

# 11 redes inalámbricas fundamentales para Internet de las Cosas

Artículo cedido por RS Components



**Los ingenieros de electrónica y los desarrolladores de aplicaciones que trabajan con dispositivos y sistemas conectados a Internet de las Cosas (IoT) tienen múltiples redes inalámbricas a su elección, pero ¿cómo identificar la mejor opción para cada aplicación?**

[www.rs-components.com](http://www.rs-components.com)

En la actualidad, existen multitud de tecnologías de transmisión inalámbrica de datos, como por ejemplo Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee, 2G/3G/4G, etcétera.

A estos sistemas más establecidos, hay que añadir nuevas redes emergentes como Thread, una alternativa en el campo de la domótica, o tecnologías que utilizan la "banda blanca" liberada por la televisión digital terrestre para implementar soluciones de acceso IoT en áreas extensas.

Dependiendo de la aplicación, los factores como el alcance, velocidad de transferencia, seguridad, potencia y autonomía dictarán cuál es la mejor alternativa a la hora de elegir una red inalámbrica u otra. Estas son algunas de las principales tecnologías de comunicación que pueden elegir los desarrolladores:



## ZigBee

ZigBee es una tecnología inalámbrica más centrada en aplicaciones domóticas e industriales. Los perfiles ZigBee PRO y ZigBee Remote Control (RF4CE) se basan en el protocolo IEEE 802.15.4, una tecnología de red

inalámbrica que opera a 2,4GHz en aplicaciones que requieren comunicaciones con baja tasa de envío de datos dentro de áreas delimitadas con un alcance de 100 metros, como viviendas o edificios.

ZigBee/RF4CE tiene algunas ventajas significativas como el bajo consumo en sistemas complejos, seguridad superior, robustez, alta escalabilidad y capacidad para soportar un gran número de nodos. Así, es una tecnología bien posicionada para marcar el camino del control wireless y las redes de sensores en aplicaciones IoT y M2M.

La última versión de Zigbee es la 3.0, ha sido lanzada recientemente y básicamente es la consolidación de ZigBee en un único standard.

- Estándar: ZigBee 3.0 basado en IEEE 802.15.4
- Frecuencia: 2.4GHz
- Alcance: 10-100m
- Velocidad de transferencia: 250kbps



## WiFi

Normalmente la conectividad WiFi es la opción obvia elegida por los desa-

rolladores dada la omnipresencia de WiFi en entornos domésticos y comerciales: existe en la actualidad una extensa infraestructura ya instalada que transfiere datos con rapidez y permite manejar grandes cantidades de datos. Actualmente, el standard WiFi más habitual utilizado en los hogares y en muchas empresas es el 802.11 n, ofreciendo un rendimiento significativo en un rango de cientos de megabits por segundo, muy adecuado para la transferencia de archivos, pero que consume demasiada potencia para desarrollar aplicaciones IoT.

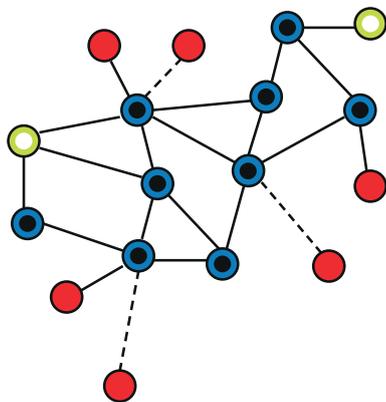
- Estándar: Basado en 802.11 n
- Frecuencia: 2,4GHz y 5GHz
- Alcance: Aproximadamente 50m
- Velocidad de transferencia: hasta 600 Mbps, pero lo habitual es 150-200Mbps, en función del canal de frecuencia utilizado y del número de antenas (el standard 802.11-ac ofrece desde 500Mbps hasta 1Gbps)



## Bluetooth

Bluetooth es una de las tecnologías de transmisión de datos de corto alcance más establecidas, muy importante en el ámbito de la electrónica de consumo. Las expectativas apuntan a que será clave para desarrollar dispositivos wearable, ya que permitirá el establecimiento de conexiones IoT, probablemente a través de un smartphone.

