

# Redes inteligentes y almacenamiento de energía: claves para la implantación del vehículo eléctrico

Juan ZUFIRIA,

*es doctor en Ingeniería Aeronáutica por la Universidad Politécnica de Madrid y doctor en Matemáticas Aplicadas por el Instituto de Tecnología de California, al tiempo que cuenta con un Master en Administración de Empresas (MBA) por la London School of Economics. Vinculado a IBM desde 1987, año en el que comenzó a trabajar como investigador en el Departamento de Ciencias Matemáticas del Centro de Investigación Thomas Watson de IBM, en Nueva York. Entre 2000 y 2006, estuvo al frente del negocio de servicios de IBM en España y Portugal, pasando a ser director general de las líneas de negocio de IBM Global Technology Services para los países del Sur de Europa en 2007. Actualmente, es presidente ejecutivo de IBM en España, Portugal, Grecia e Israel.*

Hace un siglo, el número de ciudades que superaban el millón de habitantes en todo el mundo no llegaba a la veintena. Hoy, ya son 450 y, según un informe de Naciones Unidas, se estima que en 2050 el 70 por ciento de la población mundial vivirá en núcleos urbanos. Este crecimiento conlleva, sin duda, una expansión de la demanda a la que están sometidas todas las infraestructuras urbanas.

Para garantizar un crecimiento sostenible, las ciudades deberán afrontar, de forma holística, los retos y amenazas a su sostenibilidad, tanto en la gestión de infraestructuras críticas como el transporte, el

Juan ZUFIRIA

agua, la energía o las comunicaciones, como en la prestación de servicios a empresas y ciudadanos. Para poder aprovechar las oportunidades y garantizar un crecimiento sostenible, la ciudad tiene que evolucionar y, de hecho, ya lo está haciendo hacia un auténtico “sistema de sistemas” inteligente.

La urbanización y la globalización generan inevitablemente un progresivo incremento del número de usuarios de los sistemas de transporte. Tan sólo en Nueva York, el coste económico de los atascos se aproxima a los 4.000 millones de dólares anuales, y según la Comisión Europea, el tráfico que se registra a diario en las ciudades europeas provoca unas pérdidas cercanas al uno por ciento del PIB. En las ciudades de los mercados emergentes, el porcentaje de propietarios de automóviles representa un porcentaje reducido, si lo comparamos con la tasa media registrada en los países de la OCDE – de un 75 a un 90 por ciento de la población-. Sin embargo, cuando esta proporción pase de ser de una de cada diez personas a una de cada tres, o incluso una de cada dos, las infraestructuras de transporte se verán sometidas a una presión aún mayor. En nuestro país, disponemos de un parque automovilístico de alrededor de 30 millones de vehículos y los atascos se multiplican a diario con el consiguiente aumento de contaminación atmosférica. Según asociaciones médicas, el 35 por ciento de la población española (más de 16 millones de personas) respira a diario aire contaminado.

