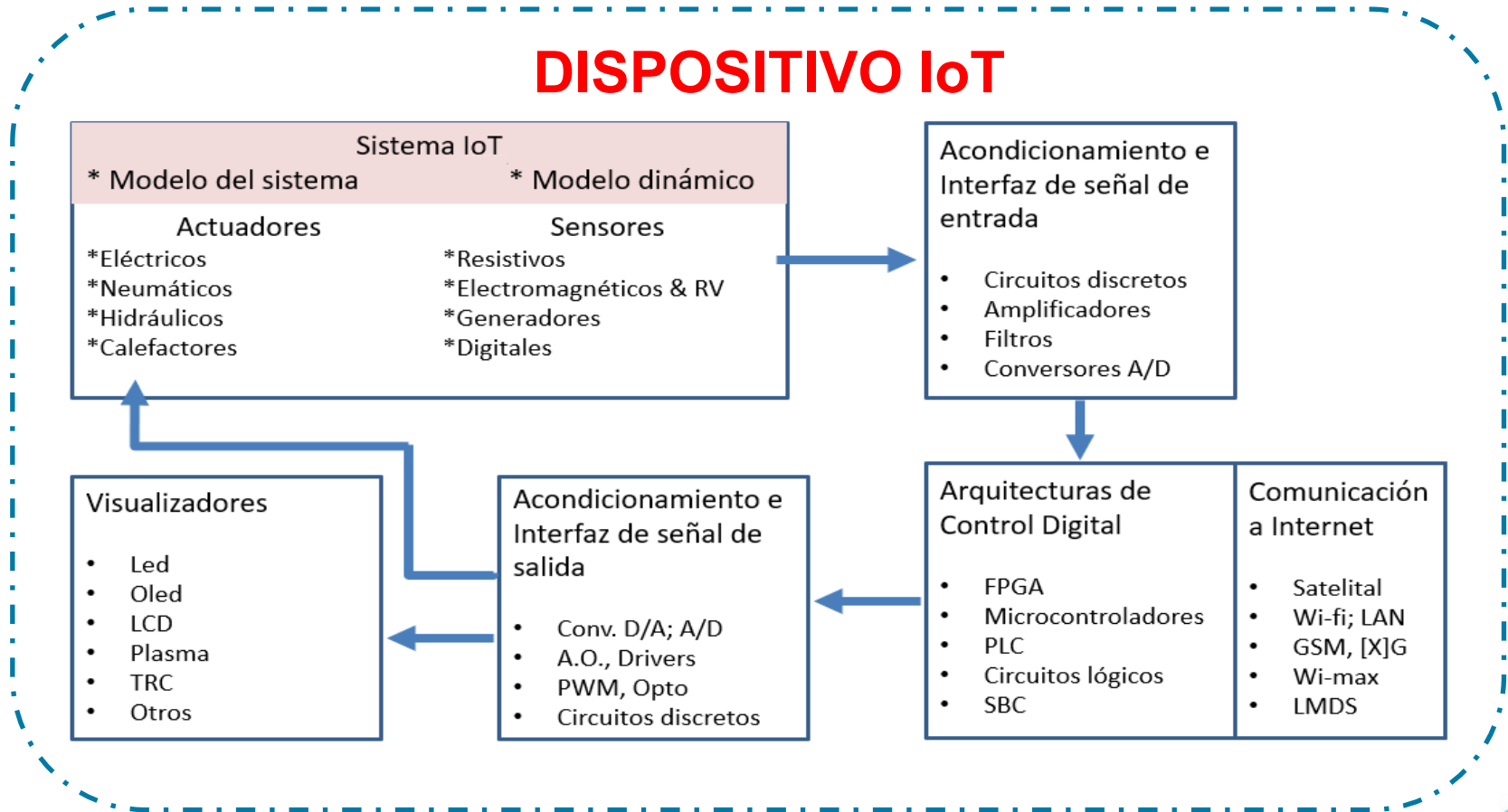
## 4. Acondicionamiento de Señal y Conversión

- **Conversores Analógico-Digital (ADC):** Transforman las señales analógicas de los sensores en digitales para el procesamiento.
- **Drivers y Amplificadores:** Ajustan la señal de salida para los actuadores, garantizando que operen efectivamente.
- **Filtros:** Se utilizan para limpiar la señal de ruido y mejorar la precisión de la medición.



