



INVESTIGA I+D+i 2018/2019

GUÍA ESPECÍFICA DE TRABAJO SOBRE "LA MOVILIDAD ELÉCTRICA ES LA CLAVE DEL MODELO CERO EMISIONES?"

Texto de D. Ignacio Cruz

Octubre de 2018

Introducción

La espectacular reducción de los costes de generación de la energía eléctrica a partir de las energías renovables lograda en las dos últimas décadas, ha llevado a planificar el futuro sistema energético en algunos países con objetivos muy ambiciosos en términos de reducción de emisiones de efecto invernadero.

Por ejemplo, en la Unión Europea los objetivos acordados en el Consejo Europeo del año 2014, dentro del marco de clima y energía para el año 2030 fueron de:

- Al menos una reducción de 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero. (en relación a los niveles existentes en 1990).
- Al menos una cuota del 27% de las energías renovables.
- Al menos una mejora del 27% en eficiencia energética.

Pero además se ha definido una hoja de ruta hasta 2050 en la que se proponen objetivos de una reducción del 60% y del 80% de las emisiones de gases de efecto invernadero para los años 2014 y 2050 respectivamente.

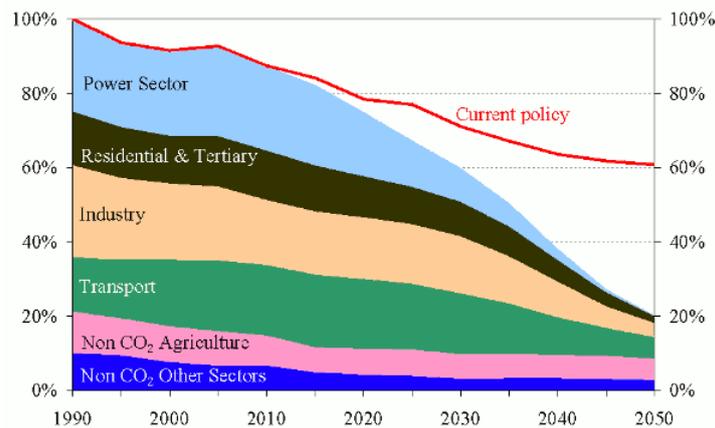


Figura 1: Posible senda de reducción del 80% de las emisiones de gases de efecto invernadero en la Unión Europea (Emisiones 1990 = 100%) (Fuente: CE)

Queda claro que para alcanzar esa meta, la Unión Europea tendrá que avanzar de manera sostenida hacia una sociedad con bajas emisiones de carbono, en la que las tecnologías limpias desempeñen un papel fundamental, pero la variabilidad de dichas fuentes obliga a que para gestionar esa gran cantidad de energías limpias sea necesario desarrollar soluciones de almacenamiento de energía y/o de gestión de la demanda de la energía.

Hoy en día, el sector eléctrico representa el mayor potencial de reducción dada la creciente competitividad de las energías renovables, pero para poder llegar al eliminar casi por completo las emisiones de gases de efecto invernadero en 2050, habrá que evolucionar hacia un sistema eléctrico más flexible, bidireccional, con capacidad de gestión de la energía, en definitiva habrá que ir hacia la denominadas redes inteligentes, las cuales hoy todavía están en fase de desarrollo en la mayoría de los países.

En el sector del transporte y en el de producción de calor, la electricidad puede sustituir parcialmente a los combustibles fósiles que hoy en día siguen siendo mayoritarios. La progresiva electrificación de la demanda de energía abastecida normalmente por combustibles fósiles va a facilitar la integración de las energías renovables si se incluyen estas demandas como un componente más del sistema energético.

Un ejemplo es el despliegue del vehículo eléctrico o híbrido con capacidad de recarga desde la red eléctrica. La carga de la batería de éstos vehículos normalmente es unidireccional, el sentido de la energía siempre va desde la red eléctrica hacia la batería, pero también podría ser bidireccional, con lo cual se abre la oportunidad a utilizar la batería de los vehículos eléctricos como un sistema de almacenamiento de energía distribuido que puede facilitar una mayor integración de la energía renovable ayudando a lograr los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero propuestos. Para ello, hace falta una cierta adaptación de los vehículos eléctricos actuales, cargadores bidireccionales y la aplicación de un nuevo protocolo de

comunicaciones denominado genéricamente como V2X (Vehículo hacia todo), que incluye el protocolo V2G (Vehículo hacia la red), que es el que nos ocupa en esta guía.

La estrategia del vehículo a red (V2G) describe un sistema en el que los vehículos eléctricos conectable a la red, como son los vehículos eléctricos de batería (BEV), los híbridos recargables (PHEV) o los vehículos eléctricos con pila de combustible de hidrógeno (FCEV), se pueden comunicar con el control de la red eléctrica inteligente para ofrecer servicios de respuesta a la demanda devolviendo electricidad a la red o regulando su tarifa de carga.

Sistema eléctrico del futuro: Las redes inteligentes(Smartgrids).