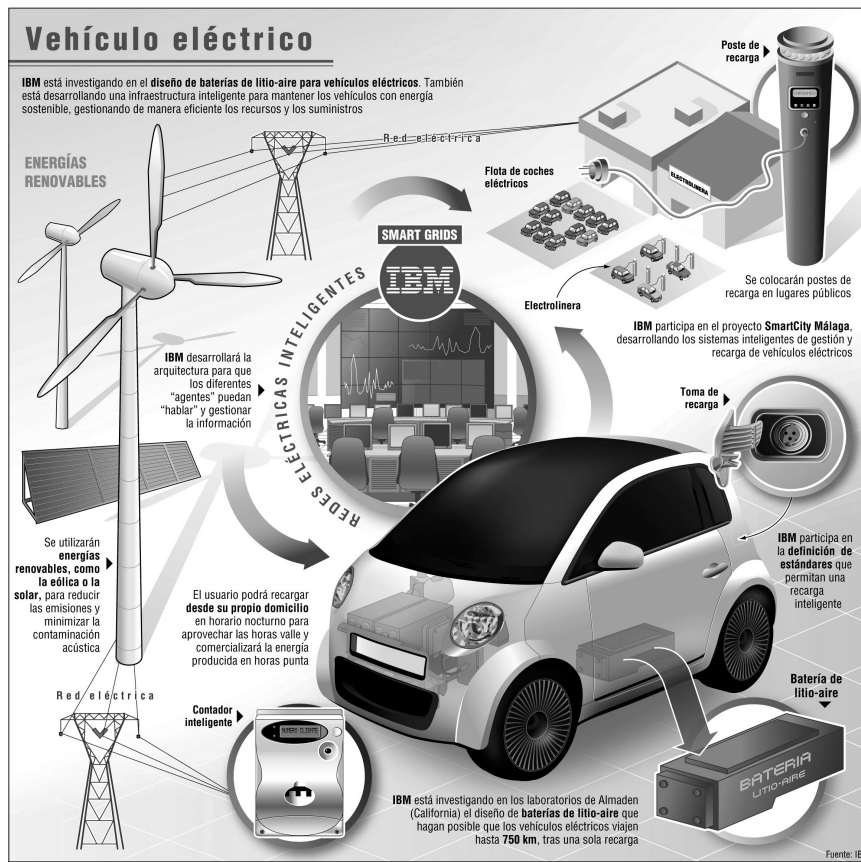
Sin duda, la adopción de sistemas inteligentes de gestión del tráfico y la implantación del vehículo eléctrico contribuirán enormemente a resolver el problema de los atascos y la contaminación. De hecho, aquellas ciudades que están implantando sistemas inteligentes de gestión del tráfico, como Estocolmo, han logrado reducirlo en un 20 por ciento, así como disminuir la emisión de gases efecto invernadero en un 12 por ciento.

En cuanto al coche eléctrico, se estima que, en las dos próximas décadas, habrá en circulación más de 2.000 millones de este tipo de vehículos. Sin embargo, hay que tener presentes dos variables muy importantes para el éxito de su implantación.

En primer lugar, la dependencia de los cambios y las mejoras que se adopten en las actuales infraestructuras energéticas, tanto en la generación como en la distribución. De hecho, la capacidad para diseñar este tipo de infraestructura a gran escala -con el fin de asegurar la consistencia en el suministro de energía eléctrica, al tiempo que el número de vehículos eléctricos aumenta- será un factor crítico a tener en cuenta.

En segundo lugar, para que el vehículo eléctrico pueda formar parte de la vida diaria de los ciudadanos, la recarga de baterías y el pago

Redes inteligentes y almacenamiento de energía...



IBM tiene un compromiso 360 grados en el desarrollo e implantación del vehículo eléctrico

de dicha recarga tienen que ser tan cómodos para el usuario como, hoy en día, es repostar combustible. Esto implica una disponibilidad masiva de puntos de recarga y la universalidad del servicio, así como la duración prolongada de las baterías de los vehículos.

En este sentido, la compatibilidad en materia de estándares es esencial, aspecto en el que IBM participa activamente para definir aquellos que permitan efectuar recargas 'inteligentes' en los vehículos eléctricos. Baste un dato a tener en cuenta. Se han invertido más de 20 años en el establecimiento de un estándar universal de cargador de teléfono móvil. En el caso del vehículo eléctrico, lo cierto es que no disponemos de tanto tiempo.

Por otro lado, es inevitable que aún surjan incertidumbres sobre la aceptación de los usuarios, las implicaciones para las redes eléctricas y las infraestructuras energéticas, y la necesidad de desarrollar baterías que permitan una mayor autonomía de los vehículos eléctricos.

Juan ZUFIRIA

En cualquier caso, estamos ante un punto de inflexión en el camino hacia la consecución de un transporte más inteligente, en el que los vehículos eléctricos formarán parte de una realidad no muy lejana.

