



Autobuses híbrido-eléctricos

HÍBRIDO ES EL PRODUCTO DE ELEMENTOS DE DISTINTA NATURALEZA; REFERIDO A VEHÍCULOS, QUE PUEDE FUNCIONAR TANTO CON COMBUSTIBLE COMO CON ELECTRICIDAD.

UN AUTOBÚS HÍBRIDO ELÉCTRICO, ASÍ, ES UN VEHÍCULO QUE DISPONE DE **MOTOR DE COMBUSTIÓN** Y MOTOR **ELÉCTRICO** PARA CIRCULAR



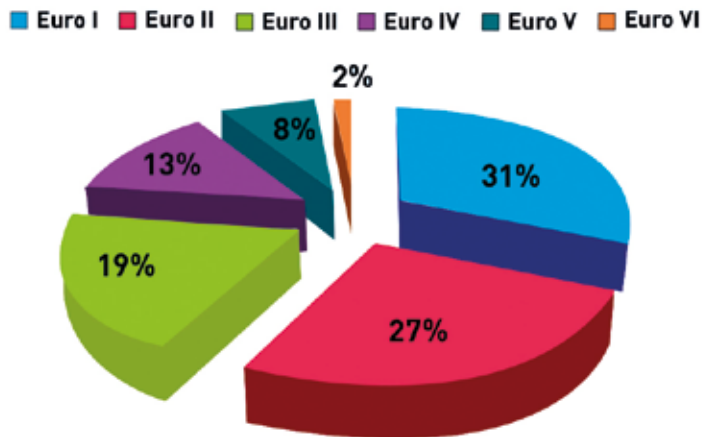
Existe un consenso generalizado sobre la necesidad de reducir las emisiones perjudiciales para el medio ambiente, sobre todo en los núcleos urbanos. Los ayuntamientos están tomando medidas para limitar la circulación de los vehículos particulares, potenciar el espacio para los peatones, fomentar otras energías menos contaminantes y desarrollar el transporte público colectivo. Para mejorar esta última opción, en concreto, se trabaja en la modernización de los autobuses urbanos y el progresivo abandono de los motores diésel, por lo que la tecnología híbrida es el primer paso –en el favorecimiento de la salud pública– hacia la movilidad eléctrica pura. La tecnología 100% eléctrica es una de las opciones más atractivas para cumplir con los retos ambientales del futuro, si bien aún necesita un avance mayor para las exigencias del transporte urbano. Un autobús híbrido eléctrico utiliza dos tipos de energías distintas para lograr su desplazamiento: por un lado, un motor de

combustión interna (generalmente diésel); y por otro, uno (o más) **motores eléctricos**. Con estas dos tecnologías puede hacer funcionar el motor térmico, el eléctrico o ambos conjuntamente. De este modo, el sistema híbrido puede, fácilmente, reducir el consumo de combustible –se estima una disminución de un 25% por término medio– y, con ello, minimizar las emisiones contaminantes del escape –principalmente los diésel– como los óxidos de nitrógeno NO_x – grupo de gases compuestos por óxido nítrico (NO), dióxido de nitrógeno (NO_2) y nanopartículas (PM) –.

Sistema

El tren de propulsión que forman el motor de combustión y el eléctrico implica que podamos encontrar, por lo general, dos tipos de híbridos según su arquitectura: uno denominado *en serie* y otro *en paralelo*, en función de su montaje y funcionamiento. Existe un tercer tipo, los híbridos combinados, donde el motor

NOx (g/km)



► Las sucesivas normas Euro han ido reduciendo los límites NO_x.

de combustión además de funcionar como impulsor también puede operar como generador.

El fabricante será quien decida qué tipo diseñar para cada ciudad en concreto, ya que estos autobuses se desarrollan para flotas de urbanos.

