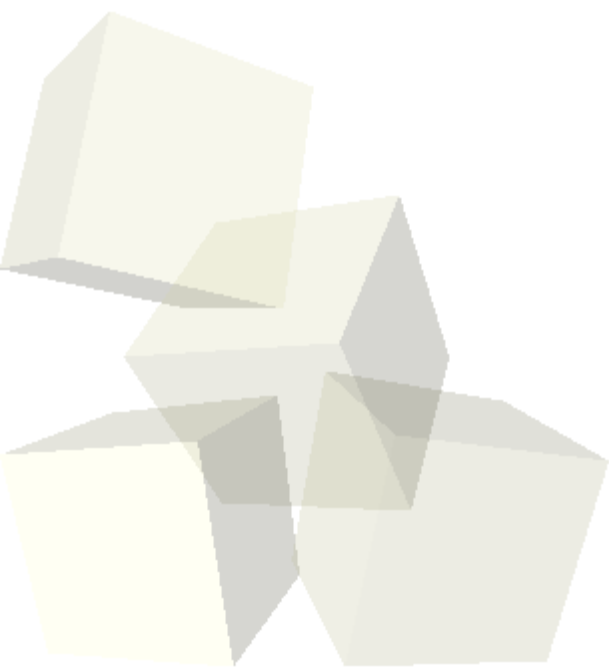




Tema 2

Introducción a IoT: Proyecto Mysensor.org

Manuel J. Bellido
Germán Cano Quiveu
Septiembre 2023





■ Introducción a IoT:

- ◆ **¿Que es el Internet de las Cosas “IoT”?**
- ◆ “Entornos” para aplicaciones de la “IoT”
- ◆ Arquitectura sistemas IoT
- ◆ Redes inalámbricas para conexión de dispositivos IoT
- ◆ Plataformas IoT

■ Proyecto Mysensor:

- ◆ introducción
- ◆ Componentes básicos del sistema
- ◆ Protocolo de comunicación de Mysensor
- ◆ Controladores



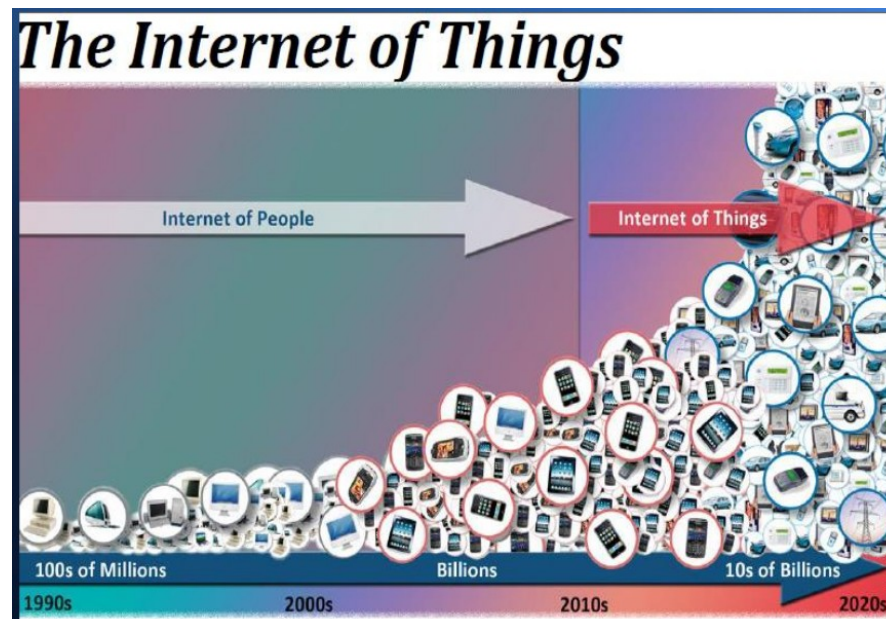
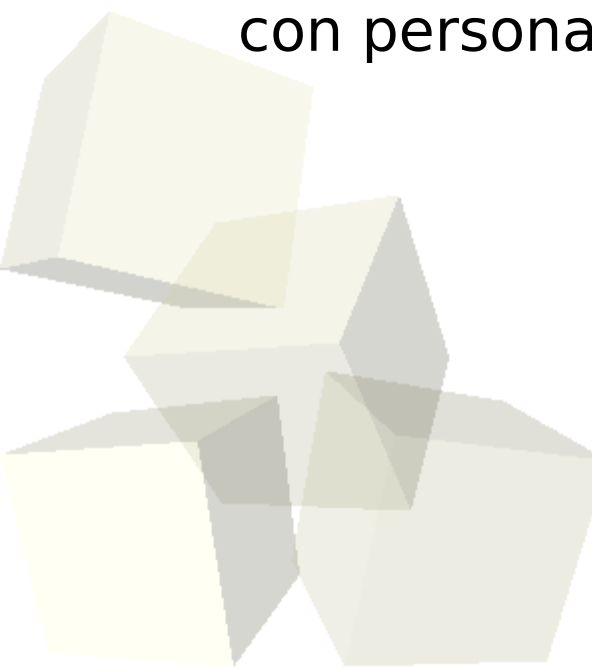
¿Que es el Internet de las Cosas “IoT”?

■ Definición IoT (Wikipedia 2018)

- ♦ IoT es un concepto que se refiere a la interconexión digital de objetos cotidianos con internet



- ♦ IoT es la conexión de internet con más cosas u objetos que con personas.





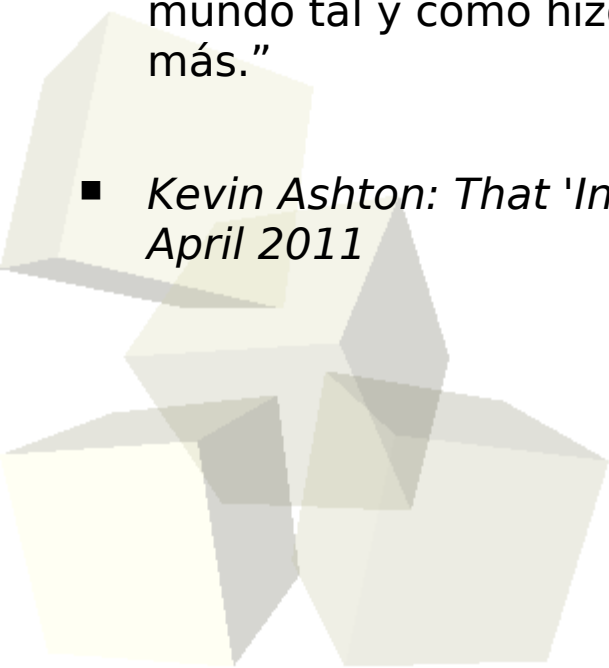
¿Que es el Internet de las Cosas “IoT”?

■ Definición IoT (Wikipedia 2018)

- “Los ordenadores actuales —y, por tanto, internet— son prácticamente dependientes de los seres humanos para recabar información. Una mayoría de los casi 50 petabytes (un petabyte son 1024 terabytes) de datos disponibles en internet fueron inicialmente creados por humanos, a base de teclear, presionar un botón, tomar una imagen digital o escanear un código de barras.