### **Reinventando el vehículo: el potencial de las baterías de litio-aire**

El tránsito a los vehículos eléctricos tiene implicaciones masivas. Sin embargo, hemos de reconocer que, como mencionábamos anteriormente, aún nos encontramos en las primeras fases de dicha evolución. No en vano, en la actualidad, hay 30 millones de automóviles en las carreteras españolas y aún muy pocos -podríamos decir que un número anecdótico de ellos- son eléctricos. Por tanto, aún estamos lejos de alcanzar una masa crítica.

Con el propósito de avanzar en el desarrollo de tecnologías más inteligentes que estimulen la adopción y uso del vehículo eléctrico, IBM participa en varios proyectos de investigación, como el proyecto Battery 500 o el G4V, al tiempo que mantiene contacto con entidades reguladores a nivel mundial.

A través de su Laboratorio de Investigación en Almadén (California), desde finales de 2009 IBM está liderando el proyecto de investigación Battery 500, cuyo objetivo es muy claro: que los vehículos no tengan que depender más de los combustibles fósiles, sino que puedan funcionar con una batería eléctrica, que les permita disponer de una autonomía de días e incluso semanas.

En concreto, este proyecto busca optimizar la tecnología de las baterías utilizadas en los vehículos eléctricos, teniendo en cuenta que la capacidad de las mismas y, por ende, su autonomía, es uno de los principales problemas a los que se enfrenta la industria, si se busca cubrir el mayor porcentaje posible de necesidades de transporte.

Los modelos actuales ofrecen una autonomía que se sitúa, en los modelos más avanzados, en unos 150 kilómetros por carga. Para superar esta barrera, IBM investiga el diseño de baterías de litio-aire, que hagan posible que los vehículos eléctricos dispongan de mayor autonomía, lo que representaría multiplicar por 10 la capacidad de los sistemas actuales más potentes, basados en tecnología de litio-ión.

Las baterías de litio-aire se caracterizan por disponer de celdas recargables y, dado que no necesitan tener un metal pesado, -de hecho, utilizan el aire del ambiente como reactante-, su densidad energética es mucho mayor. De esta manera, ganan en capacidad de almacenamiento y recarga, densidad de energía y potencia, así como en seguridad, frente a otros tipos de baterías, como las mencionadas de litio-ión.

En la actualidad, IBM está centrándose fundamentalmente en la

### *Redes inteligentes y almacenamiento de energía...*

aplicación de su liderazgo en la fabricación de semiconductores a escala nanométrica para conseguir el aumento de la densidad de almacenamiento necesario. El propósito es desarrollar una batería con una usabilidad parecida a la utilizada en un vehículo de gasolina, con una autonomía de aproximadamente 750 Kms., un peso ligeramente superior a los 100 Kg. y cuyo precio por kilovatio/hora sea inferior al de otras tecnologías, como la de litio-ión.

El objetivo de cara al 2020 es poder producir un automóvil totalmente eléctrico comparable en aceleración, autonomía, peso y precio a un modelo convencional de gasolina. Asimismo, el aumento en la capacidad de acumulación de energía de los automóviles aportaría un eficaz método de almacenamiento masivo de la energía para optimizar el conjunto de una red eléctrica inteligente.

Aunque aún resta camino por andar- desde la fase de investigación básica en los laboratorios a las pruebas de las aplicaciones comerciales, el reto es fascinante, ya que posibilitaría un salto cualitativo trascendental en la expansión del coche eléctrico y en sus implicaciones para el conjunto del sistema que define el consumo energético y la eficiencia de las redes eléctricas inteligentes.