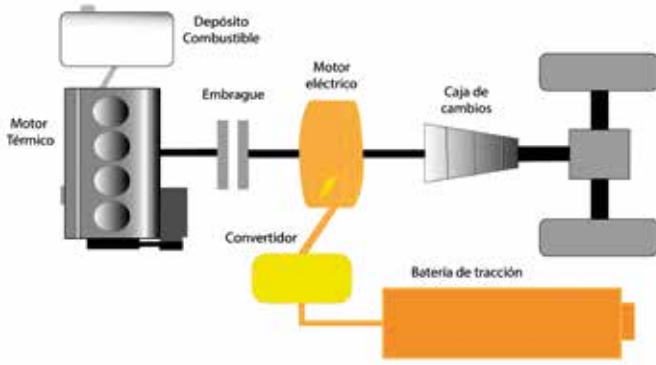
En los híbridos *en serie* el motor de combustión interna no tiene conexión mecánica con las ruedas, sólo se usa para generar electricidad, proporcionando movimiento a un generador que o bien carga las baterías o bien suministra electricidad a la fuente del sistema de propulsión, con lo que siempre tendrán propulsión eléctrica.

Si hablamos de los híbridos *en paralelo*, los dos motores están conectados con la transmisión del vehículo, proporcionando movimiento entre los dos a las ruedas, de forma que ambos sistemas pueden ser utilizados independiente o simultáneamente; si bien, al tener las baterías del sistema eléctrico muy poca autonomía, funcionan mayoritariamente impulsados por el motor térmico. Sin embargo, un autobús híbrido no sólo dispone de motor térmico y eléctrico, también necesita una serie de componentes para su funcionamiento. Como son numerosos, nos centraremos en los principales: serán precisos un **sistema de almacenamiento de energía (batería/s)** para acumular y suministrar energía cuando sea necesario. Ésta suele ser de ion-litio, formada por numerosas

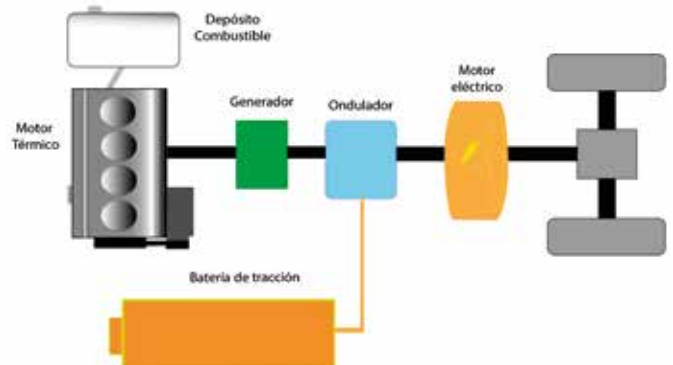
celdas montadas en módulos que la hacen ser muy pesada (alrededor de 200 kg). Dispone, además, de conectores, fusibles de alto voltaje, de una unidad de gestión y otra de desconexión. Alimenta al motor eléctrico con una tensión muy alta (alrededor de 600 V) de corriente continua (CC). Por otro lado, servicios auxiliares que normalmente son movidos mecánicamente, como la dirección asistida, los compresores de aire de servicio y de aire acondicionado ahora son accionados eléctricamente por el sistema, necesitando ambos compresores de un inversor que convierte la corriente continua (CC) proveniente de la batería de alta tensión en una tensión más baja de corriente alterna (CA).

► Convertidor de energía (Volvo)





► Híbrido paralelo



► Híbrido serie

Además de las batería/s de alta tensión, posee baterías de consumo para alimentar los distintos sistemas eléctricos del autobús y, dependiendo del fabricante del autobús, baterías independientes para el arranque del motor diésel. Otro elemento imprescindible en el sistema eléctrico es el **convertidor de energía**, encargado de transformar una tensión alterna (CA) en continua (CC) y, al contrario, una corriente continua, proveniente de la batería de alta tensión, en alterna (CA), para mover el motor eléctrico del autobús. Por otro lado, un convertidor de corriente continua (CC) a corriente continua (CC) convierte la alta tensión del sistema a una tensión menor para alimentar el sistema eléctrico del autobús. Perteneciente al sistema eléctrico nos encontramos con la **instalación eléctrica** de alto voltaje, donde los cables son de color naranja, van apantallados y

llevan aislamiento ignífugo, importante en su manipulación. En cuanto al **motor/generador eléctrico**, el más utilizado hoy en día es un motor trifásico síncrono de imanes permanentes que transmite par a las ruedas (vía la caja de cambios, si es un sistema en paralelo). Al mismo tiempo, trabaja como generador de corriente alterna (CA) al permitir que

