

## Los controladores de zona construyen un puente hacia la tecnología del mañana

Varias tendencias clave se están uniendo para forzar un cambio en la forma en que se diseñan y fabrican los vehículos. El número de unidades de control electrónico (ECU) en un vehículo está creciendo, lo que crea complejidad en el cableado necesario para la distribución de energía y datos. Una explosión en las tecnologías de sensores para respaldar las funciones de seguridad activa está generando complejidad en las E/S. El aumento de los costos de mano de obra impulsa a los fabricantes a buscar un ensamblaje de arneses de cableado más automatizable. Además, los requisitos de energía eléctrica evolucionan para permitir una mayor electrificación, hacia vehículos eléctricos híbridos y de batería completa.

Una pieza fundamental de la solución a todos estos dilemas, en una amplia gama de vehículos, es el controlador de zona. Con algunos controladores de zona ubicados de manera estratégica, los OEM no solo pueden reducir la complejidad y los costos, sino también acelerar la importante migración hacia las arquitecturas de vehículos del futuro.

La industria automotriz ingresó en lo que podría ser el momento más emocionante de su historia, con avances tecnológicos que prometen seguridad, productividad y beneficios ambientales sin precedentes. Sin embargo, los vehículos totalmente eléctricos con capacidades de conducción autónoma no se volverán comunes ni asequibles de la noche a la mañana. Los fabricantes de automóviles entienden que necesitan construir la base arquitectónica adecuada para los vehículos de hoy y de mañana.

Los controladores de zona son parte integral de esa base. Son nodos en un vehículo que sirven como centros para todos los requisitos de conexión de datos y distribución de energía para dispositivos (los diversos sensores, periféricos y actuadores) dentro de una sección física del vehículo. Su función puede parecer simple, pero es necesario controlar la complejidad de los vehículos actuales y dar varios pasos hacia adelante.

## FUSIBLES INTELIGENTES

Al ser centros de distribución de energía, los controladores de zona son la ubicación natural para los fusibles inteligentes. Con los fusibles inteligentes, los fusibles de fusión tradicionales en los relés se sustituyen por semiconductores, un enfoque que tiene varias ventajas.

En primer lugar, los fusibles inteligentes permiten una mejor gestión de la energía, ya que los fusibles de todo un vehículo se pueden gestionar de forma centralizada. Esto es especialmente importante con los vehículos eléctricos. Si se está agotando la batería, el sistema puede usar los fusibles inteligentes para desactivar las funciones en todo el vehículo de forma sensata durante períodos de tiempo breves. Por ejemplo, las funciones menos importantes que requieren una potencia significativa incluyen calentadores de asientos o ventanas. El sistema podría decidir desactivar estas funciones durante intervalos cortos imperceptibles para el conductor con el fin de liberar energía cuando funciones más importantes exijan mucha carga, como la dirección asistida durante un giro brusco.

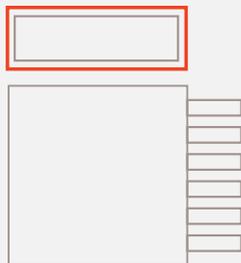
En segundo lugar, un fusible inteligente puede detectar cuando el cable conectado a él está a punto de fallar y enviar esa información a un sistema central. Este tipo de mantenimiento predictivo ayuda a los conductores a abordar posibles problemas antes de que afecten al funcionamiento del vehículo. Esto es aún más importante para los operadores de flotas responsables del mantenimiento de un gran número de vehículos.

En tercer lugar, los fusibles inteligentes permiten ahorrar en cableado. Antes, los cables tenían que diseñarse con un diámetro hasta un 30 por ciento más grande del que realmente se necesitaba a fin de permitir la tolerancia necesaria para las cargas máximas sin que se fundiera el fusible. Por el contrario, con los fusibles inteligentes, los cables se pueden especificar hasta el límite físico de la carga durante un período de tiempo específico. Esto por lo general significa una reducción del calibre de un cable (por ejemplo, pasar de 4 mm<sup>2</sup> a 2.5 mm<sup>2</sup>) y, por lo tanto, una reducción en el peso.

### LOS FUSIBLES INTELIGENTES ELIMINAN LAS CAJAS

Los fusibles inteligentes permiten un diseño más compacto al eliminar las cajas de fusibles grandes.