El nuevo Bluetooth de baja energía, también conocido como Bluetooth LE o Bluetooth Smart, es otro protocolo importante para desarrollar aplicaciones IoT. Se caracteriza por ofrecer un alcance similar al de la tecnología Bluetooth normal pero con un consumo de energía significativamente reducido. Sin embargo, hay que tener en cuenta que Bluetooth



- ZigBee Sleepy End Device
- ZigBee Router (ZR)
- Coordinator

Zigbee. Topología típica

LE no está diseñado para transferir archivos y es más adecuado para fragmentos de datos (chunks). Desde el punto de vista de los dispositivos de uso personal y, comparado con otras tecnologías, tiene la gran ventaja del alto grado de integración de esta tecnología en smartphones y dispositivos móviles. Según el Bluetooth Special Interest Group (SIG), se espera que en el año 2018 más del 90 por ciento de los smartphones dispongan de Bluetooth "Smart Ready".

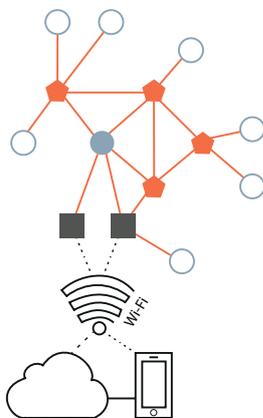
Los dispositivos que utilizan Bluetooth Smart incorporan el núcleo de Bluetooth en su versión 4.0 (o superior – la última versión de finales de 2014 es la 4.2) que combina transmisión de datos básicos con una configuración de bajo consumo. Es importante destacar que la versión 4.2, gracias a la incorporación del Internet Protocol Support Profile, permite conectarse directamente a internet mediante IPv6/6LoWPAN. Esto facilita el utilizar la infraestructura IP existente para gestionar dispositivos Bluetooth Smart basado en "edge computing".

- Estándar: Bluetooth 4.2
- Frecuencia: 2,4GHz (ISM)
- Alcance: 50-150m (Smart/LE)
- Velocidad de transferencia: 1Mbps (Smart/LE)



### Thread

En la actualidad, el protocolo de red más innovador basado en IPv6 es Thread. Diseñado para domótica, está basado en 6LoWPAN, y del mismo modo que aquel, no es un protocolo de aplicaciones IoT como Bluetooth o



Thread. Topología típica.

ZigBee. Se diseñó como un complemento WiFi, puesto que aunque la tecnología Wi-Fi funciona muy bien en dispositivos de consumo, tiene limitaciones al utilizar en configuraciones de domótica.

Lanzado a mediados del 2014 por Thread Group, este protocolo sin canon de uso se basa en varios protocolos como IEEE 802.15.4, IPv6 y 6LoWPAN.

Es una solución resistente basada en IP para aplicaciones IoT.

Diseñado para trabajar sobre chips IEEE 802.15.4 ya existentes de fabricantes como Freescale y Silicon Labs, Thread es compatible con redes de topología de malla al utilizar radio transceptores IEEE802.15.4, siendo capaz de manejar hasta 250 nodos con altos niveles de autenticación y cifrado.

Una actualización de software relativamente sencilla permite a los usuarios utilizar thread en dispositivos ya compatibles con IEEE 802.15.4.

- Estándar: Thread, basado en IEEE802.15.4 y 6LoWPAN
- Frecuencia: 2,4GHz (ISM)
- Alcance: N/A
- Velocidad de transferencia: N/A



### Red de telefonía móvil

Cualquier aplicación IoT que necesite funcionar en grandes áreas puede beneficiarse de las ventajas de la comunicación móvil GSM/3G/4G.

La red de telefonía móvil es capaz de enviar grandes cantidades de datos, especialmente a través de

4G, aunque el consumo de energía y el coste económico de la conexión podrían ser demasiado altos para muchas aplicaciones.

Sin embargo, puede ser ideal para proyectos que integren sensores y que no requieran un ancho de banda muy grande para enviar datos por Internet.

- Estándares: GSM/GPRS/EDGE (2G), UMTS/HSPA (3G), LTE (4G)
- Frecuencias: 900 / 1800 / 1900 / 2100
- Alcance: hasta 35km para GSM; hasta 200km para HSPA
- Velocidad de transferencia (descarga habitual): 35-170kps (GPRS), 120-384kbps (EDGE), 384kbps-2Mbps (UMTS), 600kbps-10Mbps (HSPA), 3-10Mbps (LTE)



### Neul

El concepto de este sistema es similar al de Sigfox y funciona en la banda sub-1GHz. Neul aprovecha pequeños fragmentos de la "banda blanca" de las estaciones de TV para ofrecer alta escalabilidad, amplia cobertura y bajo costes.