.....
.....
Si tuviéramos ordenadores que supieran todo lo que tuvieran que saber sobre **las “cosas”**, mediante el **uso de datos que ellos mismos pudieran recoger** sin nuestra ayuda, nosotros podríamos monitorizar, contar y localizar todo a nuestro alrededor, de esta manera se reducirían increíblemente gastos, pérdidas y costes. Sabríamos cuándo reemplazar, reparar o recuperar lo que fuera, así como conocer si su funcionamiento estuviera siendo correcto. El internet de las cosas tiene el potencial para cambiar el mundo tal y como hizo la revolución digital hace unas décadas. Tal vez incluso hasta más.”

- *Kevin Ashton: That 'Internet of Things' Thing. In: RFID Journal, 22 July 2009. Retrieved 8 April 2011*





¿Que es el Internet de las Cosas “IoT”?

- *Porque es importante IoT:*





■ Introducción a IoT:

- ♦ ¿Que es el Internet de las Cosas “IoT”?
- ♦ **“Entornos” para aplicaciones de la “IoT”**
- ♦ Arquitectura sistemas IoT
- ♦ Redes inalámbricas para conexión de dispositivos IoT
- ♦ Plataformas IoT

■ Proyecto Mysensor:

- ♦ introducción
- ♦ Componentes básicos del sistema
- ♦ Protocolo de comunicación de Mysensor
- ♦ Controladores

“ENTORNOS” PARA APLICACIONES DE LA IOT

ENTORNO

EJEMPLOS

CUERPO HUMANO

Dispositivos unidos al cuerpo humano o colocados dentro del mismo.

Dispositivos (para vestir e ingeribles) para monitorear y mantener la salud y el bienestar de las personas, manejar enfermedades, aumentar la aptitud física y la productividad

HOGAR

Edificios de vivienda

Controladores y sistemas de seguridad para el hogar

PUNTOS DE VENTA

Espacios comerciales

Tiendas, bancos, restaurantes, estadios, cualquier lugar donde los consumidores consideren y compren; sistemas de autopago, ofertas en compras presenciales, optimización del inventario

OFICINAS

Espacios donde trabajan trabajadores del conocimiento

Gestión de la energía y la seguridad en los edificios de oficinas; mejora de la productividad, incluso para los empleados móviles

FÁBRICAS

Entornos de producción estandarizados

Lugares con rutinas de trabajo repetitivas, como hospitales y granjas; eficiencia operativa, optimización del uso de los equipos y el inventario

OBRAS

Entornos de producción a medida

Minería, petróleo y gas, construcción; eficiencia operativa, mantenimiento predictivo, salud y seguridad

VEHÍCULOS

Sistemas dentro de vehículos en movimiento

Vehículos, incluyendo automóviles, camiones, barcos, aviones y trenes; mantenimiento basado en la condición, diseño, basado en el uso, análisis de preventa

CIUDADES

Entornos urbanos

Espacios públicos e infraestructura en entornos urbanos; sistemas de control adaptativo de tráfico, contadores inteligentes, monitoreo ambiental, gestión de recursos

EXTERIORES

Entre entornos urbanos (y fuera de otros entornos)

Los usos exteriores incluyen las vías de ferrocarril, los vehículos autónomos (fuera de los centros urbanos) y la navegación aérea; el enrutamiento en tiempo real, la navegación conectada, el seguimiento de envíos



■ Introducción a IoT:

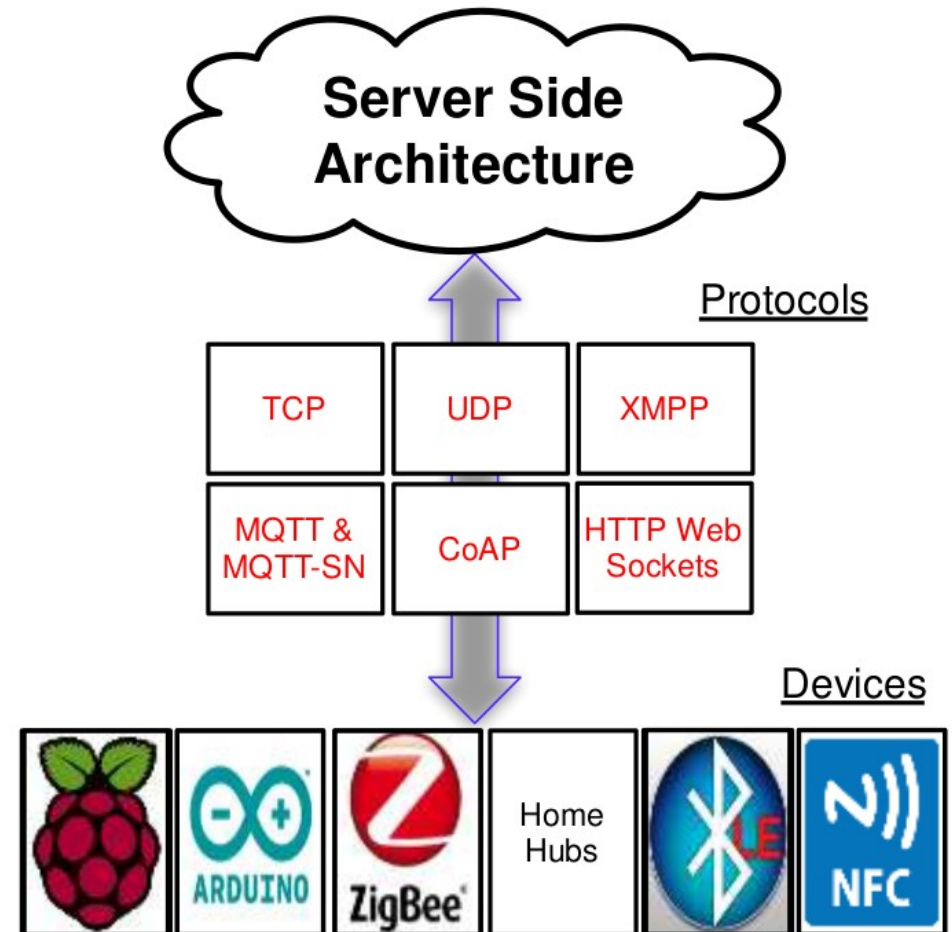
- ♦ ¿Que es el Internet de las Cosas “IoT”?
- ♦ “Entornos” para aplicaciones de la “IoT”
- ♦ **Arquitectura sistemas IoT**
- ♦ Redes inalámbricas para conexión de dispositivos IoT
- ♦ Plataformas IoT

■ Proyecto Mysensor:

- ♦ introducción
- ♦ Componentes básicos del sistema
- ♦ Protocolo de comunicación de Mysensor
- ♦ Controladores

Arquitectura sistemas IoT

- Básicamente un sistema IoT se compone de tres partes:
 - Las “*cosas*” que proporcionan datos a través de los sensores que tienen conectados
 - Redes que sirven para transferir los datos recolectados a través de los “*gateways*” a algún sistema de control
 - Procesamiento de los datos en el controlador y aplicaciones para utilizar la información obtenida





