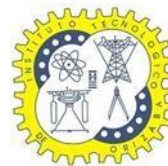




TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ORIZABA

MATERIA

TECNOLOGÍAS E INTERFACES DE COMPUTADORAS

DOCENTE

NORMA RODRIGUEZ RODRIGUEZ

HORARIO

13:00 – 14:00

INTEGRANTES DEL EQUIPO

GARCIA DAMIAN BEATRIZ ANDREA

GARCIA HERNANDEZ RICARDO

GONZALEZ FRANCO XIMENA

GONZALEZ JIMENEZ ALEXIS

UNIDAD

3

NOMBRE DE LA ACTIVIDAD

INVESTIGACIÓN GENERAL – SENSORES, ACTUADORES Y PROTOCOLOS DE
COMUNICACIÓN EMPLEADOS EN DOMÓTICA

FECHA DE ENTREGA

MARTES, 11 DE NOVIEMBRE DEL 2025





INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
¿Qué es un sensor?	2
Tipos de sensor, funcionamiento y aplicaciones.....	3
¿Qué es un actuador?	9
Tipos de actuador, funcionamiento y aplicaciones.....	10
Importancia de los protocolos de comunicación en la domótica	16
Zigbee	17
Z-Wave	19
KNX	20
Wi-Fi	21
Bluetooth Low Energy (BLE)	23
Thread	24
EnOcean	25
MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)	26
Matter	27
BACnet (Building Automation and Control Network)	28
CONCLUSIÓN.....	29
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30



INTRODUCCIÓN

La domótica es el conjunto de tecnologías que permite la automatización y control inteligente de los espacios habitacionales. Mediante la comunicación entre sensores, actuadores y controladores, se logra gestionar de forma eficiente la iluminación, la climatización, la seguridad, el consumo energético y otros servicios del hogar o edificio.

Los sensores se encargan de captar información del entorno transformando esos datos en señales que el sistema puede interpretar. Por su parte, los actuadores son los dispositivos que ejecutan acciones físicas en respuesta a esas señales.

Para que estos dispositivos se comuniquen entre sí, es necesario el uso de protocolos de comunicación, los cuales definen cómo se transmiten los datos, qué formato utilizan y cómo se garantiza la interoperabilidad entre equipos de diferentes fabricantes.

Existen numerosos protocolos empleados en la domótica, cada uno con distintas características técnicas, ventajas y limitaciones. Entre los más conocidos se encuentran Zigbee, Z-Wave, KNX, Thread, Bluetooth Low Energy (BLE) y Wi-Fi.



¿Qué es un sensor y cuál es su papel?

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar, medir o identificar cambios en el entorno físico o químico, y convertir esa variación en una señal eléctrica, óptica o digital que pueda ser interpretada por un sistema de control. En términos simples, el sensor actúa como los “sentidos” de un sistema automatizado, ya que le permite “percibir” lo que ocurre a su alrededor.

En la domótica, los sensores son fundamentales porque permiten que el sistema obtenga información del entorno para actuar de forma inteligente y automática. Gracias a ellos, una vivienda puede encender luces cuando hay poca iluminación, ajustar la temperatura si hace calor, o activar una alarma si detecta movimiento o humo.

Los sensores no realizan acciones físicas por sí mismos; su función es recoger datos del medio y transmitirlos a un controlador central (como un microcontrolador, un PLC o una central domótica), el cual analiza la información y toma decisiones en función de los valores detectados.

Principio de funcionamiento

El funcionamiento básico de un sensor se basa en la transformación de una magnitud física o química en una señal eléctrica o digital. Este proceso se realiza en tres etapas principales:

1. **Detección:** el sensor percibe una magnitud física del entorno (por ejemplo, temperatura, luz, movimiento o humedad).
2. **Conversión:** esa magnitud es transformada en una señal eléctrica proporcional al valor medido.
3. **Transmisión:** la señal se envía al sistema de control o procesador para ser analizada y, si es necesario, provocar una respuesta a través de un actuador.

Cada tipo de sensor emplea un principio físico diferente.

Función principal

La función principal de un sensor es obtener información del entorno y transmitirla al sistema domótico. Esa información permite al sistema tomar decisiones automáticas con base en las condiciones detectadas.

En resumen, el sensor convierte el entorno físico en datos útiles para la **automatización, control y seguridad del hogar inteligente**.





Tipos de sensores, principios de funcionamiento y aplicaciones específicas.

1.Sensor de temperatura:

- **Principio de funcionamiento.**

Se basa en el uso de materiales cuya resistencia eléctrica varía con la temperatura. Los más comunes son los termistores, los termopares y los sensores digitales. Al cambiar la temperatura ambiental, el sensor altera su señal eléctrica, la cual es interpretada por el sistema.

- **Aplicaciones específicas.**

Control de sistemas de calefacción, aire acondicionado, ventilación y refrigeración. En casas inteligentes, estos sensores permiten mantener la temperatura ideal ajustando automáticamente los sistemas de climatización.