# El Hardware de los dispositivos del Edge

## DISPOSITIVO IoT





# El Hardware de los dispositivos del Edge

## Consideraciones sobre el hardware del Edge

### 1. Arquitecturas de Control Digital

- **FPGAs:** Para aplicaciones que requieren procesamiento paralelo y alta velocidad.
- **PLCs:** Utilizados en entornos industriales para control y automatización.
- **Microcontroladores y SoCs:** Constituyen la inteligencia y el centro de control en dispositivos IoT.

### 2. Visualizadores

- **Pantallas LED/OLED/LCD:** Para mostrar información y hacer que el dispositivo sea interactivo.
- **Interfaces de Usuario:** Pueden ser tan simples como LEDs indicadores o tan complejas como interfaces táctiles.



# El Hardware de los dispositivos del Edge

## 3. Hardware para Comunicación

- **Wi-Fi y LAN:** Para dispositivos que se conectarán a redes locales de alta velocidad.
- **GSM y LPWAN:** Para dispositivos que necesitan comunicarse a través de largas distancias o fuera de redes locales.
- **Satélite y LoraWAN:** Para aplicaciones de IoT en ubicaciones remotas.

## 4. Almacenamiento

- **Memoria Flash y EEPROM:** Para almacenamiento de código y datos que necesitan persistencia.
- **Tarjetas SD:** Para la expansión de almacenamiento en dispositivos que generan o procesan grandes cantidades de datos.



# El Hardware de los dispositivos del Edge

## 5. Seguridad del Hardware

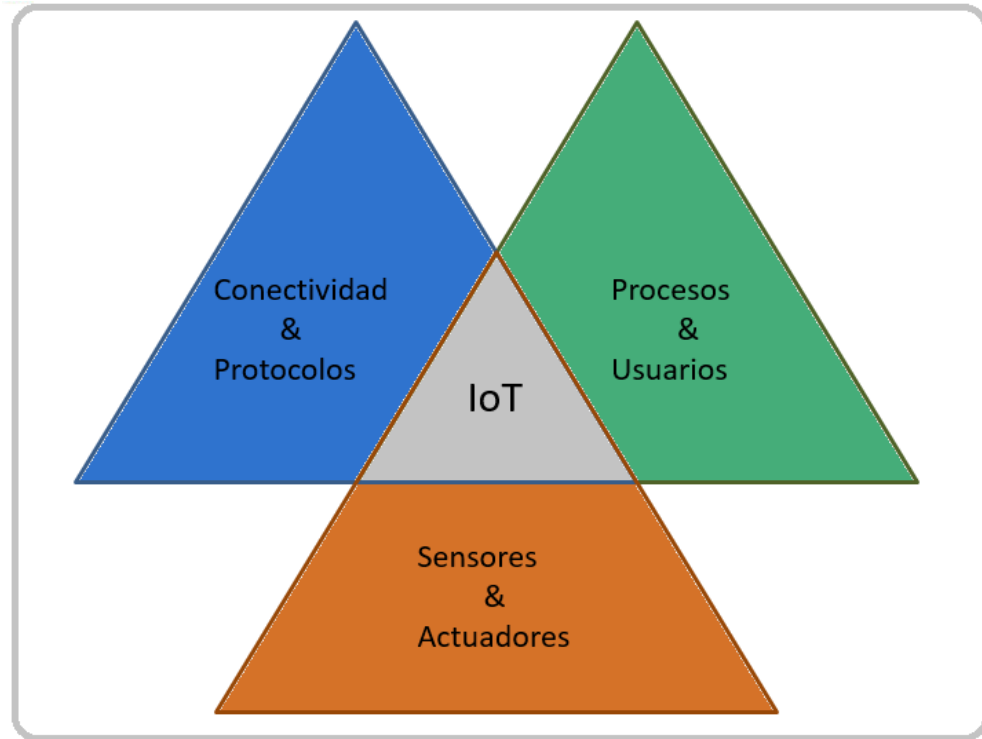
- **Cifrado en Chip y Seguridad de Arranque:** Asegura que el dispositivo y los datos estén protegidos desde el hardware.
- **Gestión de Identidad y Acceso:** Claves de seguridad y certificados que permiten comunicaciones seguras.
- **Conclusión**
- Los dispositivos things son esenciales para la recolección y procesamiento inicial de datos en el mundo físico. Su diseño y composición son críticos para el éxito de cualquier implementación de IoT. Al seleccionar el hardware adecuado, es posible crear dispositivos capaces de operar de manera autónoma y segura, al mismo tiempo que se integran sin problemas en sistemas más amplios de IoT.