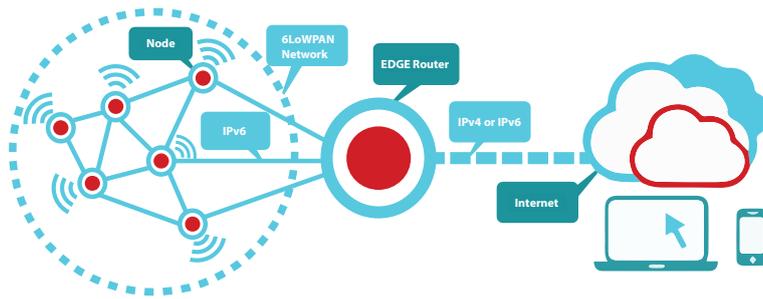
Este sistema se basa en el chip Icen1, que se comunica utilizando los "banda blanca" de la radio para acceder al espectro UHF de alta calidad. Ya está disponible debido a la transición analógica a la televisión digital.

La tecnología de comunicaciones que utiliza se llama Weightless, que es una nueva tecnología de red inalámbrica ampliada diseñada para aplicaciones IoT que compite contra las soluciones GPRS, 3G, CDMA y LTE WAN.

La velocidad de transferencia de datos puede ir de unos bits por segundo hasta 100 Mbps en el mismo enlace. Desde el punto de vista del consumo, los dispositivos consumen tan solo de 20 a 30 mA, es decir, de 10 a 15 años de autonomía con 2 pilas AA.

Para poder emplear esta tecnología hay que tener en cuenta la decisión que se haya tomado acerca del uso de las frecuencias de la banda blanca.

En ese sentido, en el Reino Unido, el organismo regulador Ofcom ha decidido liberar esa banda para su uso sin licencia.



6LoWPAN. Topología típica.

- Estándar: Neul
- Frecuencia: 900MHz (ISM), 458MHz (UK), 470-790MHz (espacios en blanco)
- Alcance: 10km
- Velocidad de transferencia: Desde unos pocos bps hasta 100kbps

## 6LoWPAN

6LoWPAN (IPv6 Low-power wireless Personal Area Network) es una tecnología inalámbrica basada en IP muy importante. En vez de tratarse de una tecnología de protocolos de aplicaciones IoT, como Bluetooth o ZigBee, 6LoWPAN es un protocolo de red que permite mecanismos de encapsulado y compresión de cabeceras. Esta tecnología ofrece libertad de banda de frecuencia y capa física, por lo que se puede utilizar a través de múltiples plataformas de comunicaciones, como Ethernet, Wi-Fi, 802.15.4 y sub-1GHz ISM.

Una característica clave es la introducción de la pila IPv6 (protocolo de internet versión 6), una innovación clave en el avance de IoT en los últimos años, ya que con IPv6 se ofrecen aproximadamente  $5 \times 10^{28}$  direcciones IP a nivel global, permitiendo que cualquier objeto o dispositivo embebido tenga su propia dirección IP única para conectarse a Internet.

Ha sido diseñada especialmente para el hogar y la automatización de edificios proporcionando un mecanismo de transporte básico para producir sistemas de control complejos e interconexión de dispositivos de un modo económico a través de una red inalámbrica de bajo consumo.

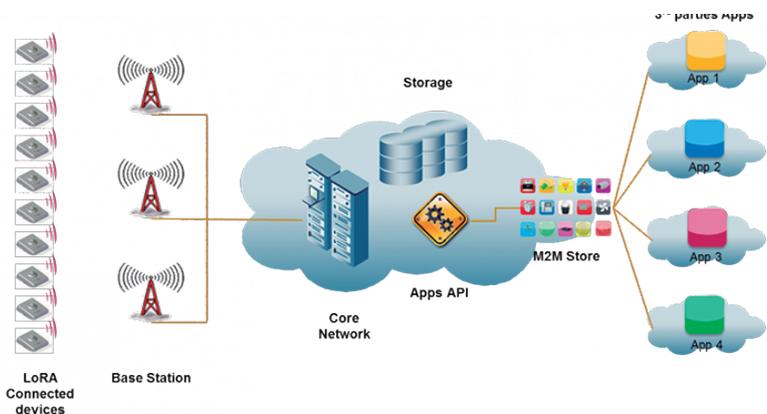
Diseñada para enviar paquetes IPv6 sobre redes IEEE 802.15.4, para luego implementar protocolos superiores como TCP, UDP, HTTP, COAP, MQTT y websockets, 6LoWPAN es una