- **Ejemplo:**

Un sensor conectado a un termostato inteligente que detecta el aumento de temperatura y activa el aire acondicionado para mantener un ambiente confortable.



2.Sensor de humedad:

- **Principio de funcionamiento.**

Usa materiales higroscópicos o sensores capacitivos que varían su conductividad en función del nivel de humedad.

- **Aplicaciones específicas.**



En jardines automatizados, los sensores de humedad controlan los sistemas de riego, evitando el desperdicio de agua. En interiores, se usan para regular la humedad en sistemas de climatización.

- **Ejemplo:**

Un sensor en el suelo detecta bajo nivel de humedad y activa una electroválvula para regar el jardín automáticamente.



3.Sensor de luz:

- **Principio de funcionamiento.**

Se basa en una resistencia cuya conductividad eléctrica varía según la intensidad luminosa. Cuanta más luz incide en el sensor, menor es su resistencia.

- **Aplicaciones específicas.**

Regulación automática de la iluminación interior y exterior, encendido de faroles nocturnos o persianas automáticas.

- **Ejemplo.**

Un sistema de iluminación que reduce la intensidad de las lámparas durante el día para ahorrar energía.



4. Sensor de movimiento o presencia (PIR, ultrasónico, microondas):

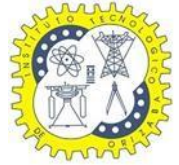
- **Principio de funcionamiento.**
Los **PIR (infrarrojos pasivos)** detectan variaciones en la radiación infrarroja emitida por los cuerpos. Los **ultrasónicos** emiten ondas de sonido y miden el tiempo de retorno del eco, mientras que los **de microondas** utilizan ondas electromagnéticas para captar el movimiento.
- **Aplicaciones específicas.**
Encendido automático de luces, activación de cámaras de seguridad, alarmas de intrusión y gestión del consumo eléctrico.
- **Ejemplo.**
En una casa inteligente, cuando una persona entra en una habitación, el sensor PIR detecta su presencia y enciende la luz sin necesidad de pulsar un interruptor.



5. Sensor de gas y humo:

- **Principio de funcionamiento.**
Detecta la presencia de gases combustibles o tóxicos mediante materiales semiconductores que reaccionan químicamente ante la exposición a estos compuestos, generando variaciones de voltaje.
- **Aplicaciones específicas.**
Detección de fugas de gas, monóxido de carbono o humo en sistemas de seguridad doméstica.
- **Ejemplo.**
Un sensor de gas que, al detectar una fuga, envía una señal para cerrar automáticamente la válvula de suministro y activar una alarma.





6. Sensor de apertura y cierre (magnético o de contacto reed):

- **Principio de funcionamiento.**
Está formado por un imán y un interruptor reed. Cuando ambos están cerca, el campo magnético mantiene cerrado el circuito; al separarse el campo se interrumpe.
- **Aplicaciones específicas.**
Detección de aperturas no autorizadas en puertas o ventanas, control de acceso y activación de luces automáticas al abrir una puerta.



7. Sensor de nivel (ultrasónico o de presión):

- **Principio de funcionamiento.**
Mide la altura de líquidos o sólidos dentro de depósitos mediante ultrasonidos o presión hidrostática.
- **Aplicaciones específicas.**
Control del nivel de agua en cisternas, piscinas o tinacos.
- **Ejemplo.**
Un sensor ultrasónico que detecta cuando el tanque de agua está casi vacío y activa una bomba para llenarlo.





¿Qué es un actuador y cuál es su papel?

Un actuador es un dispositivo electromecánico o electrónico encargado de ejecutar acciones físicas dentro de un sistema automatizado, en respuesta a las órdenes emitidas por un controlador o procesador. En otras palabras, mientras que el sensor detecta lo que ocurre en el entorno, el actuador actúa sobre ese entorno, transformando una señal eléctrica o digital en movimiento, fuerza, presión, luz, sonido o cualquier otra acción física.

En un sistema domótico, los actuadores representan la parte operativa o ejecutiva, ya que son los encargados de realizar los cambios que permiten el control automático del hogar.

Principio de funcionamiento

El funcionamiento de un actuador se basa en el proceso de conversión de energía. Recibe una señal eléctrica (generalmente de baja potencia) procedente del sistema de control y la transforma en otro tipo de energía capaz de realizar una acción física.

Dependiendo del tipo de energía que emplee, un actuador puede funcionar mediante:

- **Energía eléctrica:** motores, servomotores, relés, solenoides.
- **Energía neumática:** utiliza aire comprimido para generar movimiento.
- **Energía hidráulica:** usa líquidos a presión para accionar mecanismos más potentes.

Este principio hace posible que los actuadores sean utilizados en tareas tan diversas como abrir una puerta, accionar una válvula, regular la intensidad de una lámpara o mover una cámara de seguridad.

Función principal

La función del actuador es convertir una señal de control en una acción física concreta, materializando las decisiones que el sistema domótico ha tomado a partir de la información enviada por los sensores.