Para desarrollar esta estrategia hay que desplegar las redes inteligentes. Una red inteligente es aquella que puede integrar de forma eficiente el comportamiento y las acciones de todos los usuarios conectados a ella, de tal forma que se asegure un sistema energético sostenible y eficiente, con bajas pérdidas y altos niveles de calidad y seguridad de suministro.

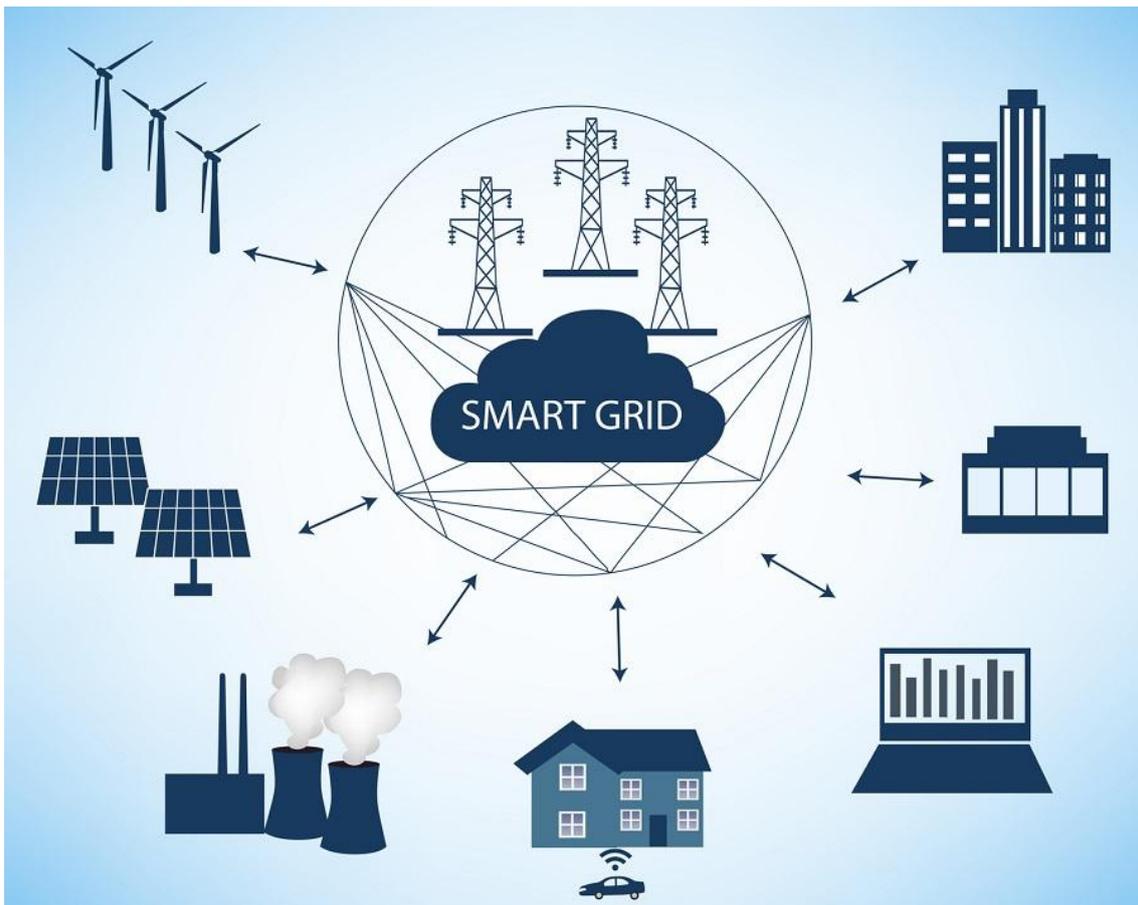


Figura 2:Esquema básico de una red inteligente (Smart grid)

Ante el reto de mantener la seguridad del suministro en un sistema eléctrico descarbonizado, se están impulsando iniciativas de redes inteligentes con el objeto de anticipar soluciones en el ámbito de las

nuevas tecnologías de almacenamiento, las capacidades dinámicas de la red, la monitorización de los elementos de la red, el autoconsumo, el vehículo eléctrico y las nuevas opciones de los consumidores, que están ya actualmente dando forma a la red eléctrica del futuro.

Una red inteligente incorpora, frente a las redes tradicionales, la tecnología digital necesaria para que una comunicación fluida en ambas direcciones tenga lugar entre la instalación y el usuario. Es decir, es inteligente. Valiéndose de Internet, una red inteligente usa herramientas informáticas y domóticas, así como la tecnología más puntera y el equipamiento más innovador, para dar una respuesta en firme a la volátil demanda de electricidad.

Y es que hay que recordar que la electricidad cuenta con una naturaleza particular: tiene que consumirse simultáneamente al momento de su generación. Una planta eléctrica genera energía, pero no puede almacenarla hasta que sea necesaria.

Es por esto que la energía que no se consume, suele perderse, y en un momento como éste, en el que buscamos la máxima eficiencia energética, hay que buscar soluciones. Y las redes inteligentes lo son, ya que son el emblema de una transición hacia una futura versión de nuestras redes eléctricas.