red de topología en malla robusta, escalable y auto-regenerativa. Los routers pueden encaminar datos enviados a otros dispositivos, mientras que los hosts permanecen inactivos mucho tiempo.

- Estándar: RFC6282
- Frecuencia: adaptable a múltiples capas físicas como Bluetooth Smart (2.4GHz), ZigBee o comunicación RF de bajo consumo (sub-1GHz)
- Alcance: N/A
- Velocidad de transferencia: N/A

## LoRaWAN

Esta tecnología se parece en algunos aspectos a Sigfox y a Neul. LoRaWAN está diseñada para implementar redes de área amplia (WAN) con características específicas para soportar comunicaciones móviles, bidireccionales, económicas y seguras para aplicaciones de IoT, M2M, ciudades inteligentes y aplicaciones industriales. Optimizada para bajo consumo de energía y para ofrecer amplias redes con millones y millones de dispositivos, sus velocidades de transferencia



LoRaWAN. Topología típica.

de datos van desde 0,3 kbps hasta 50 kbps.

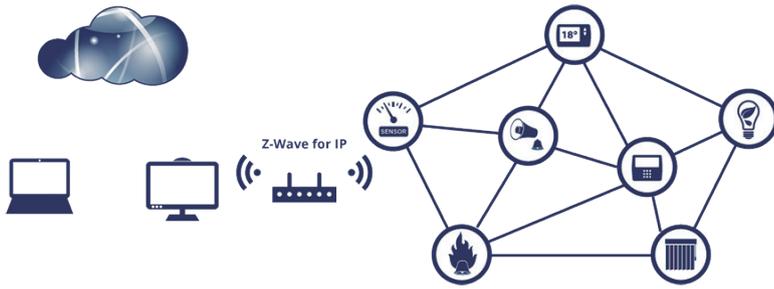
- Estándar: LoRaWAN
- Frecuencia: Varias
- Alcance: 2-5km (entorno urbano), 15km (entorno rural)
- Velocidad de transferencia: 0,3-50 kbps.

## Z-Wave

Z-Wave es una tecnología RF de bajo consumo diseñada inicialmente para productos de domótica como controladores de iluminación y sensores. Optimizado para la comunicación fiable de baja latencia de pequeños paquetes de datos, alcanza velocidades de datos de hasta 100kbit/s, opera en la banda de sub-1 GHz y es robusta frente a interferencias de Wi-Fi y otras tecnologías inalámbricas en el rango 2,4 GHz como Bluetooth o ZigBee. Es totalmente compatible con redes de topología de malla, no necesita un nodo coordinador y es muy escalable, permitiendo controlar hasta 232 dispositivos.

Z-Wave utiliza un protocolo más simple que otras tecnologías lo que permite una mayor rapidez en el desarrollo, pero el único fabricante de chips compatibles es la empresa Sigma Design, en comparación con la multitud de empresas que ofrecen productos de otras tecnologías inalámbricas como ZigBee o Bluetooth.

- Estándar: Z-Wave Alliance ZAD12837 / ITU-T G.9959
- Frecuencia: 900MHz (Banda ISM)
- Alcance: 30m
- Velocidad de transferencia: 9,6/40/100kbit/s



Z-Wave. Topología típica.



**NFC**

NFC (Near Field Communication) es una tecnología que permite dos vías simultáneas de interacción segura entre dispositivos electrónicos, siendo especialmente adecuada para smartphones, permitiendo a los consumidores realizar transacciones de pago, acceder al contenido digital y conectar dispositivos electrónicos, todo ellos sin contacto. Esencialmente, amplía la capacidad de la tecnología contactless de las tarjetas inteligentes permitiendo conexiones punto a punto y modos de funcionamiento activos y pasivos.