Por ejemplo:

- Si el sensor de temperatura detecta que hace demasiado calor, el controlador envía una señal a un actuador que enciende el aire acondicionado.



- Si un sensor de presencia detecta movimiento, el actuador activa la iluminación de esa zona.
- Si se detecta una fuga de gas, el actuador puede cerrar automáticamente una válvula de seguridad.

Actuadores





Tipos de actuadores, principios de funcionamiento y aplicaciones específicas.

1. Motores eléctricos:

- **Principio de funcionamiento.**
Convierte energía eléctrica en movimiento rotatorio o lineal mediante el uso de campos magnéticos.
- **Aplicaciones específicas.**
Apertura y cierre de cortinas, persianas, puertas o ventanas automáticas.
- **Ejemplo.**
Un motor que sube las persianas al amanecer y las baja automáticamente al anochecer.



2. Motores eléctricos:

- **Principio de funcionamiento.**
Emplean un electroimán que, al ser energizado, mueve un émbolo para abrir o cerrar el paso de fluidos.
- **Aplicaciones específicas.**
Control del flujo de agua o gas en sistemas de riego, calefacción o protección contra incendios.



3. Relés y contactores:

- **Principio de funcionamiento.**
Son interruptores eléctricos controlados electrónicamente. Al recibir una señal de bajo voltaje, activan un circuito de mayor potencia.
- **Aplicaciones específicas.**
Encendido y apagado de luces, control de electrodomésticos o sistemas de ventilación.

Contactor



Relevador



4. Servomotores:

- **Principio de funcionamiento.**



Combinan un motor con un sistema de control que permite posicionamiento preciso, generalmente por retroalimentación de un potenciómetro.

- **Aplicaciones específicas.**

Orientación de cámaras de vigilancia, paneles solares o rejillas de ventilación.



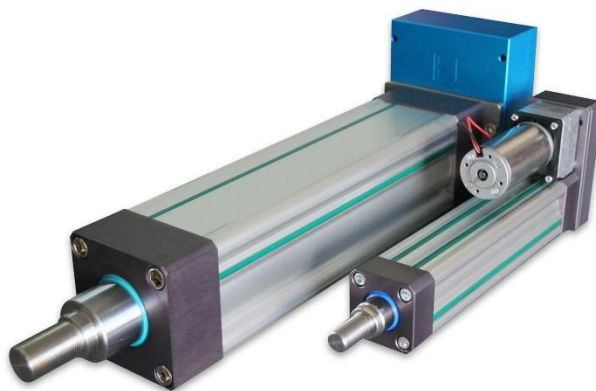
5. Actuadores lineales:

- **Principio de funcionamiento.**

Transforman energía eléctrica en un movimiento lineal.

- **Aplicaciones específicas.**

Mecanismos de apertura de ventanas o techos corredizos, ajustes ergonómicos en muebles automatizados.



6. Dimmers o reguladores de intensidad:

- **Principio de funcionamiento.**



Regulan la cantidad de energía eléctrica que llega a una lámpara, variando la intensidad luminosa.

- **Aplicaciones específicas.**

Creación de ambientes luminosos personalizados, ahorro energético y control remoto de iluminación.





Importancia de los protocolos de comunicación en la domótica

Los protocolos son esenciales para garantizar que los dispositivos inteligentes **“hablen el mismo idioma”**. Sin ellos, cada fabricante tendría su propio estándar y los equipos no podrían comunicarse entre sí.

Las principales funciones que cumplen son:

- **Interconexión:** Permiten que sensores, actuadores y controladores intercambien datos en tiempo real.
- **Eficiencia:** Optimizan el uso de energía y reducen la latencia en las respuestas de los dispositivos.
- **Escalabilidad:** Facilitan agregar nuevos dispositivos sin necesidad de grandes cambios en la red.
- **Seguridad:** Garantizan la confidencialidad y autenticidad de los datos transmitidos.
- **Interoperabilidad:** Hacen posible que equipos de distintos fabricantes funcionen en conjunto.

La domótica ha transformado la manera en que las personas interactúan con su entorno. Gracias a la automatización y al uso de tecnologías inteligentes, los hogares y edificios pueden adaptarse a las necesidades de los usuarios, ofreciendo comodidad, seguridad, eficiencia energética y conectividad. Para que todo esto funcione correctamente, los dispositivos que conforman un sistema domótico —como sensores, actuadores y controladores— necesitan comunicarse entre sí. Esta comunicación se logra mediante **protocolos de comunicación**, que establecen las normas para el intercambio de información dentro de la red.

Existen múltiples protocolos empleados en domótica, cada uno con sus propias características y aplicaciones. Entre los más destacados se encuentran:



Zigbee

Z-Wave es otro protocolo inalámbrico ampliamente empleado en la automatización residencial. Opera en una frecuencia diferente a la de Zigbee (alrededor de 900 MHz), lo que evita interferencias con redes Wi-Fi u otros dispositivos que operan en 2.4 GHz. Está especialmente diseñado para entornos domésticos con múltiples dispositivos interconectados.