**Fusibles inteligentes usando semiconductores**



**Fusibles y relés de fusión tradicionales**



## INTEGRACIÓN ASCENDENTE

Los controladores de zona también son puntos de concentración lógicos para diferentes ECU. A medida que aumenta la cantidad de sensores y otros componentes electrónicos en los vehículos, agregar ECU individuales se vuelve difícil de manejar. Cada ECU requiere sus propias conexiones de alimentación y de datos, lo que hace que los requisitos de cableado sean muy complejos. Para ahorrar espacio, simplificar la gestión y agilizar la arquitectura física, los OEM están pasando de un modelo de cómputo distribuido a un enfoque más centralizado. El controlador de zona tiene una función fundamental en esta migración, ya que es la ubicación lógica para consolidar la entrada/salida (E/S) de los diferentes sensores, periféricos y actuadores, así como para integrar la funcionalidad de ciertos controles electrónicos. Los ejemplos de ECU que están listas para una integración ascendente incluyen el control de la carrocería y la seguridad, el control de HVAC, la gestión de audio, y los sensores y la activación del vehículo no relacionados con ADAS.

En un estudio para un OEM, Aptiv descubrió que el uso de controladores de zona permitió consolidar nueve ECU y eliminar cientos de cables individuales, lo que resultó en una reducción de 8.5 kg del peso de un vehículo. Cada gramo de peso que se elimina reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> y amplía la autonomía de los vehículos eléctricos.

Además, debido a que los controladores de zona dividen la infraestructura eléctrica de un vehículo en segmentos más manejables, el ensamblaje de arneses de cables se vuelve más fácil de automatizar. Aproximadamente la mitad del costo del arnés es mano de obra. Aptiv estima que los costos de mano de obra podrían aumentar entre un 25 y un 50 por ciento en los próximos cinco años, según el país donde se lleve a cabo el ensamblaje. Los fabricantes recurrirán a la automatización para compensar los costos en aumento, pero esa automatización no es posible con los diseños actuales de arneses de cables. Se necesita una arquitectura nueva.

y pone el foco en el software, ya que se integran diferentes funciones en los controladores de zona y otros dispositivos centralizados. Este es el siguiente paso natural en la progresión hacia los vehículos definidos por software. Para simplificar este proceso y garantizar que los OEM tengan la libertad de reutilizar el software existente, Aptiv trabaja en arquitecturas de software sostenibles diseñadas para hacer que la integración sea más fácil y eficiente, al mismo tiempo que respalda la libertad de interferencia entre las funciones cuando sea necesario.

### SEPARACIÓN DE LAS E/S DE LA COMPUTADORA

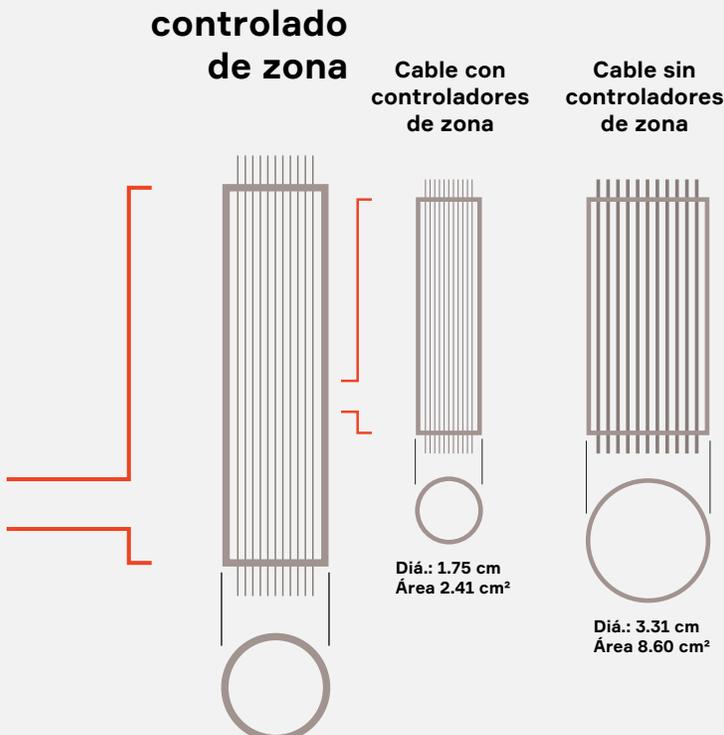
Hoy en día, todos los sensores, periféricos y actuadores se conectan directo a un controlador de dominio. Todos los radares, las cámaras, los lidars y los sensores ultrasónicos ejecutan líneas de datos desde sus diferentes ubicaciones en el vehículo hasta un controlador de dominio de seguridad activo. De manera similar, los sensores de posición del asiento, el control del motor para ajustar la posición del asiento y los sensores de temperatura para los asientos con calefacción se conectan a la ECU del asiento. El control de velocidad del ventilador para HVAC y los sensores de temperatura para el control de clima zonal se conectan a la ECU de HVAC. Y así sucesivamente.

