



Cuando de interconexiones de alto voltaje se trata, no existe una talla universal

Ya llegó el tan esperado punto de inflexión para los vehículos eléctricos. Los consumidores exigen vehículos eléctricos, las regulaciones son más estrictas, los precios de las baterías están bajando y los fabricantes de equipos originales (OEM) están intensificando sus capacidades de fabricación. De acuerdo con [Boston Consulting Group](#), se prevé que la participación en el mercado mundial de vehículos eléctricos de batería se disparará del 3 % en 2020 al 45 % en 2035.

Este cambio a las arquitecturas de vehículos eléctricos conlleva una serie de retos nuevos. ¿Cómo hará la infraestructura para soportar los crecientes niveles de voltaje? ¿Cómo pueden los OEM optimizar los costos de los diseños para aumentar la producción en masa? ¿Cómo pueden los diseñadores resolver el problema de las interferencias electromagnéticas procedentes de los componentes de alto voltaje?

Muchas de las respuestas a estas preguntas pueden encontrarse en las interconexiones de alto voltaje. Sin embargo, en esta fase temprana de la curva de adopción, hay muchos enfoques y pocas normas industriales. Se necesita una flexibilidad que otorgue a los OEM la libertad de innovar en función de sus requisitos de diseño particulares y de optimizar de forma inteligente pesos, masas y costos, ya que no existe una talla universal.

TODO EN UN SOLO LUGAR

La tecnología de interconexiones de alto voltaje desempeña un papel fundamental en los vehículos eléctricos. El cableado y las interconexiones de alto voltaje suministran energía desde la entrada de carga de CA/CC a la batería del vehículo y, luego, distribuyen esa energía eléctrica por toda la arquitectura del vehículo. Esto incluye los dispositivos de alta potencia, como los motores eléctricos y los inversores, los dispositivos auxiliares, como el aire acondicionado y la calefacción eléctrica, y los dispositivos del centro eléctrico, como las cajas de distribución de energía y las unidades de desconexión de la batería.

Si no existen diseños estándar para el sector ni plantillas generalmente aprobadas para crear la compleja arquitectura necesaria a fin de suministrar energía a los numerosos dispositivos que la necesitan, los OEM toman sus propias decisiones de arquitectura. Cada OEM define sus propios requisitos de tecnología de electrificación. Dichas especificaciones pueden variar entre marcas y modelos, así como en una misma marca según factores como el tamaño, el peso y si el vehículo tiene características de lujo para las que se requiere energía eléctrica adicional.

Para los OEM es esencial trabajar con un socio de electrificación que pueda diseñar el sistema más

eficiente, más seguro, más fiable y más rentable que se adapte a los requisitos específicos del vehículo y que tenga la experiencia técnica y una extensa línea de productos para ofrecer una solución completa e integrada.

EL RETO

Alguna vez se consideró que los vehículos híbridos eran el siguiente paso lógico en la evolución hacia vehículos totalmente eléctricos. Hoy en día, es más probable que los consumidores que consideran pasarse a la electricidad compren un vehículo completamente eléctrico en lugar de un modelo híbrido, y las ventas de vehículos totalmente eléctricos duplicaron las de los híbridos enchufables, según el Boston Consulting Group.

Este cambio conlleva implicaciones arquitectónicas importantes para los OEM, ya que los modelos totalmente eléctricos deben suministrar energía no solo para impulsar las ruedas del vehículo, sino también para hacer funcionar todos los demás dispositivos que, en un vehículo de gasolina o híbrido, obtendrían alimentación a partir del motor. En lugar de tomar un vehículo de gasolina y atornillarle un componente de electrificación, hablar de un vehículo totalmente eléctrico significa rediseñar desde cero.