Uno de los nuevos componentes que pueden ser muy útiles a la red inteligente es el vehículo eléctrico, especialmente si está conectado con un cargador bidireccional o sea que la energía puede ir desde la red eléctrica a la batería del vehículo y viceversa cuando la red lo requiera. Estas redes inteligentes tienen que implantar un protocolo de comunicación denominado V2G (Vehicle-to-Grid) para poder controlar el flujo de energía de forma óptima.

La energía almacenada en las baterías del vehículo puede ser utilizada para dar apoyo a la red en momentos puntuales, para reducir demanda en momentos de alto consumo en edificios residenciales o de oficinas otambién para alimentar puntualmente sistemas aislados, tales como viviendas o casas aisladas de la red eléctrica.

A medida que aumenta la penetración de las energías renovables en la red y se reduce la inercia de la misma, es necesario compensarla con la inclusión de sistemas de inercia virtual y los vehículos eléctricos presentan un gran potencial en este sentido como sistemas de almacenamiento distribuido de poca capacidad unitaria pero gran capacidad en su conjunto.

Vehículo eléctrico.

El transporte por carretera, es uno de los sectores más dependientes de los combustibles fósiles y el más complicado a la hora de encontrar una

alternativa sostenible que reduzca la dependencia de costosas fuentes de energía importadas y las emisiones de gases de efecto invernadero.

Hasta la fecha, la única opción a gran escala para reducir la dependencia de los combustibles fósiles en el transporte, ha sido la incorporación de los biocombustibles, bien sea mediante la producción de bio-alcohol o bio-diesel aunque últimamente se está desarrollando también el bio-metano, bio-gas muy similar al gas natural con la ventaja de que es renovable y procede de la valorización mediante digestión anaerobia de residuos orgánicos procedentes de actividades agroalimentarias como los subproductos de frutas y vegetales, carne o pescado; de las deyecciones ganaderas (estiércol, purines), lodos de depuradoras; o a partir del gas generado en la gasificación de la biomasa.

Pero el transporte eléctrico, es en la actualidad considerado como la posibilidad más prometedora para transformar el sistema actual en otro que sea ambientalmente sostenible. En algunas situaciones especiales como por ejemplo en el caso de la movilidad en las ciudades es la única solución para solucionar el problema adicional acarreado por la contaminación en las grandes ciudades que ya ha llegado a ser alarmante últimamente. El vehículo eléctrico no genera ningún tipo de emisiones durante su utilización, y además reduce considerablemente los niveles de ruido ambiente.

El vehículo eléctrico (denominado como BEV Battery Electric Vehicle por sus siglas en inglés), es un vehículo propulsado por un motor eléctrico alimentado por baterías que se recargan a través de una toma de corriente conectada a la red eléctrica. Su autonomía está limitada por la capacidad de su batería. La tecnología actual permite un rango entre 130 km - 600 km. La recarga de las baterías, se lleva a cabo, exclusivamente, a partir de la red eléctrica, aunque disponen de sistemas de recuperación de la energía de frenada en el propio vehículo.

La mayoría de los vehículos eléctricos convencionales se cargan en corriente alterna, por lo que disponen de un convertidor de corriente alterna a continua CA-CC, para cargar la batería, pero para poder ser bidireccional tienen que ser capaces de convertir corriente continua en alterna por lo que el convertidor de corriente deberá ser bidireccional y además para estrategias V2G hace falta disponer de una conectividad de la que normalmente no disponen.

La batería

La batería es el componente determinante en los vehículos eléctricos. En la batería tiene lugar una reacción química reversible en la que se produce una corriente eléctrica que es capaz de alimentar un motor eléctrico. En sentido contrario al aplicar una corriente eléctrica a la batería los iones y electrones vuelven a su situación original.

Para aplicaciones móviles, la batería debe ser eficiente, ligera y competitiva en costes. Las baterías utilizadas hoy en día en vehículos eléctricos son mayoritariamente de Ion-Litio. Existen muchas variedades en el mercado y son las que están experimentando un mayor desarrollo para su aplicación en la industria del automóvil. Una de las características más importantes junto con la vida útil y el número de ciclos de carga/descarga es la densidad de energía que puede llegar a valores superiores de entre 90 y 100 Wh/Kg para baterías de Ion-Litio con cátodo de LiFePO_4 (Litio-Hierro-Fosfato) y soporta unos 2000 ciclos de carga/descarga, de entre 100 y 250 Wh/Kg para baterías de Ion-Litio con cátodo de LiCoO_2 (Óxido de Cobalto y Litio), que soportan hasta 1200 ciclos de carga/descarga y por último las baterías de polímero de Litio (LiPO) con una densidad energética de hasta 300 Wh/Kg y soportan hasta 1000 ciclos de carga/descarga.

El desarrollo de este tipo de baterías, ha dado un impulso prácticamente imparable a los vehículos eléctricos, pero el gran incremento de la demanda de baterías previsto y la escasez y la dificultad de extracción de alguno de sus componentes como el cobalto ha forzado a los fabricantes de baterías de Ion-Litio a buscar nuevas composiciones para los cátodos con fuertes reducciones de éste componente (hasta del 59%), como las denominadas NCM (Níquel Cobalto-Manganeso) o NCA (Níquel-Cobalto-Aluminio).