Arquitectura sistemas IoT: Ejemplo

FIGURA 1

Ejemplo de un modelo de comunicación dispositivo a dispositivo

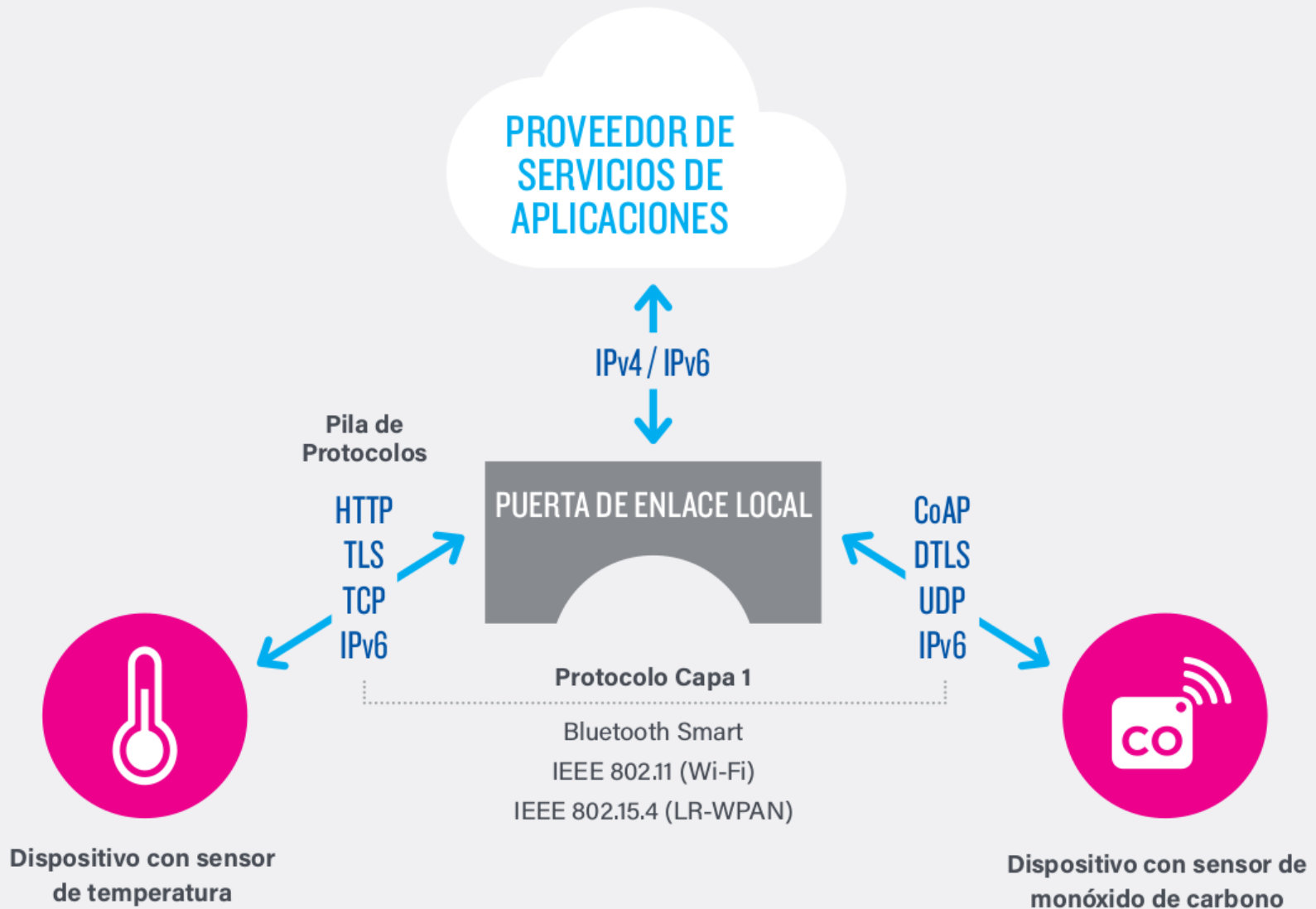


FUENTE: Tschofenig, H., et.al., Architectural Considerations in Smart Object Networking. Tech. no. RFC 7452. IAB, marzo de 2015. Web. <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc7452.txt>.



Arquitectura sistemas IoT: Ejemplo

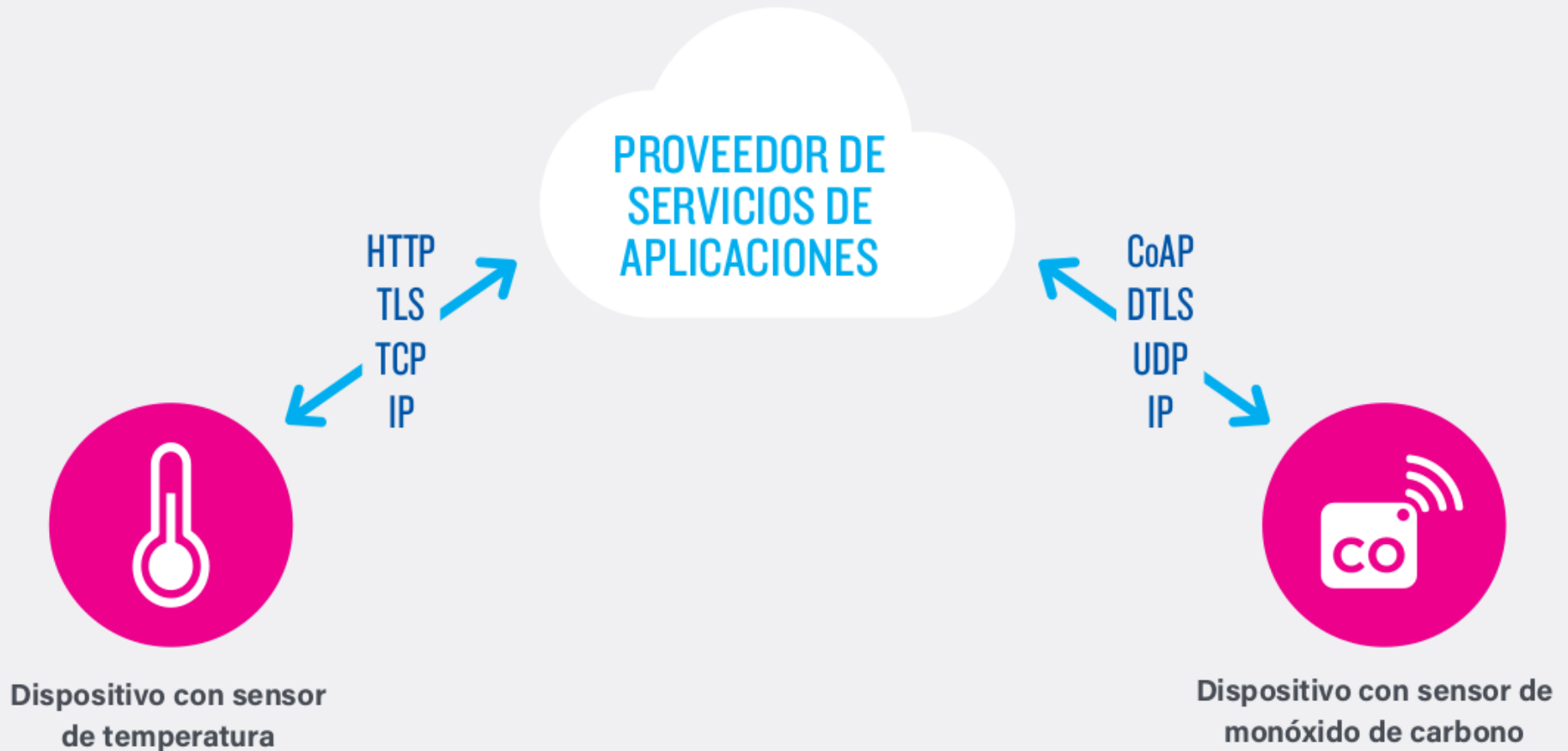
Ejemplo del modelo de comunicación de 'dispositivo a puerta de enlace'



Arquitectura sistemas IoT: Ejemplo

FIGURA 2

Diagrama del modelo de comunicación dispositivo a la nube



FUENTE: Tschofenig, H., et.al., Architectural Considerations in Smart Object Networking. Tech. no. RFC 7452. IAB, marzo de 2015. Web. <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc7452.txt>.



