



## Parking Inteligente con ZigBee



### Caos subterráneo

Hoy en día, los aparcamientos subterráneos de edificios de oficinas y centros comerciales se extienden en varios niveles. Encontrar un espacio libre para aparcar en esas catacumbas laberínticas se ha convertido en una tarea poco banal, si no en un indiscutible desafío. A medida que los preciosos minutos se escapan, los atormentados conductores dan vueltas por el parking, cada vez más frustrados ante la falta de espacios para aparcar. En el mejor de los casos, estas búsquedas son un inconveniente; en el peor, pueden causar que llegues tarde a una cita crítica o, incluso, te la pierdas completamente. En una situación como ésta, desearías que alguien (o algo) pudiera guiarte a un espacio libre. Excepto por los aparcacoches, este lujo nunca ha sido una opción. Esto es lo que va a cambiar.

De acuerdo con varios estudios, el tiempo medio gastado dando vueltas por las calles, mientras se busca una plaza libre, varía de 3,5 a 12 minutos, con una distancia recorrida de 1 a 1,5 kilómetros. Puede que no parezca mucho, pero con unos pocos cientos de metros cuadrados de espacio para aparcar y una rotación de 10-15 coches por espacio cada día, incluso una pequeña cantidad de tiempo de dar vueltas por coche puede convertirse en un montón de tráfico. Por no mencionar el gasto de gasolina y la contaminación innecesaria.



### Tecnologías innovadoras. Enfocado en proveedor de soluciones

La población urbana europea tiene que luchar diariamente con los aparcamientos subterráneos y otros desafíos relacionados. Con base en París, el arranque de la empresa de alta tecnología Innovative Technologies SARL destacó por su primera área de aplicación de automatización. La joven compañía ya presume de una impresionante cartera de servicios que atiende a un amplio rango de aplicaciones; desde seguridad para control de acceso y optimización de la gestión de edificios, hasta la optimización de procesos industriales. Fuertemente centrado en los beneficios que

la nueva tecnología llevará a los clientes, la habilidad de Innovative Technologies engloba, pero no está limitada a, el diseño hardware, software y desarrollo firmware. Las tecnologías inalámbricas han supuesto siempre un área de interés para la compañía. Poseyendo ya experiencia en RFID, Innovative Technologies ha ensanchado su cartera de productos con ZigBee, un prometedor estándar para la monitorización y control de sensores inalámbricos.

## Seleccionando la tecnología correcta

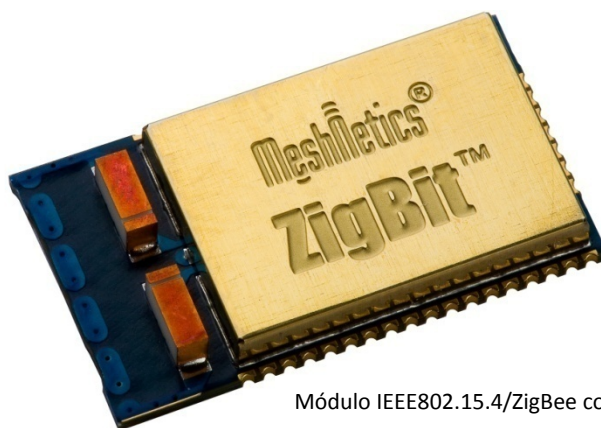
El proceso de automatización requiere situar sensores de detección inteligentes junto a los espacios de aparcamiento en todo el parking. El tamaño total de un parking subterráneo rechaza cablear cada sensor. Además de las aparentes dificultades técnicas, el coste de los cables superaría fácilmente el prohibitivo nivel de 200€ por metro. La solución obvia es pararse a tecnología inalámbrica.

El siguiente desafío fue seleccionar el protocolo inalámbrico correcto; existen una considerable variedad de soluciones inalámbricas disponibles propietarias o basadas en estándares. Los estándares ofrecen claros beneficios, como la interoperabilidad e independencia respecto a fabricantes. Entre los estándares disponibles están Bluetooth, Wi-Fi y ZigBee. Uno de los requerimientos críticos, debido a las paredes y los pilares recubiertos de hormigón de un parking, era una red en malla autoregenerativa y multisalto, capaz de reenrutar una señal si la línea de visión se encuentra bloqueada. Otro factor importante era que los dispositivos inalámbricos funcionaran con baterías, lo que implicaba rigurosas limitaciones de consumo.