# El Hardware de los dispositivos del Edge

- Aproximación para la selección de componentes en la percepción

Para la selección de componentes en la capa de percepción de un dispositivo IoT, el proceso debe ser sistemático y guiado por las necesidades específicas del proceso y los usuarios a los que servirá el dispositivo.



# El Hardware de los dispositivos del Edge

- El diseño de cualquier dispositivo IoT comienza con una comprensión clara de los procesos que pretende mejorar y los usuarios que interactuarán con el sistema. En esta fase inicial, la selección de sensores y actuadores es crítica para capturar los datos relevantes y realizar las acciones necesarias para influir en el proceso.

## Entendiendo el Proceso

- Antes de seleccionar los componentes, es esencial identificar y comprender el proceso que se desea monitorizar o controlar. Esto implica:
- **Definir el Propósito:** ¿Qué problema o necesidad del proceso está abordando el dispositivo IoT?
- **Identificar Variables Clave:** ¿Qué aspectos del proceso se deben medir o controlar para alcanzar el objetivo?



# El Hardware de los dispositivos del Edge

## Conociendo a los Usuarios

- Los usuarios finales del dispositivo IoT dictarán en gran medida cómo se diseñará la interfaz y cómo se presentarán los datos. Es necesario considerar:
- **Interacción del Usuario:** ¿Cómo interactuarán los usuarios con el dispositivo? ¿Necesitan tener control manual, o será completamente automatizado?
- **Requisitos de Usuario:** ¿Qué nivel de complejidad pueden manejar los usuarios? ¿Qué tan técnico es el usuario final?

## Selección de Sensores y Actuadores

- Con el conocimiento del proceso y los usuarios, se pueden seleccionar los sensores y actuadores más adecuados. Esto incluye:
- **Tipos de Sensores:** Basado en las variables clave del proceso, se seleccionan sensores capaces de medir con precisión esos datos (como temperatura, presión, humedad, etc.).
- **Tipos de Actuadores:** En función de las acciones necesarias para influir en el proceso, se eligen actuadores como motores, válvulas o luces LED.



# El Hardware de los dispositivos del Edge

## Protocolos y Conectividad

- La selección de los sensores y actuadores determinará en parte qué protocolos y opciones de conectividad son necesarios. Consideraciones clave incluyen:
- **Distancia y Cobertura:** ¿Qué tan lejos están los dispositivos entre sí y del controlador central?
- **Ancho de Banda y Velocidad:** ¿Qué volumen de datos se generará y con qué rapidez necesitan transmitirse?
- **Estándares y Compatibilidad:** ¿Hay estándares de la industria o restricciones de compatibilidad que deban considerarse?



# El Hardware de los dispositivos del Edge

## Elección del Controlador IoT

- El controlador actúa como el cerebro del dispositivo en el edge, procesando datos de los sensores y enviando comandos a los actuadores. La elección del controlador debe basarse en:
- **Capacidad de Procesamiento:** ¿Qué tan poderoso necesita ser el procesador para manejar la entrada de datos y la lógica de control?
- **Requisitos de Memoria:** ¿Cuánto almacenamiento será necesario para el software y la caché de datos?
- **Conectividad Integrada:** ¿El controlador necesita tener WiFi incorporado, ser compatible con redes celulares, o utilizar otros protocolos de comunicación inalámbrica o alámbrica?
- Con un enfoque metódico para la selección de componentes, se puede diseñar un sistema IoT que sea eficiente, efectivo y satisfaga las necesidades tanto del proceso como de los usuarios involucrados.





# El Hardware de los dispositivos del Edge

## Consideraciones sobre la seguridad en el Borde

- La seguridad en los dispositivos de edge es fundamental en el IoT, ya que estos dispositivos suelen ser los más expuestos y vulnerables a ataques. Estas son algunas consideraciones importantes en cuanto a la seguridad en el edge:

### 1. Autenticación Robusta

- **Dispositivos y Usuarios:** Cada dispositivo debe tener una identidad única y verificable, y lo mismo aplica para los usuarios que interactúan con el dispositivo.
- **Credenciales Seguras:** Las claves, certificados y tokens de acceso deben estar protegidos y ser gestionados de manera segura para prevenir accesos no autorizados.