■ Introducción a IoT:

- ♦ ¿Que es el Internet de las Cosas “IoT”?
- ♦ “Entornos” para aplicaciones de la “IoT”
- ♦ Arquitectura sistemas IoT
- ♦ **Redes inalámbricas para conexión de dispositivos IoT**
- ♦ Plataformas IoT

■ Proyecto Mysensor:

- ♦ introducción
- ♦ Componentes básicos del sistema
- ♦ Protocolo de comunicación de Mysensor
- ♦ Controladores

Redes inalámbricas para conexión de dispositivos IoT

- Los dispositivos IoT se conectan mediante redes inalámbricas generalmente:

Kanika Sharma et al, / (IJCSIT) International Journal of Computer Science and Information Technologies, Vol. 5 (6) , 2014, 7810-7813

Type	Coverage	Performance	Standards	Applications	
WPAN	Wireless PAN	Within reach of a person	Moderate	Wireless PAN Within reach of a person Moderate Bluetooth, IEEE 802.15, and IrDa Cable replacement for peripherals	Cable replacement for peripherals
WLAN	Wireless LAN	Within a building or campus	High	IEEE 802.11, Wi-Fi, and HiperLAN	Mobile extension of wired networks
WMAN	Wireless MAN	Within a city	High	Proprietary, IEEE 802.16, and WIMAX	Fixed wireless between homes and businesses and the Internet
WWAN	Wireless WAN	Worldwide	Low	CDPD and Cellular 2G, 2.5G, and 3G	Mobile access to the Internet from outdoor areas

Fig. 5 Comparison of Wireless Network Types

PAN: PERSONAL AREA NETWORK

LAN: LOCAL AREA NETWORK

MAN: METROPOLY AREA NETWORK

WAN: WIDE AREA NETWORK

Redes inalámbricas para conexión de dispositivos IoT

- Podemos clasificar las Redes para IoT en función de dos características principales:
 - **Rango de cobertura:** corto (WPAN, WLAN), largo (WAN)
 - **Consumo de potencia:** LP- Low Power; HP- High Power
- Existen múltiples redes de comunicación para dispositivos IoT con diferentes características y rendimientos:

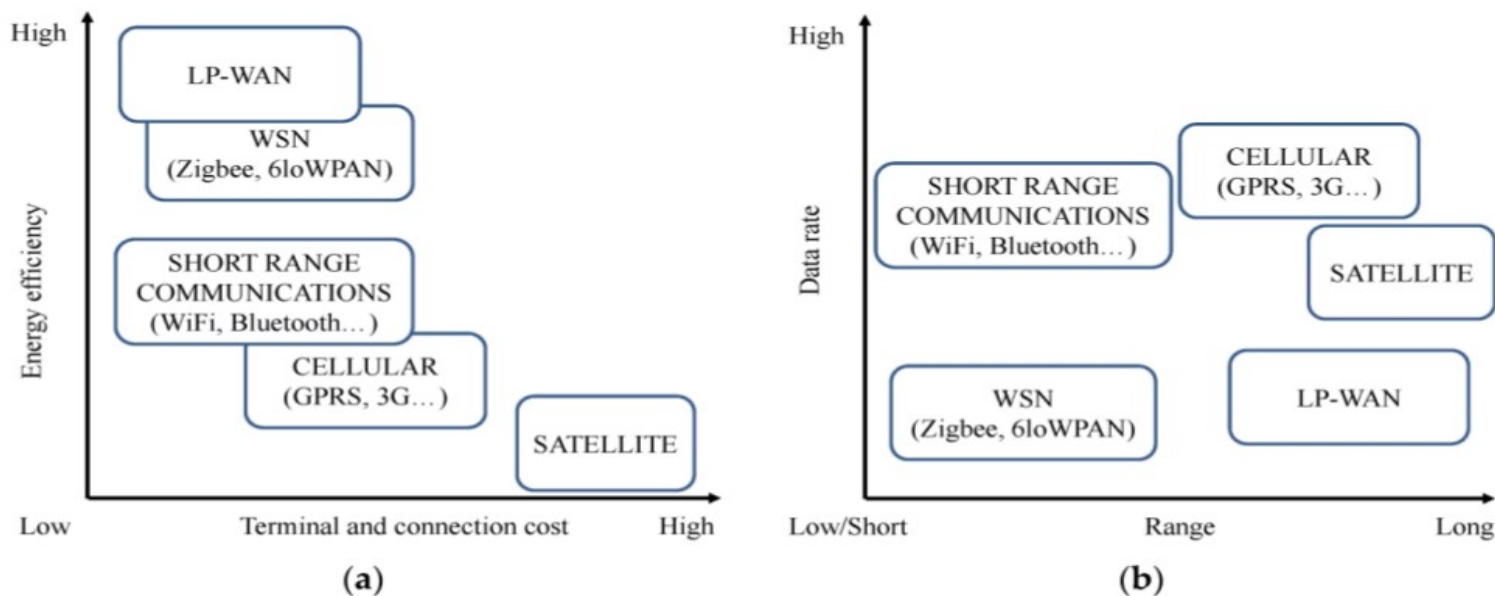


Figure 5: Principal characteristics of IoT-enabling technologies. Source: [13]



- Redes mas comunes para IoT de rango corto:
 - ◆ Bluetooth
 - Bluetooth Standard
 - Bluetooth Low power energy (BLE) – para IoT (low data rate)
 - ◆ Zigbee
 - ◆ Z-wave
 - ◆ RFID
 - ◆ RF4CE
 - ◆ NRF24
 - ◆ Thread
 - ◆ WiFi
 - WiFi standard
 - Wifi Halow – para IoT (low data rate)
- Mas información:
 - ◆ <https://www.digikey.com/en/articles/techzone/2017/oct/comparing-low-power-wireless-technologies>