### **Smart grids: el soporte del vehículo eléctrico**

Sin embargo, tan importante es la autonomía y solvencia de la batería del coche eléctrico, como las redes eléctricas que deben facilitar la infraestructura para la recarga. De hecho, desde IBM estamos convencidos de que el vehículo eléctrico será un catalizador que permitirá la introducción de nuevas tecnologías y la adopción más rápida de otras, como pueda ser la implantación de las redes eléctricas inteligentes (smart grids). Serán precisamente estas redes eléctricas inteligentes las que permitirán que los coches sean recargados en lugares públicos y que utilicen energías renovables, como la eólica o la solar, reduciendo así las emisiones de dióxido de carbono y minimizando la contaminación acústica.

IBM está desarrollando una infraestructura inteligente para permitir que los vehículos eléctricos se mantengan con energía sostenible y para optimizar los tiempos de recarga en función de las horas de menor demanda energética, lo que ayudará a las ciudades a disminuir significativamente su huella de carbono, mediante la reducción de las emisiones contaminantes y minimizando el ruido.

En este sentido, la Compañía participa en el proyecto SmartCity Málaga, liderado por Endesa, que aborda el despliegue de la primera red eléctrica inteligente en España, y en el que se están instalando sistemas inteligentes de gestión y recarga de vehículos eléctricos. Se prevé un ahorro del 20 por ciento del consumo eléctrico, lo que se traducirá en

Juan ZUFIRIA

más de 6.000 toneladas anuales de CO<sub>2</sub>. En dicho proyecto, que convertirá a Málaga en un referente mundial en la implantación de las tecnologías y sistemas más avanzados para la gestión de la demanda energética, se potenciará el uso de coches eléctricos, a través de la instalación de postes de recarga para su uso por una pequeña flota de vehículos.

Por otro lado, IBM está involucrado en el proyecto EDISON, en Dinamarca, cuyo objetivo es el desarrollo de una infraestructura inteligente que favorezca la adopción extensa de los vehículos eléctricos. En concreto, estamos avanzando en el desarrollo de una tecnología que permita hacer más eficientes las recargas, aprovechando las fuentes de energía sostenible.

### Maximizando el poder del viento

El proyecto EDISON, acrónimo de su denominación en inglés “Electric vehicles in a Distributed and Integrated market using Sustainable energy and Open Networks”, aborda un desafío fundamental para garantizar un suministro básico de la energía renovable procedente del viento: su disponibilidad. El viento, después de todo, sopla cuando quiere y no necesariamente cuando se necesita.

Con una duración de tres años y un presupuesto de 7 millones de euros, IBM participa en él junto con otros partners, como DONG Energy, Siemens o la Universidad Técnica de Dinamarca, para desarrollar un sistema de gestión inteligente concretamente en la isla danesa de Bornholm, situada en el Mar Báltico.

Con el fin de asegurar que las redes eléctricas puedan satisfacer la demanda de energía en todo momento, la producción ha sido pausada y escalonada, de forma dinámica, para intentar responder a los picos y valles de la demanda energética. Si una central eléctrica sufre una parada en la provisión de servicio o se registran cambios inesperados en la demanda, las reservas se activan. El uso de las energías renovables es vital en el proceso de generación de energía eléctrica, sin embargo, se caracterizan por un factor común: la fluctuación en el suministro, es decir, no siempre su producción se ajusta a su demanda.

Mientras la proporción de energía renovable en el cómputo global de energía sea reducida, las fluctuaciones podrán ser compensadas por las vías convencionales. Sin embargo, si el uso de la energía eólica va incrementándose progresivamente, las reservas disponibles ya no serán suficientes para garantizar un suministro seguro y estable de energía a la red.

Pues bien, este proyecto tiene como objetivo compensar estos inconvenientes mediante la incorporación de los automóviles eléctricos en la ecuación. Equipados con baterías de alto rendimiento, los vehículos eléctricos pueden desempeñar una función crucial en la fuente de alimen-

*Redes inteligentes y almacenamiento de energía...*

tación, actuando como dispositivos de almacenamiento de la electricidad generada por los molinos de viento.