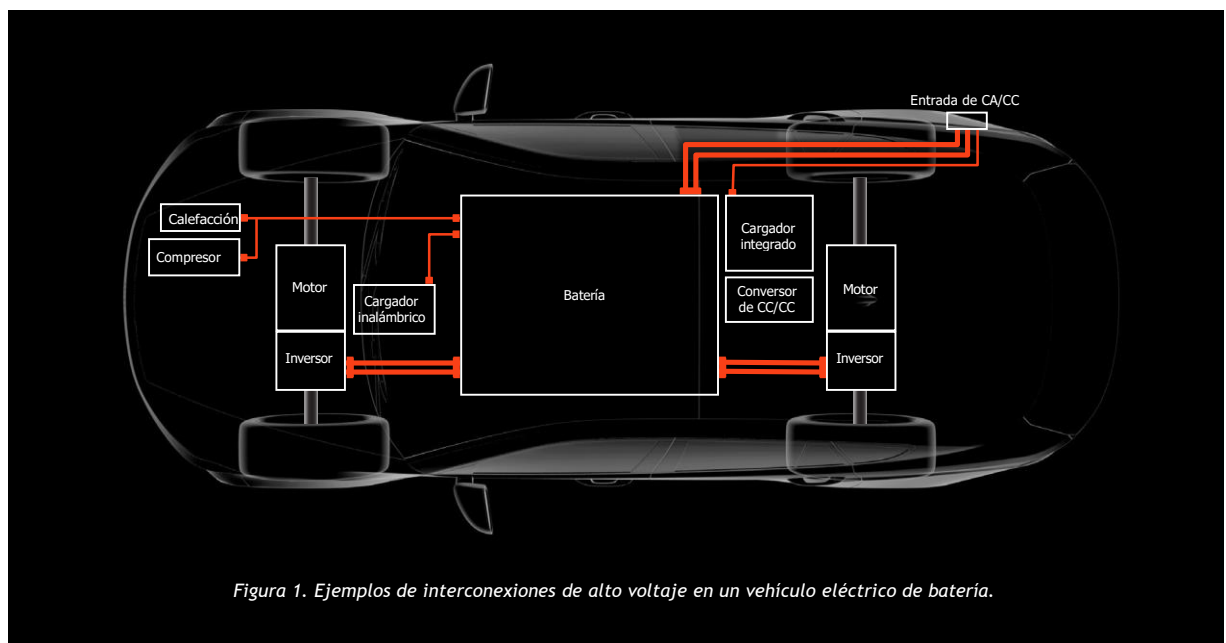


Figura 1. Ejemplos de interconexiones de alto voltaje en un vehículo eléctrico de batería.

El paso de motores de combustión interna o híbridos a modelos totalmente eléctricos requiere que los cables y los conectores sean más grandes y pesados para poder manejar niveles de potencia más altos. Para empezar, el espacio en el chasis del vehículo es limitado, y el aumento de tamaño y peso debido al sistema de distribución eléctrica de alta potencia crea retos aún mayores para el diseño de embalajes de los vehículos.

La otra gran tendencia es el aumento de tamaño y peso de la batería para lidiar con lo que se conoce como "ansiedad por la autonomía". El gran factor que frena las ventas de los vehículos eléctricos es la preocupación por la falta de autonomía, que lleva a la pesadilla de quedarse sin batería lejos de la estación de carga más cercana.

Dado que los OEM están instalando baterías más grandes y pesadas, resulta una prioridad liberar espacio para ubicar el resto del sistema de electrificación, al igual que compensar el aumento de peso con componentes más ligeros y pequeños.

La buena noticia es que existen formas innovadoras de reducir el peso, la cantidad de cables y empalmes y el tamaño de los componentes de electrificación, así como de suministrar energía a las interconexiones de alto voltaje de manera tal que el ensamblaje del vehículo se hace más seguro y menos complejo.

BLINDAJE, CABLEADO Y CONECTORES

Entre las decisiones arquitectónicas a las que se enfrentan los OEM, se encuentra cuál es la manera óptima de blindar los cables contra las interferencias electromagnéticas, el diseño y las especificaciones de seguridad de los conectores y demás variables eléctricas, si el cableado será de cobre o de aluminio y cómo reducir la cantidad total de cableado mediante conectores de empalme y otras técnicas.

Blindaje

Los componentes eléctricos de alto voltaje son más complejos que el cableado tradicional, sobre todo cuando se trata de blindar los componentes para evitar las interferencias eléctricas. Una mayor potencia genera un mayor ruido eléctrico, y los OEM deben evitar esas interferencias agregando un blindaje en cada cable.

Hay cuatro enfoques básicos para el blindaje, cada uno con sus ventajas y desventajas, según el caso de uso específico.