Redes inalámbricas para conexión de dispositivos IoT

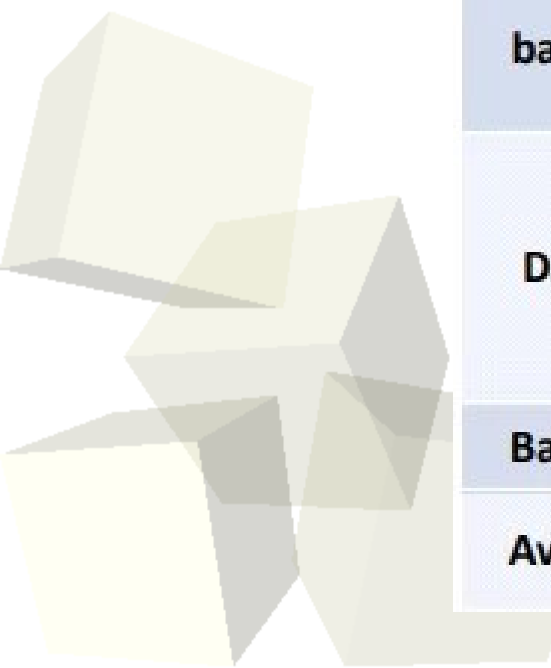
- Redes mas comunes para IoT de rango Largo:
 - ♦ **LP-WAN**: Low Power WAN. Características principales:
 - Low data rate (most of IoT send low data transmission)
 - Low power consumption (long life baterie)
 - Low cost to conect network
 - ♦ Redes LPWAN trabajando en **espectro sin licencia**:
 - LORAWAN
 - SIGFOX (Ultra Narrow Band)
 - ♦ Redes LPWAN trabajando en **espectro con licencia**:
 - ♦ LTE-M
 - ♦ NB-IoT
- Mas información:
 - ♦ <https://www.iotforall.com/iot-connectivity-comparison-lora-sigfox-rpma-lpwan-technologies/>
 - ♦ https://media.bitpipe.com/io_13x/io_138342/item_1568500/Aeris%20WP%20LPWA%20Making%20IoT%20Ubiquitous%20and%20Affordable.pdf



Redes inalámbricas para conexión de dispositivos IoT

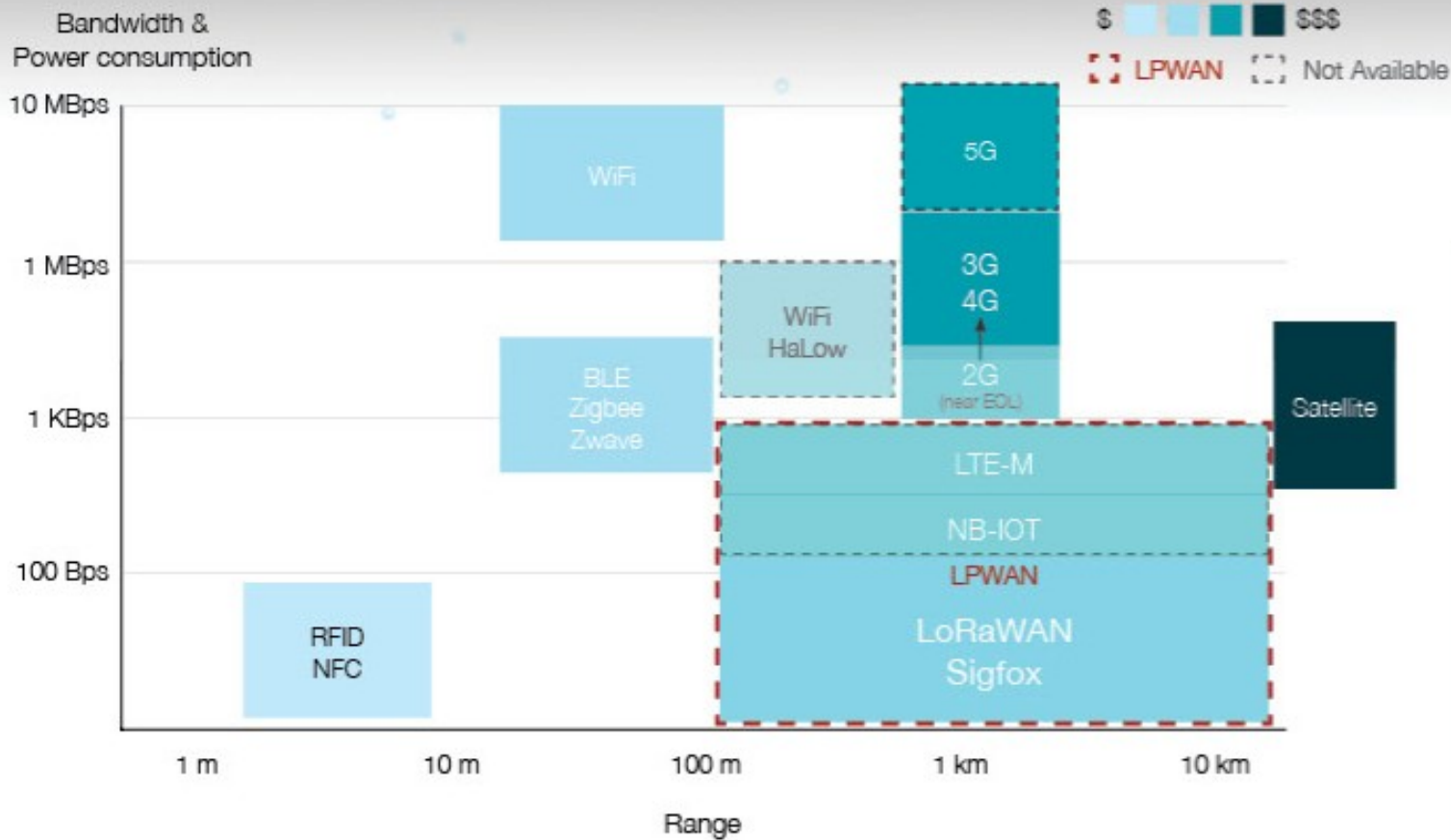
■ Comparativa Redes LPWAN:

Technologies	SIGFOX	LORA	NB-IOT	LTE-M
Range	< 13 km	< 11 km	< 15 km	< 11 km
Spectrum	Unlicensed 868MHz 915MHz	Unlicensed 433MHz	Licensed 700-900 MHz	Licensed 700-900 MHz
bandwidth	100 kHz	< 500 kHz	200 kHz or shared	1.4 MHz or shared
Data Rate	< 100 kbps	<10 kbps	< 150 kbps	< 1 Mbps
Battery life	>10 years			
Availability	Today	Today	2016 (standard)	2016 (standard)



Redes inalámbricas para conexión de dispositivos IoT

LPWAN COMPLEMENTS EXISTING CONNECTIVITY TECHNOLOGIES



MAIN IOT USES

RFID & NFC
Industrial and retail short range applications

WiFi & BLE
Consumer applications

3G & 4G
Data intensive and expensive equipment (vehicles, cameras,...)

Satellite
Remote applications

RFID: Radio Frequency IDentification - NFC: Near Field Communication - BLE: Bluetooth Low Energy - LPWAN: Low Power Wide Area Network



■ Introducción a IoT:

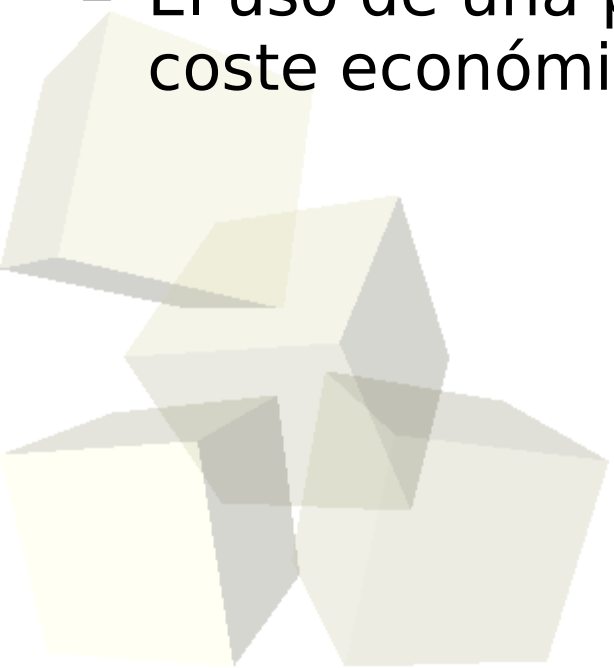
- ♦ ¿Que es el Internet de las Cosas “IoT”?
- ♦ “Entornos” para aplicaciones de la “IoT”
- ♦ Arquitectura sistemas IoT
- ♦ Redes inalámbricas para conexión de dispositivos IoT
- ♦ **Plataformas IoT**

