

# Sistemas Embebidos

## Tema 1: Introducción a los Sistemas Embebidos

copyright © equipo docente

# Contenido

---

1. Introducción.
2. Ejemplos.
3. Características.
4. Flujo de diseño.
5. Consideraciones de diseño.

# 1. Introducción

---

- ▶ Algunos de los aspectos que marcarán el futuro de las Tecnologías de la Información (TI) son los siguientes:
  - ▶ Computación ubicua.
  - ▶ Inteligencia ambiental.

## **Technology trends**

<https://ieeexplore.ieee.org/document/7063168>

<https://iot-analytics.com/iot-technology-trends/>

- ▶ Nuevos paradigmas del desarrollo tecnológico.
  - ▶ Internet de las cosas
  - ▶ Sistemas Ciber-Físicos
- ▶ El desarrollo tecnológico que puede hacerlo posible se basa en:
  - ▶ Los sistemas embebidos.
  - ▶ Tecnologías de comunicaciones.
- ▶ Cambios en la forma en la que se interacciona con el entorno.

# 1. Introducción

---

- ▶ Un **sistema embebido** es un sistema de computación especialmente diseñado para funciones específicas.



- ▶ El sistema embebido está formado por los elementos estrictamente necesarios para cumplir con su función y, generalmente, por una colección de **sensores y actuadores**.
- ▶ Normalmente este dispositivo específico forma parte de un **sistema anfitrión más amplio**.
- ▶ La función de los sistemas embebidos dota al sistema anfitrión de “**inteligencia**” para realizar mejor su función.
- ▶ Concepto de **Smart Sensors**.

# 1. Introducción

---

- ▶ La incorporación de procesamiento específico proporciona nuevas funcionalidades al sistema anfitrión que le confieren un **valor añadido**.
- ▶ Relación entre el desarrollo de sistemas embebidos y las arquitecturas de computadores: desarrollo de arquitecturas de computadores específicas.
  - ▶ Tiempo real, Alta Precisión, Paralelismo, Planificación de procesos.
- ▶ Los SE utilizan elementos de proceso de computación específica.
  - ▶ DSP
  - ▶ Microcontroladores
  - ▶ FPGAs
  - ▶ Computación gráfica, criptográfica, telecomunicación, etc.
- ▶ Elementos especialmente diseñados para optimizar su funcionalidad e implantación en el sistema anfitrión: tamaño, coste, consumo, potencia.

# 1. Introducción

---

## ► Aplicaciones SE:

- Automoción.
- Máquinas en Procesos de producción.
- Instrumentación industrial o biomédica.
- Electrodomésticos.
- Sistemas de comunicación: teléfonos móviles, módems, routers, etc.
- Dispositivos periféricos del computador: controlador de teclado, controlador de la impresora, controlador de red, etc.

# 1. Introducción

---

- ▶ **Cyber-Physical systems (CPS):** integración entre computación, comunicaciones y sistemas físicos.
- ▶ Evolución de los sistemas embebidos clásicos hacia sistemas en los que los elementos de computación interactúan en una red entre ellos y con el entorno.
- ▶ No se centra únicamente en dispositivos aislados.