Z-Wave utiliza una red en malla similar a Zigbee, permitiendo que los dispositivos se comuniquen indirectamente entre sí a través de nodos intermedios. Su principal ventaja es la interoperabilidad entre equipos de diferentes marcas, lo que facilita la integración de sensores y actuadores en un mismo ecosistema. Por ejemplo, un sensor de temperatura de la marca Aeotec puede controlar un termostato inteligente de Fibaro, ambos basados en Z-Wave.

La integración entre sensores y actuadores se da de forma fluida y confiable: un sensor de movimiento Z-Wave puede enviar una señal a un actuador de cerradura inteligente, como los utilizados en Samsung SmartThings, para asegurar la puerta automáticamente al detectar que no hay movimiento. Este tipo de interacciones muestra cómo Z-Wave favorece la creación de hogares inteligentes donde todos los dispositivos colaboran entre sí.

Características principales:

- Frecuencia de operación: 2.4 GHz (también disponible en 868/915 MHz según región).
- Velocidad de transmisión: de 20 a 250 kbps.
- Topología de red: malla (mesh).
- Alcance: entre 10 y 100 metros por dispositivo.
- Seguridad: cifrado AES-128.

Funcionamiento y comunicación:
Zigbee utiliza una red en malla donde cada dispositivo puede retransmitir datos a otros, lo que amplía el alcance y evita interrupciones en la comunicación. Dentro de la red existen tres roles: el **coordinador**, que administra la red; los **routers**, que transmiten datos entre dispositivos; y los **nodos finales**, que suelen ser sensores o actuadores.

Integración de sensores y actuadores:
Zigbee facilita la integración de estos componentes mediante su estructura en malla, que permite que los sensores envíen datos de forma eficiente a los actuadores a través del coordinador o de otros dispositivos intermedios. Esto asegura una respuesta rápida y confiable sin necesidad de conexión constante al Wi-Fi del hogar.



Ejemplo

Un **sensor de movimiento Zigbee** (como el Philips Hue Motion Sensor) detecta presencia en una habitación y envía una señal al **hub Zigbee**, que a su vez activa un **actuador de iluminación inteligente** (como una lámpara Philips Hue Go). Todo ocurre sin conexión directa a Internet, garantizando baja latencia y estabilidad.

práctico:



Z-Wave

Z-Wave es otro protocolo inalámbrico de baja energía diseñado especialmente para aplicaciones domóticas. Su diferencia principal respecto a Zigbee radica en que utiliza una frecuencia distinta, lo que reduce interferencias con redes Wi-Fi y Bluetooth.

Características principales:

- Frecuencia de operación: 868.42 MHz (Europa) / 908.42 MHz (EE. UU.).
- Topología: malla.
- Velocidad de transmisión: hasta 100 kbps.
- Alcance: entre 30 y 100 metros.
- Seguridad: cifrado AES-128 con protocolo S2.

Funcionamiento y comunicación:

Z-Wave también emplea una red en malla, permitiendo que cada dispositivo actúe como repetidor de señal, garantizando una cobertura estable incluso si un nodo falla. Además, ofrece una interoperabilidad certificada: cualquier dispositivo con certificación Z-Wave puede comunicarse con otro, sin importar la marca.

Integración de sensores y actuadores:

Este protocolo facilita la integración mediante un sistema estandarizado de comunicación entre sensores y actuadores, coordinado por un controlador central (hub). Los sensores pueden enviar datos como temperatura, humedad o movimiento, y los actuadores responden con acciones programadas, como ajustar el termostato, encender luces o cerrar puertas.

Ejemplo práctico:

Un **sensor de apertura Z-Wave** (por ejemplo, Aeotec Door/Window Sensor) detecta que una puerta ha sido abierta y envía una señal al **controlador Z-Wave**, el cual comunica la información a un **actuador de alarma** o **cámara de seguridad**. Estos sistemas son comunes en plataformas como **Fibaro Home Center** o **Samsung SmartThings**.



KNX

KNX es uno de los protocolos más reconocidos y antiguos en la automatización de edificios. A diferencia de Zigbee y Z-Wave, KNX puede ser **cableado o inalámbrico**, dependiendo de la instalación. Su principal característica es la comunicación descentralizada: cada dispositivo puede operar de manera independiente sin requerir un servidor central.

Este protocolo es ideal para instalaciones profesionales en edificios grandes, hoteles, hospitales o universidades, donde se necesita una red robusta, segura y confiable. A través de un bus común, los sensores envían información al sistema para que los actuadores ejecuten las órdenes correspondientes.

Empresas como ABB, Siemens y Schneider Electric fabrican dispositivos compatibles con KNX, garantizando la interoperabilidad. Gracias a su estructura estandarizada bajo la norma internacional ISO/IEC 14543, KNX ofrece estabilidad, escalabilidad y una larga vida útil.