■ Proyecto Mysensor:

- ♦ introducción
- ♦ Componentes básicos del sistema
- ♦ Protocolo de comunicación de Mysensor
- ♦ Controladores



- *IoT platforms are the support software that connects everything in an IoT system. An IoT platform facilitates communication, data flow, device management, and the functionality of applications.*
- Las plataformas IoT están alojadas en la nube
- Hoy en día existen mas de 450 plataformas IoT con una previsión de aumentar aun mas (probablemente mas de 1000 plataformas IoT)
- El uso de una plataforma IoT generalmente implica un coste económico





■ Componentes en una plataforma IoT:

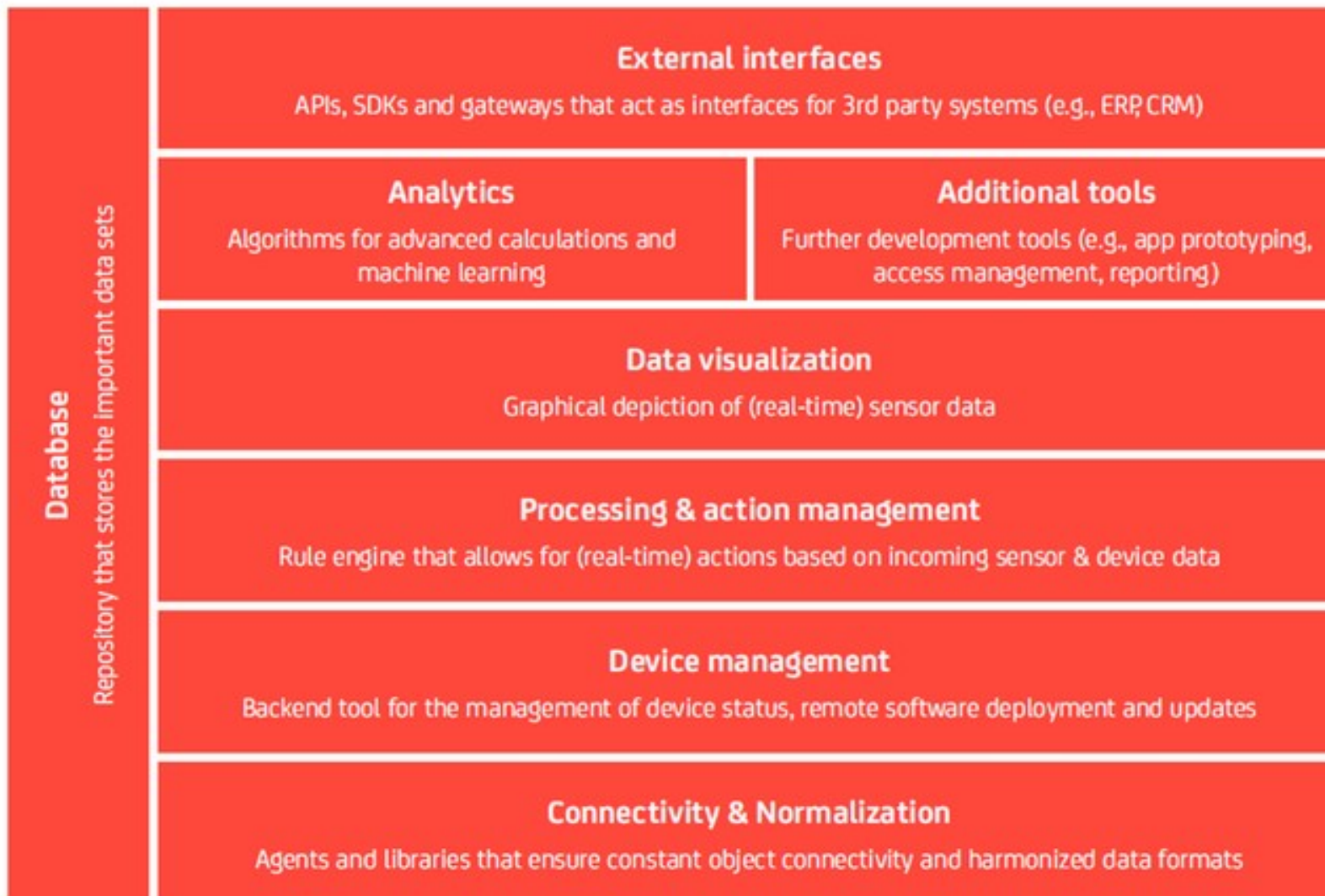
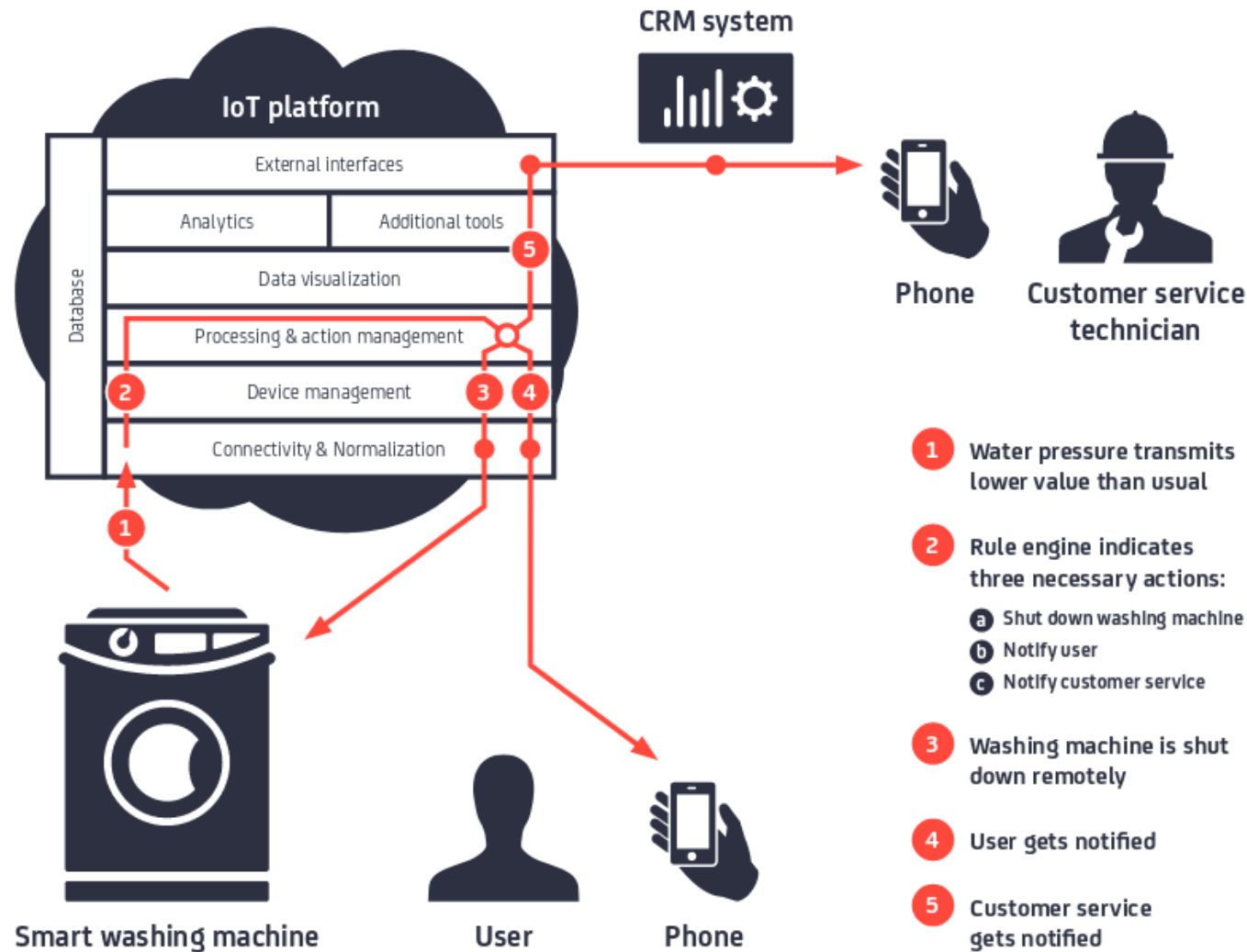