# 1. Introducción

---

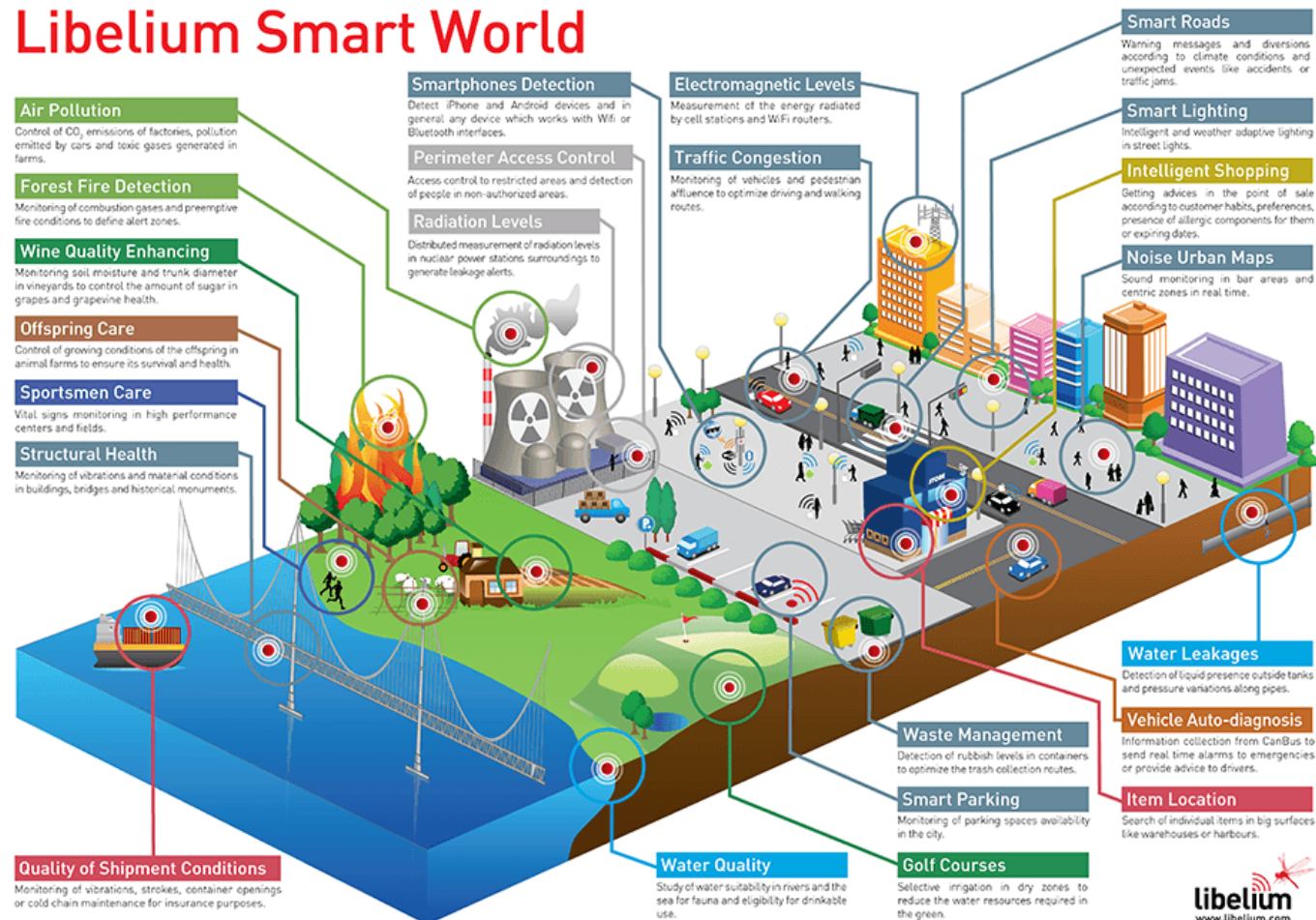
## ▶ **Aplicaciones CPS:**

- ▶ Automoción – redes vehiculares: sistemas de conducción automática, interacción con otros vehículos y con señales del entorno.
- ▶ Procesos de producción: cadenas de montaje.
- ▶ Electrodomésticos: domótica y eficiencia energética.
- ▶ Ciudades inteligentes (Smart Cities).
- ▶ Etc.



## 2. Ejemplos y aplicaciones

### Libelium Smart World

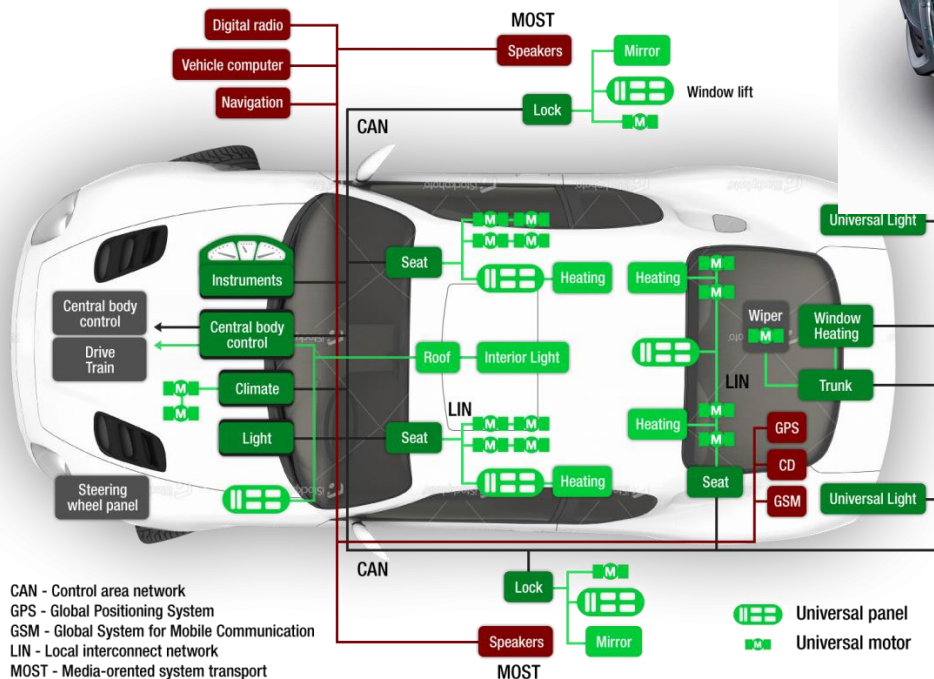


[http://www.libelium.com/resources/top\\_50\\_iot\\_sensor\\_applications\\_ranking/](http://www.libelium.com/resources/top_50_iot_sensor_applications_ranking/)