Hoy en día todas las baterías de iones de litio disponen de electrolito líquido pero para el año 2025 se espera la llegada al mercado de las baterías de iones de litio con electrolito cristalino, también llamadas baterías de estado sólido, las cuales prometen ser revolucionarias, multiplicando la autonomía de los coches eléctricos hasta llevarla a alcanzar 750 kilómetros por carga.

Un inconveniente de la estrategia V2G es que las baterías tienen un número finito de ciclos de carga, así como también una vida útil, por lo tanto, usar vehículos como sistema de almacenamiento de la red eléctrica puede afectar la longevidad de la batería. Los estudios que ciclo baterías de dos o más veces al día han demostrado grandes disminuciones en su capacidad y recorte de su vida útil. Sin embargo, la capacidad de la batería es una función compleja dependiente de factores como la química de la batería, la velocidad de carga y descarga, la temperatura, el estado de carga y la antigüedad. La mayoría de los estudios con tasas de descarga más lentas muestran solo un pequeño porcentaje de degradación adicional, mientras que otro estudio ha sugerido que es posible una mayor longevidad en comparación con los vehículos que no se usaron para el almacenamiento de energía de la red. Por lo tanto en esta área hay una necesidad de investigación y desarrollo clara enfocada a identificar que hay que modificar para lograr baterías fiables con esta nueva estrategia.

Finalmente comentar que a veces, la modulación de la carga de una flota de vehículos eléctricos por un agregador para ofrecer servicios a la red

pero sin flujo eléctrico real de los vehículos a la red se denomina V2G unidireccional, a diferencia del V2G bidireccional que es el que estamos analizando en esta guía.

Sistemas de recarga

La mayoría de los sistemas de recarga son unidireccionales. Existen varias posibilidades para recargar un vehículo eléctrico:

Recarga conductiva (por medio de cables de conexión), que es la más habitual y desarrollada, y que se realiza conectando el vehículo a una toma de corriente por medio de un cable, ya sea en un enchufe doméstico o a través de un punto de carga.

El tipo de carga convencional es la denominada carga lenta, que suele tener una duración de unas seis a ocho horas y que emplea la intensidad y el voltaje del mismo nivel que tiene la propia vivienda. Esta solución monofásica es la más adecuada para recargar el vehículo durante la noche en un garaje de una vivienda.

Existe además un sistema de carga semi-rápida que emplea sistemas trifásicos de hasta 50 kW de potencia con niveles más elevados de tensión y de voltaje que no son posibles en sistemas domésticos sin instalar unos equipos de alimentación y control adecuados. Normalmente estos cargadores se utilizan en centros comerciales, restaurantes, hoteles. Con este sistema el proceso de carga puede tener una duración de entre dos y cuatro horas.

Hay un tercer modo de recarga, que es la recarga rápida que supone unos 15 minutos de duración y mediante el cual se puede llegar a cargar hasta el 65 % de la carga total de la batería. Estos cargadores pueden alcanzar potencias de hasta 200 kW. Finalmente, en la actualidad ya existen los cargadores ultrarrápidos de hasta 350 kW de potencia que cargan la batería en un proceso de entre 5 y 10 minutos.

La carga rápida y ultra-rápida emplea una mayor intensidad eléctrica, entrega la energía en corriente continua, esta solución desde el punto de vista del conductor, es la más parecida a los sistemas actuales de llenado de combustibles en una estación de servicio.

Para este tipo de carga rápida y ultra-rápida es necesario acudir a uno de los puntos de recarga específicos normalmente instalados en las carreteras. Hoy en día ya se ha comenzado en España el despliegue de las denominadas electrolineras, en las cuales se disponen de cargadores con distinto régimen de carga (semi-rápida, rápida, y ultra-rápida) para que el cliente elija el modo de carga dependiendo de sus necesidades y posibilidades.

Recarga inductiva o recarga inalámbrica por inducción magnética, es uno de los más prometedores mercados para la alimentación de vehículos eléctricos dadas sus ventajas sobre otros sistemas que exigen la conexión mediante cable. Mediante el empleo de tecnología de inducción, el usuario únicamente tiene que colocar su vehículo, dotado de un elemento receptor en los bajos, sobre una plataforma de carga que está en el suelo. Cuando el sistema detecta que tiene el coche encima, se conectan de forma inalámbrica y comienza la transferencia de energía y el proceso de carga. Termina cuando la recarga se ha producido, cuando se interrumpe manualmente o cuando el vehículo se aleja del punto de carga. Este sistema, permitiría por ejemplo la recarga del vehículo al parar en un semáforo o simplemente pasando por encima de placas que se encuentran empotradas en el asfalto.

Un tema crítico es el tipo de conector utilizado para el proceso de carga. Debido a que aún no existe una estandarización en los conectores, existen distintos modelos y marcas, con distintas configuraciones y características técnicas.