# El Hardware de los dispositivos del Edge

## 2. Cifrado de Datos

- **En Tránsito:** Los datos enviados desde y hacia los dispositivos de edge deben ser cifrados para evitar la interceptación y el análisis de tráfico malintencionado.
- **En Reposo:** Los datos almacenados localmente en el dispositivo también deben ser cifrados para protegerlos contra el acceso físico no autorizado.

## 3. Gestión de Parches y Actualizaciones

- **Actualizaciones de Firmware:** Deben realizarse de manera segura y automática para corregir vulnerabilidades conocidas lo antes posible.
- **Integridad de Software:** Es esencial asegurar que el software que se ejecuta en el dispositivo no haya sido alterado o comprometido.



# El Hardware de los dispositivos del Edge

## 4. Principio de Privilegio Mínimo

- **Acceso Limitado:** Los dispositivos de edge deben operar con el menor nivel de privilegio necesario, limitando el acceso a funciones y datos críticos.

## 5. Monitoreo y Respuesta

- **Detección de Anomalías:** Los dispositivos deben ser monitoreados constantemente para detectar comportamientos inusuales que puedan indicar un ataque o un compromiso de seguridad.
- **Respuesta a Incidentes:** Debe haber un plan establecido para responder rápidamente a posibles incidentes de seguridad, mitigando los daños y restaurando la operación segura.



# El Hardware de los dispositivos del Edge

## 6. Aislamiento de Red y Comunicaciones

- **Redes Seguras:** La segmentación de red y el uso de redes virtuales privadas (VPNs) pueden ayudar a aislar los dispositivos de edge de ataques de red.
- **Firewalls y Gateways:** Actúan como barreras entre el dispositivo de edge y las redes externas.

## 7. Hardware Seguro

- **Módulos de Seguridad:** Los módulos de plataforma segura (TPM) o los elementos seguros (SE) pueden almacenar claves criptográficas de forma segura y realizar operaciones criptográficas.
- **Arranque Seguro:** Asegura que el dispositivo solo se inicie con software verificado y sin alteraciones.



# El Hardware de los dispositivos del Edge

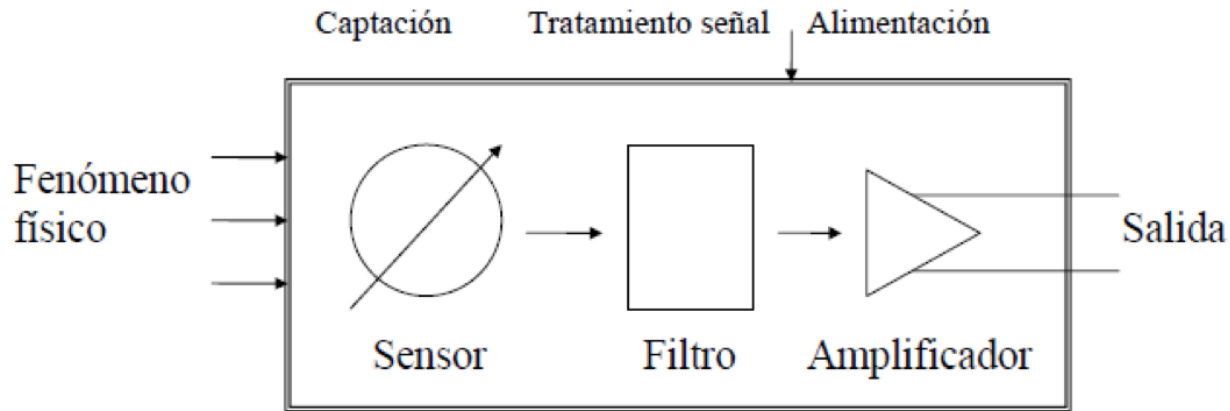
## 8. Normativas y Estándares

- **Cumplimiento de Estándares:** Los dispositivos deben diseñarse y operarse de acuerdo con las normativas y estándares de seguridad relevantes, como ISO 27001, NIST, o la GDPR para la protección de datos.
- Estas consideraciones no solo protegen el dispositivo individual, sino que también salvaguardan la integridad de la red IoT más amplia, los datos recopilados y los servicios relacionados. La seguridad en el edge es un esfuerzo continuo y requiere un enfoque proactivo para adaptarse a las amenazas emergentes y evolucionar con las tecnologías.