## 2. Ejemplos: automoción

### ► Sistemas Embebidos

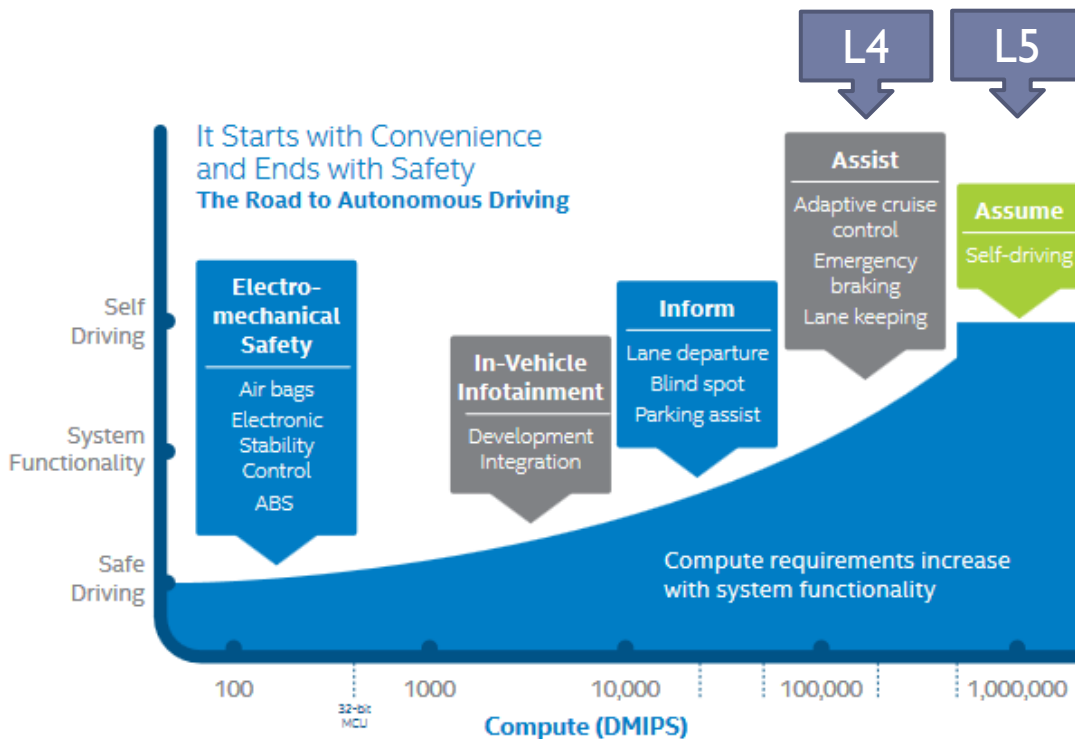
- Anti-lock Braking Systems (ABS).
- Electronic Stability Control (ESP).



## 2. Ejemplos: automoción

### ► Sistemas de conducción autónoma

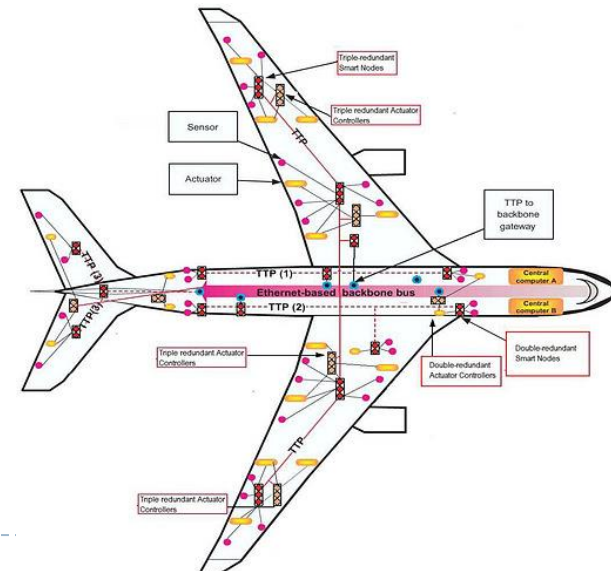
- Analysis of situation.
- Planning the path.