Los diferentes tipos de conectores son:

Conector Schuko: es compatible con las tomas de corriente europeas y responde al estándar CEE 7/4 Tipo F. Tiene toma de tierra, dos bornes y soporta corriente de hasta 16A, por lo que solo es compatible con recargas lentas. Es común en algunas motocicletas y bicicletas eléctricas, incluso en algún coche eléctrico como el Renault Twizy.

Conector SAE J1772 (Tipo 1): es un estándar japonés (adoptado por los americanos y aceptado en la UE), para la recarga en corriente alterna. Tiene un total de 5 bornes, dos de ellos de corriente, otros dos complementarios y el último es el de tierra. Este tipo de conector tiene dos niveles, uno de ellos hasta 16 A, que sería para recarga lenta. El otro nivel, es hasta 80 A, que corresponde a recarga rápida. Apto para los modelos Opel Ampera, Nissan Leaf, Nissan ENV200, Mitsubishi Outlander, Mitsubishi iMiev, Peugeot iON, Citroën C-Zero, Renault Kangoo ZE (tipo 1), Ford Focuselectric, Toyota Prius Plug in, o el KIA SOUL EV.



Conector MENNEKES (Tipo 2): es un conector alemán, que aunque no es específico para vehículos eléctricos es muy habitual su uso en ellos. Este conector tiene 7 bornes, de los cuales 4 son para corriente (trifásica), otro de tierra y dos para comunicaciones. En este tipo tenemos la opción de dos corrientes, por un lado monofásica (hasta 16A recarga lenta), y por otro trifásica (hasta 63A/ 43,8kW- recarga semi-rápida). Apto para modelos como el BMW i3, i8, BYD E6, Renault Zoe, Tesla Model S, Volvo V60 plug-in hybrid, VW Golf plug-in hybrid, VW E-up, Audi A3 E-tron, Mercedes S500 plug-in, Porsche Panamera, o el Renault Kangoo ZE.



Conector único combinado o CCS: es una propuesta creada por alemanes y norteamericanos, como una solución estándar consta de 5 bornes distribuidos para corriente, toma tierra y comunicación con la red. Este tipo de conector admite ambas recargas, es decir, lenta y rápida. Fabricantes como Audi, BMW, Daimler, Porsche y Volkswagen incorporan ya este tipo de conector.

Conector Scame (Tipo 3): tiene 5 o 7 bornes, dependiendo si la corriente monofásica o trifásica, incluyendo en ambas tierra y comunicación con la red. Admite hasta 32 A, y es para recarga semi-rápida.

Conector CHAdeMO: es el estándar de los fabricantes japoneses. Está pensado para recarga rápida en corriente continua, por ello, tiene 10 bornes, toma de tierra y comunicación. Este conector es para recargas ultra-rápidas, ya que admite hasta 200 A. es el que mayor diámetro tiene de todos los conectores. Es el equipado para coches como el Nissan Leaf, Nissan ENV200, Mitsubishi Outlander, Mitsubishi iMiev, Peugeot iON, Citroën C-Zero, o el KIA SOUL EV.





Figura 3. Conectores CHAdeMO y SAE J1772 (Tipo 1) en un Nissan Leaf

De estos 6 conectores diferentes, los más habituales son el conector Schuko, el SAE J1772 y el MENNEKES.

La Unión Europea está promoviendo la normalización de los estándares de conector para que los conductores puedan repostar su vehículo eléctrico en cualquier lugar sin sorpresas.

El vehículo eléctrico como sistema de almacenamiento distribuido de energía.

Todos entendemos el vehículo eléctrico como un automóvil capaz de almacenar en su batería energía eléctrica tomada de la red, con el fin de convertirla en energía cinética. Cuando la energía almacenada en la batería se consume, hay que volver a cargarla mediante un cargador conectado a la red eléctrica.

Este es el presente, pero ya están en marcha diferentes proyectos para permitir que la energía almacenada en los coches eléctricos e híbridos conectables pueda ser "devuelta" al exterior, ya sea para alimentar nuestro hogar, otros edificios e incluso la propia red.

Ya se ha comentado anteriormente que al conjunto de estas tecnologías se le conoce como V2G. Uno de los objetivos globales de V2X es el de corregir el desequilibrio entre la producción de energía

eléctrica (relativamente constante y prácticamente imposible de almacenar) y el consumo por parte de los usuarios (variable en función de la hora del día, la época del año, la ubicación geográfica, etc.). Así, la solución básica consiste en aprovechar la capacidad de almacenamiento de los vehículos eléctricos para convertirlos en "proveedores móviles" de energía; energía con la que, por poner un ejemplo, podríamos alimentar nuestro hogar durante la franja de tiempo más costosa de nuestra tarifa eléctrica, aprovechando las horas valle para recargar el vehículo.

Como ejemplo de uso a mayor escala, los edificios corporativos de una determinada empresa podrían hacer lo propio con su flota de coches eléctricos, tomando la carga restante de las baterías para usarla como fuente de alimentación en las horas de mayor consumo. Una vez pasado el "pico" de demanda, resultará menos costoso recargar los vehículos para que los empleados puedan regresar a sus hogares. Y así, ya de vuelta en casa, continuaría este ciclo beneficioso para todas las partes (incluso para las compañías eléctricas, que no desperdiciarían la electricidad generada en las horas de menor consumo).