Figure 2: The 8 components of an IoT Application Enablement Platform (Source: IoT Analytics)



■ Ejemplo de uso de Plataforma IoT:



- 1 Water pressure transmits lower value than usual
- 2 Rule engine indicates three necessary actions:
 - a Shut down washing machine
 - b Notify user
 - c Notify customer service
- 3 Washing machine is shut down remotely
- 4 User gets notified
- 5 Customer service gets notified

EXHIBIT 6: IoT platform triggering & performing actions – in case of dropping water pressure, the IoT platform shuts off the machine and informs the user and customer service (Source: IoT Analytics)



- Algunas compañías con Plataformas IoT:



Figure 3: 12 of the 300 IoT platforms (Source: IoT Analytics)

- A día de hoy existen mas de 500 Plataformas IoT



- Plataformas IoT propietarias:
 - ♦ IBM watson: <https://www.ibm.com/watson/>
 - ♦ AWS IoT: <https://aws.amazon.com/es/iot/>
 - ♦ Google cloud IoT: <https://cloud.google.com/solutions/iot/>
 - ♦ Microsoft Azure:
<https://azure.microsoft.com/en-us/solutions/iot/#overview>
 - ♦
- Plataformas IoT Open Source:
 - ♦ Fiware: consorcio europeo encabezado por telefónica
→ <https://www.fiware.org/>
 - ♦ Freeboard.io : <http://freeboard.io/>
 - ♦ KAA IoT: <https://www.kaaproject.org/platform/>
 - ♦ Blynk: <https://blynk.io/>
 - ♦ Openremote: <https://openremote.io/>




■ Introducción a IoT:

- ♦ ¿Que es el Internet de las Cosas “IoT”?
- ♦ “Entornos” para aplicaciones de la “IoT”
- ♦ Arquitectura sistemas IoT
- ♦ Redes inalámbricas para conexión de dispositivos IoT
- ♦ Plataformas IoT

■ Proyecto Mysensor:

- ♦ **Introducción y Arquitectura del sistema**
- ♦ Componentes básicos del sistema
- ♦ Protocolo de comunicación de Mysensor
- ♦ Controladores

- <https://www.mysensors.org/>
 - ◆ ***“MySensors is an open source hardware and software community focusing on **do-it-yourself home automation and Internet of Things**”***



IoT + DIY

Introducción y Arquitectura del sistema

- Mysensors es una **red de sensores y actuadores** que se intercomunican entre sí y, también, a través de un **“gateway”** con algún **controlador** de estos dispositivos cuya características principales son:
 - ♦ Sistema Completamente abierto (open source, open hardware)
 - ♦ Sistema basado en componentes hardware con un coste enormemente reducido respecto de otros sistemas
- Documentación de mysensor:
 - ♦ <https://mysensors.readthedocs.io/en/latest/>
 - ♦ <https://media.readthedocs.org/pdf/mysensors/latest/mysensors.pdf>

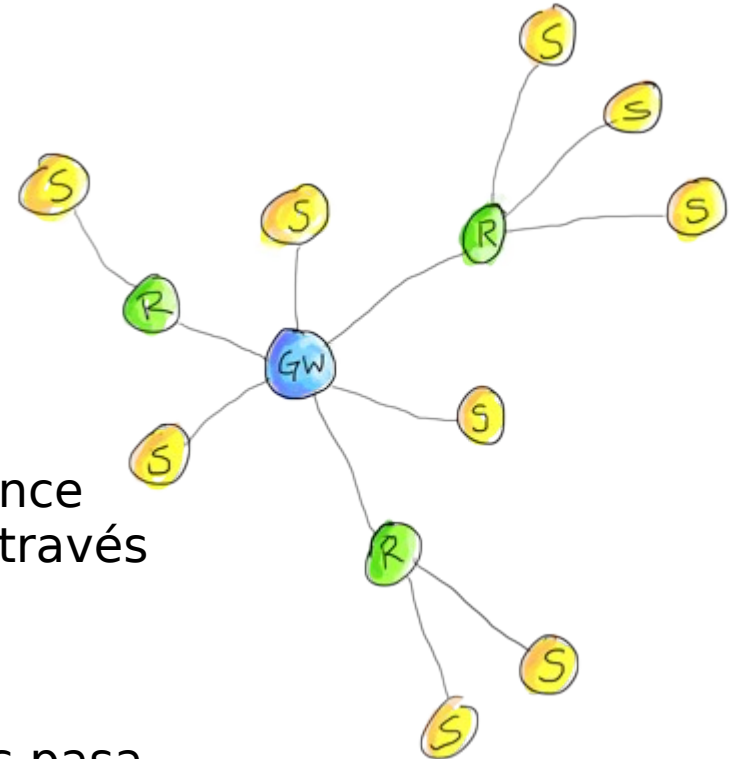


Introducción y Arquitectura del sistema

- **Objetivo: controlar las “cosas”.....¿Pero como?**
 - ♦ **¿Como recoger información de las “cosas” , como se transmite dicha información, como proceso la información y realizó la toma de decisiones y como se ejecutan las acciones correspondientes a cada decisión?**
 - ♦ **Elementos involucrados:**
 - **Recoger información: Sensores** con información digital y capacidad de transmitir la información
 - **Procesar la información y toma de decisiones: controlador** del sistema
 - **Ejecutar las acciones: Actuadores** con capacidad de recibir las decisiones del controlador y activar

■ Arquitectura de red en mysensors:

- ◆ Nodos sensores/actuadores:
 - Leen información del sensor y tratan de transmitirla al gateway o reciben ordenes del controlador hacia el actuador. La transmisión se hacen mediante señales de radio
- ◆ Nodos repetidores
 - Si un nodo sensor esta fuera del alcance del gateway se comunica con este a través de un nodo repetidor
- ◆ Gateway
 - Recibe los datos de los sensores y los pasa al controlador (**herramienta software externa a mysensor**) que se encarga de procesarlos y, en su caso, tomar decisiones enviado acciones a los actuadores o notificaciones a los usuarios