Curiosidades

- El primer autobús híbrido vino de la mano de Daimler-Benz AG (hoy en día Mercedes-Benz) y data de 1969.
- Hay un proyecto europeo, ZeEUS (*Zero Emission Urban Bus System*) que prueba la viabilidad económica, ambiental y social de los autobuses eléctricos urbanos. Su objetivo es implantar el uso de autobuses totalmente eléctricos en gran parte de las redes europeas de transporte urbano. Desarrollarán vehículos eléctricos de gran capacidad, creando una infraestructura capaz de proporcionar la energía de carga requerida.

Fuente: <https://cordis.europa.eu/project/rcn/186997>



la energía generada por la frenada sea recuperada y almacenada en la/s batería/s de alta tensión. Es el llamado frenado regenerativo.

Como elemento coordinador de los demás, la **unidad electrónica de control** se encarga del mando de la cadena cinemática híbrida, controlando el arranque y la parada de la batería del sistema híbrido y del motor eléctrico, vigilando, al mismo tiempo, la refrigeración y la carga de la batería.

Por último el **motor térmico** suele ser un motor diésel que cumple, a día de hoy, con la normativa de emisiones Euro VI, en donde su potencia y su par dependerán del tipo de híbrido y de las prestaciones que tenga que dar el autobús. Si es un híbrido en paralelo suelen estar equipados con turbo de geometría variable (VGT), recirculación de gases de escape (EGR), reducción catalítica selectiva (SCR) y filtro de partículas diésel (FPD). En cuanto a la transmisión la caja de cambios, habitualmente es una caja robotizada de 6 velocidades, con selector de marchas de tres botones: posición de conducción (D),

neutra (N) y marcha atrás (R), para facilitar la labor del conductor.

Funcionamiento

El funcionamiento de un autobús híbrido eléctrico en paralelo es complejo. Una vez arrancado el motor térmico y en marcha, si el conductor aplica los frenos durante la conducción de forma suave o baja una pendiente sin pisar el acelerador, el motor eléctrico funcionará como un generador. Cargará la batería del sistema híbrido al aprovechar la energía cinética liberada en la frenada. Así, el motor eléctrico trabaja como generador y actúa, al mismo tiempo, como ralentizador (retarder).

Cuando el autobús se acerca a la parada con una velocidad menor a 20 km/h, así como durante la espera, el motor de combustión se para automáticamente. Se evitan vibraciones, ruidos al ralentí y emisiones contaminantes. Al reanudar la marcha lo hará en modo eléctrico hasta que el autobús híbrido alcanza cierta velocidad (mayor de 20 km/h) o se realice un cambio de marcha. En ese momento, vuelve a activarse el motor de combustión y se para el eléctrico. Si durante el trayecto se hace necesario energía adicional (por ejemplo, al subir una pendiente), funcionará también la propulsión híbrida –los dos motores conjuntamente–.

Como vemos, la tecnología híbrida eléctrica sustituye gran cantidad de combustible y emisiones contaminantes por una pequeña cantidad de energía eléctrica, dando, de esta forma, paso al transporte ecológico, silencioso y eficiente hasta que el autobús 100% eléctrico (cero emisiones) se imponga como transporte urbano ■



PARA SABER MÁS

✉ Área de Vehículos Industriales
vindustriales@cesvimap.com

🌐 Cordis, Community Research and
Development Information Service,
<http://cordis.europa.eu>

🌐 Grupo Irizar www.irizar.com

🌐 Sectorbus, plataforma para el sector del
autobús <http://sectorbus.com>

🌐 Toyota www.toyota.es

🌐 Volvo Buses Global www.volvobuses.com

🌐 www.revistacesvimap.com

🐦 @revistacesvimap