El blindaje monofilar es el enfoque más popular hoy en día tanto en conectores auxiliares como en la conversión de energía. Se recubre cada cable en un trenzado metálico que forma el blindaje y mantiene la flexibilidad. El blindaje monofilar facilita el paso y el pliegue de los cables y permite un ensamblaje más fácil al fabricante del conjunto de cables.



En el blindaje multifilar, se recubren varios cables en un mismo blindaje, por lo que es más grueso y menos flexible que el de núcleo único, pero puede simplificar el paso y las conexiones del cableado. Por lo general, donde más se utiliza el blindaje multifilar es en los conectores auxiliares.



En el blindaje agrupado, se usa un trenzado externo para formar el blindaje. Al igual que el multifilar, el blindaje agrupado es menos popular que el monofilar debido al tamaño, al peso y a la falta de flexibilidad que supone, pero puede proporcionar un gran rendimiento de blindaje a bajo costo, dependiendo de la longitud del cable y del uso.



Los cables sin blindaje también son una opción para algunos conjuntos de cables a fin de optimizar costos. Esta opción puede servir en usos como los cables de carga, que se interconectan con la infraestructura de red no blindada y se utilizan principalmente cuando no se conduce el automóvil. También se puede utilizar esta opción en otros conjuntos de cables, pero debería ponderarse la ventaja del costo respecto de la mitigación adicional de las interferencias de los dispositivos.

Es evidente que existe una gran variedad de opciones de blindaje, y los OEM pueden elegir un blindaje más fuerte y de mayor rendimiento si el uso lo requiere. En otras palabras, el tipo y la fuerza del blindaje dependerán del caso de uso específico.

Cableado

Cuando se trata de sistemas de electrificación, cada gramo cuenta, por lo que es importante optimizar el cableado de todo el sistema: no solo el de alto voltaje, sino también en los literalmente cientos de componentes eléctricos de bajo voltaje del vehículo. Mediante el uso de técnicas de optimización sofisticadas, Aptiv pudo mostrarle a un OEM cómo podía reducir la masa de cableado de bajo voltaje en un 10 por ciento y eliminar 150 metros de cableado. En otro caso, un fabricante de SUV pudo reducir la masa de su sistema de distribución eléctrica en un 15 por ciento al eliminar 300 metros de cableado.

Una opción para reducir el peso es pasar de los cables de cobre a los de aluminio. En el pasado, la corrosión entre el cableado de aluminio y los conectores de cobre era un obstáculo, pero ahora, para prevenir la corrosión, los OEM pueden utilizar un revestimiento ligero que se aplica a los cables de aluminio o un enchapado en el terminal. Cambiar el cableado de cobre puede reducir la masa de cableado (y el costo) en hasta un 50 por ciento.

Otra técnica para reducir la necesidad de cables y, por lo tanto, el costo, es la utilización de conectores de empalme. En este caso, con un conector en la batería se pueden alimentar múltiples dispositivos auxiliares,

lo que elimina la necesidad de un centro de empalme posterior y reduce la cantidad total de conectores y de cableado.

Al aplicar tanto conectores de empalme como conectores auxiliares de alto voltaje, los OEM pueden obtener una ventaja arquitectónica al reducir la cantidad total de conexiones generales necesarias para alimentar el vehículo.