Características principales:

- Medio físico: par trenzado, línea eléctrica, radiofrecuencia o Ethernet.
- Topología: jerárquica (líneas, áreas, backbone).
- Velocidad: desde 9.6 kbps (TP) hasta 100 Mbps (IP).
- Comunicación descentralizada (sin servidor central).
- Seguridad: cifrado KNX Secure.

Funcionamiento y comunicación:
Cada dispositivo KNX (sensor, actuador o controlador) tiene su propia lógica, permitiendo que operen de forma autónoma. Esto garantiza una comunicación robusta, ideal para edificios grandes que requieren alta fiabilidad.

Integración de sensores y actuadores:
KNX facilita la integración gracias a su arquitectura descentralizada. Los sensores capturan información ambiental y la transmiten directamente a los actuadores correspondientes, sin necesidad de una computadora central. Esto reduce el riesgo de fallos y permite una reacción inmediata ante cualquier cambio en las condiciones.

Ejemplo práctico:
En un edificio automatizado, los **sensores de luminosidad KNX** detectan la cantidad de luz natural y envían los datos a los **actuadores de iluminación**, que ajustan la intensidad de las lámparas LED para mantener una iluminación constante. Fabricantes como **Siemens, ABB y Schneider Electric** producen equipos certificados KNX para control de luces, persianas, climatización y seguridad.



Wi-Fi

El Wi-Fi, aunque no fue diseñado específicamente para la domótica, se ha convertido en uno de los medios de comunicación más populares debido a su fácil acceso y compatibilidad con la mayoría de los dispositivos. Permite conectar directamente los sensores y actuadores a la red doméstica y a Internet sin necesidad de concentradores intermedios.

Un ejemplo de integración es el uso de enchufes inteligentes Wi-Fi (como los de la marca TP-Link Kasa), que pueden encender o apagar aparatos eléctricos desde una aplicación móvil o por comandos de voz mediante asistentes como Alexa o Google Home. De la misma manera, un sensor de humo Wi-Fi puede activar un actuador de alarma sonora y enviar una notificación instantánea al teléfono del propietario.

Aunque su consumo energético es mayor que el de otros protocolos, su alta velocidad y alcance lo hacen ideal para aplicaciones que requieren transmisión constante de datos.

Características principales:

- Frecuencia: 2.4 GHz y 5 GHz.
- Velocidad: hasta 9.6 Gbps (Wi-Fi 6).
- Topología: estrella (con un router central).
- Alcance: entre 30 y 100 metros.
- Seguridad: WPA2 / WPA3.

Funcionamiento y comunicación:
Los dispositivos Wi-Fi se conectan a un router o punto de acceso central, que sirve como enlace entre los sensores, los actuadores y la nube. Esto permite el control remoto desde cualquier parte del mundo mediante aplicaciones móviles o asistentes virtuales.

Integración de sensores y actuadores:
Wi-Fi facilita la integración de sensores y actuadores a través de plataformas en la nube o sistemas locales conectados al router. Los sensores pueden enviar datos directamente a los servidores o aplicaciones, los cuales ordenan a los actuadores realizar tareas específicas.

Ejemplo práctico:
Un **enchufe inteligente Wi-Fi** (como TP-Link Kasa Smart Plug) se conecta directamente al router del hogar. Desde una app móvil, el usuario puede encender o apagar el enchufe, o programar su funcionamiento. De igual manera, un **sensor**



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



de humo Wi-Fi puede activar un **actuador de alarma sonora** y enviar una alerta inmediata al teléfono del propietario.



Bluetooth Low Energy (BLE)

Bluetooth Low Energy, conocido como BLE, es una versión optimizada del Bluetooth tradicional, desarrollada para reducir el consumo de energía. Es muy usado en dispositivos que requieren comunicación directa con un teléfono o una tableta, como sensores portátiles o de corto alcance.

El BLE facilita la integración de sensores y actuadores en aplicaciones donde se busca simplicidad y eficiencia. Por ejemplo, un sensor BLE de proximidad puede detectar la presencia de una persona y enviar la señal a un actuador de cerradura inteligente, como los modelos August Smart Lock, para desbloquear la puerta sin necesidad de llaves. También es común su uso en dispositivos médicos y de bienestar, donde sensores de ritmo cardíaco envían información a una app móvil que actúa sobre un actuador de alerta o notificación.

Características principales:

- Frecuencia: 2.4 GHz.
- Velocidad: hasta 2 Mbps.
- Alcance: de 10 a 50 metros.
- Consumo: muy bajo.
- Comunicación punto a punto o malla (Bluetooth Mesh).

Funcionamiento y comunicación:

BLE permite la conexión directa entre dispositivos mediante intercambio rápido de datos. Su bajo consumo lo hace ideal para sensores que funcionan con baterías durante largos periodos.

Integración de sensores y actuadores:

BLE facilita la comunicación directa entre sensores y actuadores sin requerir un concentrador intermedio. Por ejemplo, un sensor BLE puede detectar la presencia de un usuario y comunicarse de inmediato con un actuador para ejecutar una acción.