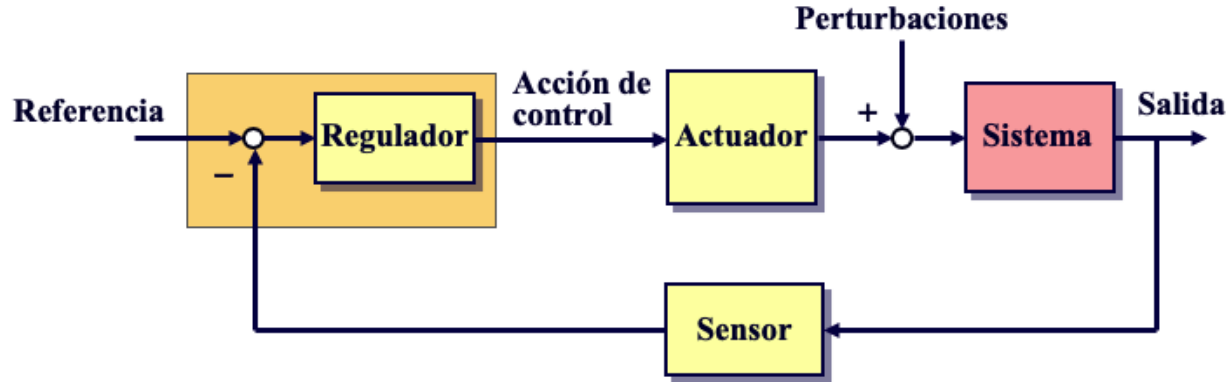


# El Hardware de los dispositivos del Edge

## Sensores



# El Hardware de los dispositivos del Edge



- Un **transductor** es un dispositivo que convierte una forma de energía en otra. En el contexto de la instrumentación y los sistemas de control, los transductores son esenciales porque permiten que las señales físicas del entorno se transformen en señales eléctricas que pueden ser medidas y procesadas por sistemas electrónicos. Estos dispositivos son fundamentales para la interacción entre los componentes físicos y los sistemas de control digital.



# El Hardware de los dispositivos del Edge

## Transductores

- Los transductores se clasifican generalmente en dos tipos principales según la dirección de la conversión de energía:
  - 1. Transductores de entrada (sensores):** Estos convierten una forma de energía física del entorno (como calor, luz, presión, sonido, etc.) en una señal eléctrica. Por ejemplo:
    1. Un **micrófono** convierte las ondas sonoras (energía mecánica) en una señal eléctrica.
    2. Un **termopar** convierte la temperatura (energía térmica) en un voltaje eléctrico.
  - 2. Transductores de salida (actuadores):** Estos realizan la función inversa, convirtiendo señales eléctricas en acción física o energía. Por ejemplo:
    1. Un **altavoz** convierte señales eléctricas en ondas sonoras.
    2. Un **motor eléctrico** convierte energía eléctrica en movimiento mecánico.





# El Hardware de los dispositivos del Edge

## Introducción a la Instrumentación y Sistemas de Control

- La **instrumentación** es la ciencia de medir y controlar variables dentro de un proceso de producción o un sistema de experimentación. Su propósito es recoger datos del mundo real mediante sensores, procesar esa información y luego actuar sobre el sistema a través de actuadores en base a los datos recogidos y procesados.
- a) **Sensores**
  - Los **sensores** son dispositivos que detectan cambios en el entorno físico y convierten esta información en señales legibles por un observador o por un sistema electrónico. Ejemplos comunes incluyen:
- b) **Actuadores**
  - Los **actuadores** son dispositivos que realizan acciones físicas basadas en las señales recibidas de un sistema de control. Pueden cambiar el entorno de manera directa y son críticos para la implementación de cualquier ajuste necesario en respuesta a las mediciones de los sensores.