Barras colectoras

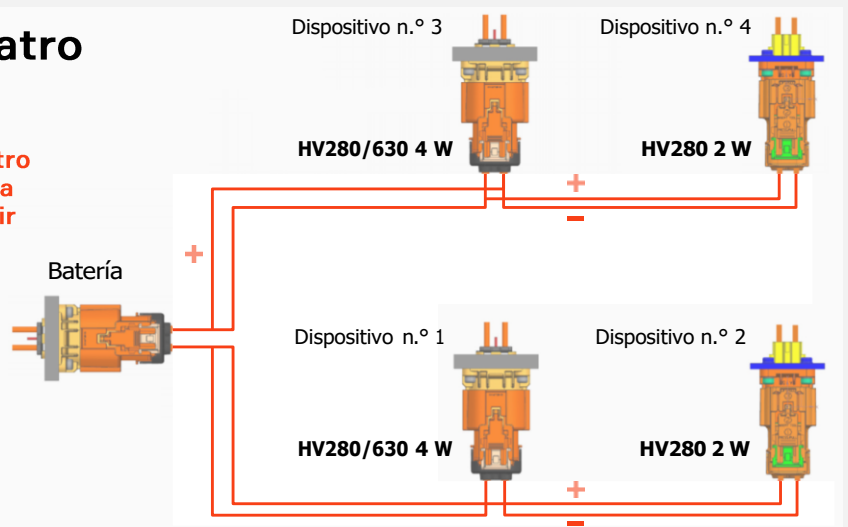


Aunque la reducción de peso es una de las principales consideraciones de diseño en el cableado, las limitaciones de espacio también constituyen un factor. Las barras colectoras preformadas son una alternativa al cableado circular y pueden ofrecer ventajas de embalaje. También pueden facilitar el ensamblaje automatizado y mejorar la calidad y la regularidad. Aptiv desarrolló soluciones exclusivas de diseño de interconexiones para abordar los retos de expansión térmica y de blindaje de las barras colectoras.

Conexiones de cuatro vías y empalmes

Gracias a los conectores de cuatro vías/empalme, los OEM poseen la ventaja arquitectónica de reducir la cantidad de conexiones.

- Con un conector en la batería, se pueden alimentar múltiples dispositivos.
- No hay necesidad de un centro de empalme posterior.



Terminales

Hay dos tipos de terminales y la elección entre ellos depende realmente de las restricciones específicas del diseño respecto de la arquitectura del vehículo. El diseño de pasador y casquillo es más pesado pero también más compacto. El diseño de caja y lengüeta es más delgado, más fácil de producir y más fácil de conectar a una barra colectora.

Opciones de acoplamiento seguro

Cuando se usa electricidad de alto voltaje para alimentar un vehículo que está sometido a constantes vibraciones, golpes, baches, pequeños choques y más, la seguridad es primordial para todos, incluidas las personas que ensamblan el vehículo, quienes lo arreglan o quienes lo conducen.

En cuanto al ensamblaje, gracias a la tecnología de bucle de enclavamiento de alta tensión (HVIL), es posible garantizar una conexión establecida de forma segura. La HVIL es un sistema de disyuntor que corta la energía si un trabajador desacopla un conector por error, y los dispositivos pueden cortar la energía de forma automática y segura cuando se desconecta el enclavamiento. Algunos OEM se están enfocando en detectar estos problemas en el nivel del sistema.

Los enormes conectores utilizados en el alto voltaje exigen innovaciones en las opciones de acoplamiento y desacoplamiento que no presentan los conectores más pequeños, como el uso de una palanca o de un mecanismo deslizante. Cada OEM tiene sus preferencias, que dependen de diversas consideraciones. Por ejemplo, unir una conexión

requiere una herramienta aparte, pero permite medir el par de apriete y mantener una trazabilidad. Es más sencillo utilizar una palanca, pero eso significa que debe haber espacio suficiente para girar dicha palanca. El uso de un deslizador también requiere espacio, pero solo en una dirección, y ofrece una superficie de presión máxima en zonas con poco espacio. Por lo tanto, la decisión depende por completo del diseño del vehículo y de la opción que proporcione una ventaja mecánica para el OEM.



El objetivo es asegurarse de que la conexión esté bloqueada y de que se utilice una tecnología que impida que la conexión se afloje en situaciones de conducción adversas.

Conectores auxiliares de alto voltaje

A medida que las plataformas de vehículos abandonan los motores de combustión interna, los dispositivos de los vehículos que suelen alimentarse por medio del motor pasan a usar la red de alto voltaje. Algunos de los dispositivos de 12 V también pueden pasar al alto voltaje para funcionar de forma más eficiente.



Se trata de dispositivos como la calefacción, los aires acondicionados eléctricos, los cargadores integrados o algunos convertidores de CC/CC que suelen requerir menos de 100 amperios. En lo que respecta a los conectores auxiliares de alto voltaje, los OEM quieren un embalaje compacto para poder suministrar la potencia necesaria ocupando el menor espacio o reduciendo la mayor cantidad de masa.