Ejemplo práctico:

Una **cerradura inteligente BLE** (como August Smart Lock) se conecta al teléfono del usuario. Cuando éste se aproxima, el sensor BLE autentica su identidad y ordena al **actuador de la cerradura** desbloquear la puerta automáticamente. Este tipo de integración es frecuente en residencias y hoteles inteligentes.



Thread

Thread es un protocolo relativamente reciente creado por empresas como Google, Apple y Samsung para mejorar la interoperabilidad entre dispositivos del Internet de las Cosas (IoT). Funciona sobre el estándar IEEE 802.15.4, al igual que Zigbee, pero utiliza direcciones IPv6, lo que permite una integración directa con redes domésticas y servicios en la nube.

Su arquitectura en malla auto-reparable permite que los dispositivos mantengan la comunicación incluso si uno de ellos falla. Esto lo convierte en una solución altamente confiable para hogares inteligentes.

Thread facilita la integración entre sensores y actuadores mediante el intercambio rápido y seguro de datos. Un sensor de presencia Thread, por ejemplo, puede activar un actuador de iluminación o un sistema de climatización para ajustar automáticamente las condiciones del ambiente.

Características principales:

- Frecuencia: 2.4 GHz.
- Velocidad: hasta 250 kbps.
- Topología: malla auto-reparable.
- Seguridad: cifrado AES-128.
- Compatible con el estándar Matter.

Funcionamiento y comunicación:

Thread crea una red en malla donde todos los dispositivos se comunican entre sí sin depender de un nodo central. Si un dispositivo falla, los datos se redirigen automáticamente por otra ruta.

Integración de sensores y actuadores:

Este protocolo facilita una integración nativa entre sensores y actuadores gracias a su diseño basado en IPv6. Los sensores pueden enviar datos de forma segura y rápida, permitiendo que los actuadores respondan en tiempo real a las condiciones del entorno.

Ejemplo práctico:

En un hogar con dispositivos Nest (Google), los sensores Thread detectan presencia o temperatura, y los actuadores de calefacción o iluminación ajustan automáticamente el ambiente. Además, con el estándar Matter, los dispositivos de distintas marcas pueden interoperar fácilmente.



EnOcean

EnOcean es un protocolo inalámbrico especializado en la transmisión de datos para sistemas de automatización de edificios y hogares inteligentes. Su característica más distintiva es que permite la comunicación **sin necesidad de baterías**, ya que los dispositivos generan su propia energía a partir de fuentes ambientales como la luz, la presión o las vibraciones.

Este protocolo se utiliza principalmente en aplicaciones donde se requiere una larga vida útil del dispositivo, mínimo mantenimiento y gran confiabilidad. Está estandarizado bajo **ISO/IEC 14543-3-10**, lo que garantiza su compatibilidad con múltiples fabricantes.

Características principales:

- Frecuencia: 868 MHz (Europa) y 902 MHz (América).
- Velocidad: 125 kbps.
- Topología: punto a punto o estrella.
- Consumo energético: extremadamente bajo (sin batería).
- Seguridad: cifrado AES-128.
- Rango: 30 metros en interiores, hasta 300 metros en exteriores.

Funcionamiento y comunicación:

EnOcean utiliza módulos transmisores que generan energía a partir de pequeñas cantidades de movimiento o luz. Estos módulos envían señales a receptores o gateways que las traducen en acciones específicas. Los dispositivos pueden integrarse en redes cableadas o inalámbricas mediante convertidores EnOcean-IP.

Integración de sensores y actuadores:

Gracias a su capacidad de autoalimentación, EnOcean facilita la instalación de sensores sin requerir cableado ni baterías. Los sensores pueden medir temperatura, humedad o movimiento y transmitir estos datos a actuadores que regulan iluminación, climatización o persianas, reduciendo costos de mantenimiento y energía.

Ejemplo práctico:

En un edificio corporativo inteligente, los sensores EnOcean instalados en las paredes detectan la presencia de personas y la cantidad de luz natural. Al enviar esta información a un actuador de iluminación, las luces se ajustan automáticamente para optimizar el consumo eléctrico. Además, al no requerir baterías, los sensores tienen una vida útil de más de 10 años sin mantenimiento.



MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)

MQTT es un protocolo de comunicación liviano basado en el modelo **publicador/suscriptor**, diseñado para dispositivos con recursos limitados y redes inestables. Fue desarrollado por IBM y Eurotech en 1999, y actualmente es uno de los estándares más utilizados en el Internet de las Cosas (IoT).

Su eficiencia se debe a que transmite mensajes pequeños con bajo consumo de ancho de banda, ideal para sensores y actuadores que requieren comunicación constante pero de baja carga.

Características principales:

- Protocolo: TCP/IP.
- Modelo de comunicación: publicador/suscriptor.
- Consumo energético: bajo.
- Seguridad: cifrado TLS/SSL.
- Compatibilidad: con múltiples lenguajes y plataformas IoT (como Node RED, AWS IoT, Azure IoT Hub).

