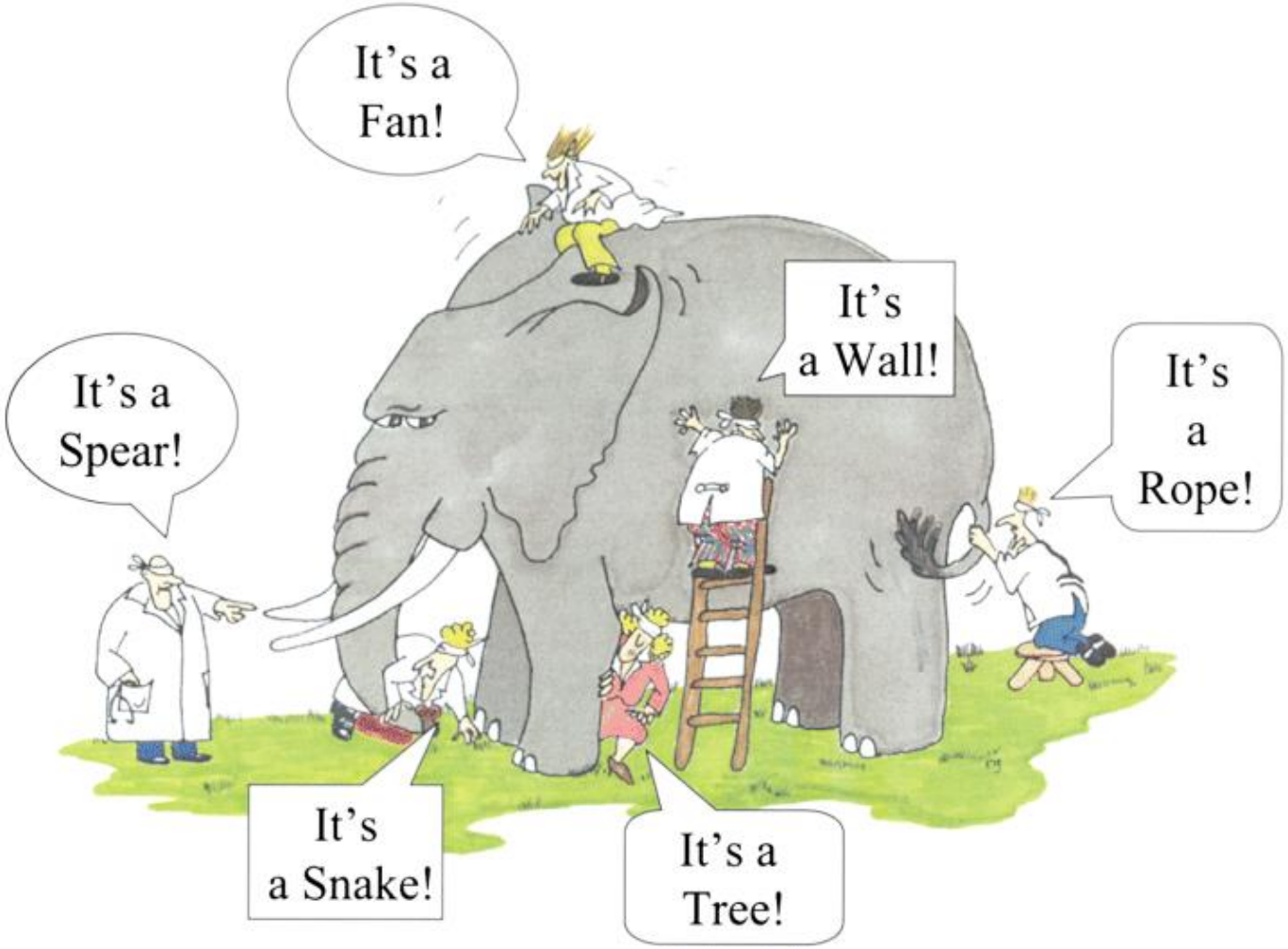
Instituto Politécnico Nacional
"La Técnica al Servicio de la Patria"

Centro de Investigación en Computación(CIC)
Instituto Politécnico Nacional - México.

Introduction to the Internet of Things

Dr. Ponciano Jorge Escamilla Ambrosio
pescamilla@cic.ipn.mx
http://www.cic.ipn.mx/~pescamilla/

Que es el Internet de las cosas (Internet of Things – IoT)?



IoT: Antecedentes

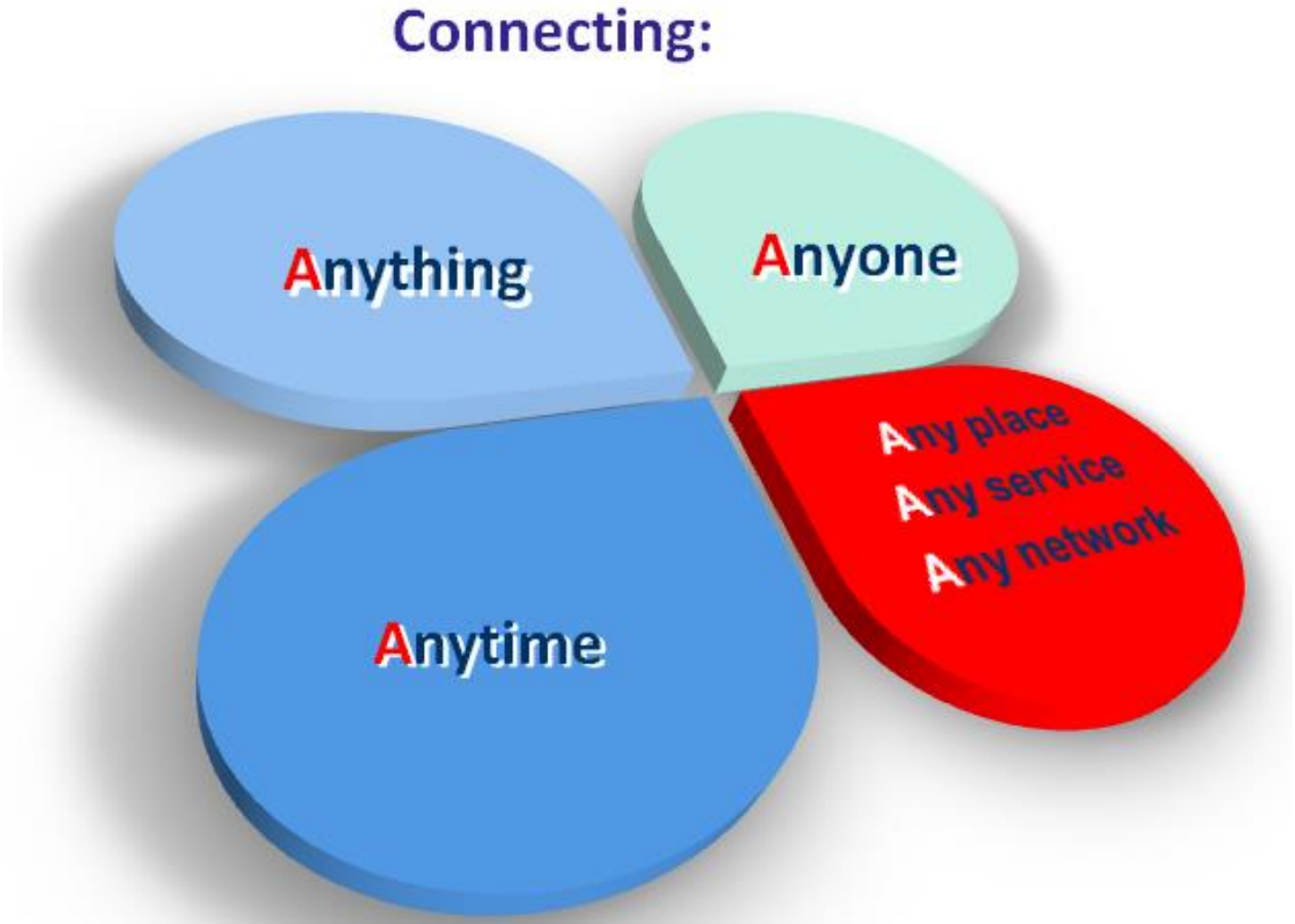
- “Computers everywhere” ‘Computadoras en todas partes’
  - ⇒ Ken Sakamura, Universidad de Tokyo, 1984
- “Ubiquitous computing” ‘Computación ubicua’
  - ⇒ Mark Weiser, Xerox PARC, 1988
- “Internet of Things” ‘Internet de las cosas’
  - ⇒ Kevin Ashton, Procter & Gamble, 1999
  - ⇒ Desarrollada por MIT desde 2003

IoT: Antecedentes

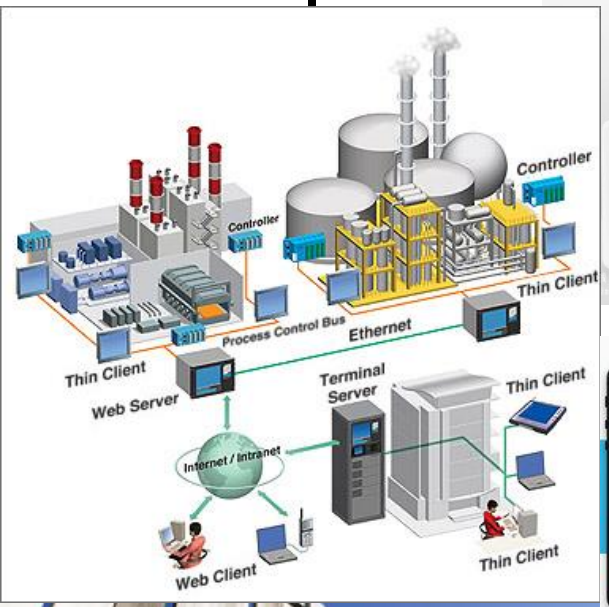
- Kevin Ashton, 1999

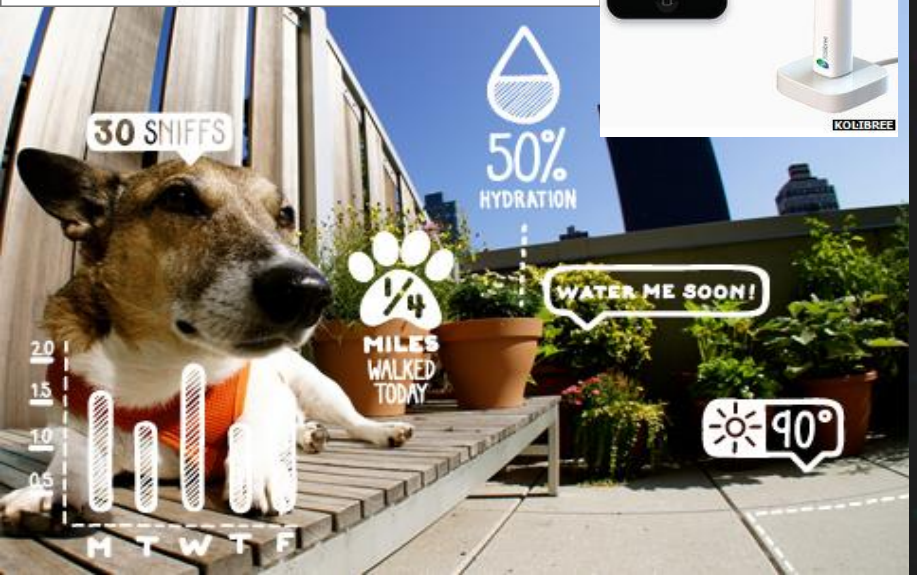
A system where the Internet is connected to the ***physical*** world via ubiquitous ***sensors***