Existen muchos tipos de soluciones de conectores para dispositivos auxiliares, como los sistemas con blindaje monofililar, blindaje multifilar, blindaje agrupado y sin blindaje. Los conectores de cuatro vías y de empalme representan formas innovadoras de reducir los costos y el cableado al posibilitar la alimentación de varios dispositivos por medio de un conector. Los distintos OEM pueden adoptar diferentes enfoques respecto de estas decisiones de diseño en función de las características únicas de su arquitectura.

Otra consideración importante para los OEM es asegurarse de que los conectores puedan soportar niveles de vibración altos. La preocupación radica en que las vibraciones podrían hacer que la integridad de la conexión de los terminales se degrade con el tiempo, dado que las microabrasiones crearían una mayor resistencia. Además, se prevé que los vehículos eléctricos actuales duren más que los automóviles con motor de combustión interna, ya que tienen menos piezas móviles que puedan desgastarse; por lo tanto, los conectores también tienen que estar hechos para durar.

Conectores de conversión de energía

Hay otros dispositivos en el vehículo que requieren una potencia aún mayor para funcionar. Los dispositivos de conversión de energía, como los motores eléctricos, las baterías, los inversores o algunos convertidores de CC/CC, pueden requerir hasta 400 A. Las interconexiones para dispositivos de conversión de energía se presentan en una amplia variedad de formas y configuraciones, que incluyen pasadores de plástico o metal, conectores rectos o en ángulo recto, configuraciones de una, dos o tres vías, individuales, agrupadas, sin blindaje, etcétera. Con niveles de corriente más altos, es aún más importante contar con sistemas de conexión correctamente diseñados que sean seguros y tengan un rendimiento sólido con respecto a la temperatura, la vibración, el sellado y el blindaje. Una vez más, no existe una talla universal en las decisiones de diseño; todo depende de lo que satisfaga mejor la arquitectura específica del vehículo.

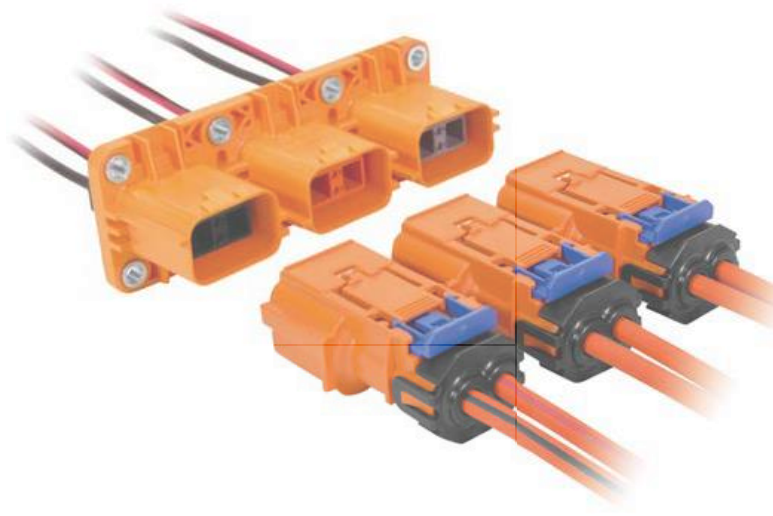
Por supuesto, ninguna de estas decisiones arquitectónicas pueden tomarse en el vacío; todas son parte de una estrategia de diseño global pensada para optimizar la integración entre los componentes, disminuir los costos, ahorrar espacio y reducir el peso. Además, los OEM deben considerar cómo pueden simplificar el ensamblaje del vehículo a partir de estas decisiones de diseño, sobre todo teniendo en cuenta el deseo de automatizar la mayor parte posible del ensamblaje.

INTERCONEXIONES DE 1000 VOLTIOS A PRUEBA DEL FUTURO

La tecnología de las baterías avanza a grandes pasos, por ello, los OEM están instalando nuevas baterías en sus vehículos que pueden retener más carga y lograr una mayor autonomía. Mientras que, antes, la batería estándar de un vehículo suministraba unos 50 kilovatios/hora de energía, las capacidades de las baterías futuras aumentan hacia los 200 kWh a medida que crece la densidad de la energía, y los costos de las baterías disminuyen con rapidez.

Si bien el aumento de la capacidad es un beneficio para el consumidor al eliminar la ansiedad por la autonomía y brindar una mayor aceleración, cargar la batería en un tiempo razonable se convierte en un reto. Los OEM pueden reducir estos tiempos de carga si aumentan la corriente, el voltaje o ambos.