Funcionamiento y comunicación:
MQTT utiliza un **servidor central llamado “broker”**, que recibe y distribuye mensajes entre los dispositivos conectados. Los sensores “publican” datos en un tema específico (por ejemplo, temperatura/sala1), mientras que los actuadores “se suscriben” a esos temas para recibir la información relevante.

Integración de sensores y actuadores:
Este modelo facilita enormemente la integración, ya que los sensores y actuadores no necesitan conocerse directamente. Un sensor puede publicar lecturas de temperatura y múltiples actuadores pueden reaccionar en función de esos datos. Esto permite una comunicación escalable y flexible en redes grandes o distribuidas.

Ejemplo práctico:
En una planta industrial, los sensores MQTT envían datos de temperatura y presión al broker central. Los actuadores conectados a sistemas de ventilación o válvulas se suscriben a esos temas y responden automáticamente, ajustando los parámetros operativos. De esta forma, se logra un control eficiente en tiempo real sin depender de comunicación directa entre dispositivos.



Matter

Matter es un protocolo de comunicación universal promovido por la **Connectivity Standards Alliance (CSA)**, con el apoyo de empresas como Google, Apple, Amazon y Samsung. Su objetivo es garantizar la **interoperabilidad** entre diferentes ecosistemas de domótica, eliminando las barreras entre fabricantes.

Matter funciona sobre tecnologías ya existentes como **Wi-Fi, Thread y Ethernet**, utilizando direcciones IP para una conexión directa y segura entre dispositivos, sin depender completamente de la nube.

Características principales:

- Protocolos base: Thread, Wi-Fi, Ethernet.
- Seguridad: cifrado de extremo a extremo basado en certificados.
- Topología: malla o estrella, según el medio de comunicación.
- Compatibilidad: multiplataforma (Android, iOS, Alexa, Google Home, HomeKit).
- Modelo de comunicación: IP nativo (IPv6).

Funcionamiento y comunicación:

Matter permite que los dispositivos se descubran y comuniquen de manera local dentro de una red doméstica, utilizando IPv6 para garantizar baja latencia y alta seguridad. Esto significa que los dispositivos pueden interactuar directamente sin pasar por servidores externos, reduciendo tiempos de respuesta y dependencias.

Integración de sensores y actuadores:

Matter simplifica la integración entre sensores y actuadores de diferentes marcas. Por ejemplo, un sensor de movimiento de Samsung puede comunicarse directamente con un actuador de iluminación de Philips o con un termostato Nest, siempre que todos soporten el estándar Matter. Esta compatibilidad universal es su principal ventaja sobre otros protocolos.

Ejemplo práctico:

En un hogar inteligente, un sensor Matter detecta que el usuario ha llegado y activa un actuador que enciende la luz, ajusta la temperatura y reproduce música. Todo esto ocurre de manera local y segura, sin depender de Internet, garantizando privacidad y eficiencia.



BACnet (Building Automation and Control Network)

BACnet es un protocolo de comunicación internacionalmente estandarizado (ISO 16484-5) diseñado para la **automatización y control de edificios**. Es ampliamente utilizado en sistemas HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado), iluminación, control de acceso y seguridad.

A diferencia de otros protocolos orientados a entornos domésticos, BACnet fue desarrollado para **edificios industriales y comerciales**, donde se requiere robustez, escalabilidad y compatibilidad con múltiples sistemas.

Características principales:

- Medios de comunicación: Ethernet, RS-485, ARCNET, BACnet/IP.
- Topología: jerárquica o distribuida.
- Velocidad: desde 9.6 kbps (RS-485) hasta 100 Mbps (Ethernet).
- Seguridad: BACnet Secure Connect (BACnet/SC).
- Estandarización: ANSI/ASHRAE 135-2016 e ISO 16484-5.

Funcionamiento y comunicación:

BACnet permite la comunicación entre controladores, sensores y actuadores de distintos fabricantes mediante un conjunto de objetos estandarizados. Cada dispositivo BACnet puede intercambiar información sobre estados, alarmas y comandos dentro de una red común, garantizando interoperabilidad.

Integración de sensores y actuadores:

El protocolo define una estructura de datos universal que permite que sensores (por ejemplo, de temperatura o presencia) interactúen directamente con actuadores (como válvulas, ventiladores o sistemas de iluminación). Esto facilita una automatización coordinada y centralizada de los sistemas del edificio.

Ejemplo práctico:

En un edificio de oficinas, los sensores BACnet de temperatura y ocupación envían información al sistema central, que a su vez ajusta automáticamente los actuadores del sistema HVAC para mantener confort térmico y eficiencia energética. Esto permite un control preciso y una integración total entre los distintos sistemas del inmueble.



CONCLUSIÓN

Los sensores y actuadores son los componentes fundamentales de la domótica, pues permiten que los sistemas inteligentes interpreten su entorno y respondan de forma automática. Los sensores captan la realidad física, mientras los actuadores ejecutan las órdenes que transforman el entorno según las necesidades del usuario.