IoT: Concepto

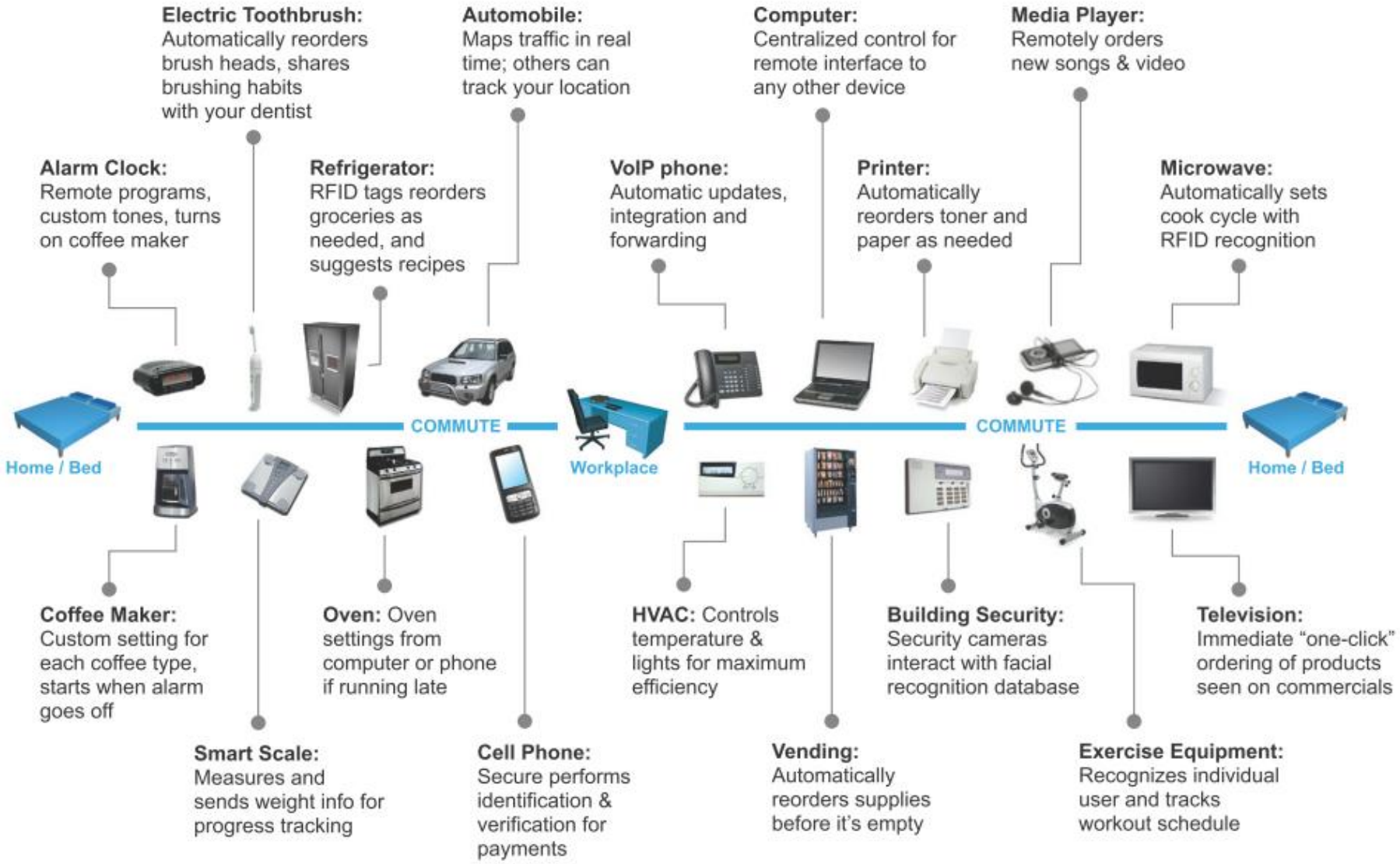


IoT cualquier cosa se puede conectar

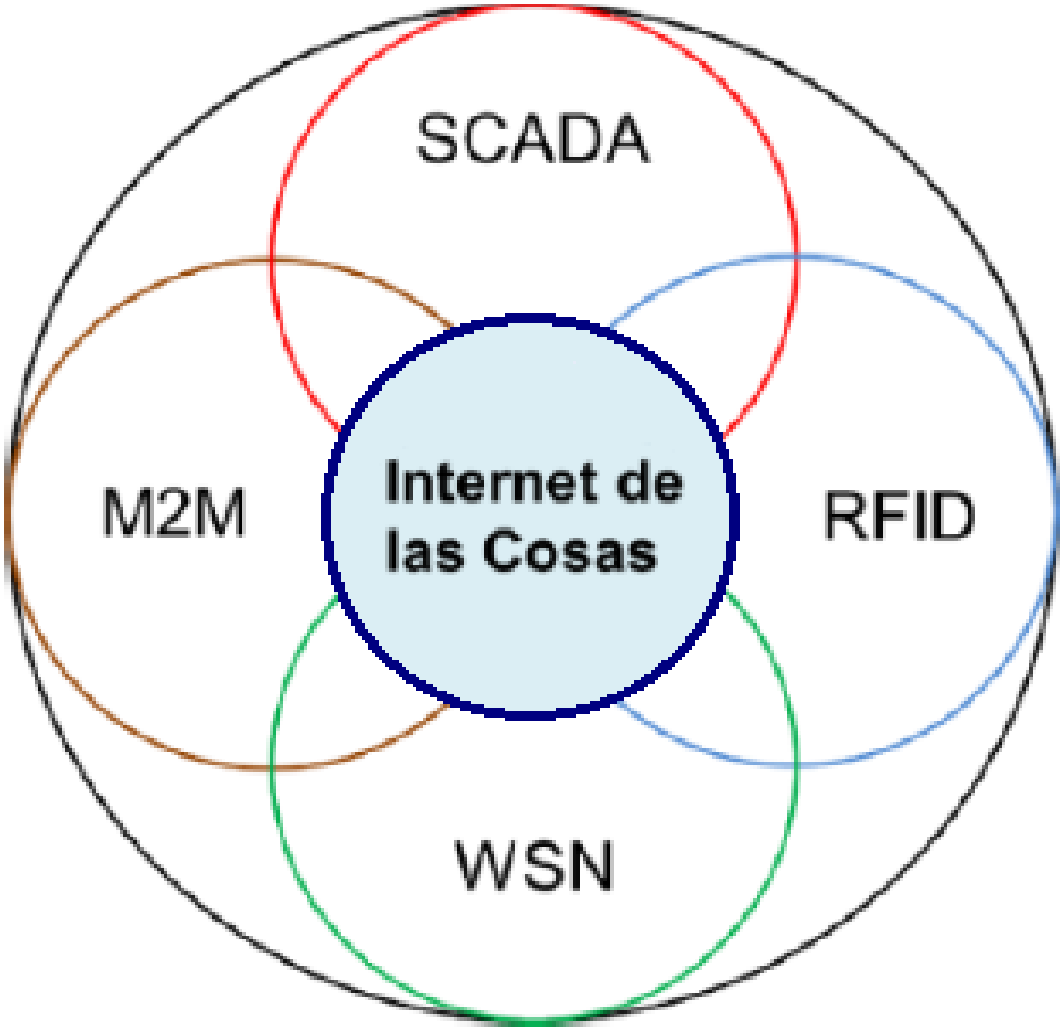




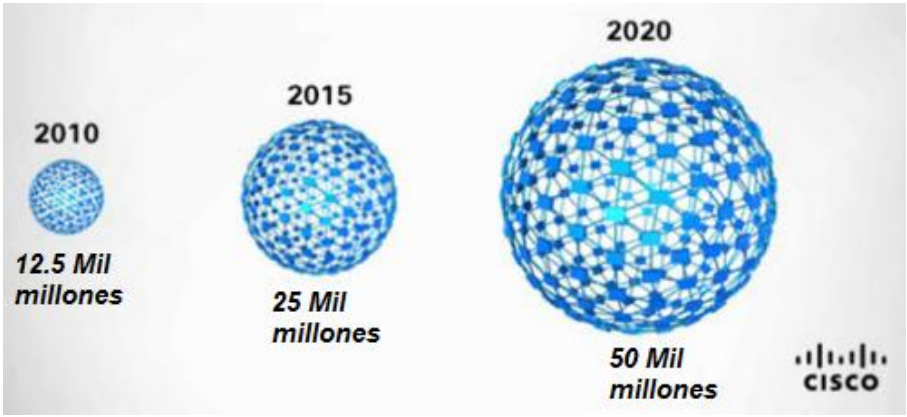
IoT cualquier cosa se puede conectar

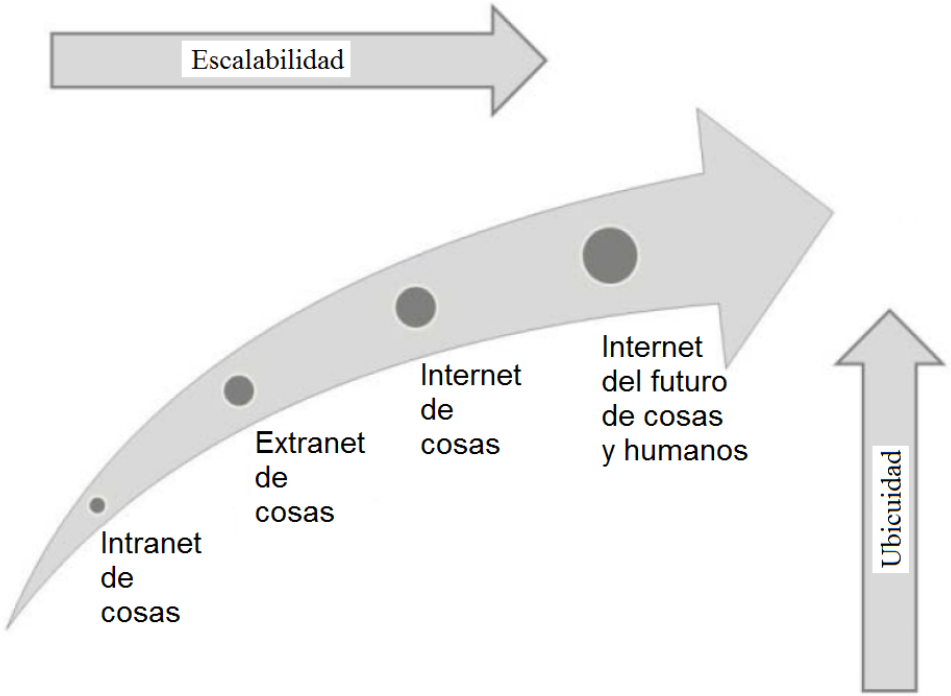


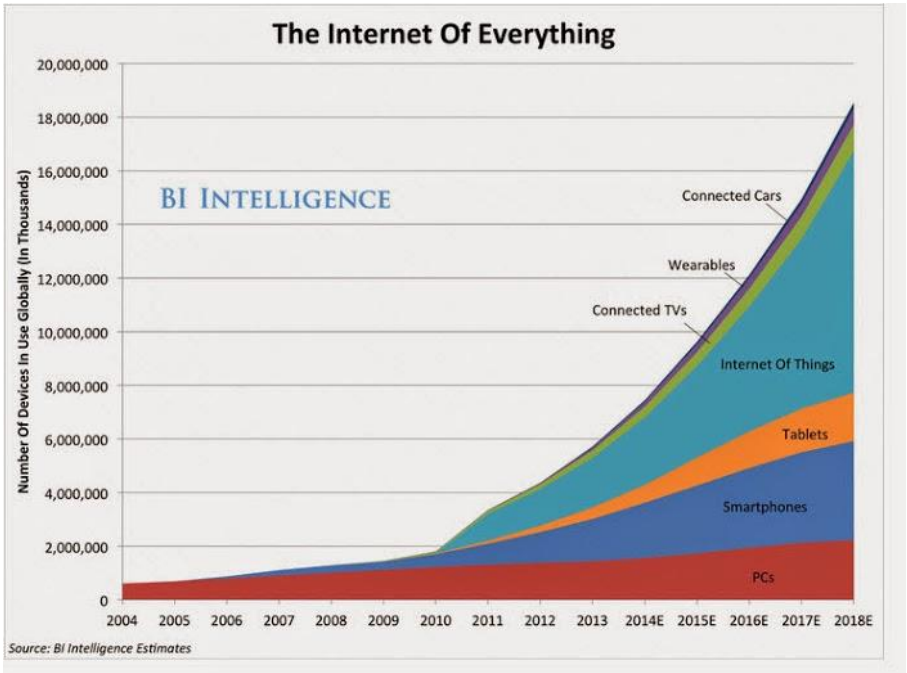
IoT convergencia de tecnologías



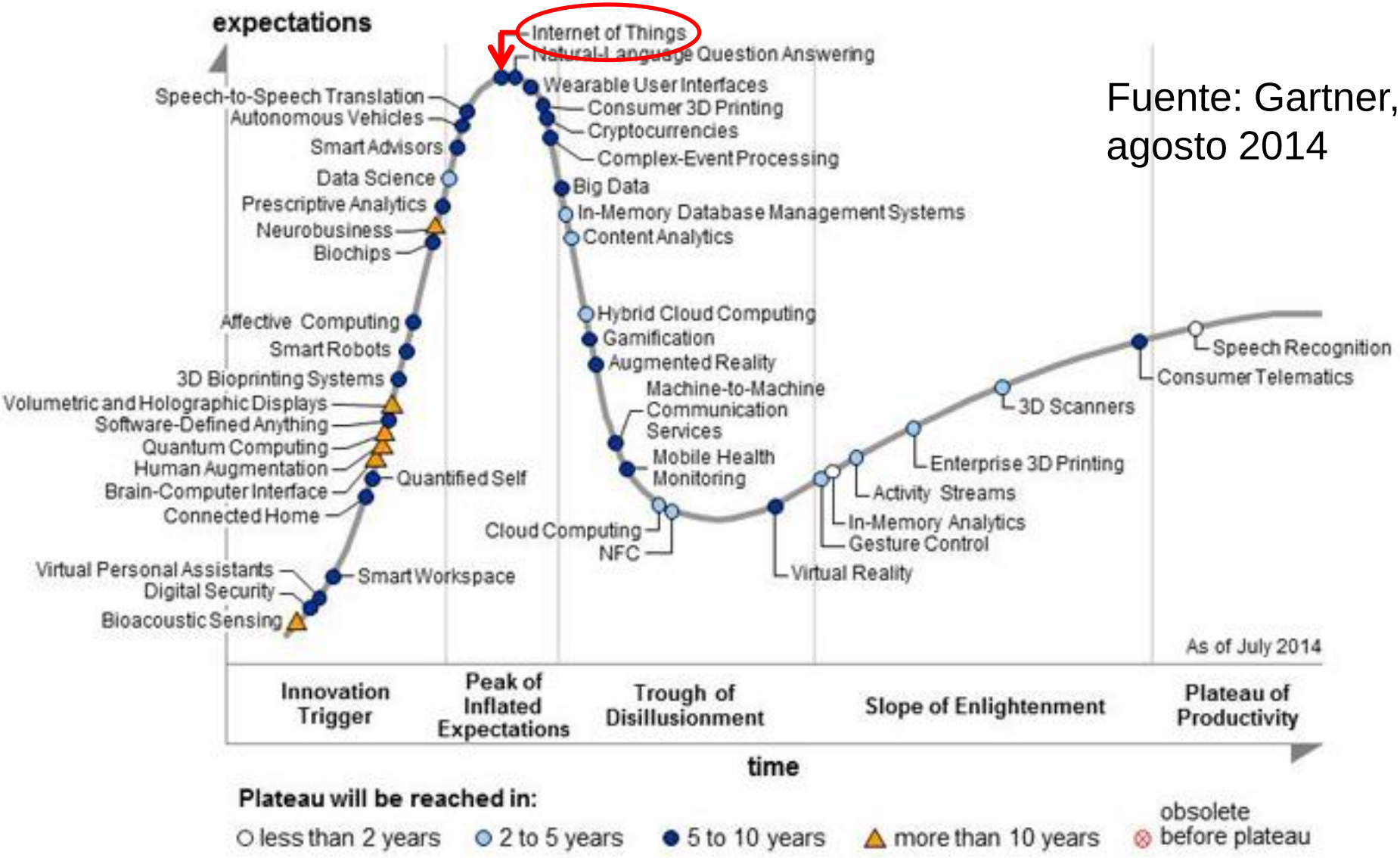
IoT: Evolución







Emerging Technologies Hype Cycle, 2014

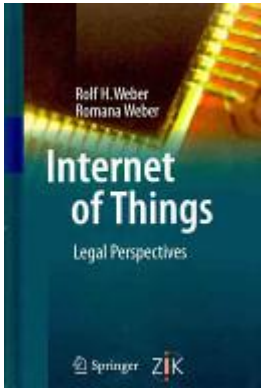


Fuente: Gartner, agosto 2014

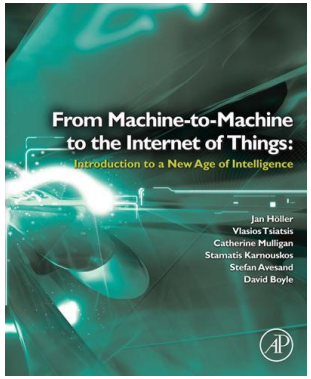
IoT books

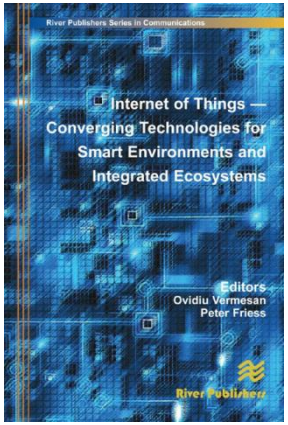

THE INTERNET OF THINGS


The Internet of Things in the Cloud
A Middleware Perspective
SCADA
M2M
Internet of Things
RFID
WSN
Honbo Zhou