Usar corrientes más altas requiere cables más grandes en el vehículo, lo que suma costos, espacio y peso. Por lo tanto, los fabricantes analizan también la posibilidad de aumentar el voltaje.



Por ejemplo, en una comparación simplificada, un vehículo eléctrico estándar con un paquete de baterías de 100 kWh que se carga a 250 A y 400 V tardaría aproximadamente 48 minutos en cargarse al 80 por ciento. Con un sistema de 800 V, podría reducirse este tiempo a la mitad.

Los sistemas de mayor voltaje permiten una carga más rápida, menos calor y un cableado o barras colectoras más delgadas.

Aumentar el voltaje implica garantizar que los componentes se construyan con distancias seguras entre los terminales, así como entre los terminales y la conexión a tierra o el blindaje. En el diseño, se deben tener en cuenta tanto la distancia de separación inalámbrica como la distancia de fuga en la superficie a fin de evitar que se produzcan arcos y que pasen corrientes pequeñas de un terminal a otro.

El amplia portafolio de tecnología de interconexiones de alto voltaje de Aptiv está diseñado para soportar 1000 voltios, por lo que los OEM pueden instalar hoy la última tecnología de baterías con la seguridad de que satisfará sus necesidades durante los próximos años.

QUÉ DEBEN TENER EN CUENTA LOS OEM

Los OEM que logren con éxito hacer la transición de vehículos de gas a modelos totalmente eléctricos serán los que hagan el mejor trabajo en el desarrollo de una electrificación segura, eficiente y rentable con la que se pueda alcanzar una producción de gran volumen.

No existe una talla universal a la hora de abordar los retos que se desprenden de compensar la insistencia por baterías más grandes y pesadas con la necesidad de reducir el tamaño y el peso de las interconexiones de alto voltaje y de otras piezas de la infraestructura de electrificación.

Los OEM deben asociarse a proveedores de tecnología de electrificación que ofrezcan la experiencia, la innovación y la personalización necesarias para desarrollar un enfoque en el nivel del sistema o de vehículo integral, en lugar de abordar estos retos por separado.

Aptiv entiende que la electrificación va más allá de las baterías y de las interconexiones de alto voltaje; también se trata de la optimización general del sistema en las arquitecturas de bajo y alto voltaje. Aptiv es un líder mundial en electrificación de vehículos y puede convertirse en un socio que proporcione todo, desde cables de carga hasta entradas, cableado, barras colectoras, conectores, cajas de distribución de energía y unidades de desconexión de baterías, con un alto grado de integración vertical en las instalaciones de fabricación de todo el mundo. Aptiv puede ofrecer un valor único, por ejemplo, tecnología de empalme de conectores integrada. Somos líderes en la transición del cableado de cobre al de aluminio y ofrecemos tanto conectores como cables para brindar importantes ventajas de integración y conectividad. Y lo más importante, Aptiv tiene una visión única de cómo las interconexiones de alto voltaje se adaptan a la arquitectura eléctrica y electrónica completa de la próxima generación de vehículos, que se plasma en nuestro enfoque Smart Vehicle Architecture™.

SOBRE LOS AUTORES



Matthias Brands

Gerente de Línea Global de Productos (interconexiones de alto voltaje)

Matthias Brands dirige el portafolio de productos de interconexiones de alto voltaje en Aptiv, así como de entradas y cables de carga en la región de Europa, Medio Oriente y África (EMEA). Matthias comenzó a trabajar en Aptiv en 2009 y ocupó diferentes puestos en ingeniería y gestión de líneas de productos.



Christian Fourrier

Gerente de Ingeniería (soluciones de señalización y energía)

Christian Fourrier dirige el área de ingeniería global del portafolio de interconexiones de alto voltaje de Aptiv que respalda el mercado en auge de vehículos eléctricos de batería. Christian comenzó a trabajar en el área de ingeniería de Aptiv hace 17 años y ocupó varios puestos gerenciales en gestión de programas, desarrollo avanzado, fabricación e ingeniería de productos.

SABER MÁS EN [APTIV.COM/E-MOBILITY](https://www.aptiv.com/e-mobility) →