Gracias a estos dispositivos, las viviendas modernas pueden optimizar el consumo energético, mejorar la seguridad, aumentar la comodidad y contribuir al desarrollo sostenible.

Los protocolos de comunicación en domótica son fundamentales para la integración eficiente de sensores y actuadores. Cada uno, como Zigbee, Z-Wave, KNX, Wi-Fi, BLE, Thread, EnOcean, MQTT, Matter y BACnet, aporta ventajas específicas en alcance, consumo, seguridad e interoperabilidad. Gracias a ellos, los dispositivos pueden comunicarse de forma rápida y segura, permitiendo automatizar funciones cotidianas y optimizar el uso de la energía.

En conjunto, estos protocolos impulsan el desarrollo de hogares y edificios inteligentes, más conectados, sostenibles y cómodos para el usuario.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Conectividad, Comunicaciones y Protocolos en la Domótica. (2023, June 12).

<https://www.vidadomotica.com/conectividad-y-comunicaciones/>

Descubre la Domótica: Zigbee, Thread, WiFi y Más. (2024, May 17). Domoticarte.

<https://domoticarte.com/p/introduccion-protocolos-fisico-red/>

GeeksforGeeks. (2022, August 22). *ZWave Protocol*. GeeksforGeeks.

<https://www.geeksforgeeks.org/computer-networks/z-wave-protocol/>

Hilo en los hogares. (n.d.). <https://www.threadgroup.org/BUILT-FOR-IOT/Smart-Home>

IoT Wireless Network Protocols. (n.d.). Farnell. <https://uk.farnell.com/iot-wireless->

[network-protocols](https://uk.farnell.com/iot-wireless-network-protocols)

Logicbus. (2023, January 19). *Protocolo BACnet – blog Logicbus*. Blog Logicbus.

<https://www.logicbus.com.mx/blog/bacnet/>

Merlin, L. (2024, September 12). *Cómo elegir el protocolo para tu sistema domótico*. Leroy

Merlin - Bricolaje, Decoración, Hogar, Jardín. <https://www.leroymerlin.es/ideas-y-consejos/como-elegir/como-elegir-el-protocolo-para-tu-sistema-domotico.html>

Protocolo Zigbee - Tuya. (n.d.). <https://www.tuya.com/industry-details/Kdi3pyjba9ssh>

Sarachu, E. (2024, September 5). >> Domótica ⇒ ¿Qué es la domótica? ¿Cómo funciona? -

2025. *Eficiencia Energetica*. <https://e-ficiencia.com/domotica-que-es-y-como-funciona/>

Sistemas y Protocolos de domótica. (n.d.).

https://www.serconint.com/sistemas_protocolos.php



Santos, S., & Santos, S. (2022, November 2). *ESP32 Wireless Communication Protocols* |

Random Nerd Tutorials. Random Nerd Tutorials.

<https://randomnerdtutorials.com/esp32-wireless-communication-protocols/>

Soft, P. (2024, June 13). *Protocolo MQTT - Promatic Soft*. Promatic Soft.

<https://www.promaticsoft.com/protocolo-mqtt>

Zigbee | Complete IOT Solution - CSA-IOT. (n.d.). CSA-IOT. <https://csa-iot.org/all-solutions/zigbee/>

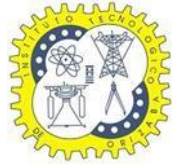
Pentadom. (s. f.). *Tipos de sensores para domótica: usos y aplicaciones*. Recuperado de <https://pentadom.com/tipos-de-sensores-para-domotica/> PENTADOM Edificios Inteligentes

Alfred Smart. (s. f.). *8 tipos de sensores para tu Smart Home*. Recuperado de <https://alfredsmart.com/blog/dispositivos-de-domotica/tipos-de-sensores-para-tu-smart-home/> Alfred Smart

Manuel Torres Design. (s. f.). *¿Qué son los actuadores de domótica?* Recuperado de <https://manueltorresdesign.com/actuadores-domotica/> Manuel Torres Design

Guijarro Hermanos. (s. f.). *Actuadores domóticos. Funciones y características*. Recuperado de <https://guijarrohermanos.es/blog-soluciones-tecnologicas/theben-noticias/actuadores-domoticos-funciones-y-caracteristicas/> Guijarro Hermanos

SistemasDomoticos.com. (s. f.). *Partes de un sistema domótico. Sensores, controladores y actuadores*. Recuperado de <https://sistemasdomoticos.com/partes-de-un-sistema-domotico/> Sistemas Domóticos Vento



UpKeep. (s. f.). *¿Cuál es la diferencia entre sensores y actuadores?* Recuperado de

<https://upkeep.com/es/learning/sensors-and-actuators-2/> onupkeep

Ensaco. (s. f.). *Sensores para domótica: tipos y aplicaciones*. Recuperado de

<https://www.ensaco.es/sensores-domotica/>