La nivelación máxima de carga puede permitir a las compañías distribuidoras de electricidad nuevas formas de proporcionar servicios de regulación (manteniendo el voltaje y la frecuencia estables) y proporcionar reservadorante (satisfacer demandas repentinas de energía).

Otra ventaja añadida es que los vehículos eléctricos pueden servir como baterías de emergencia o SAI's (sistemas de alimentación ininterrumpida) en caso de desastre natural o caída de la red. El típico "apagón" dejaría de ser un problema, pues al igual que la batería de un PC portátil nos salva de perder nuestro trabajo, el coche conectado evitará que nos quedemos a oscuras en casa.

Por último ya se ha comentado que el vehículo eléctrico podría ayudar a gestionar las fuentes de energía renovables como la energía eólica o la solar fotovoltaica, por ejemplo, almacenando el exceso de energía producida durante períodos de alto recurso eólico o solar y devolviéndola a la red durante períodos de alta demanda de energía, estabilizando de manera efectiva la intermitencia de la energía eólica o la solar. Algunos ven a esta aplicación de tecnología V2G como la posibilidad de que las energías renovables puedan entrar en el mercado como una fuente convencional gestionable.

Como la demanda puede medirse localmente mediante una simple medición de frecuencia, se puede proporcionar una nivelación de carga dinámica según sea necesario. El término anglosajón "carbitrage", es un acrónimo de "automóvil" y "arbitraje", que a veces se utiliza para referirse al precio mínimo de la electricidad a la que un vehículo descargaría su batería.

Por supuesto, necesitamos que nuestro vehículo eléctrico o híbrido recargable cuente con un inversor o convertidor de potencia eléctrica bidireccional que permita la carga o descarga de la batería a voluntad, así como un punto de carga inteligente bidireccional.

En este sentido comienzan a desarrollarse experiencias de edificios inteligentes en donde se está explorando el potencial de los vehículos eléctricos para actuar como un medio de almacenamiento de energía.

Un ejemplo de vehículo con cargador V2G se ha realizado en las oficinas de la empresa ENGIE en Zaandam en Holanda en donde disponen de energía solar fotovoltaica en la cubierta del edificio. Cuando el edificio genera más energía solar de la que necesita, este exceso de energía se almacena en la batería del automóvil eléctrico. Esta energía puede ser descargada nuevamente a la red cuando sea apropiado. Por lo tanto, la batería del automóvil actúa como un sistema de almacenamiento de energía, pero también como una fuente de alimentación de emergencia.

El proyecto de demostración se ha realizado conjuntamente con las empresas japonesas Hitachi Europe Ltd. desarrolladora del cargador V2X y Mitsubishi Motors desarrolladora del vehículo eléctrico con capacidad de carga y descarga de energía.

Hay más ejemplos, la mayoría experimentales e integrados en su mayoría con edificios concretos o campus con capacidad de generación de energías renovables como la experiencia en la Universidad de Delaware en EEUU desarrollado por la empresa AC propulsión, el proyecto europeo EDISON (Electric Vehicles in a Distributed and Integrated Market using Sustainable Energy and Open Networks) desarrollado en la isla danesa de Bornholm en la que se pretende pasar de una penetración eólica del 20% al 50% utilizando los vehículos eléctricos.

Varias compañías eléctricas están colaborando con fabricantes de vehículos eléctricos y de cargadores para desarrollar proyectos experimentales que permitan vislumbrar las posibilidades de esta nueva oportunidad como la Pacific Gas and Electric Company (PG&E) con Toyota o XcellEnergy con Ford en EEUU y también en Europa como por ejemplo el proyecto "Grid for Vehicles" (Analysis of the impact and possibilities of a mass introduction of electric and plug-in hybrid vehicles on the electricity networks in Europe) en el que participaron compañías eléctricas como ENDESA, EDP, VATENFALL o ELECTRICITE DE FRANCE en el que se simuló el impacto de la integración de múltiples vehículos bidireccionales en la red eléctrica de distribución con distintas estrategias de control de la carga. Se identificaron algunos inconvenientes como los costes adicionales y la perturbación de la calidad de la red concluyendo que las ventajas de los vehículos eléctricos con capacidad de carga bidireccional no eran significativas. Posiblemente la baja penetración de energías renovables en el momento del estudio influyó decisivamente en esta conclusión. La estrategia actual de

evolucionar hacia las ciudades y comunidades inteligentes (Smart Cities and communities) va a provocar la integración masiva de energías renovables en las mismas, por lo que la sinergia energía renovables y vehículo eléctrico V2G es claramente prometedora.

Protocolo de comunicación V2X

La comunicación de los vehículos con todo (V2X) se basa en la transferencia de información de un vehículo a cualquier entidad que pueda afectar el vehículo, y viceversa. Es un sistema de comunicación vehicular que incorpora otros tipos de comunicación más específicos como V2I (Vehículo-a-Infraestructura), V2N (Vehículo-a-red), V2V (Vehículo a vehículo), V2P (Vehículo-a-Peaton) , V2D (Vehículo a dispositivo) y V2G (Vehículo a red).