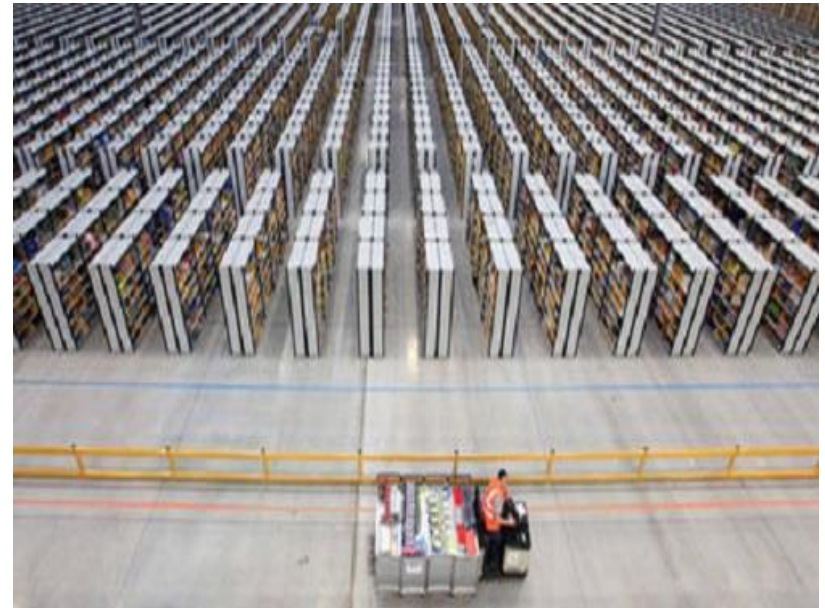
## 2. Ejemplos: aviónica

- ▶ **Aviónica:** campo que estudia la aplicación de sistemas electrónicos a la aviación.
- ▶ **Sistemas Embebidos**
  - ▶ **Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B):** sistemas de control de posición.
  - ▶ **Flight Management Systems (FMS):** sistemas de control de vuelo: flags,
  - ▶ **Electronic Centralized Aircraft Monitor (ECAM):** Sistemas de información al piloto.



## 2. Ejemplos: logística

- ▶ **Logística:** diseño de estrategias de localización y distribución de productos
- ▶ **Sistemas Embebidos**
  - ▶ Sistemas de localización de objetos con tecnologías inalámbricas como RFID: automatización de almacenes  
Ej. Almacenes robotizados de Amazon
  - ▶ Trazabilidad y seguimiento de paquetes con tecnologías móviles