De media, más del 90 por ciento de los vehículos invierten de una a dos horas al día en la carretera. Mediante la instalación de estaciones de recarga en garajes privados o centros públicos y en estaciones de servicio, las compañías eléctricas podrían hacer uso de esta ingente capacidad de almacenamiento e incorporarla a la red eléctrica convencional.

**Bornholm, un entorno real de implantación**

Con una superficie de cerca de 600 kilómetros cuadrados, una población de 40.000 habitantes, y un parque eólico de gran tamaño que ya suministra alrededor del 23 por ciento de la electricidad de la isla, Bornholm ofrece un entorno de prueba ideal para el desarrollo de un sistema de gestión inteligente basado en energía eólica.

El objetivo es optimizar la recarga de los vehículos eléctricos con energía renovable, diseñando la infraestructura, gestión energética y estrategias de operación de red, así como la creación y uso de un entorno predefinido para la gestión de dicha energía.

La contribución de IBM se circunscribe al desarrollo de un modelo de programación que permita la gestión inteligente de las recargas (smart charging), controlando las mismas, en función de la disponibilidad de energía eólica, y haciendo un uso óptimo de la red de distribución.

Actualmente, más del 20 por ciento de la electricidad de la isla de Bornholm proviene de la energía eólica, a pesar de que se han instalado suficientes aerogeneradores para satisfacer el 40 por ciento de sus necesidades. La razón por la que no es posible utilizar toda la capacidad es la intermitencia del viento: se necesitan muchos aerogeneradores para producir suficiente electricidad con las brisas. Sin embargo, cuando el viento sopla fuerte la red se sobrecarga, por lo que algunos aerogeneradores se desconectan.

Cuando los coches están conectados y recargando sus baterías, lo hacen con la electricidad que la red no es capaz de absorber y que, en otras circunstancias, se perdería y, posteriormente, son capaces de devolverla para, por ejemplo, el consumo de los ciudadanos en sus viviendas. De hecho, cada vehículo eléctrico tendrá reservada una parte de la capacidad de su batería para almacenar energía eólica generada en la isla y no con el objetivo de desplazarse.

Por tanto, el proyecto en la isla de Bornholm hará uso de las baterías de los coches eléctricos aparcados para almacenar el exceso de energía eólica generado y devolver, de nuevo, la electricidad a la red cuando la climatología esté en calma. Este proyecto pone de relieve cómo es

Juan ZUFIRIA

posible que los vehículos se conviertan en la solución a la naturaleza intermitente de la energía eólica.

El concepto, conocido como vehicle-to-grid o V2G, supondría un paso clave hacia un futuro sin contaminación atmosférica, en la que la energía eólica sería la fuente básica para el transporte en carretera. Los 40.000 habitantes de Bornholm están involucrados en el experimento y el objetivo es sustituir todos los coches de gasolina de la isla. Dinamarca ya es un líder mundial en energía eólica y baraja planes de reemplazar el 10 por ciento de su parque automovilístico por coches eléctricos.

En resumen, el objetivo del proyecto es utilizar el concepto V2G para lograr incrementar la aportación de energía eólica a la infraestructura de red de la isla, concretamente hasta un 50 por ciento más, sin que ésta se vea afectada por sobrecargas y/o bajos niveles.

### Un desafío hecho realidad

En el caso específico del proyecto EDISON, un factor diferencial y que aporta un gran valor añadido a la consecución del mismo es el apoyo y la cooperación del gobierno danés. Este hecho evidencia que el tránsito a los vehículos eléctricos precisa, entre otros apoyos, de ayudas procedentes del sector público y de incentivos financieros -ya sean fiscales o de flexibilización de las tarifas eléctricas-. Asimismo, es preciso atender a otras variables como cuestiones medioambientales, mejoras en la infraestructura de las energías renovables, la creciente oferta de vehículos eléctricos híbridos y una optimización de las baterías que llevan incorporadas.