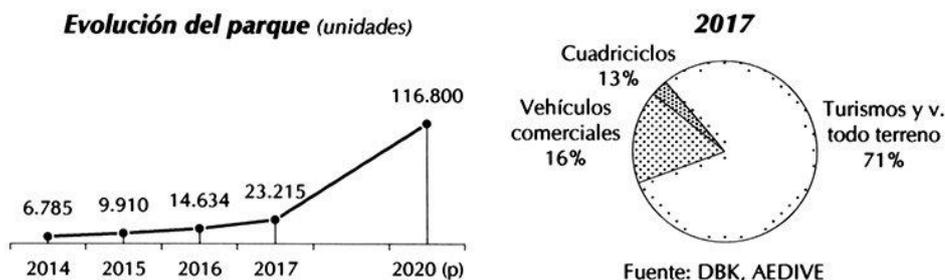
Las principales motivaciones para V2X son la seguridad vial, la eficiencia del tráfico y en nuestro caso el ahorro y la gestión optimizada de la energía. Existen dos tipos de tecnología de comunicación V2X dependiendo de la tecnología subyacente utilizada: la basada en WLAN y la basada en celular.

Pero es posible un sistema energético con cero emisiones?

Hoy en día existen regiones en algunos países desarrollados que ya se plantean la producción del 100% de la energía eléctrica consumida a partir de fuentes renovables, pero llegar a un sistema energético con cero emisiones es un reto mayor aunque técnicamente se podría disponer de más capacidades como la energía de origen nuclear o la energía procedente de combustibles fósiles pero aplicando novedosas técnicas de secuestro, almacenamiento y uso de las emisiones de CO2.

Para llegar a un sistema energético con cero emisiones hace falta además de desarrollar los sistemas de generación de energía limpia, desarrollar sistemas de almacenamiento de energía fiables y competitivos, reducir la demanda de energía mediante la aplicación de técnicas de eficiencia energética y gestionar la demanda de energía en la medida de lo posible.

La mayoría de los vehículos están el 95% del tiempo estacionados. Solo en España se prevé que en 2020 haya más de 115.000 vehículos eléctricos en las calles. Con una capacidad media de 40 kWh por vehículo la capacidad total de almacenamiento sería de 4,76 GWh.



Preguntas y cuestiones de debate.

En éste apartado os propongo una serie de preguntas y cuestiones para que iniciéis una exploración en busca de algún descubrimiento que os permita decidir de forma objetiva vuestra respuesta.

- 1) Para llegar a la descarbonización de la sociedad hace falta mucha producción con energías renovables como la energía eólica y la solar fotovoltaica pero son fuentes variables. El almacenamiento de energía puede ayudar decisivamente. Qué medidas consideras que habría que aplicar para promover el uso de sistemas de almacenamiento de energía.
- 2) Hoy en día la única solución de almacenamiento masivo de energía aplicada en España es mediante bombeo hidráulico. Hay más de 4750 MW de potencia de los denominados almacenamientos hidroeléctricos reversibles. Compara esta solución centralizada en unas 20 centrales con la solución distribuida con baterías de los 115.000 vehículos eléctricos en 2020 que suponemos con capacidad de descarga de 40 kW. Te das cuenta que en total tendríamos de una potencia disponible prácticamente igual que la de todos los almacenamientos centralizados existentes en la actualidad en España. Intenta reflexionar acerca de la energía disponible en ambos casos.
- 3) Las baterías de Ion-Li tiene un número estimado de ciclos de carga/descarga. Busca información acerca de los ciclos de carga/descarga de las baterías que hay en el mercado e intenta estimar la vida útil con un vehículo eléctrico con un ciclo de carga/descarga al día y analiza la reducción de vida útil con un mayor número de ciclos de carga/descarga en caso de que se utilice como apoyo a la red (V2G).
- 4) Un parámetro muy importante para gestionar la batería de un vehículo eléctrico es el estado de carga de la batería. Como crees que se puede estimar dicho estado de carga.
- 5) Los responsables del sistema eléctrico de la isla danesa de Bornholm estiman que en la actualidad el 20% de la energía que

se consume en dicha isla procede del viento, exactamente igual que en España continental en la actualidad. Estos responsables creen que aplicando el sistema de V2G, el aprovechamiento eólico podría llegar hasta el 50%. Como crees que se puede producir ese incremento de la energía eólica aprovechada con seguridad? Crees que se podría lograr el mismo nivel de integración eólica en España continental aplicando V2G? Y en las distintas islas de la España?