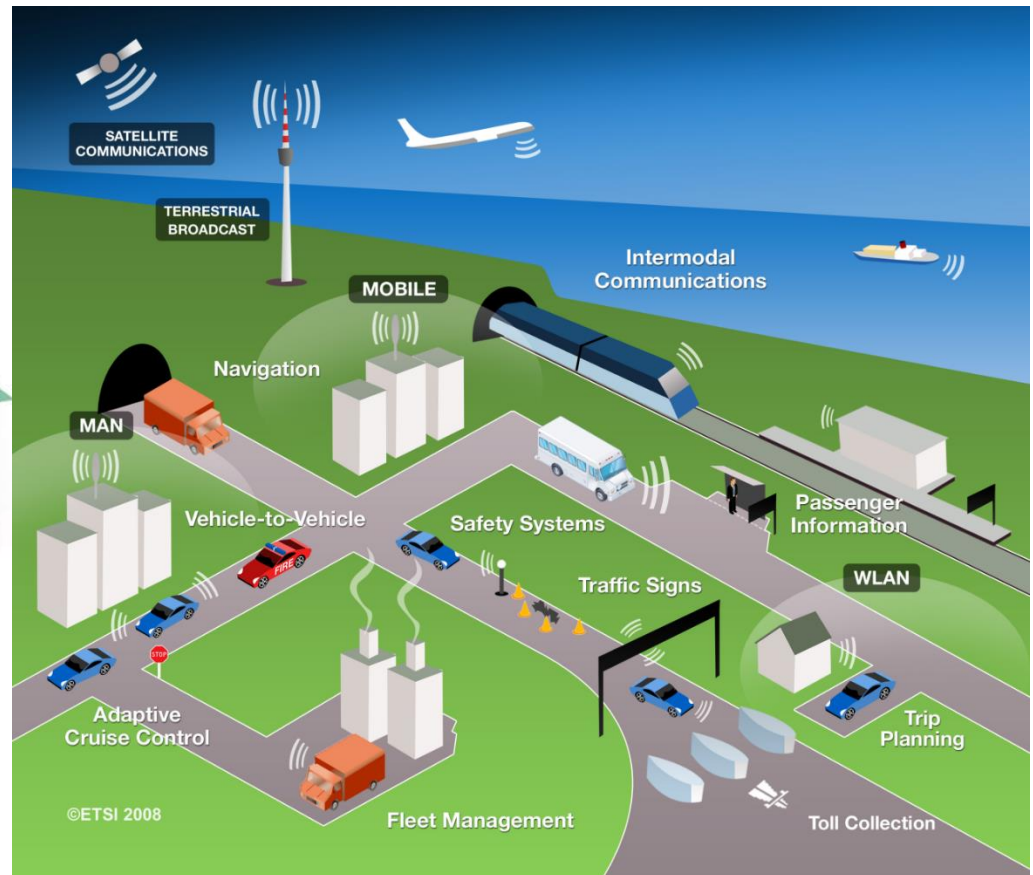
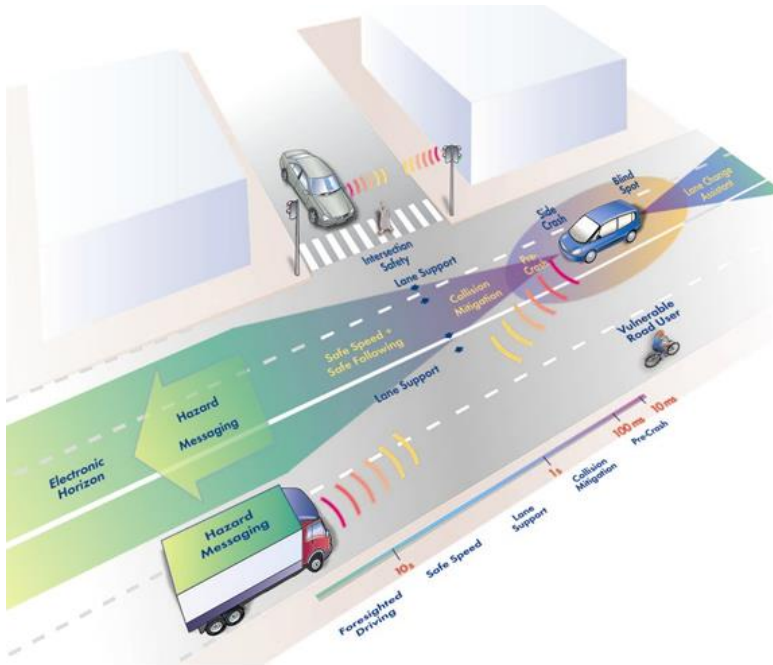


## 2. Ejemplos: Redes Vehiculares

- ▶ **Redes vehiculares:** red de comunicación móvil entre vehículos que circulan por un entorno: ciudad, calle, carretera.

- ▶ **Aplicaciones**

- ▶ Gestión eficiente del tráfico
- ▶ Señalización inteligente
- ▶ Seguridad vial





## 2. Ejemplos: Smart Cities

- ▶ **Smart City:** entorno urbano orientado a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y la gestión óptima de los recursos mediante los usos de la tecnología.
- ▶ **Aplicaciones**
  - ▶ Sistemas de iluminación inteligente
  - ▶ Movilidad y tráfico
  - ▶ Gestión de residuos
  - ▶ Seguridad
  - ▶ Etc.



### 3. Características de los SE

---

- ▶ En general, los SE disponen de las siguientes capacidades:
  - ▶ Sensorización del entorno / actuación.
  - ▶ Capacidades de computación.
  - ▶ Capacidades de comunicación.
- ▶ Disponibilidad de recursos limitada impuesta por restricciones de diseño.
  - ▶ Forman parte o constituyen sistemas críticos.
  - ▶ Posibilidad de ejecución en contextos muy exigentes o extremos:
    - ▶ Soportar ambientes con altas/bajas temperaturas/humedad, etc.
  - ▶ Limitaciones físicas en su construcción.



# 3. Características de los SE

---

- ▶ **Restricciones de funcionamiento:**
  - ▶ Esquemas de ejecución sujetos a restricciones temporales. Tiempo real.
  - ▶ Restricciones de consumo de memoria
  - ▶ Consumo energético restringido
    - ▶ Requerimientos de Bajo consumo. Alimentación mediante baterías o mediante energía recogida del ambiente (Energy Harvesting).
  - ▶ Necesidad de buena disponibilidad
    - ▶ Fiabilidad
    - ▶ Mantenibilidad
  - ▶ Alta Seguridad
    - ▶ Robustez
    - ▶ Tolerante a fallos
  - ▶ Otras características según la aplicación:
    - ▶ Confidencialidad.
    - ▶ etc.