Rolf H. Weber
Romana Weber
Internet of Things
Legal Perspectives
Springer
ZIK


Unit and Ubiquitous Internet of Things
Huansheng Ning

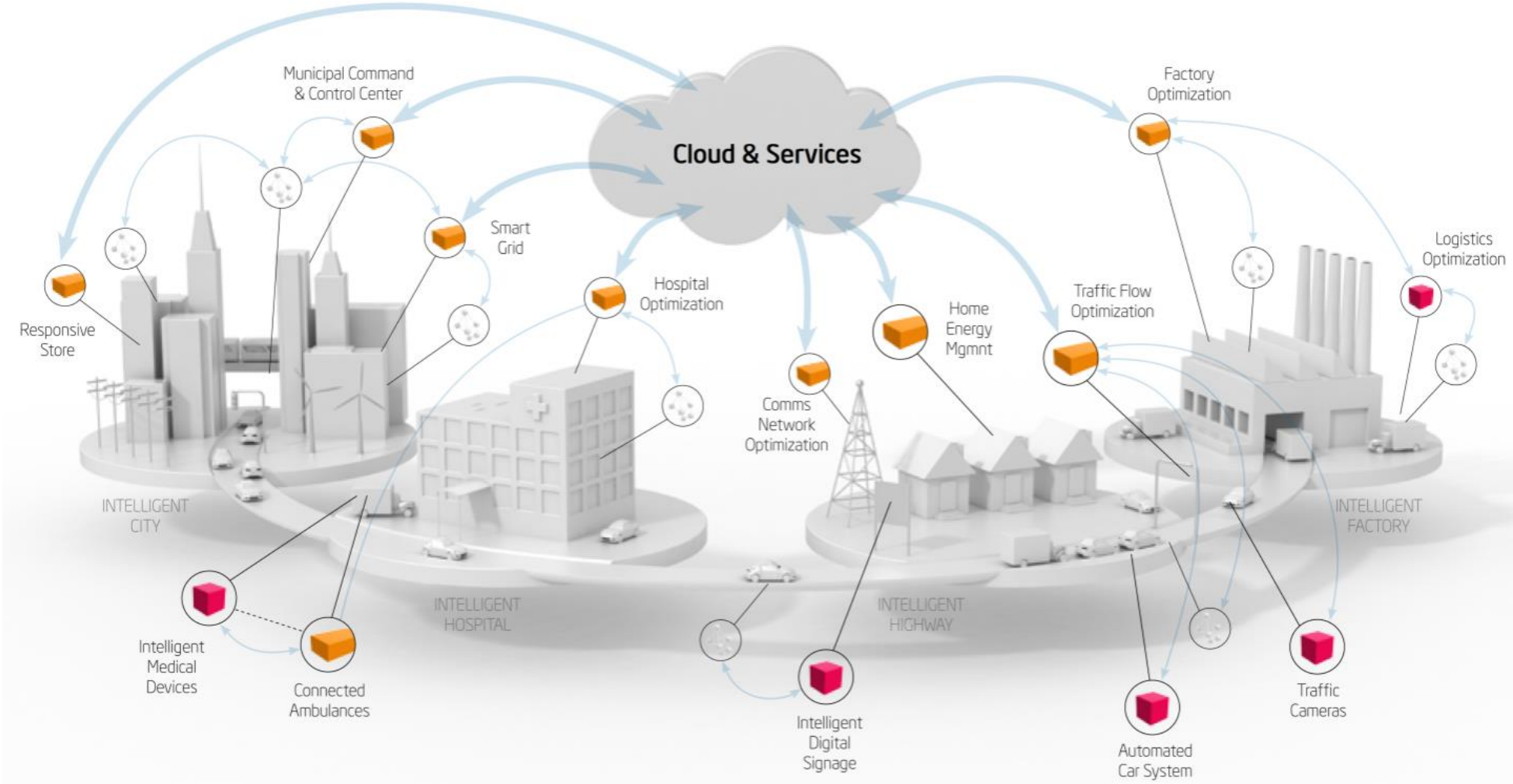

From Machine-to-Machine to the Internet of Things:
Introduction to a New Age of Intelligence
Jan Höller
Vlasios Tsiatsis
Catherine Mulligan
Stamatis Karnouskos
Stefan Avesand
David Boyle


River Publishers Series in Communications
Internet of Things —
Converging Technologies for
Smart Environments and
Integrated Ecosystems
Editors
Ovidiu Vermesan
Peter Friess
River Publishers

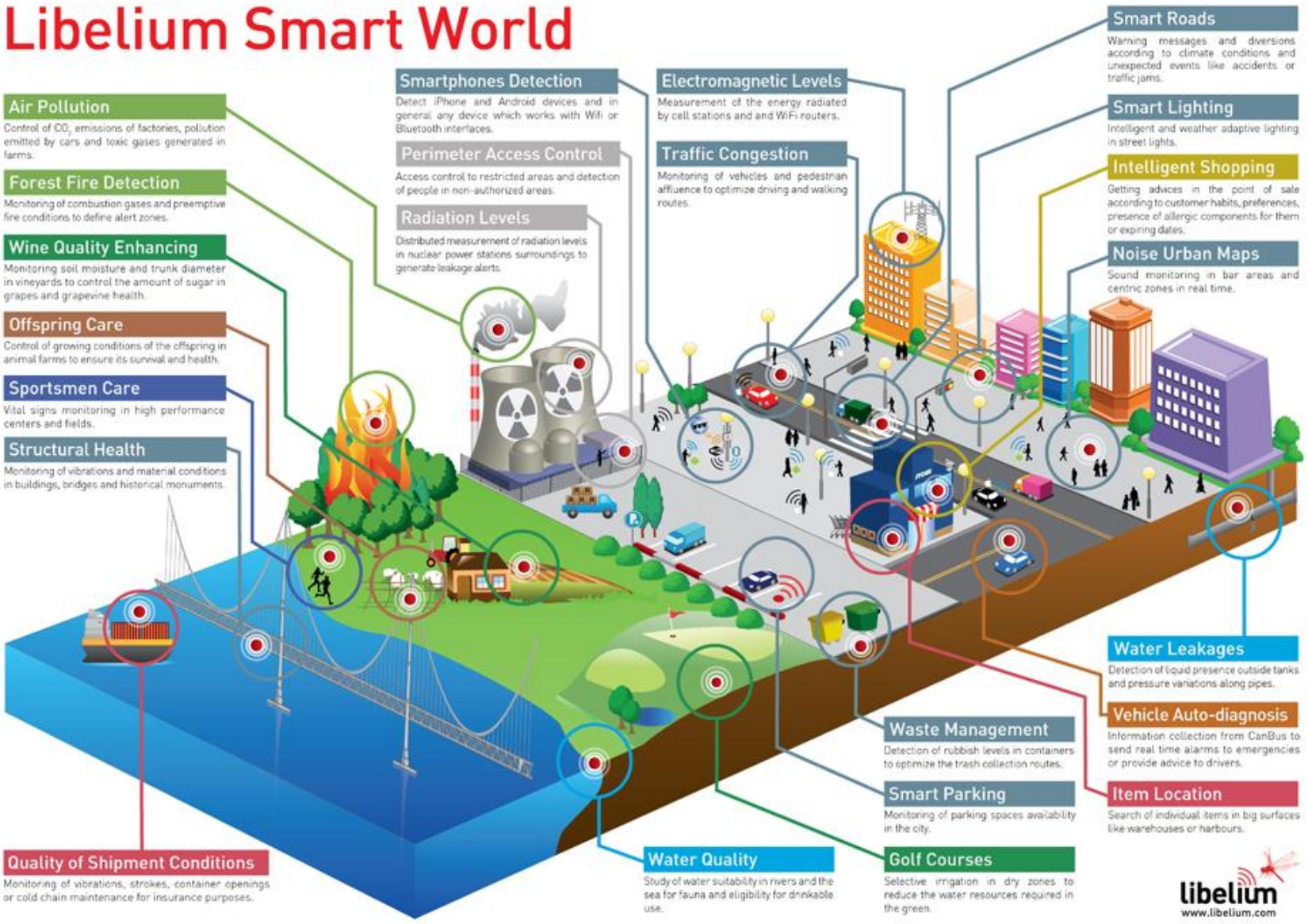

Internet of Things
Springer


The Internet of Things

IoT Cisco?


Cloud & Services
Municipal Command & Control Center
Smart Grid
Responsive Store
Hospital Optimization
Comms Network Optimization
Home Energy Mgmnt
Factory Optimization
Traffic Flow Optimization
Logistics Optimization
INTELLIGENT CITY
INTELLIGENT HOSPITAL
INTELLIGENT HIGHWAY
INTELLIGENT FACTORY
Intelligent Medical Devices
Connected Ambulances
Intelligent Digital Signage
Automated Car System
Traffic Cameras

IoT


Libelium Smart World
Air Pollution
Control of CO_2 emissions of factories, pollution emitted by cars and toxic gases generated in farms.
Forest Fire Detection
Monitoring of combustion gases and preemptive fire conditions to define alert zones.
Wine Quality Enhancing
Monitoring soil moisture and trunk diameter in vineyards to control the amount of sugar in grapes and grapevine health.
Offspring Care
Control of growing conditions of the offspring in animal farms to ensure its survival and health.
Sportsmen Care
Vital signs monitoring in high performance centers and fields.
Structural Health
Monitoring of vibrations and material conditions in buildings, bridges and historical monuments.
Quality of Shipment Conditions
Monitoring of vibrations, strokes, container openings or cold chain maintenance for insurance purposes.
Smartphones Detection
Detect iPhone and Android devices and in general any device which works with Wifi or Bluetooth interfaces.
Perimeter Access Control
Access control to restricted areas and detection of people in non-authorized areas.
Radiation Levels
Distributed measurement of radiation levels in nuclear power stations surroundings to generate leakage alerts.
Electromagnetic Levels
Measurement of the energy radiated by cell stations and and WiFi routers.
Traffic Congestion
Monitoring of vehicles and pedestrian affluence to optimize driving and walking routes.
Water Quality
Study of water suitability in rivers and the sea for fauna and eligibility for drinkable use.
Waste Management
Detection of rubbish levels in containers to optimize the trash collection routes.
Smart Parking
Monitoring of parking spaces availability in the city.
Golf Courses
Selective irrigation in dry zones to reduce the water resources required in the green.
Smart Roads
Warning messages and diversions according to climate conditions and unexpected events like accidents or traffic jams.
Smart Lighting
Intelligent and weather adaptive lighting in street lights.
Intelligent Shopping
Getting advices in the point of sale according to customer habits, preferences, presence of allergic components for them or expiring dates.
Noise Urban Maps
Sound monitoring in bar areas and centric zones in real time.
Water Leakages
Detection of liquid presence outside tanks and pressure variations along pipes.
Vehicle Auto-diagnosis
Information collection from CanBus to send real time alarms to emergencies or provide advice to drivers.
Item Location
Search of individual items in big surfaces like warehouses or harbours.
libelium
www.libelium.com

IoT: Aplicaciones

Smart Planet
Green Environment
- Environmental Sensors
- Water, Power Leak Detection
- Pollution, Weather Monitoring

Smart Cities
Connected Communities
- Lighting & Water Management
- Monitoring & Security
- Traffic Control

Smart Energy
Electric Grid
- Voltage & Power Sensors
- Meters & Breakers
- Fault Detection

Smart Buildings
Buildings, Smart Homes
- Thermostats, HVAC, Lighting
- Presence Sensors, Lockers, Actuators
- Meters, smart-plugs, HEC

IoT

Smart Transport
ITS, HEVs, EVs
- Electric Mobility, EVs and HEVs
- High Speed Trains
- Infra, V2I, V2V, V2I+I

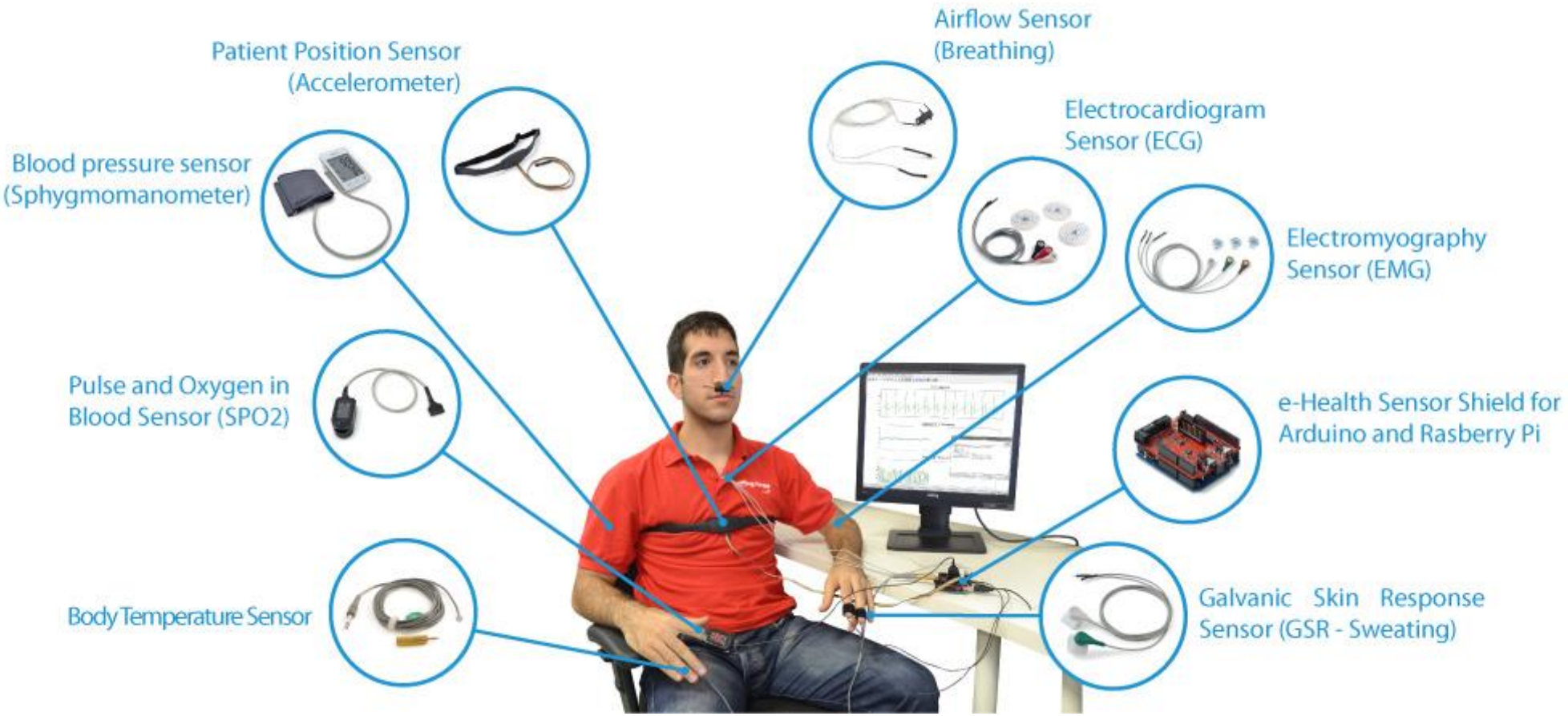
Smart Industry
Industrial Environments
- Lighting, security, actuators
- Production Control
- Robotics