Actualmente, sólo ZigBee, estandar basado en IEEE802.15.4 de bajo consumo para redes en malla, puede cumplir ambos criterios. Así que la elección fue hecha a favor de IEEE802.15.4/ZigBee.

## Proveedor de tecnología ZigBee

El paso siguiente consistió en seleccionar una plataforma ZigBee. En el lanzamiento del proyecto, Innovative Technologies tuvo que tomar una decisión inmediata, utilizar un chip o un módulo hardware. Unos cuantos fabricantes líderes de semiconductores, como Atmel, Texas Instruments o Freescale, ofrecen microcontroladores y transceptores de radio. Otros fabricantes también producen los llamados “sistemas en un chip”, o simples chips, que combinan chips MCU y RF.



Módulo IEEE802.15.4/ZigBee con Chip Antena

A pesar de que el coste del chipset es menor que el del módulo, hay otros motivos no aparentes asociados con su integración en el diseño del producto. A diferencia de los chipsets, los módulos ya contienen todos los diseños relativos a RF/MCU, con todos los circuitos requeridos y la antena. Además, los módulos pueden ser montados sobre una PCB, lo que permite una mayor flexibilidad, ahorros en tiempo y dinero durante las fases de diseño y prototipos. No se requiere experiencia en RF. Otro beneficio del que disponen los módulos es que, normalmente, llevan una certificación transferible al producto final. La regla general consiste en que, si se produce en masa cantidades superiores a 100.000 unidades de un producto, el uso de chipsets será eficiente en coste. De otra manera, el claro vencedor es el módulo.



Para Innovative Technologies, los módulos ZigBee fueron una elección inteligente. Buscando online, Innovative Technologies encontró a varios vendedores que ofrecían módulos 802.15.4/ZigBe. La clave estaba en dos características de los módulos: consumo y tamaño. El dispositivo sensor tiene que trabajar de modo autónomo durante cuatro años con una batería de 9v. Además, la placa PCB deja muy poco espacio para la integración del módulo. Muchos de los principales módulos presumen de consumos muy bajos. Sin embargo, cuando se atiende al tamaño, únicamente los módulos ZigBit de MeshNetics, que presentan una minúscula huella de tan sólo 3 cm<sup>2</sup>, cumplen con los requerimientos de Innovative Technologies. El hecho de que los módulos ZigBit incluyan su propia pila de red ZigBee, junto con soporte hardware y software, empuja más allá la confianza de Innovative Technologies en su elección.

## Redes de sensores inalámbricas basadas en ZigBee

El siguiente paso fue probar los módulos ZigBee. Para ello, Innovative Technologies encargó los kits de evaluación ZigBee que contienen tres placas de desarrollo basadas en ZigBee con sensores, accesorios y software, el kit proporcionaba las herramientas suficientes para evaluar las prestaciones de los módulos, asegurando que estaban a la altura de las expectativas. Después de la tener éxito en los test, Innovative Technologies comenzó con los prototipos de su aplicación.

Los módulos ZigBit se caracterizan por que sus chips antena duales están integrados en las placas y conectados a un localizador de señal y una batería de 9c. Los módulos ZigBit toman las ventajas del nuevo transceptor RF AT86RF230 de Atmel, que posee -101dBm de sensibilidad Rx y hasta +3dBm de potencia Tx. Esta combinación es conocida como *link budget*. El alcance de operación es una función logarítmica del *link budget*, de tal modo que una diferencia de tan sólo 9dBm triplica el alcance. Así, y gracias a la superioridad del *link budget* del AT86RF230, su alcance es casi tres veces superior que cualquier otra radio 802.15.4 2,40GHz del mercado. Esto resulta importante en un parking. Si un módulo proporciona un buen alcance, significa que un dispositivo sensor puede ser usado para cubrir varios espacios. Además, el entorno del parking, con sus pilares y paredes de hormigón y los coches de metal, no es exactamente un lugar amigable para las señales RF lo que hace de una fuerte característica RF, una necesidad para los módulos.