En una arquitectura que utiliza controladores de zona, cada sensor y actuador se conecta a un controlador de zona local en función de su ubicación. Luego, el controlador de zona realiza una transformación de datos local, agrega los datos y los coloca en un solo cable de alta velocidad que se conecta a la computadora.

De esta manera, la E/S se abstrae de la computadora, que en realidad procesa la información. El controlador de zona maneja la comunicación con los dispositivos finales a través de un bus de red de área del controlador (CAN) o red de interconexión local (LIN) a las ECU o los sensores y actuadores relacionados con el control de la carrocería y de Ethernet o interfaces de señalización diferencial de bajo voltaje (LVDS) a cámaras u otros sensores de sistemas avanzados de asistencia al conductor (ADAS), con el formato preferido de cada dispositivo. Luego agrega esas señales al Ethernet o PCI Express para los sensores ADAS de gran ancho de banda o a la CAN con tasa de datos flexible (CAN-FD) para funciones de control de la carrocería de menor ancho de banda y envía los datos al controlador de dominio adecuado.

### AHORROS EN LOS MARCOS DE LAS PUERTAS

Un enfoque con controlador de zona puede reducir las necesidades de cableado a través del área crítica de los marcos de las puertas. En uno de los ejemplos, Aptiv pudo reducir el diámetro del conjunto de cables, lo que redujo el espacio unas 4 veces.

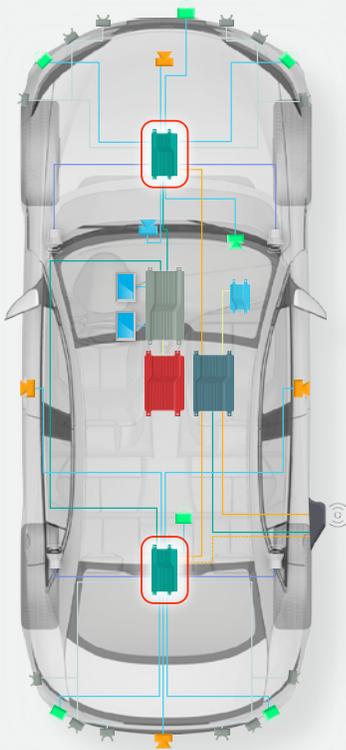


La integración ascendente en los controladores de zona reduce la complejidad física de los arneses de cables actuales y la gran cantidad de ECU individuales,

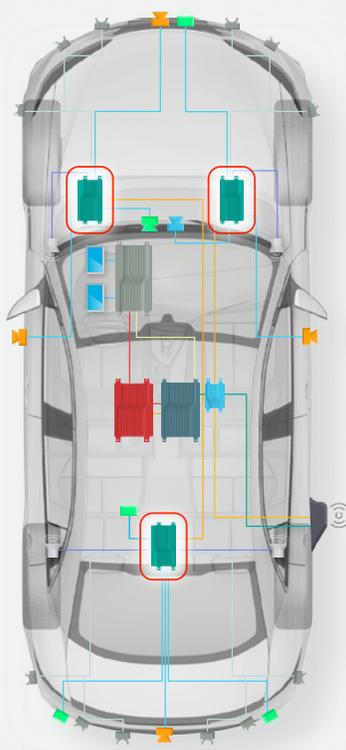
**LOS CONTROLADORES DE ZONA SON CLAVE PARA LAS ARQUITECTURAS DE PRÓXIMA GENERACIÓN**

Los controladores de zona representan un componente clave de una arquitectura de vehículo avanzada para la distribución de energía y datos. El número de controladores de zona puede variar según los requisitos y la complejidad del vehículo. A continuación se ven tres configuraciones de muestra.

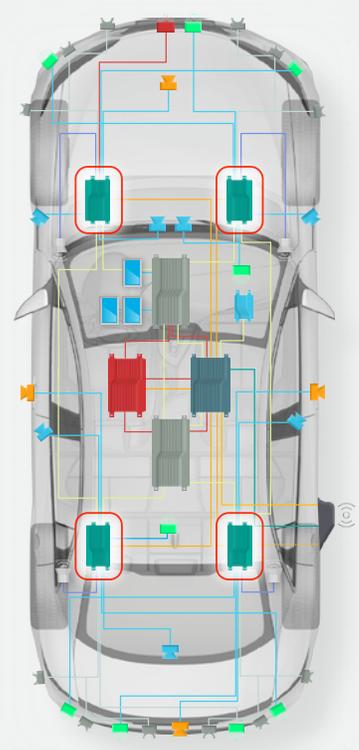
**Dos controladores de zona**



**Tres controladores de zona**



**Cuatro controladores de zona**



- |  |             |                                       |  |
|--|-------------|---------------------------------------|--|
| Audio  | 360° Camera | LiDAR                                 | Controlador central de vehículos                 |
| Pantallas                                    | Cámara ADAS | Plataforma de servidor abierta.       | Controlador de zona (Centro de datos de energía) |
| Radar externo                                | Ultrasónico | Controlador de propulsión y de chasis | Servidor del vehículo conectado                  |
| Cámara de detección del estado del conductor |             |                                       |  |