Smart Health
Healthcare System
- People Monitoring
- Bio Sensors, Probes
- Remote Health

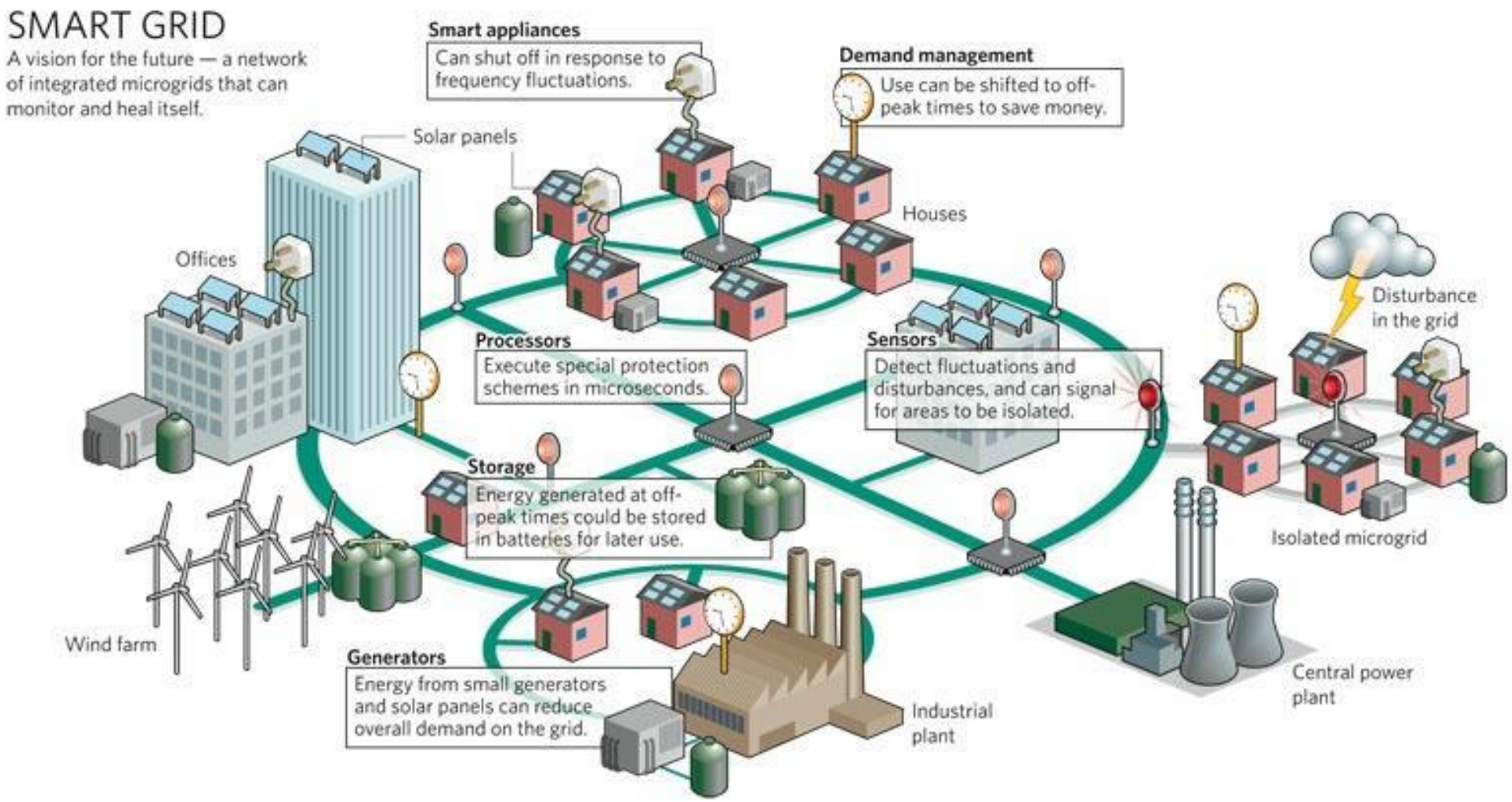
Smart Living
Entertainment, Leisure
- Independence through technology
- Infor when you need it
- Connected when you need it

Source: IERC – European Research Cluster on the Internet of Things

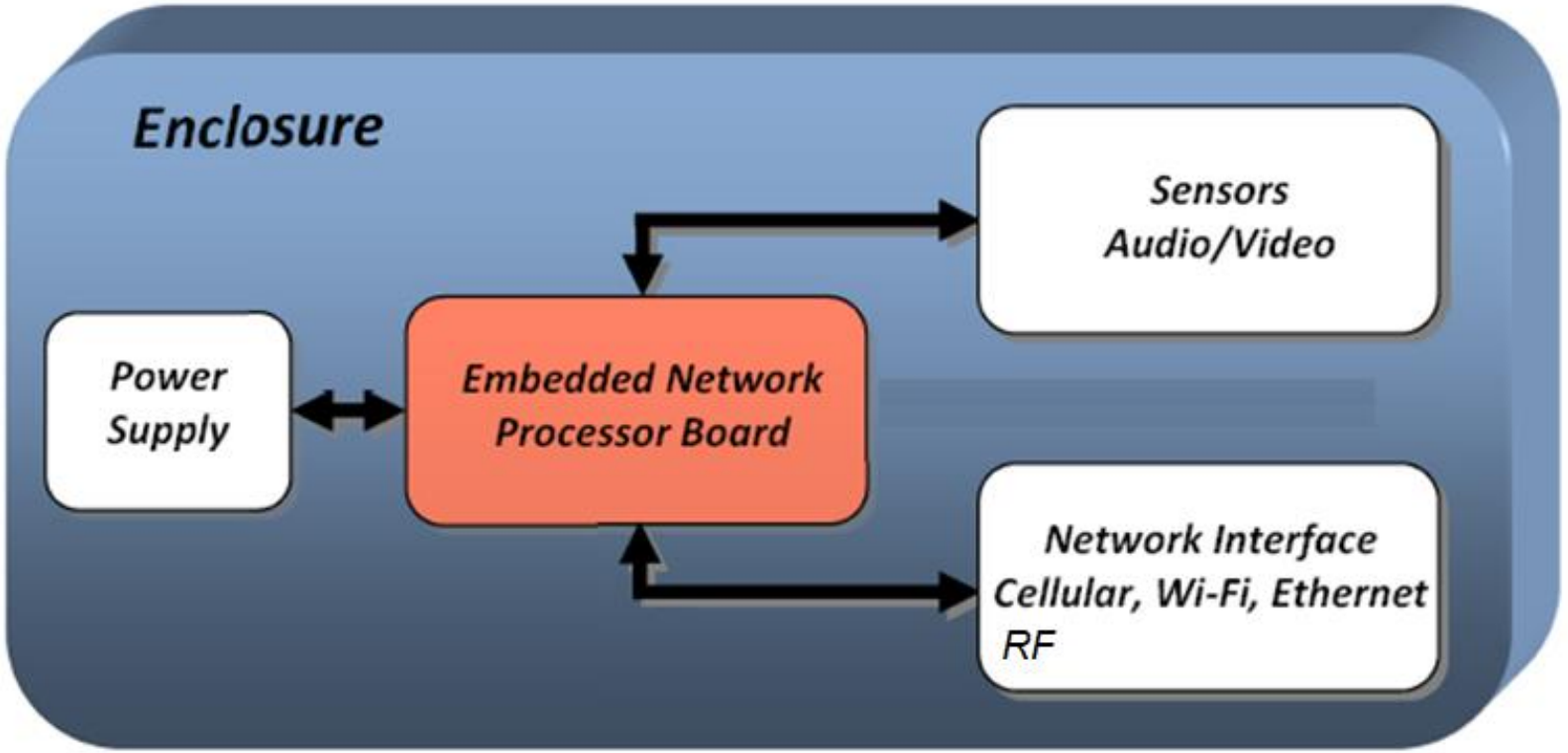
IoT smart health



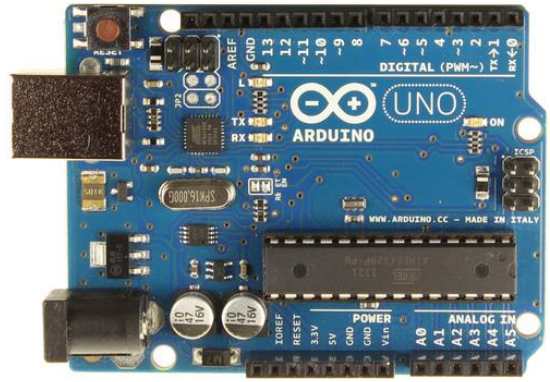
IoT smart grid

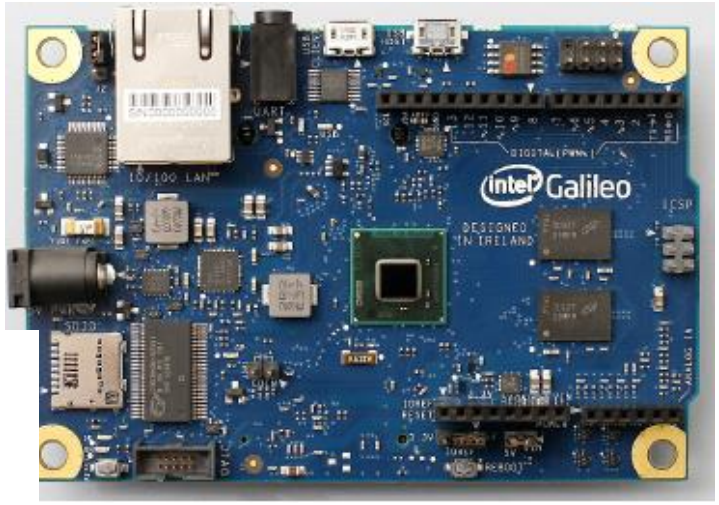


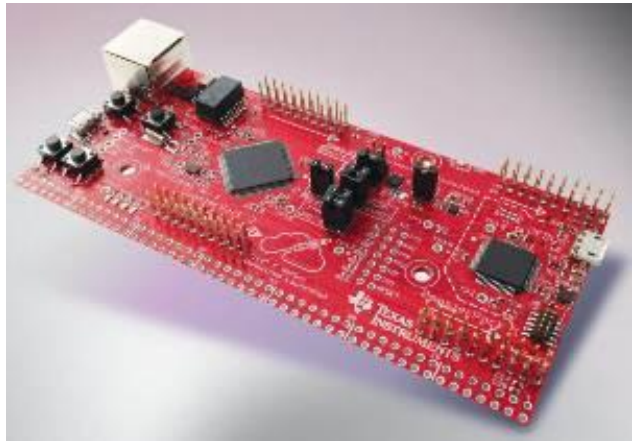
IoT basic board platform



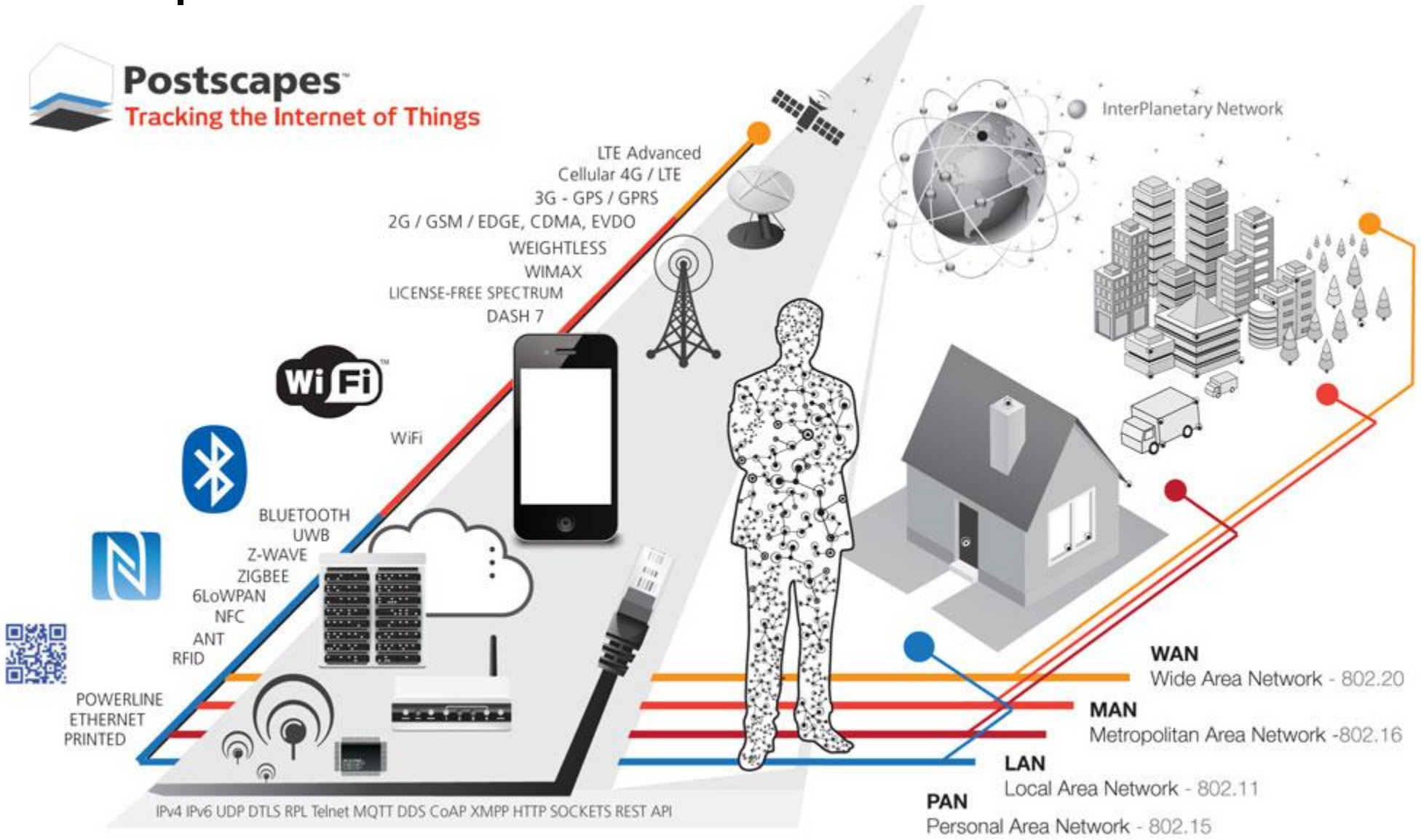
IoT prototyping Boards







IoT Retos: Estandarización



IoT Retos: Esfuerzos de estandarización

Estándar	Objetivo	Estado	Rango (m)	Kbps
EPCglobal	- Integración de tecnologías RFID en el marco del código electrónico de producto (EPC, por su acrónimo en inglés)	Avanzado	~1 ~1	~10^2 ~10^2
GRIFS	- Acción coordinada por la Unión Europea con el fin de definir un estándar de RFID que soporte su transición a aplicaciones en el IoT	En proceso	10-100	~10^2
6LoWPAN	- Integración de dispositivos de bajo consumo de energía del estándar IEEE 802.15.4 en las redes IPv6	Primera versión	N/D ~10^{-2}	N/D Up to 424
ROLL	- Definición de protocolos de enrutamiento para redes heterogéneas de bajo consumo de energía	En proceso	10-100	~10^2
NFC	- Definición de un conjunto de protocolos para comunicación bidireccional de corto alcance	Avanzado	10-100	~10^2
Wireless Hart	- Definición de protocolos para arquitecturas de redes tipo malla auto-organizadas, auto-recuperables sobre el estándar IEEE 802.15.4	Avanzado		
ZigBee	- Habilitar redes inalámbricas confiables, de bajo consumo, para el monitoreo y control de productos	Avanzado		