Gracias al software de pila de redes en malla embebidas, los dispositivos sensores basados en módulos ZigBit forman una red autoregenerativa y autoorganizada. La mayor parte de las veces, los dispositivos permanecen dormidos, ahorrando batería. Cada minuto, los dispositivos se despiertan durante unos pocos milisegundos para tomar medidas y vuelven a dormirse. Una red ZigBee tiene normalmente tres tipos de módulos: dispositivos finales, routers y coordinadores. Los dispositivos finales, sensores, recogen los datos y los transfieren a un coordinador. En caso de que el coordinador se encuentre demasiado lejos para un enlace directo, se utilizan los routers. En el proyecto de Innovative Technologies, la relativa compacidad del parking y la fuerte característica RF de los módulos ZigBit eliminan la necesidad de utilizar routers. Los datos de los dispositivos finales son transmitidos por la red a un coordinador. El coordinador los sirve a una puerta de enlace que, a su vez, transfiere los datos a un servidor central. Esto puede ser llevado a cabo directamente o por medio de una puerta de enlace GPRS que actúe como intermediaria. La recopilación de datos y el proceso de circulación es completamente automático.

## Parking automático

Innovative Technologies seleccionó un parking subterráneo de uno de sus clientes para una prueba de implantación. El sistema automático del parking, llamado "E-Park", constaba de los siguientes componentes:

- Módulos de detección de vehículos (VDMs)
- Visualizadores de información
- Software de gestión de datos
- Puerta de enlace a la oficina interna



Topología de red ZigBee

Los módulos de detección de vehículos son montados justo en la separación de las plazas para aparcar o en las paredes. El montaje de la prueba se hizo con un VDM para monitorizar dos plazas, aunque las pruebas mostraron que un único VDM permitía monitorizar eficientemente cuatro plazas. Cada VDM se alimentaba con baterías de 9v para cuatro años de funcionamiento autónomo. Dentro de cada unidad VDM hay un módulo ZigBit 802.15.4/ZigBee que puede comunicarse con otros VDM y formar una red ZigBee.

Los *displays* compactos sirven para comunicar información útil a un conductor, como la cantidad de plazas disponibles y el número del espacio libre más cercano.

El software de gestión de datos visualiza el mapa gráfico de cada nivel del parking, para que un operador pueda ver en tiempo real las plazas libres y las ocupadas. El software también muestra la cantidad actual de plazas libres y las totales del parking. El sistema genera alertas cuando el sistema está casi lleno, cuando se detecta un espacio mal aprovechado, cuando la temperatura excede el umbral definido, o cuando se mueve un vehículo sin autorización. Además de ser mostradas en la pantalla de un PC, las alertas pueden ser transmitidas a PDA's y teléfonos móviles como mensajes de texto. Un operador puede configurar varios parámetros del sistema. El sistema registra los datos y elabora un historial y unas estadísticas que pueden ser accedidas en análisis posteriores. Los operadores remotos pueden acceder al sistema a través de la web.