De este modo, vemos cómo la experiencia de IBM en la creación y gestión de sistemas complejos juega un papel relevante para lograr que el vehículo eléctrico forme parte de la vida diaria de los ciudadanos y se convierta en una realidad segura y respetuosa con el medio ambiente.

La implantación de los vehículos eléctricos tiene enormes implicaciones, ya no sólo para el ecosistema, sino también para la economía y, en definitiva, para la sociedad en su conjunto. Por tanto, la capacidad de respuesta es un factor crítico en la transformación de esa visión en una auténtica realidad. En ese sentido, desde IBM estamos convencidos de que tanto la implantación de las redes eléctricas inteligentes -como factor habilitador de toda la infraestructura que lleva asociada la implantación del coche eléctrico- como la investigación en las baterías de litio aire, serán claves para conseguirlo.

Estamos ante una nueva frontera tecnológica, caracterizada por tecnologías capaces de integrarse con más precisión en los procesos sociales, de dar respuestas más precisas a las necesidades de los ciudadanos y, en definitiva, de aportar valor añadido, contribuyendo a hacer más



*Redes inteligentes y almacenamiento de energía...*

inteligentes las ciudades, verdaderos “sistemas de sistemas”.

Nadie sabe con certeza cuánto tiempo tardará en implantarse de forma masiva y a gran escala el vehículo eléctrico, ni cuándo estarán preparados los consumidores para utilizarlo. Sin embargo, ahora más que nunca es vital aprovechar el potencial de la innovación, con el propósito de que la implantación del vehículo eléctrico no se quede en una alternativa futura, sino que se convierta en una realidad. Esta es la tarea en la que IBM está firmemente comprometida.

La aportación de IBM en el desarrollo e implantación del vehículo eléctrico aborda desde la investigación de las baterías que llevan incorporadas, pasando por el desarrollo de la arquitectura de servicios precisa para que los diferentes actores puedan gestionar la información, hasta el desarrollo de sistemas de gestión de recarga inteligente y la participación en la definición de los estándares que la hagan posible.

**Resumen**

Para que el vehículo eléctrico se convierta en una alternativa real en la movilidad sostenible, es necesaria una revolución en la tecnología de las baterías y en las infraestructuras de recarga. El desarrollo de las baterías de litio-aire promete multiplicar la actual autonomía por diez, al tiempo que las redes inteligentes ayudarán a hacer los procesos de recarga y el pago de una forma más eficiente. Además, el coche eléctrico y las nuevas infraestructuras inteligentes contribuirán a integrar de un modo eficaz las energías renovables en el sistema eléctrico, actuando como almacenamiento de energía, de modo que el efecto de la disponibilidad poco predecible de estas fuentes energéticas se minimice.

75

**Résumé**

Pour que la voiture électrique soit une véritable alternative à la mobilité durable, il est nécessaire d'une révolution dans la technologie des batteries et dans les infrastructures de recharge. Le développement des batteries de lithium-air est une promesse pour multiplier l'autonomie actuelle par dix, et au même temps les réseaux intelligents aideront à obtenir des processus de recharge et paiement plus efficaces. En outre, la voiture électrique et les nouvelles infrastructures intelligentes contribueront à intégrer d'une manière efficace les énergies renouvelables dans le système électrique, en travaillant comme de stockage d'énergie pour en faire que la disponibilité très peu prédictibles de cette énergie soit réduite au minimum.

**Abstract**

In order for the electric vehicle to be converted into a real and sustainable mobility alternative, it is necessary that a revolution in technological batteries and recharging infrastructures take place. The development of lithium-air batteries promises to multiply the present autonomy by ten, at the same time that the intelligent networks will help make the payment and recharging process more effective. Also, the electric car and the new intelligent infrastructures will contribute in integrating more efficiently the renewable energies in the electric system, acting as energy storage, in a way that the unpredictable provision of these energy resources is minimized.