# El Hardware de los dispositivos del Edge

## Aplicación en Sistemas de Control

- En un **sistema de control**, todos estos componentes trabajan de manera integrada para asegurar que el sistema opere de manera eficiente y segura. Un ejemplo típico podría ser el sistema de control de climatización en un edificio, donde:
  - Los **sensores de temperatura** detectan la temperatura actual en diversas zonas,
  - La información es procesada por un **controlador** central,
  - Los **actuadores** ajustan el flujo de aire caliente o frío según sea necesario,
  - Los **visualizadores** permiten a los usuarios ver y ajustar la temperatura deseada.



# El Hardware de los dispositivos del Edge



## ¿Qué son los Visualizadores?

- Los **visualizadores** son interfaces que muestran datos y permiten la interacción entre el sistema y el usuario. Estos dispositivos pueden mostrar una amplia gama de información, desde simples lecturas de estado hasta complejos análisis de datos en tiempo real. La función principal de un visualizador es presentar la información de manera clara y accesible, permitiendo a los operadores tomar decisiones basadas en los datos recopilados por los sensores y procesados por el sistema de control.



# El Hardware de los dispositivos del Edge

## Tipos de Visualizadores

1. **Indicadores Analógicos:** Estos son los más tradicionales y suelen incluir diales o agujas que se mueven sobre una escala graduada para indicar magnitudes como presión, temperatura, velocidad, etc.
2. **Pantallas Digitales:** Mostrando números u otros símbolos digitales, estas pantallas son comunes en dispositivos como termómetros digitales, contadores eléctricos y multímetros.
3. **Interfaces Gráficas de Usuario (GUI):** Las GUIs son visualizadores más complejos que pueden incluir pantallas táctiles, gráficos en tiempo real, y menús interactivos. Son comunes en paneles de control industrial, sistemas de automoción, y en dispositivos de consumo como teléfonos inteligentes y tabletas.
4. **Paneles de Control de LED o LCD:** Utilizados en aplicaciones tanto domésticas como industriales, estos paneles pueden mostrar desde simples mensajes de texto hasta gráficos complejos



# El Hardware de los dispositivos del Edge

## Funcionalidades de los Visualizadores

1. **Monitoreo en Tiempo Real:** Permiten seguir en tiempo real las condiciones de un sistema, como la velocidad de una cinta transportadora o la temperatura en un horno industrial.
  2. **Alertas y Advertencias:** Pueden configurarse para alertar a los usuarios sobre condiciones anormales o peligrosas, como la detección de niveles críticos de gases tóxicos.
  3. **Interacción y Configuración:** Los usuarios pueden cambiar configuraciones, ajustar parámetros del sistema, o iniciar procesos a través de estos interfaces.
  4. **Análisis de Datos:** Algunos visualizadores avanzados son capaces de realizar análisis de datos, presentando tendencias y proyecciones basadas en los datos recogidos.
- La importancia de los visualizadores radica en su capacidad de convertir datos en información comprensible y accionable, lo que permite a los operadores gestionar eficazmente el funcionamiento de los sistemas.



# El Hardware de los dispositivos del Edge



## Sensores

- ¿Qué son?
- Los **sensores** son dispositivos o módulos que detectan eventos o cambios en el ambiente y envían la información a otros dispositivos electrónicos, usualmente un procesador o controlador. Funcionan como los órganos sensoriales en los seres humanos, captando estímulos físicos como la luz, el calor, la presión, el movimiento, y más, y transformándolos en señales eléctricas que pueden ser interpretadas y utilizadas por sistemas electrónicos.



# El Hardware de los dispositivos del Edge

## ¿Para qué sirven?

- Los sensores tienen una amplia gama de aplicaciones en casi todos los sectores tecnológicos y son esenciales en la automatización. Sirven para:
  1. Monitorizar procesos industriales.
  2. Controlar dispositivos en tiempo real, como en sistemas de control de vehículos y aeronaves.
  3. Recoger datos ambientales para la investigación científica.
  4. Mejorar la interacción y la experiencia del usuario en dispositivos de consumo como teléfonos inteligentes y dispositivos domésticos inteligentes.