IoT Retos: Computación, comunicaciones y técnicas de ID

Área	Retos de investigación
Computación, comunicaciones y técnicas de identificación	- Desarrollo de técnicas avanzadas para dotar de capacidades de computo, de comunicación y de identificación a objetos de uso diario de manera embebida - Investigación en tecnologías de bajo costo y de bajo consumo de energía al nivel de micro y nano electrónica para cómputo y comunicaciones - Desarrollar la tecnología de comunicación de corto alcance (del inglés, near-field communication - NFC) para propósitos de identificación de cosas - Desarrollo de tecnologías de extracción de energía del medio ambiente, por ejemplo, sistemas de recarga de baterías basados en sistemas piezoeléctricos, termoeléctricos y ondas de radio - Desarrollo de computación distribuida (computación en la red o procesamiento en la red) con el fin de reducir la razón de transmisión de datos - Desarrollo de estrategias de escalamiento, para cubrir áreas grandes con dispositivos pequeños conectados en malla con propósitos de sensado, o para desplegar una cantidad enorme de sensores con propósitos de realizar mediciones localizadas - Desarrollo de etiquetas RFID activas

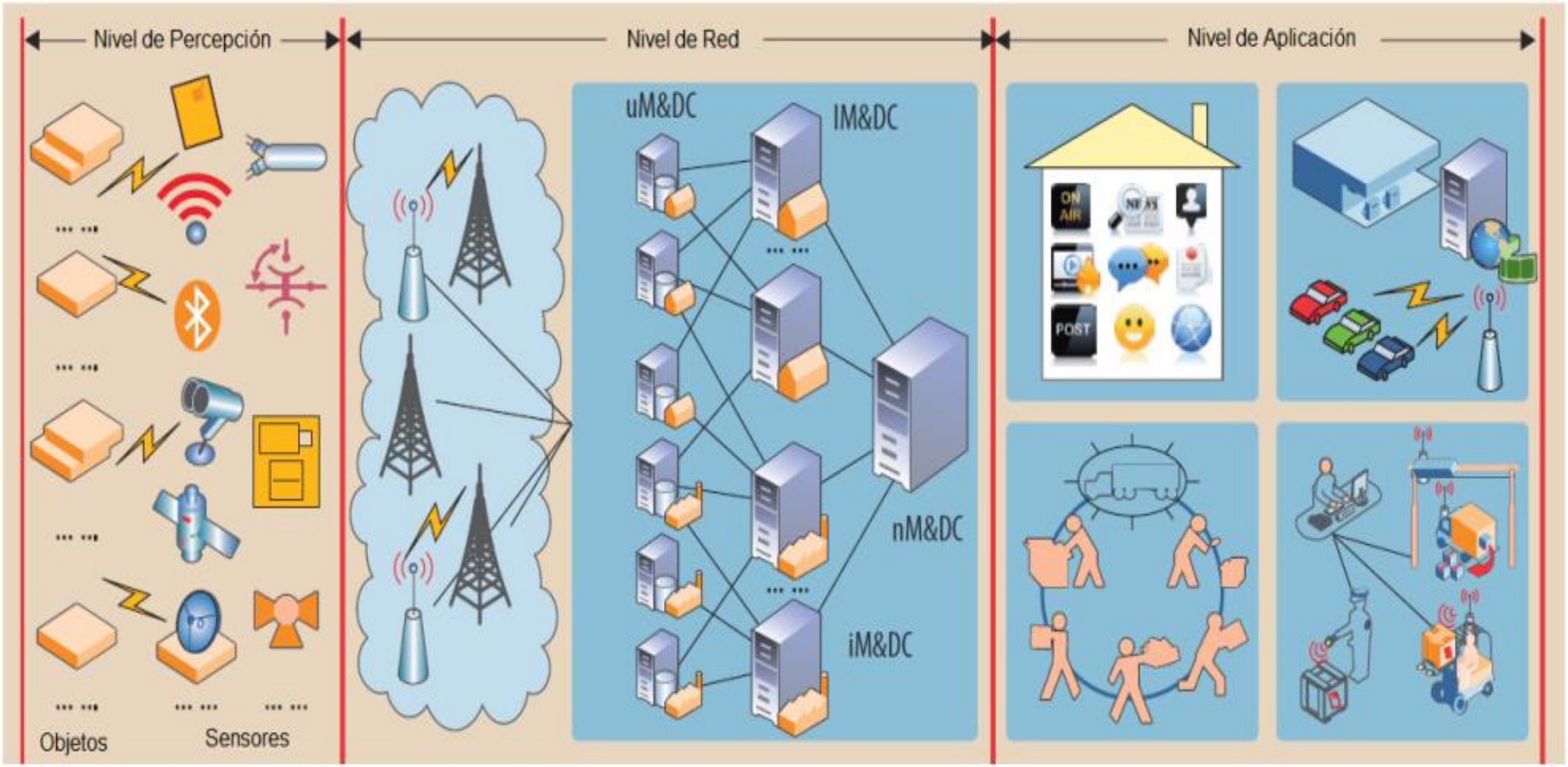
IoT Retos: Sistemas distribuidos

Área	Retos de investigación
Sistemas distribuidos	- Desarrollos de protocolos de red (MAC, enrutamiento) - Implementación distribuida de protocolos de enrutamiento, control de flujo y sincronización adecuados para el IoT - Desarrollo de esquemas de tolerancia a fallas relacionadas con conexiones de comunicación, nodos de software y hardware e integridad de información - Desarrollo de middleware adecuado para las diferentes aplicaciones en el IoT - Desarrollo de un estándar de direccionamiento de objetos o cosas en el IoT

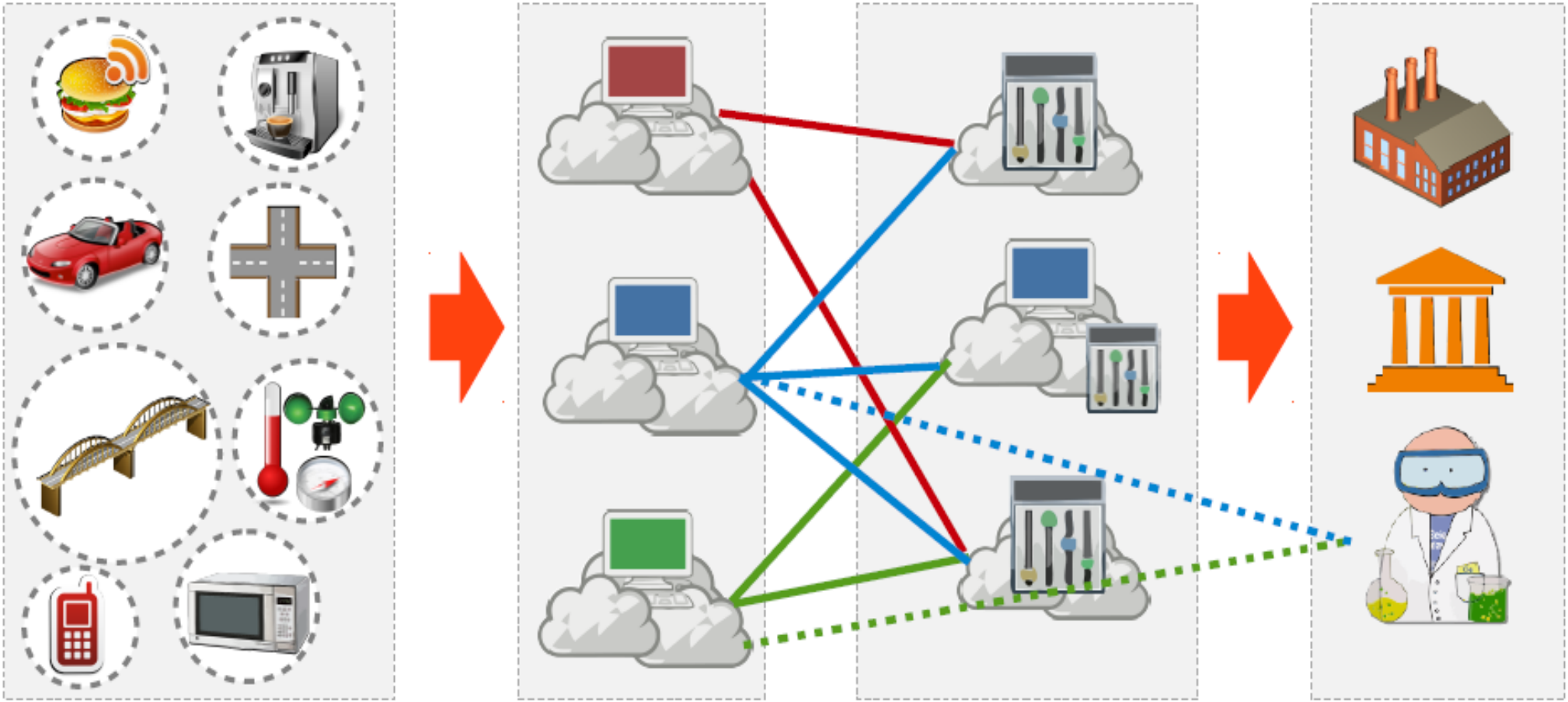
IoT Retos: Inteligencia distribuida

Área	Retos de investigación
Inteligencia distribuida	- Desarrollo de mecanismos de interpretación y razonamiento sobre grandes cantidades de datos/información - Desarrollo de técnicas avanzadas de minería de datos y representación/gestión de conocimiento - Desarrollo de agentes inteligentes autónomos capaces de interactuar con el mundo real y entre ellos de tal manera que puedan realizar de manera efectiva una tarea conjunta global - Desarrollo de plataformas escalables capaces de proveer y permitir la coexistencia de servicios múltiples