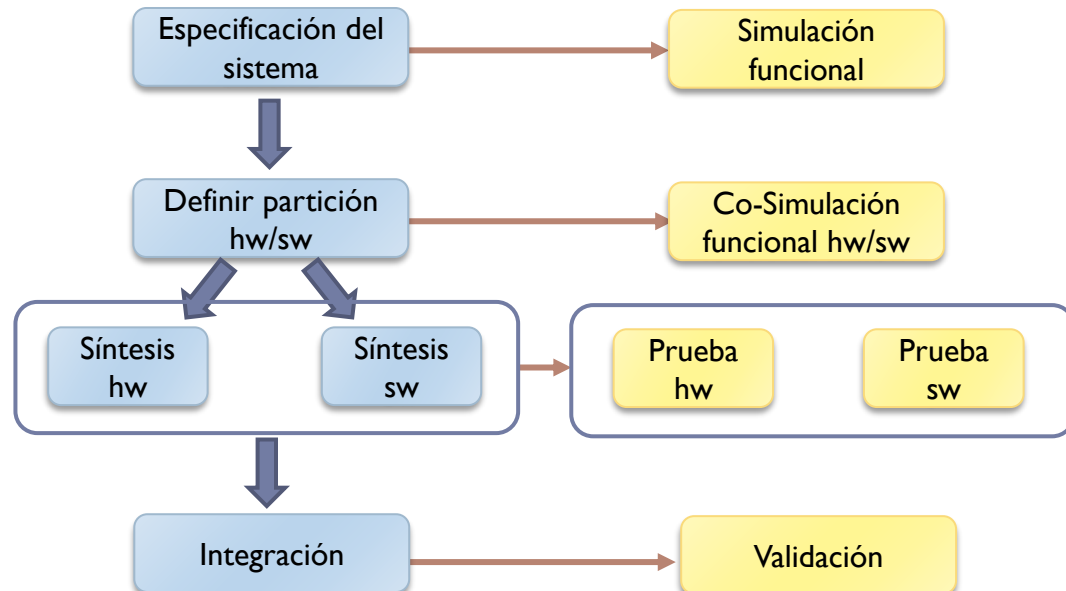
## 4. Flujo de diseño

---

- ▶ Se produce una fuerte interrelación entre hardware y software.
- ▶ Co-diseño de sistemas.
  - ▶ Consisten en esquemas de diseño cooperativos entre hardware y software.
  - ▶ Cualquier parte del sistema puede realizarse tanto en hardware como en software.
  - ▶ El criterio de implementación dependerá esencialmente de los condicionantes de funcionamiento.

# 4. Flujo de diseño

1. **Especificación:** Descripción del sistema en un lenguaje de abstracción de alto nivel.
  - Definición de un modelo del problema.
  - Determinación de las condiciones de funcionamiento.
  - Especificación de requisitos.
2. **Definir Partición hw/sw:** Determinar qué partes del sistema se implementarán en hw y en sw.
3. **Síntesis:** implementación.
4. **Integración:** combinación de las partes hw y sw y de sus interfaces.



# 5. Consideraciones de diseño

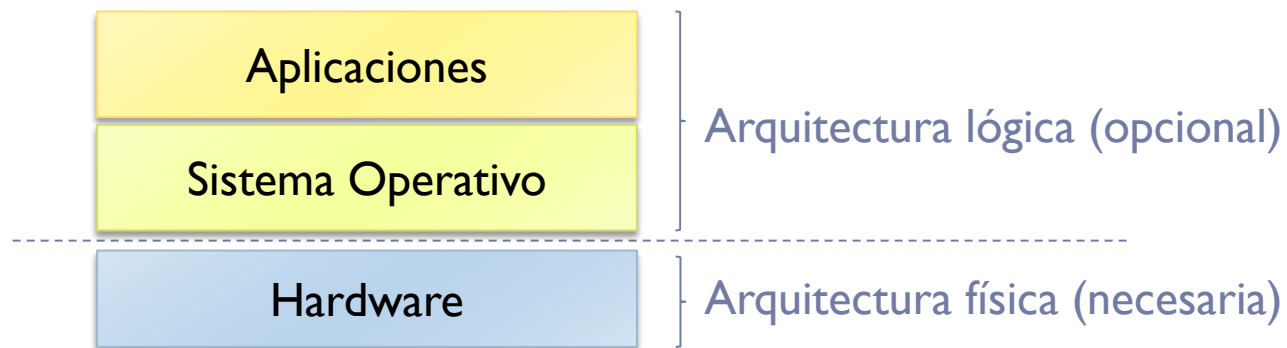
---

## ► Especificación:

- Definición y descripción de tareas dinámicas: El diseño de un SE tiene que contemplar los cambios en el entorno.
- Definición y descripción de tareas con restricciones temporales y con necesidades de procesamiento especializado.