# El Hardware de los dispositivos del Edge

## ¿Cómo se usan?

- Los sensores se utilizan integrándolos en sistemas más amplios donde se necesitan mediciones precisas y automáticas. El proceso generalmente involucra:
  1. **Integración del sensor:** Incorporación del sensor al sistema donde se necesita medir una variable específica.
  2. **Calibración:** Ajuste del sensor para asegurar que las mediciones sean precisas y confiables.
  3. **Recopilación de datos:** El sensor detecta continuamente o a intervalos la variable deseada y convierte su medida en una señal eléctrica.
  4. **Transmisión de datos:** La señal es enviada a una unidad de procesamiento para su análisis o para tomar decisiones automáticas.
  5. **Acción:** Basado en la interpretación de los datos del sensor, el sistema puede ajustarse automáticamente, alertar a los usuarios, o iniciar otros procesos.





# El Hardware de los dispositivos del Edge

## Parámetros Característicos

Los sensores tienen características como sensibilidad, rango, linealidad, repetibilidad, histéresis, estabilidad y resolución entre otros parámetros que ahora veremos:

### 1. Sensibilidad

- La **sensibilidad** de un sensor es la relación entre la señal de salida y la cantidad de medida. Define qué tan bien un sensor puede convertir un estímulo físico en una señal eléctrica. Una alta sensibilidad es crucial cuando se necesitan detectar cambios sutiles en el entorno.

### 2. Rango

- El **rango** de un sensor indica los límites entre los cuales puede medir con precisión. Es vital seleccionar un sensor con un rango adecuado para la aplicación deseada para evitar saturación de la señal o mediciones inexactas fuera de este rango.



# El Hardware de los dispositivos del Edge

## 3. No-linealidad

- La **no-linealidad** se refiere a la desviación de la respuesta del sensor de una línea recta ideal en su curva característica de salida versus entrada. Un sensor ideal tendría una respuesta completamente lineal, lo que facilitaría la interpretación de sus señales.

## 4. Repetibilidad

- La **repetibilidad** mide la capacidad de un sensor para producir resultados consistentes bajo condiciones de prueba idénticas en múltiples mediciones. Es crucial para la confiabilidad a largo plazo de cualquier proceso de medición.

## 5. Error de Histeresis

- El **error de histeresis** es la diferencia en los valores de salida cuando un objetivo específico se mide durante condiciones crecientes versus decrecientes. Este fenómeno puede afectar la precisión de un sensor y es importante considerarlo en aplicaciones donde la precisión es crítica.



# El Hardware de los dispositivos del Edge

## 6. Estabilidad

- La **estabilidad** de un sensor indica su capacidad para mantener su rendimiento y precisión a lo largo del tiempo, incluso frente a cambios ambientales o después de un largo período de uso. Una buena estabilidad asegura que el sensor seguirá siendo confiable en el futuro.

## 7. Resolución

- La **resolución** de un sensor es la menor diferencia entre dos estímulos que el sensor puede detectar de manera confiable. Es un aspecto crítico en aplicaciones donde se requieren mediciones muy detalladas y precisas.

Estos parámetros son esenciales para entender y evaluar la adecuación de un sensor para una aplicación específica y garantizar que el sistema de control en su conjunto funcione de manera correcta.



# El Hardware de los dispositivos del Edge

Clasificación de Sensores según la Variable Física	
Variable Física	Ejemplos de Sensores
Luz	Fotocélulas, fotodiodos, sensores LDR (resistencias dependientes de la luz)
Temperatura	Termistores, termopares, sensores infrarrojos
Presión	Sensores piezoeléctricos, transductores de presión, manómetros electrónicos
Fuerza	Células de carga, sensores de galga extensiométrica
Aceleración	Acelerómetros, sensores piezoeléctricos
Velocidad	Tacómetros, sensores Doppler
Posición	Encoders, potenciómetros, sensores de efecto Hall



# El Hardware de los dispositivos del Edge

Clasificación de Sensores según el Tipo de Sensor	
Tipo de Sensor	Ejemplos de Sensores
Resistivos	Potenciómetros, termistores, sensores de presión resistivos
De Reactancia Variable	Sensores capacitivos, sensores inductivos
Electromagnéticos	Galgas extensiométricas, algunos tipos de sensores de velocidad
Generadores	Dinamos, micrófonos piezoeléctricos, algunos tipos de sensores de flujo
Digitales	Sensores de efecto Hall digitales, encoders ópticos, sensores de proximidad digitales



¡Muchas gracias!