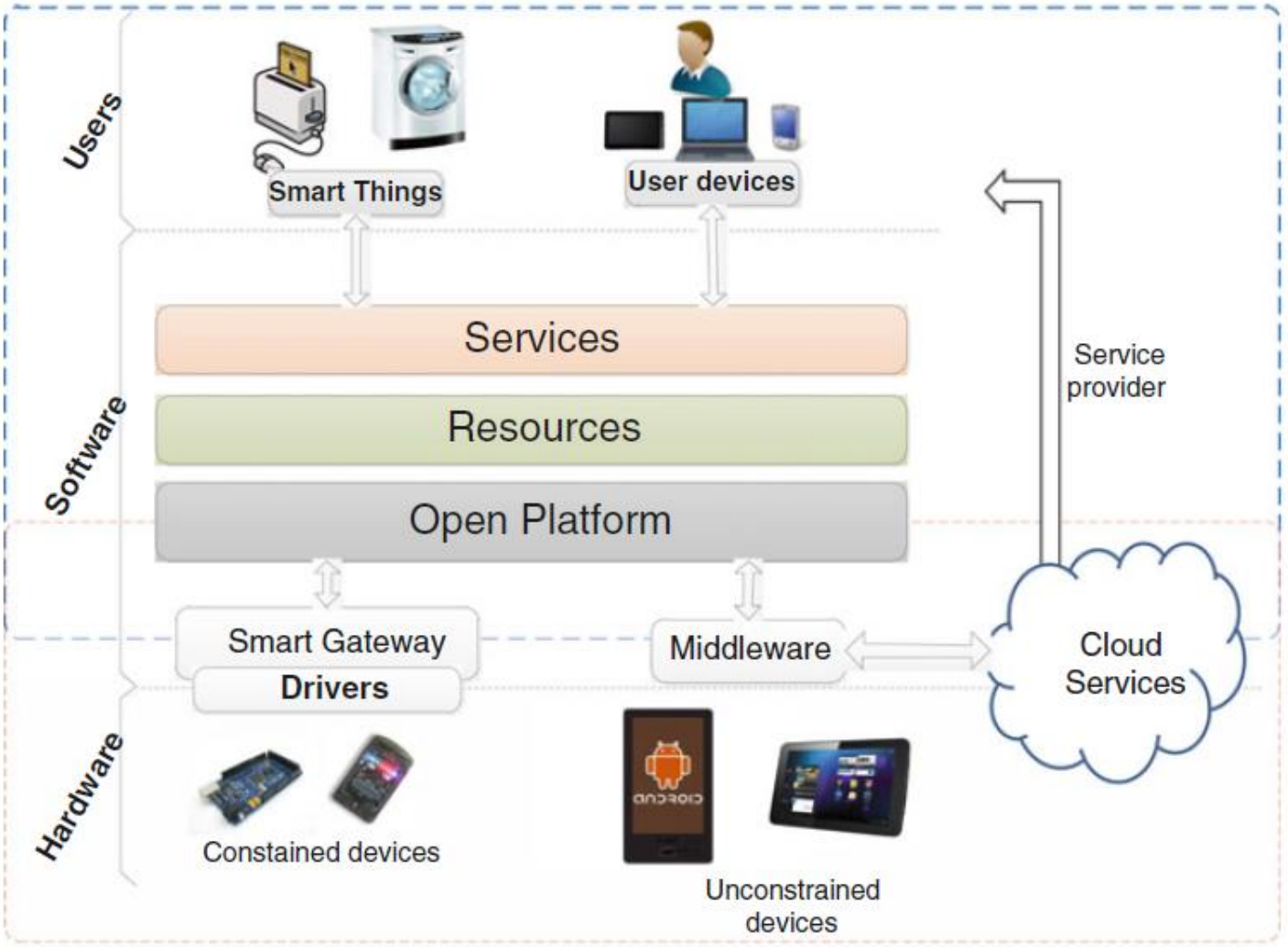
IoT Retos: Arquitectura por niveles



IoT Retos: Arquitectura SaaS

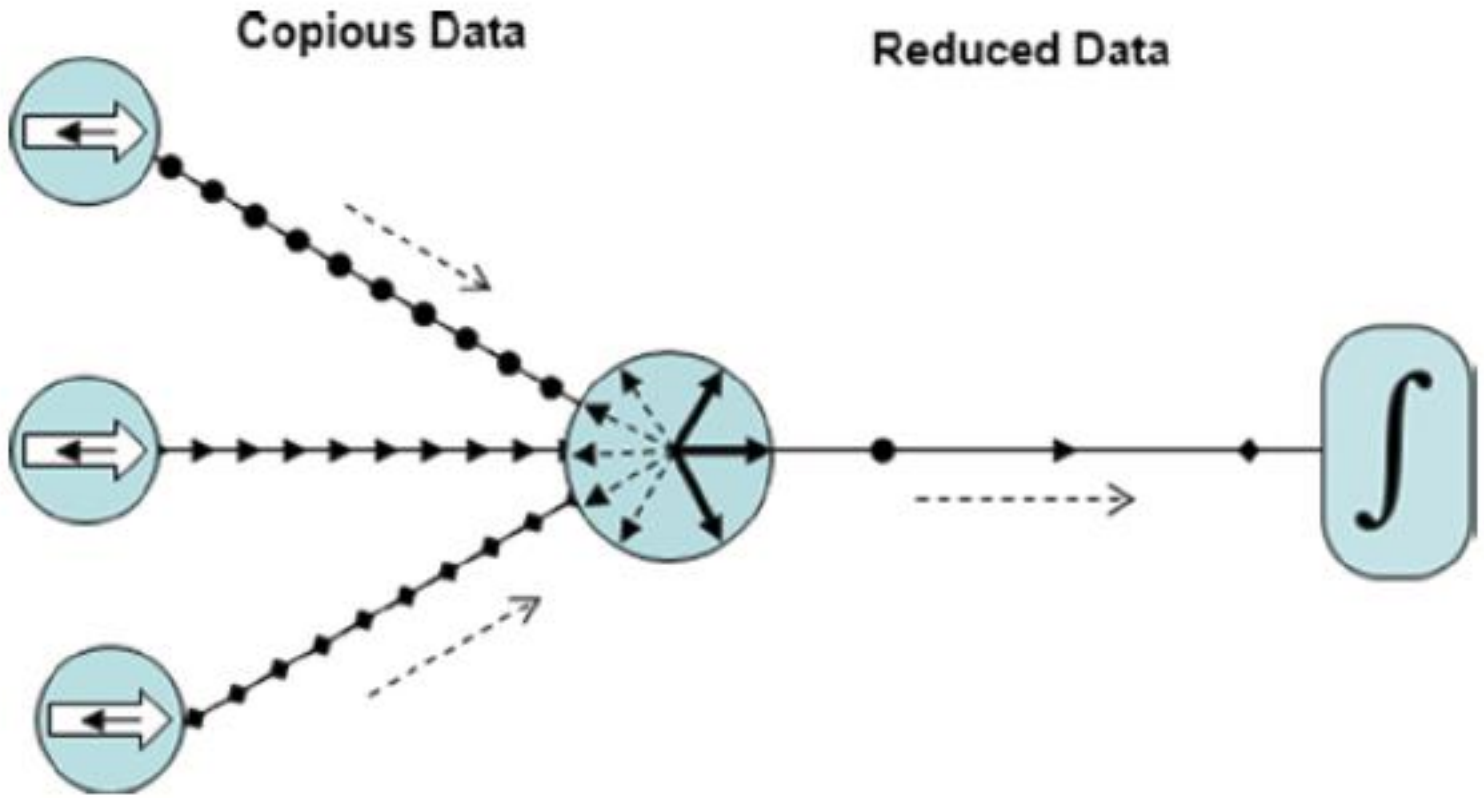


IoT Retos: Arquitectura de referencia

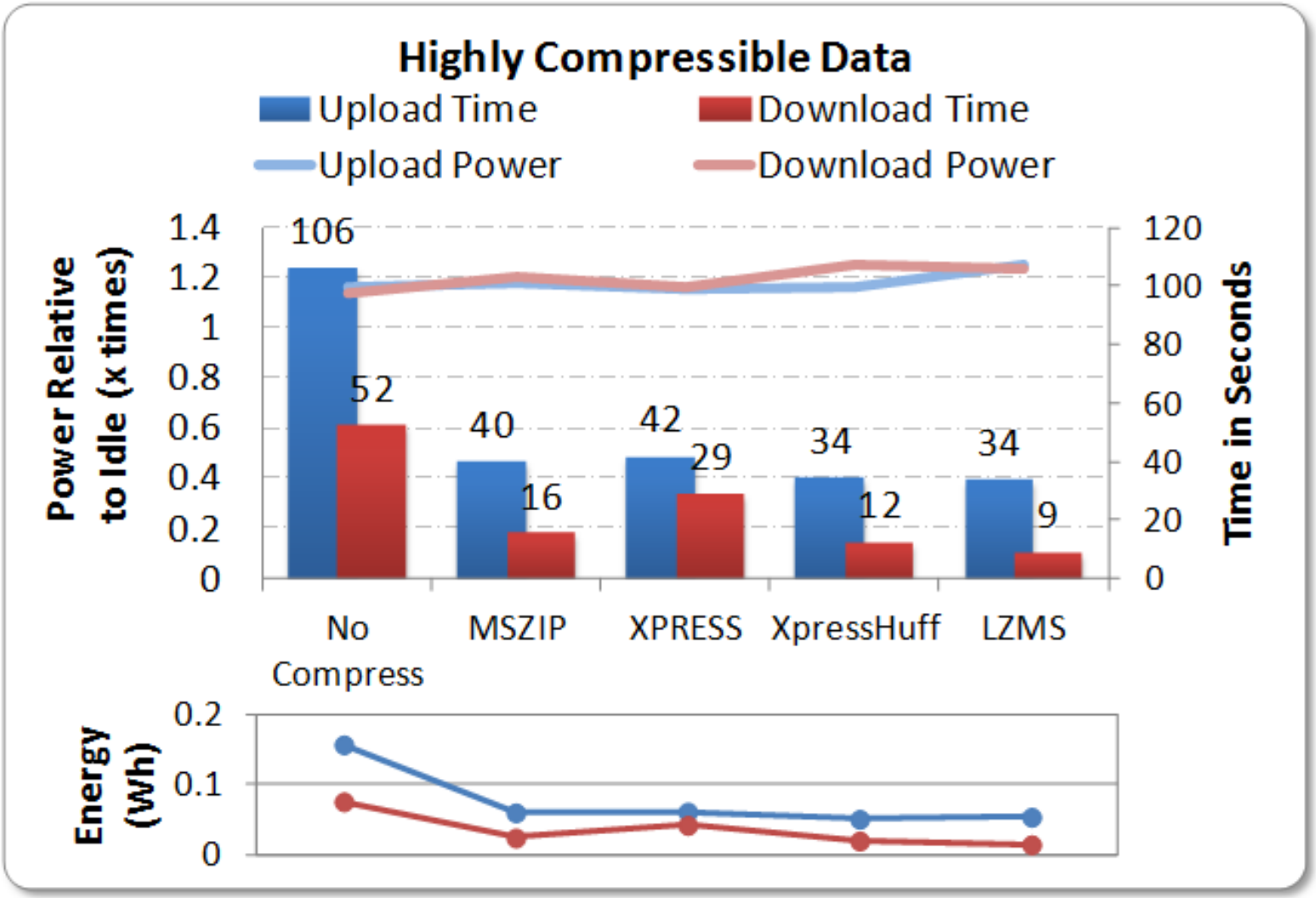


[Corredor-Pérez and Bernardos-Barbolla, 2014]

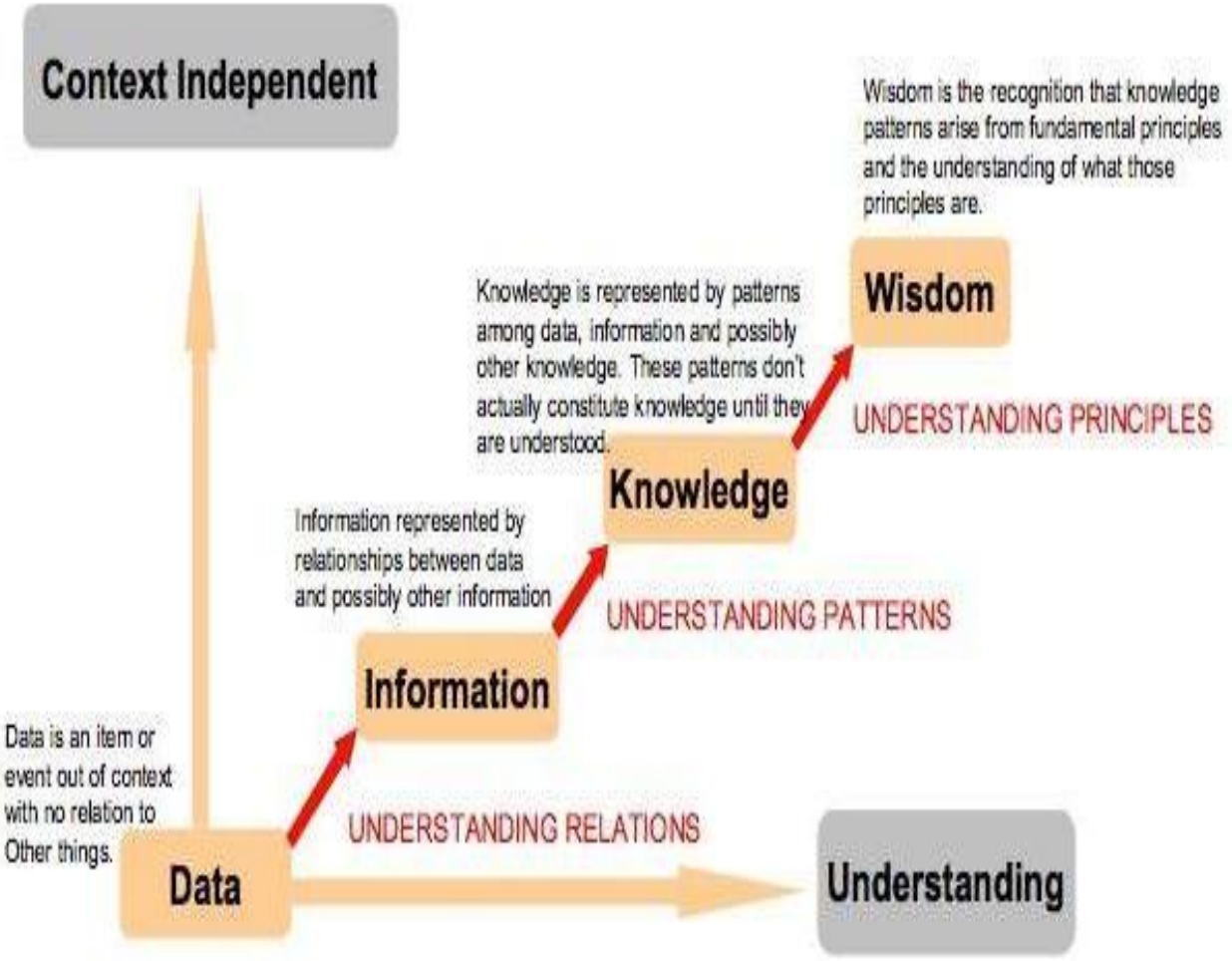
IoT Retos: Sensor/información fusión/integración