## ► Definir Partición hw/sw:

- Se tienen en cuenta los condicionantes de funcionamiento definidos en la especificación y las disponibilidades hardware.
- Definir la arquitectura lógica y la arquitectura física.



# 5. Consideraciones de diseño

---

## ▶ Síntesis:

- ▶ Promover diseños sencillos: proporcionar respuestas rápidas y con un retardo determinista.
- ▶ Realizar diseños escalables: cubrir objetivos progresivamente y con posibilidad de mejorar los resultados.

# 5. Consideraciones de diseño

---

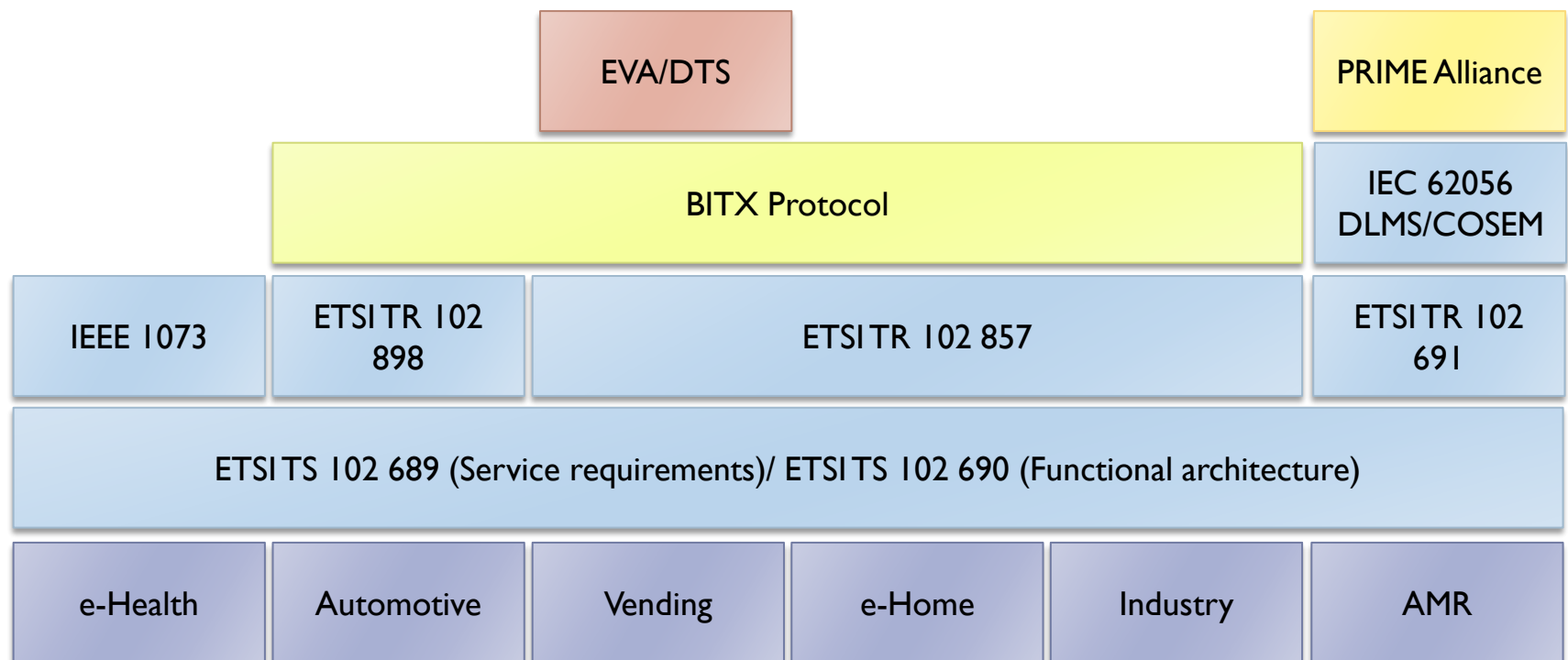
- ▶ Estándares de diseño:

- ▶ Se deben tener en cuenta los estándares de la industria en las decisiones de diseño e implementación.
- ▶ Tipos de estándares:
  - ▶ Estándares de propósito general. Ej.: **TCP/IP**, **HTTP**, **.NET**, **J2ME**, etc.
  - ▶ Estándares sectoriales: **ETSI** (European Telecommunications Standards Institute), **3GPP** (3rd Generation Partnership Project), **DVB** (Digital Video Broadcasting), **IEEE 1073** Medical Device Communications, etc.