- Estándar: ISO/IEC 18000-3
- Frecuencia: 13.56MHz (ISM)
- Alcance: 10cm
- Velocidad de transf.: 100-420kbps



**Sigfox**

Una alternativa de amplio alcance es Sigfox, que en términos de alcance está entre Wi-Fi y la comunicación móvil. Utiliza bandas ISM, que se pueden utilizar sin necesidad de adquirir licencias.

Sigfox responde a las necesidades de muchas aplicaciones M2M que funcionan con una batería pequeña y solo requieren niveles menores de transferencia de datos, allí donde WiFi se queda demasiado corto y la comunicación móvil es muy cara y consume demasiada energía.

Sigfox utiliza una tecnología llamada Ultra Narrow Band (UNB) diseñada para funcionar con bajas velocidades de transferencias de 10 a 1.000 bits por segundo.

Solo consume 50 microvatios (la comunicación móvil consume 5.000 microvatios) además de poder man-

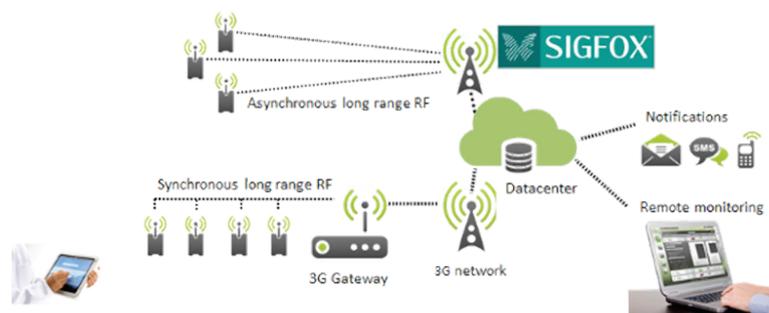
tenerse en stand-by 20 años con una batería 2.5Ah (0,2 años para comunicaciones móviles).

Ya se ha implementado en miles de objetos conectados y la red se está instalando en las principales ciudades de Europa.

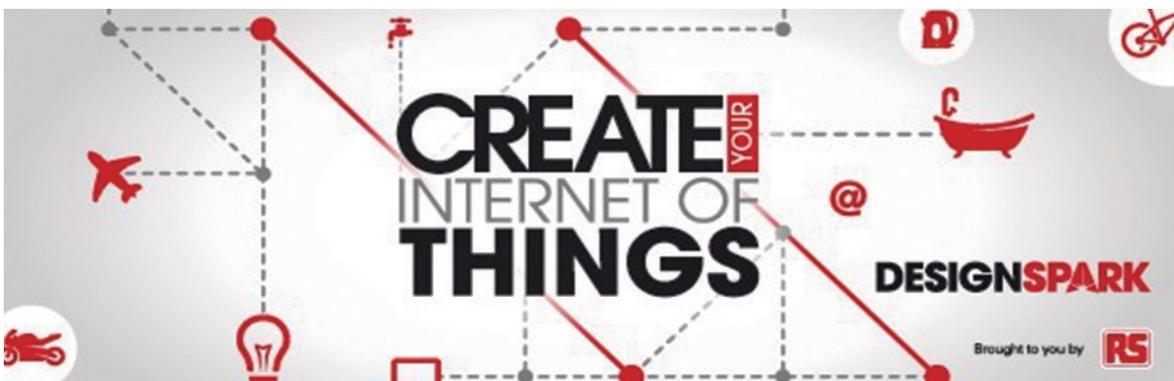
Esta tecnología es robusta, energéticamente eficiente y funciona como una red escalable que puede comunicarse con millones de dispositivos móviles a lo largo de muchos kilómetros cuadrados. Así pues, es adecuada para aplicaciones M2M como: contadores inteligentes, monitores médicos, dispositivos de seguridad, alumbrado público y sensores ambientales.

El sistema Sigfox utiliza los transceptores inalámbricos que funcionan en la banda sub-1GHz ofreciendo un rendimiento excepcional, mayor alcance y un consumo mínimo.

- Estándar: Sigfox
- Frecuencia: 900MHz
- Alcance: 30-50km (ambientes rurales), 3-10km (ambientes urbanos)
- Velocidad de transferencia: 10-1000bps



Sigfox. Topología típica.



Más información sobre Internet de las Cosas en la comunidad DesignSpark.