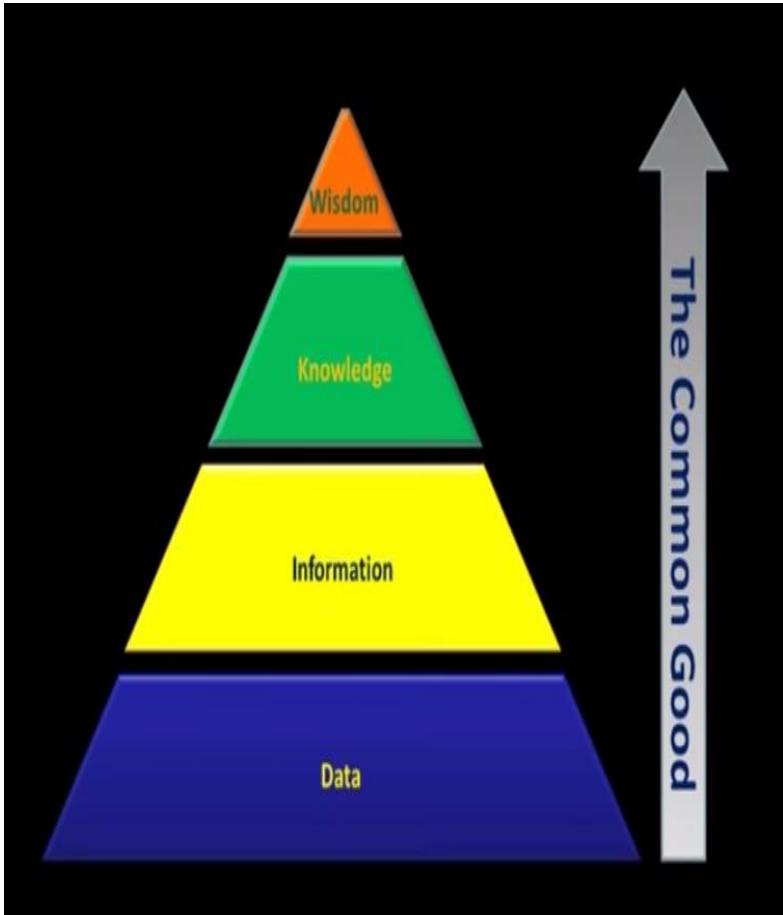


IoT Retos: Compresión de información



IoT Retos: Generación de conocimiento

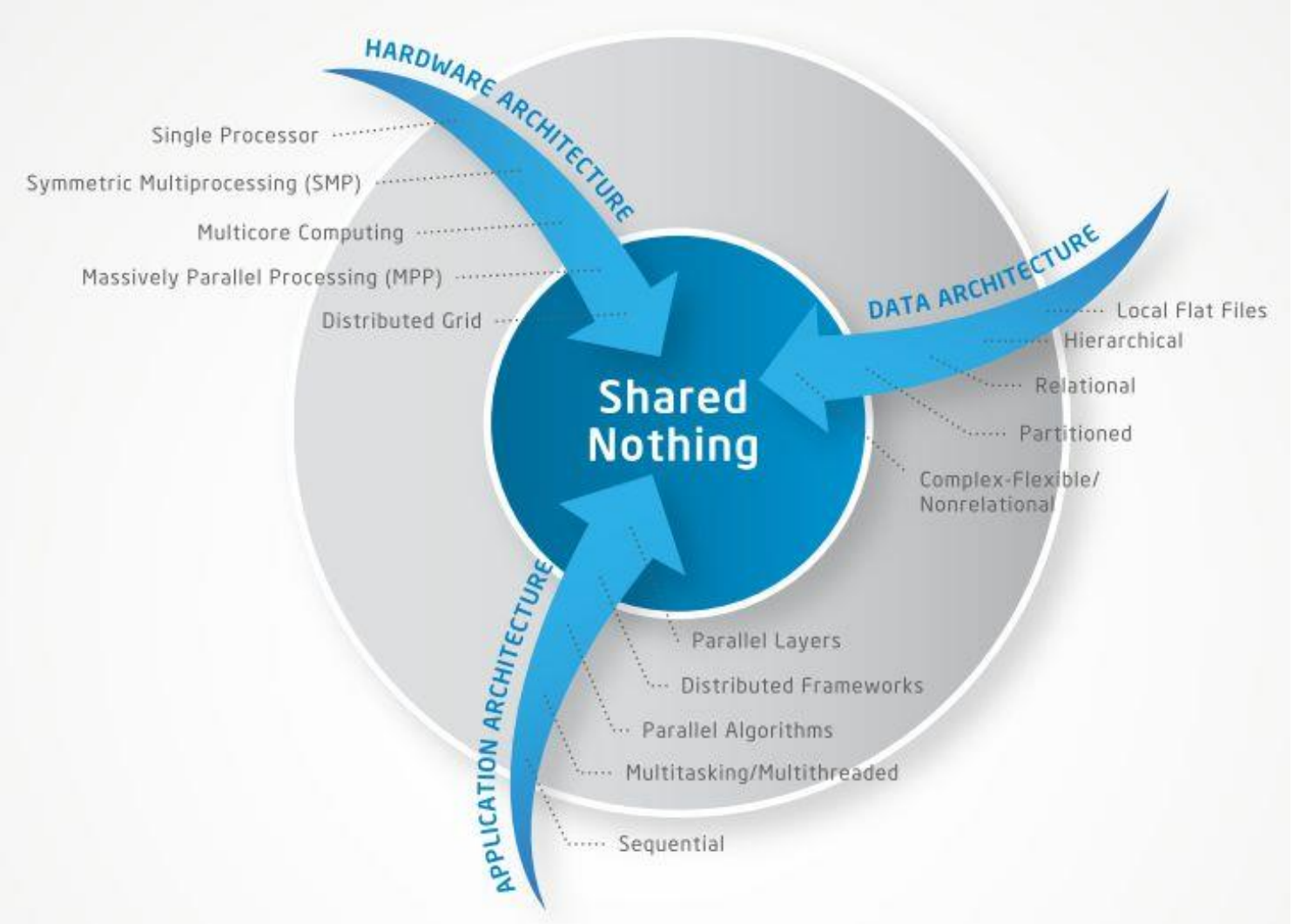




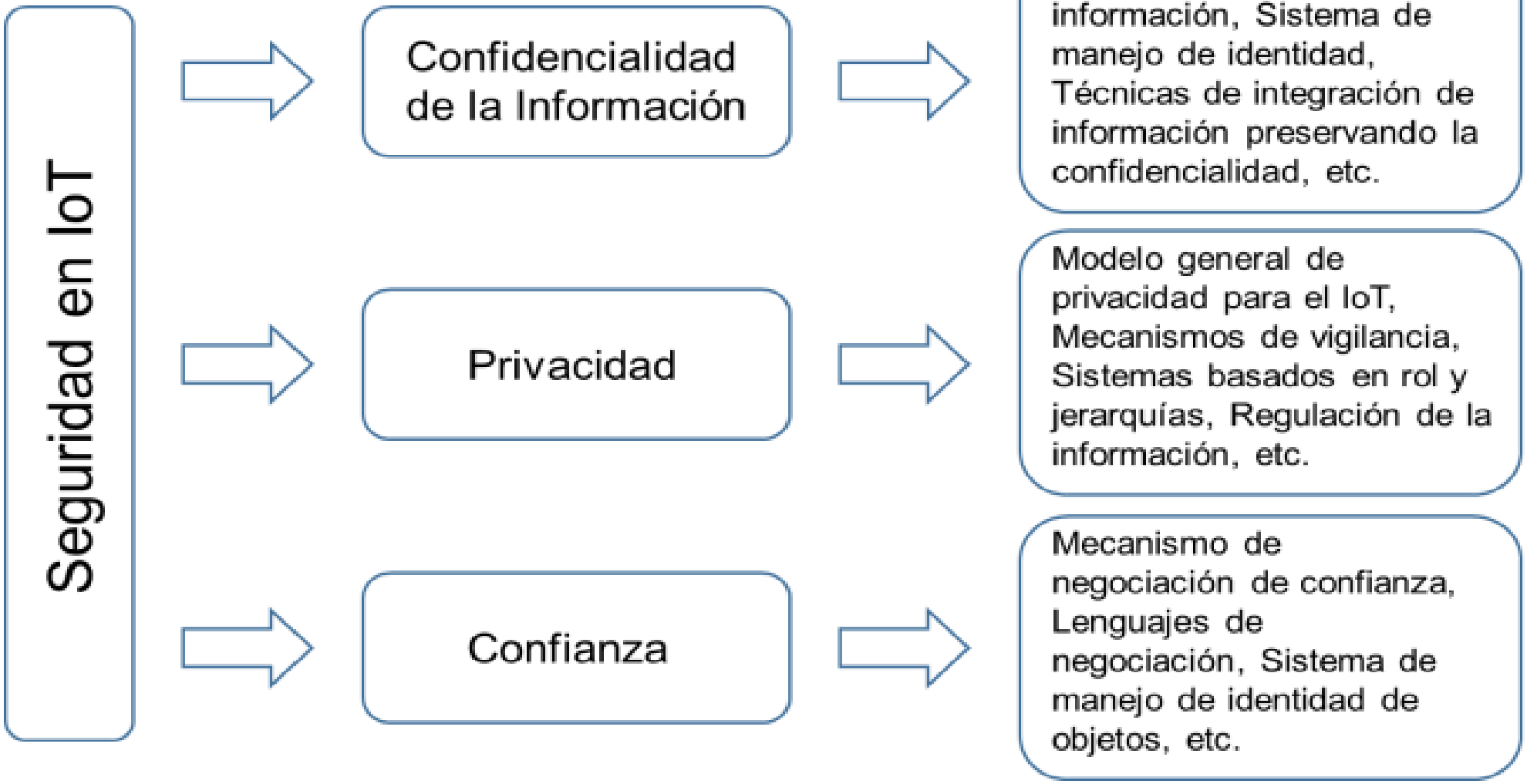
IoT Retos: Generación de conocimiento

- Being able to see information rather than data
- Being able to track information over time and find anomalies or trends
- Being able to use that information to improve production, efficiencies, quality, profits, safety…

IoT Retos: Data analytics

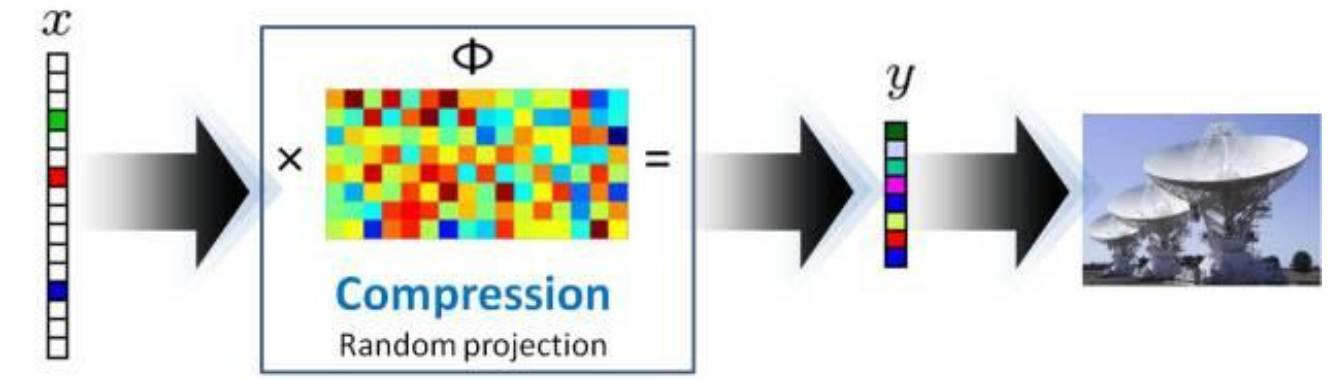


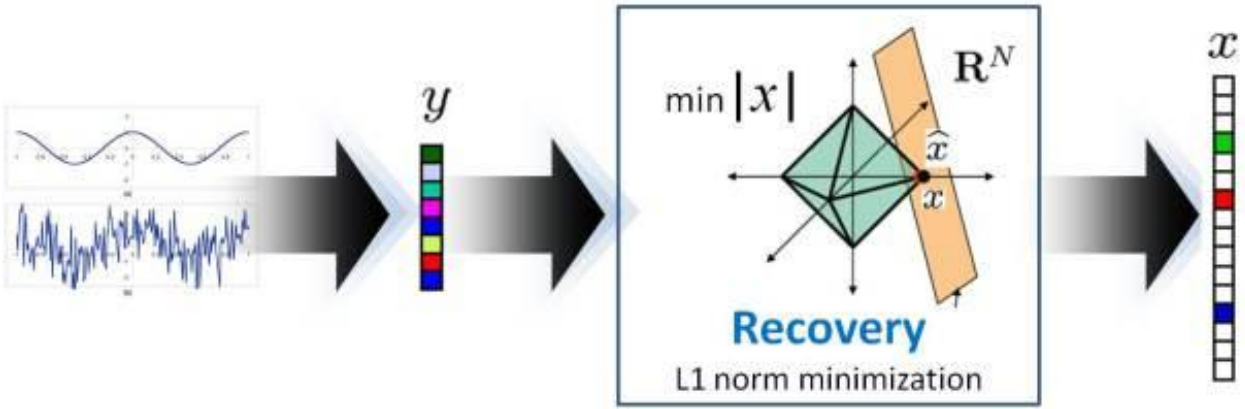
IoT Retos: Seguridad



IoT Oportunidades: Seguridad

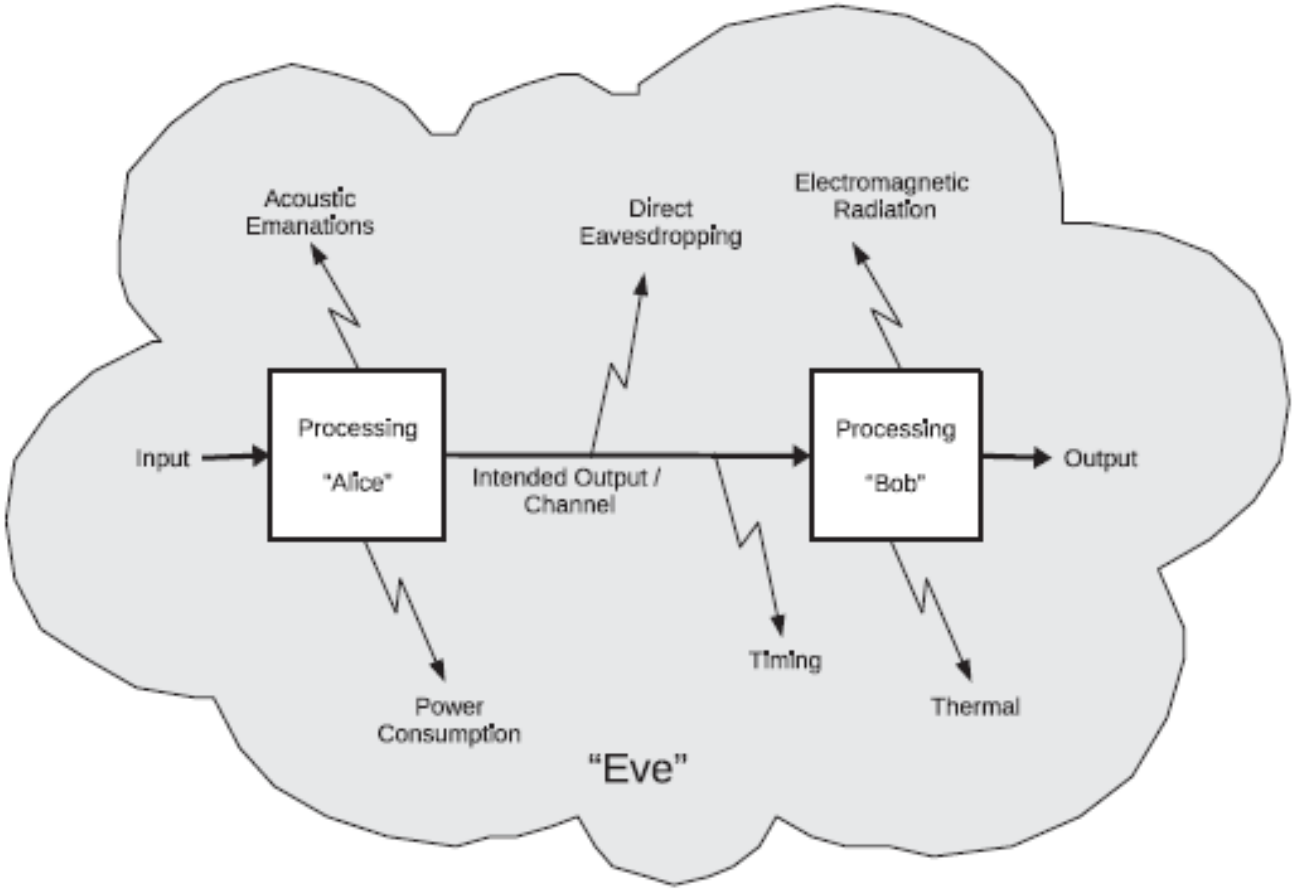
- Encompresion: Sensado compresivo más encriptación