# 5. Consideraciones de diseño

## ► Estándares de diseño:

- La mayoría de estándares sectoriales han sido diseñados para su empleo con sistemas embebidos.



## 6. Estimaciones de Mercado

### THE IoT PLATFORM OPPORTUNITY

The Internet of Things (IoT) has a potential economic impact of 2.7-6.2 trillion USD until 2025

\$ trillion, annual



Who will capture this opportunity



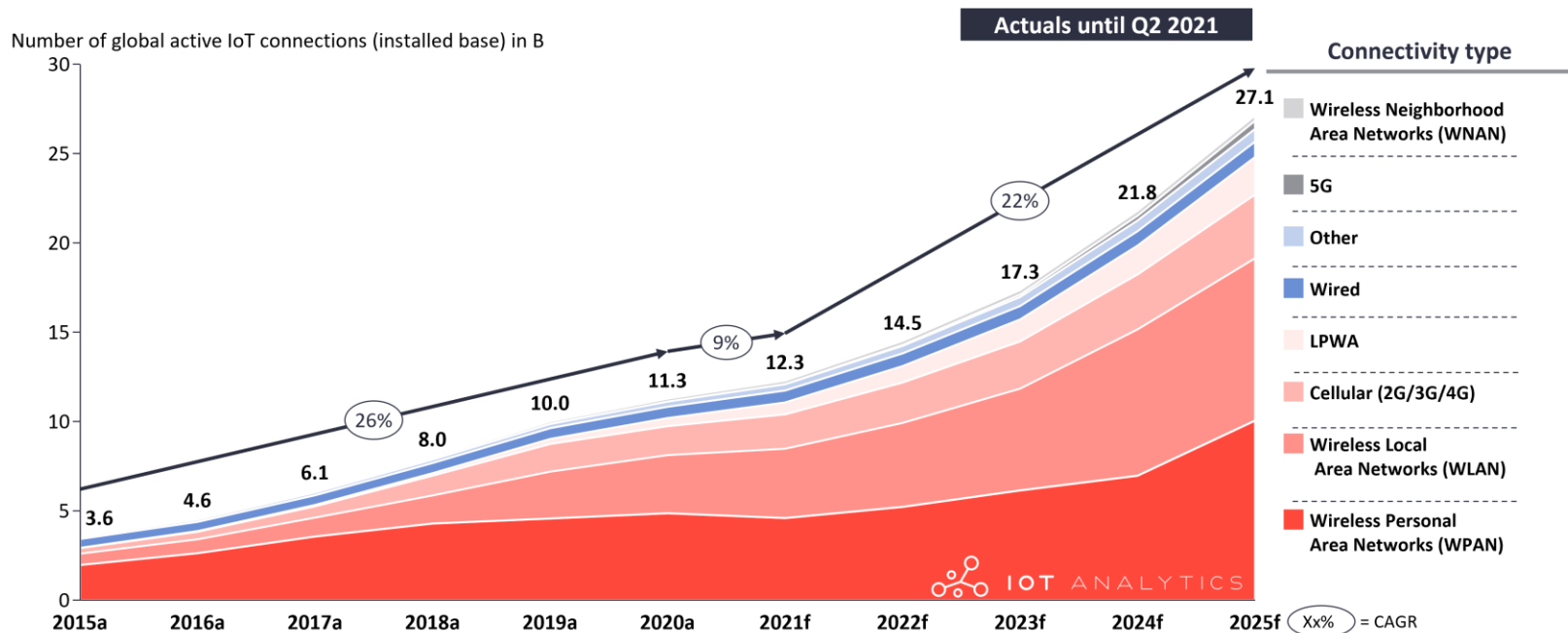
SOURCE: McKinsey Global Institute analysis

McKinsey & Company 3



# 6. Estimaciones de Mercado

## Global IoT market forecast (in billion connected IoT devices)



Note: IoT Connections do not include any computers, laptops, fixed phones, cellphones or tablets. Counted are active nodes/devices or gateways that concentrate the end-sensors, not every sensor/actuator. Simple one-directional communications technology not considered (e.g., RFID, NFC). Wired includes ethernet and fieldbuses (e.g., connected industrial PLCs or I/O modules). Cellular includes 2G, 3G, and 4G. LPWAN includes unlicensed and licensed low-power networks. WPAN includes Bluetooth, Zigbee, Z-Wave, or similar. WLAN includes Wi-Fi and related protocols. WNAN includes non-short-range mesh, such as Wi-SUN. Other includes satellite and unclassified proprietary networks with any range.

Source: IoT Analytics Research, September 2021 – Please remember to cite IoT Analytics as the source (with link) when re-sharing this content as per our copyright policy