- 6) El concepto V2G parece muy novedoso pero es de finales del siglo pasado. Lo propuso el profesor Willett Kempton de la Universidad de Delaware en 1997 en un artículo que se titulaba "Los vehículos eléctricos como nueva fuente de energía para las redes eléctricas" En éste artículo propone que como incentivo para el propietario del vehículo eléctrico, la empresa de servicios eléctricos podría ofrecer un subsidio para la compra de vehículos, tarifas eléctricas más bajas o la compra y el mantenimiento de baterías de futuros vehículos Para la empresa de servicios eléctricos que aprovecha la potencia del vehículo eléctrico, la mayor capacidad de almacenamiento de energía le proporcionaría beneficios del sistema como el aumento de la fiabilidad con unos costes más bajos, y además facilitaría la integración a gran escala de los recursos de energía renovable intermitente. Cuál es tu opinión al respecto?
- 7) Crees que para desarrollar la tecnología V2G además de disponer de tecnologías interactivas en términos de potencia y comunicaciones, hacen falta políticas a favor y estrategias de mercado? Como en tu opinión se podría estimular el mercado.
- 8) Para que la estrategia V2G funcione correctamente, se requerirá que los proveedores de servicios (agregadores) organicen bloques de un determinado tamaño mínimo de potencia (MW) dependiendo del uso para regulación o reserva o potencia pico. Cual consideras seria la potencia adecuada y cuantos vehículos habría que tener asociados?

- 9) También estos proveedores de servicios deben poder comunicarse con los vehículos para obtener la ubicación del vehículo, el estado de carga de la batería, las preferencias del propietario y enviar señales para transmitir? cargar? o? despacho? Como crees que habría que organizar dicha comunicación?
- 10) Finalmente, crees que será posible abastecer toda la energía consumida en el país con energías renovables apoyadas en sistemas de almacenamiento distribuido que al igual que las tecnologías de generación basada en fuentes renovables aumenten progresivamente su escala de potencia y energía almacenada a costes competitivos?

Bibliografía.

Recursos disponibles relacionados con el tema en la base de datos en INVESTIGA I+D+i correspondiente a anteriores ediciones (<http://www.programainvestiga.org>):

- Guía introductoria al tema 'Generación Distribuida' (Edición 2017-2018).
- Guía introductoria al tema "Vehículo eléctrico o vehículo a hidrógeno. Una decisión estratégica"(Edición 2015-2016)
- Guía introductoria al tema 'CO2 y Cambio Climático (Edición 2016-2017).
- Combustibles para el futuro. Presentación y Guía (Edición 2011-2012).
- El almacenamiento de Energía. Presentación (Edición 2010-2011).

Otros recursos:

- Guía Básica de la Generación Distribuida. Comunidad de Madrid. 2007.<http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM005776.pdf>
- Guía del vehículo eléctrico. Comunidad de Madrid 2015<http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-del-Vehiculo-Elctrico-II-fenercom-2015.pdf>
- Smart Grids y la evolución de la red eléctrica. Observatorio Industrial del Sector de la Electrónica, Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones. 2011.
<http://www.minetad.gob.es/industria/observatorios/SectorElectro>

[nica/Actividades/2010/Federaci%C3%B3n%20de%20Entidades%20de%20Innovaci%C3%B3n%20y%20Tecnolog%C3%ADa/SMART GRIDS Y EVOLUCION DE LA RED ELECTRICA.pdf](http://www.federaciondeentidadesdeinnovacionytecnologiadasmartgridsyevoluciondelared electrica.pdf)

- AEDIVE Asociación empresarial para el desarrollo e impulso del vehículo eléctrico. <http://aedive.es/>
- AUVE Asociación de usuarios del vehículo eléctrico www.auve.org
- Movilidad Eléctrica <https://movilidadelectrica.com/>
- IDAE Vehículos y tecnologías alternativas: <http://coches.idae.es/portal/CombustiblesAlternativos/CombustiblesAlternativos.aspx>
- Páginas web de las compañías eléctricas y otros agentes del sector eléctrico, (la mayoría de las grandes compañías eléctricas así como el operador del sistema, han desarrollado actividades para la promoción de vehículo eléctrico y los sistemas de recarga, en particular se puede encontrar información en las páginas de ENDESA y RED ELECTRICA DE ESPAÑA).
- Páginas Web de los fabricantes de automóviles (sin pretender ser exclusivo al menos los siguientes fabricantes han desarrollado modelos de vehículos eléctricos tanto de baterías como de pilas de combustible: RENAULT, NISSAN, BMW, PSA PEUGEOT CITROEN, TOYOTA, HONDA, TESLA etc.
- Informe Deloitte "*Un modelo de transporte descarbonizado para España en 2050*". <https://perspectivas.deloitte.com/descarbonizacion-transporte>
- Oficina Española de Patentes y Marcas. Vigilancia tecnológica. Boletín vehículo eléctrico. https://www.oepm.es/export/sites/oepm/comun/documentos_relacionados/Boletines/Coche_electrico/CocheElec332018.pdf
- Greenpeace. Desarrollo de recomendaciones políticas para aprovechar el potencial climático de los vehículos eléctrico <https://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/other/presentacion-informe-veh-culos.pdf>.

Información sobre técnicas, métodos y recursos materiales de base en Internet

- www.futured.es
- consume.fenie.es
- www.madrimasd.org

- www.energias-renovables.com