IoT Oportunidades: Seguridad

- Side channel attack



IoT aplicaciones: MNAAIP

- Instalación de nuevas aplicaciones
- Desviación de un comportamiento normal
- Detección de comportamiento sospechoso

- Dispositivo móvil (cliente)
- Detección de anomalías
- Conjunto reducido de Indicadores
- Patrones de comportamiento genéricos

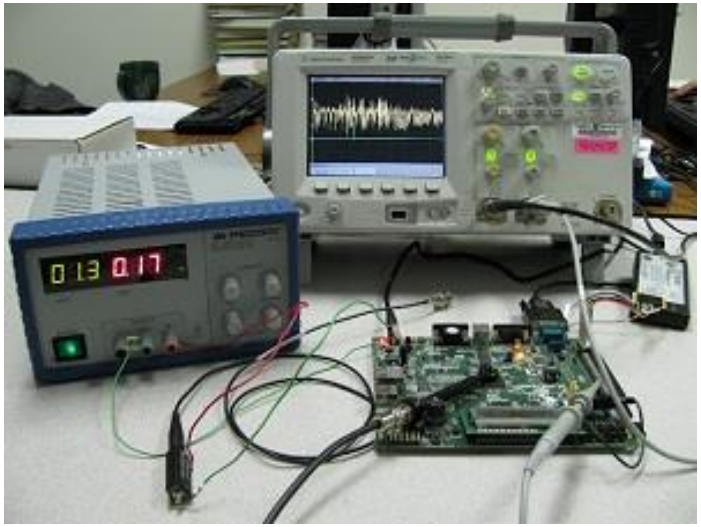
Monitoreo local

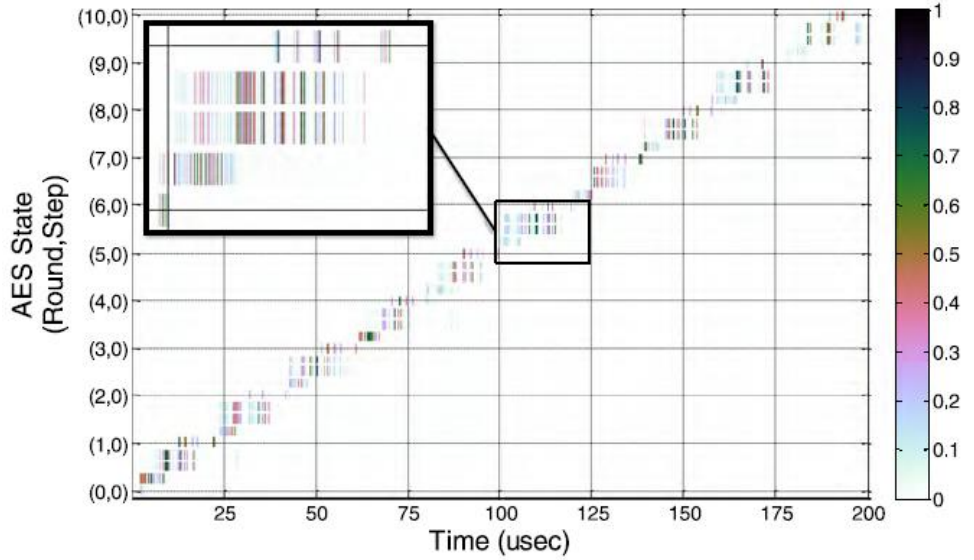
Balance entre seguridad y funcionalidad

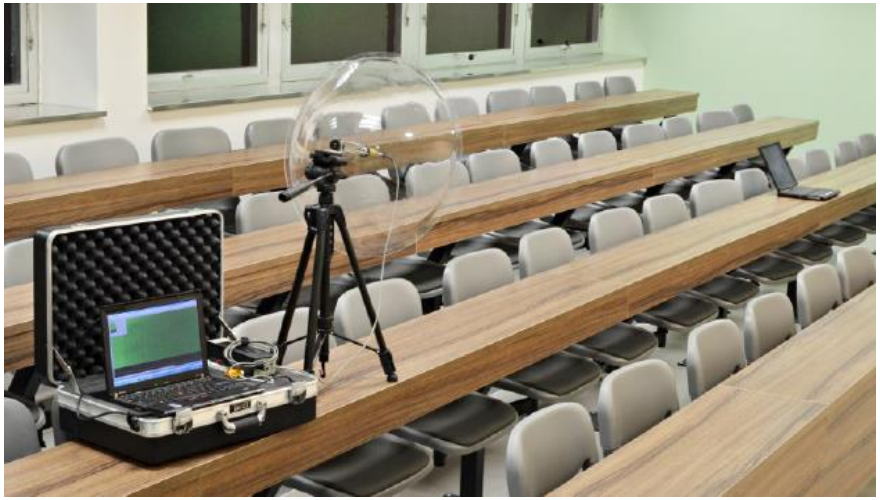
Monitoreo remoto

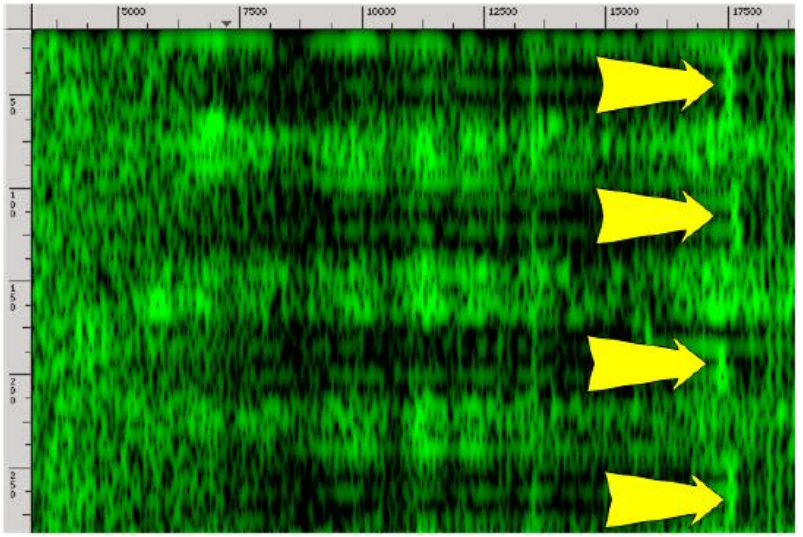
- Servidor remoto
- Reconocimiento de patrones de comportamiento
- Conjunto ampliado de Indicadores
- Patrones de comportamiento específicos

- Confirmación de un comportamiento normal
- Escalamiento de permisos autorizados por el usuario

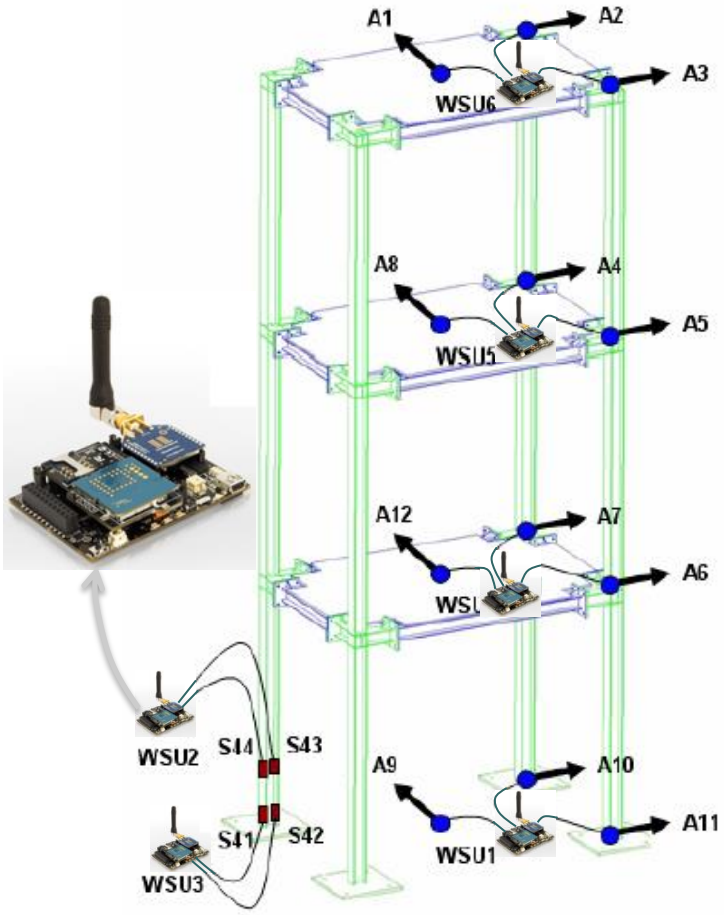



AES State
(Round,Step)
(10,0)
(9,0)
(8,0)
(7,0)
(6,0)
(5,0)
(4,0)
(3,0)
(2,0)
(1,0)
(0,0)
25
50
75
100
125
150
175
200
Time (usec)
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0

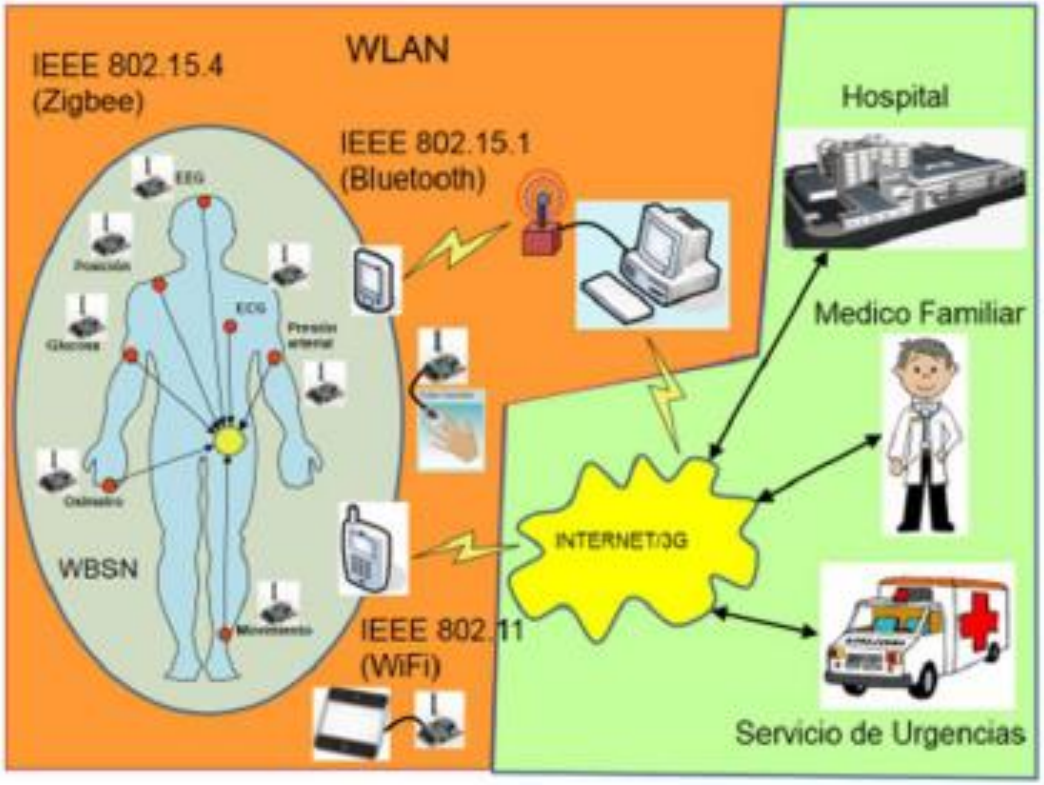




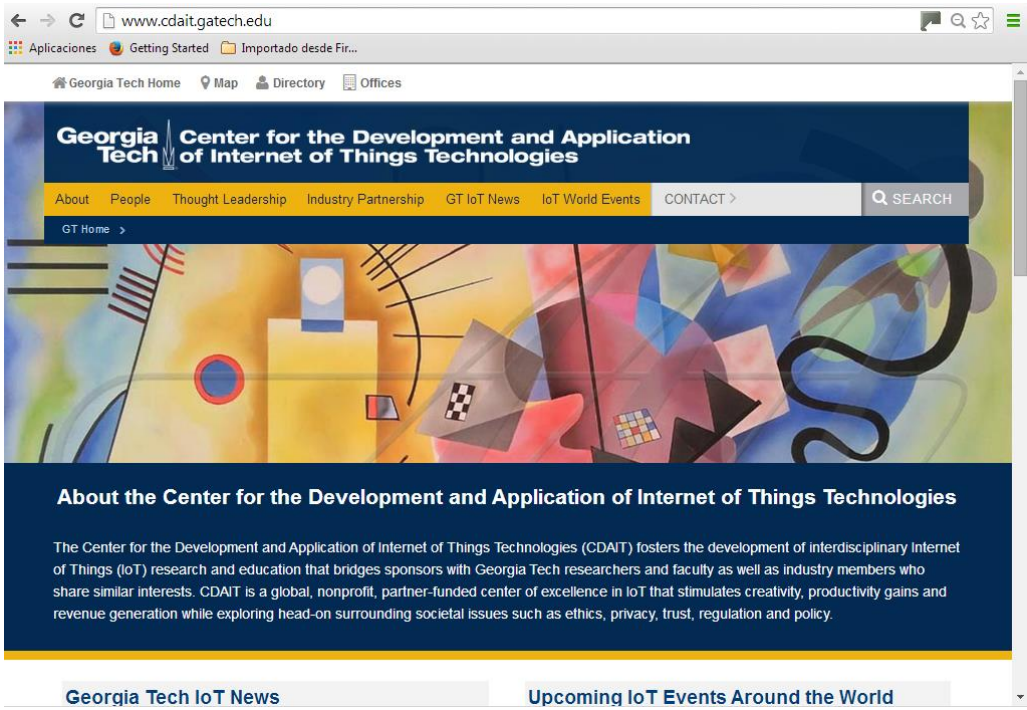
IoT aplicaciones: SHM



IoT aplicaciones: PHM



IoT Grupos de Investigación



IoT Grupos de Investigación