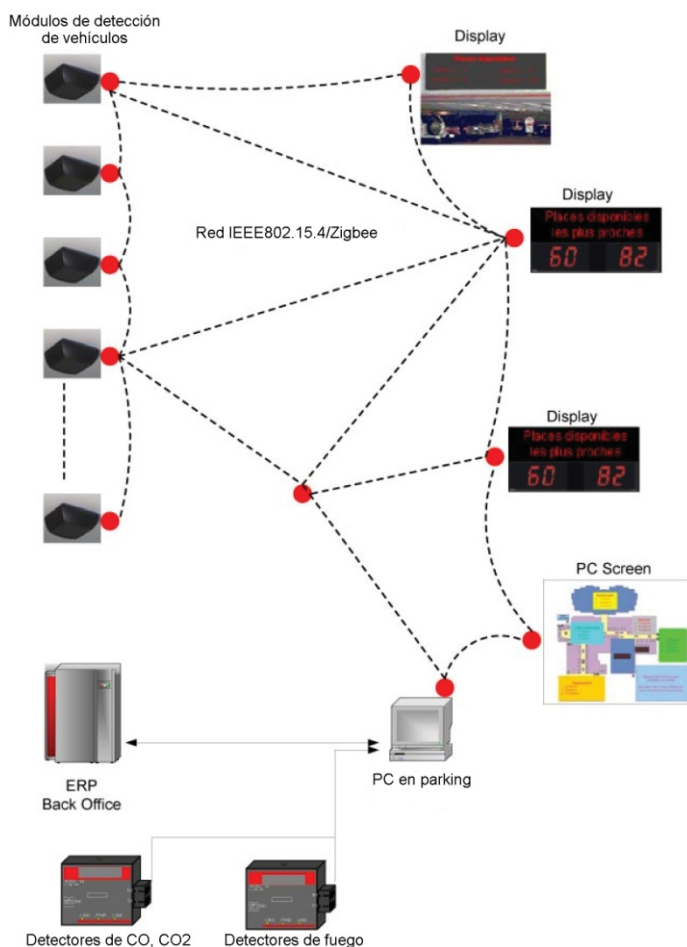
Interfaz Operador del Sistema



Herramientas de análisis de datos



## ARQUITECTURA DEL SISTEMA



Módulo de detección de vehículos



Display auxiliar



Display en la entrada

## Aparcar en un suspiro

Hasta ahora, la entrada en un parking supone un gran riesgo por el tiempo que puede perder encontrando un sitio libre. Ahora, después de la implementación de la WSN basado en ZigBee de MeshNetics, encontrará que la experiencia, previamente frustrante, de aparcar en un parking ha cambiado gratamente. Justo en la entrada del parking, será saludado por un gran *display* que muestra de forma clara la cantidad de espacios disponibles en cada nivel con un número separado que indica, además, los espacios para minusválidos. Después de asegurarse de que existen plazas libres disponible, puede avanzar hasta una cabina donde otro *display* le repite la información y le recomienda la plaza libre más cercana. Según entra en un nivel, un *display* de menor tamaño le repite el número de plaza previamente recomendada o, si ésta ya fue ocupada, le sugiere una nueva. Cuando sale, el sistema actualiza la información, para que otros conductores pueden utilizar el espacio. Encontrar una plaza libre puede ser una tarea sencilla y sin estrés después de todo.

Abajo se muestra un resumen de los beneficios que el sistema E-Park basado en ZigBee ofrece a los operadores de parkings y a los conductores:



#### Beneficios para los operadores de parking

- Información en tiempo real sobre la ocupación del parking
- Utilización del espacio mejorada
- Rotación de vehículos más rápida
- Estadísticas valorativas
- Análisis de las tendencias de utilización del parking
- Los servicios añaden valor a los clientes

#### Beneficios para los conductores

- Ahorros significativos de tiempo
- Asistencia guiada para encontrar un sitio libre
- Asistencia por audio
- Asistencia a las necesidades de minusválidos
- Reduce las emisiones de CO<sub>2</sub>
- Menos frustración

#### Que hablen los números

Como resultado directo de la implementación de sistemas basados en ZigBee por Innovative Technologies, la media de distancia recorrida inútilmente fue reducida en un 30%, mientras que el tiempo en encontrar un espacio libre y aparcar fue reducido en un 25%. Se ha conseguido incrementar la rotación de los vehículos y mejorar el ratio de ocupación, que perceptiblemente se añade al balance final del operador del parking. Por no mencionar que los conductores pueden ahora evitar el estrés innecesario, siendo más probable que vuelvan a ese parking en el futuro.

#### Según las palabras de Innovative Technologies

Estuvo claro desde el principio que el camino estaba en tecnología inalámbrica” dice Mr. Philippe Besnard, CEO de Innovative Technologies. “Quisimos proporcionar a nuestros clientes una solución eficaz basada en estándares, lo que determinó nuestra elección por ZigBee. Seleccionamos unas pocas plataformas ZigBee de varios vendedores, y las sometimos a rigurosas pruebas. Funcionalmente, el consumo y el coste global del sistema de monitorización que diseñamos tenía que ajustarse a severos criterios. Los módulos ZigBit de MeshNetics resultaron los ganadores. No sólo presentaban un consumo muy bajo y superior alcance, sino que también era de un tamaño mucho menor que sus pares, el último problema que se nos presentaba porque el espacio de la placa era valioso. Finalmente, quedamos gratamente sorprendidos con la calidad del soporte y profesionalidad del equipo de MeshNetics. Esperamos establecer los cimientos, y continuar nuestra cooperación en el futuro.

**Next-For**  
c/ Doce de Octubre 38  
28009 Madrid, España  
Tel: +34 915 040 201  
Fax: +34 915 040 069  
e-mail: [info@nextfor.com](mailto:info@nextfor.com)  
Web: [www.nextfor.com](http://www.nextfor.com)

**MeshNetics**  
9 Dmitrovskoye Shosse  
Moscow 127434, Russia  
Tel: +7 (495) 725 8125  
Fax: +7 (495) 725 8116  
E-mail: [zigbit@meshnetics.com](mailto:zigbit@meshnetics.com)  
Website: [www.meshnetics.com](http://www.meshnetics.com)