- Introducción a IoT:
 - ♦ ¿Que es el Internet de las Cosas “IoT”?
 - ♦ “Entornos” para aplicaciones de la “IoT”
 - ♦ Arquitectura sistemas IoT
 - ♦ Redes inalámbricas para conexión de dispositivos IoT
 - ♦ Plataformas IoT
- **Proyecto Mysensor:**
 - ♦ Introducción y Arquitectura del sistema
 - ♦ **Componentes básicos del sistema**
 - ♦ Protocolo de comunicación de Mysensor
 - ♦ Controladores



Componentes básicos del sistema

■ **Nodos sensores y/o actuadores (y repetidores):**

- **Sensor:** Elemento que obtiene una información de alguna “cosa”. En mysensor se emplean muchos sensores. Se podría añadir cualquier sensor del mercado.
- **Actuador:** elemento que cambia el estado de alguna “cosa”. En mysensor se emplean muchos actuadores. Se podría añadir cualquier actuador del mercado.
- **Microcontroladores:** Sistema digital que recibe la información digital desde el sensor o hacia el actuador. En mysensor se emplea
 - ARDUINO
- **Transceptor (transceiver) de radio (módulo de comunicación):** módulo que transmite/recibe información hacia/desde el controlador. En mysensor se emplea:
 - NRF24L01
 - RFM69



Componentes básicos del sistema

■ Sobre los transceivers:

◆ NRF24L01:

→ Nordic Semiconductor:

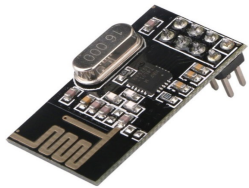
<https://www.nordicsemi.com/eng/Products/2.4GHz-RF/nRF24L01P>

2,4GHZ ISM unlicensed band (Industrial, Scientific and Medical Band)

Protocolo propietario:

- No es compatible con WiFi, Bluetooth, Zigbee, Z-wave.....

→ Low power consumption



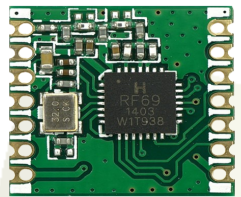
◆ RFM69:

→ HopeRF:

https://www.hoperf.com/modules/rf_transceiver/RFM69HCW.html

→ 433, 868 and 915 MHz license-free ISM (Industry Scientific and Medical) frequency bands

→ Low power consumption



■ NRF24L01 vs RFM69:

◆ <https://forum.mysensors.org/topic/1723/which-is-better-rfm69-or-nrf24l01>



Componentes básicos del sistema

■ **Nodos gateway:**

- **Transceptor (transceiver) de radio (módulo de comunicación):** módulo que transmite/recibe información hacia/desde los nodos sensores/actuadores. (NRF24L01 y/o RFM69)
- **Sistema Informático:** Computador que ejecuta dos software principales:
 - **Software de “gateway”:** software de bajo nivel que se comunica con el módulo de radio y lee la información de mysensor
 - **Software Controlador:** Software de alto nivel que se comunica con el software de gateway para enviar/recibir la información de los nodos organizándola y procesándola adecuadamente. Muy habitualmente los controladores implementan un servidor WEB para que el usuario pueda acceder y controlar los sensores/actuadores
- Ejemplos de sistemas Informáticos para gateway:
 - PC, Raspberri PI, Orange PI, ESP8266



- Introducción a IoT:
 - ♦ ¿Que es el Internet de las Cosas “IoT”?
 - ♦ “Entornos” para aplicaciones de la “IoT”
 - ♦ Arquitectura sistemas IoT
 - ♦ Redes inalámbricas para conexión de dispositivos IoT
 - ♦ Plataformas IoT
- **Proyecto Mysensor:**
 - ♦ Introducción y Arquitectura del sistema
 - ♦ Componentes básicos del sistema
 - ♦ **Protocolo de comunicación de Mysensor**
 - ♦ Controladores

Protocolo de comunicación Mysensor

■ Estructura del mensaje en MYSENSOR:

(https://www.mysensors.org/download/serial_api_20)

- ♦ Es una secuencia de valores separados por ; :
`<node-id>;<child-sensor id>;<command>;<ack>;<type>;<payload>\n`
- ♦ `<node-id>` : Identificador del nodo (0-255)
- ♦
- ♦ `<chil-sensor-id>` : identificador del sensor/actuador dentro del nodo (0-255)
- ♦ `<command>` : comando que se ejecuta
- ♦ `<ack>` : solicitud o no de “acknowledge”
- ♦ `<type>` : En función del comando.
- ♦ `<payload>` : información que se transmite. Máximo de payload 25 bytes

■ Mas información:

Protocolo de comunicación Mysensor

- Como se usa el protocolo de comunicación Mysensor:
 - ◆ En:
https://www.mysensors.org/download/sensor_api_20
 - Se muestra como se emplea el protocolo de comunicación en un sensor/actuador basado en arduino.



- Introducción a IoT:
 - ◆ ¿Que es el Internet de las Cosas “IoT”?
 - ◆ “Entornos” para aplicaciones de la “IoT”
 - ◆ Arquitectura sistemas IoT
 - ◆ Redes inalámbricas para conexión de dispositivos IoT
 - ◆ Plataformas IoT
- **Proyecto Mysensor:**
 - ◆ Introducción y Arquitectura del sistema
 - ◆ Componentes básicos del sistema
 - ◆ Protocolo de comunicación de Mysensor
 - ◆ **Controladores**



- **Controlador:** Software que se encarga de recibir y procesar datos de los sensores y de enviar comandos a los actuadores para ejecutar alguna acción (el controlador sería el equivalente a la plataforma IoT para este sistema domótico)
- El software **Controlador** no pertenece en si a la red mysensor, sin embargo es el elemento principal del sistema porque definirá las acciones a ejecutar y mostrara los resultados de los diversos sensores
- El controlador se comunica con los sensores a través del **“GATEWAY”**



- **IMPORTANTE:** Un controlador puede soportar diversas redes de sensores/actuadores como mysensor, Zigbee, Z-wave, etc. y mezclar acciones entre las diferentes redes
- Cada red de sensores y actuadores deberá disponer de su propio **"GATEWAY"** para comunicarse con los nodos específicos de esa red y con el controlador
- Cuando está configurado adecuadamente el sistema **Controlador-Gateway**, en el controlador aparecerán automáticamente los nodos de la red con la información de cada uno de los sensores/actuadores



- Generalmente un controlador configura un **servidor WEB** en la plataforma hardware donde esta instalado a través del cual el usuario accede al control del sistema
- El controlador viene preparado con una infraestructura que facilita:
 - la detección de nodos
 - la configuración de la toma de decisiones mediante algún **lenguaje de programación**
 - La **representación gráfica** de datos
 - La presentación de los datos de sensores y actuadores para que el usuario interactúe con el sistema
- Se puede decir que el controlador es una **Plataforma IoT** a nivel local



- Controladores que aceptan la red mysensor:
 - ◆ Existen diversos controladores que interactúan con la red mysensor:
 - Lista de controladores:
 - <https://forum.mysensors.org/category/3/controllers>
 - Comparación de algunos controladores
 - <https://www.mysensors.org/controller>
 - Controladores mas habituales:
 - Domoticz:
 - . <https://www.domoticz.com/>
 - Home assistant:
 - . <https://www.home-assistant.io/>
 - Open Hab:
 - . <https://www.openhab.org/>