En el enfoque Smart Vehicle Architecture™ de Aptiv, los controladores de zona incluyen modelos personalizables correspondientes a niveles de automatización progresivamente más altos. El procesamiento se distribuye entre diferentes dispositivos informáticos centrales. La plataforma de servidor abierta se encarga de las aplicaciones de computación intensiva como ADAS y la experiencia del usuario. El controlador de cadena cinemática y chasis se encarga de la dinámica del vehículo, que incluye motor o transmisión, frenado, dirección y suspensión. Por otro lado, el controlador central del vehículo (CVC) se encarga del control de la carrocería, así como de la gestión general de la red. Si bien los diferentes OEM pueden elegir adoptar enfoques un poco diferentes sobre dónde y cómo agregar estas funciones definidas por software, los principios fundamentales y los componentes tecnológicos necesarios para este enfoque son los mismos.

El CVC también controla la energía y la carrocería de todos los controladores de zona y maneja las comunicaciones con el mundo exterior. Recibe actualizaciones inalámbricas (OTA) y las distribuye a los sistemas del vehículo según sea necesario. Tiene sus propias conexiones directas a los controladores de zona, por lo que puede enviarles actualizaciones, y los controladores de zona pueden, a su vez, actualizar otras unidades conectadas a ellos.

Con el tiempo, las comunicaciones evolucionarán. El control de la carrocería se puede manejar a través de una red CAN-FD, con una topología en estrella que presenta el CVC en el centro. Cuando la red está organizada en zonas manejables, la topología en estrella es un enfoque eficiente y, además, puede admitir la activación selectiva. La comunicación del sensor ADAS se manejará a través de una red diferente basada en un estándar de red Ethernet sensible al tiempo o PCI Express automotriz, y se conectará al CVC a través de una red de topología en estrella diferente. Cuando se requiere redundancia, en el nivel autónomo 3 y superior, la red de sensores ADAS formará dos anillos, con nodos principales en los anillos que incluyen el nodo de cómputo central, el CVC y los controladores de zona. Si bien una topología en anillo es un poco más costosa que la topología en estrella a la que reemplaza, ofrece un rendimiento operativo confiable sin necesidad de duplicación. Como resultado, es mucho más rentable que los enfoques alternativos para admitir la automatización de nivel 3 y superior.

## CAMBIO A 48 V

Otra aplicación de los controladores de zona es que simplifican la migración hacia arquitecturas eléctricas de 48 V. Estas arquitecturas son compatibles con los vehículos denominados "híbridos suaves" que pueden obtener el 70 por ciento de los beneficios de un sistema híbrido completo al 30 por ciento del costo y mejorar la economía de combustible entre un 15 y un 20 por ciento. Debido a que todavía funcionan muy por debajo de los 60 V, no requieren los componentes y el cableado más costosos asociados con los sistemas de alto voltaje y los vehículos totalmente eléctricos.

Estos sistemas de 48 V se vuelven populares porque brindan numerosos beneficios a los diseñadores de vehículos. Por ejemplo, un sistema de 48 V puede mejorar la suavidad del arranque o apagado automático de un híbrido suave, cuando un vehículo apaga el motor de manera automática al detenerse y lo reinicia cuando el conductor levanta el pie del freno. Del mismo modo, permite a los OEM aumentar el rendimiento a través de turbos eléctricos integrados.

Un sistema de 48 V permite que los vehículos alimenten los principales componentes eléctricos de manera más eficiente que un motor de combustión, como el compresor del aire acondicionado, el ventilador del motor y la dirección asistida. Reduce la pérdida de energía porque brinda la misma energía eléctrica pero con mucha menos corriente, y cuanto menor sea la corriente, menos energía se perderá debido a la resistencia inherente a los conductores.

El cambio a 48 V también resuelve el desafío de las caídas de voltaje durante el arranque en frío. Si se arranca un vehículo cuando la temperatura ambiente es demasiado baja, una fuente de 12 V puede fluctuar tan bajo como 3 V o 4 V. Si un componente electrónico requiere 5 V, esa fluctuación puede hacer que el componente se reinicie. Antes, las arquitecturas de los vehículos tenían que emplear un suministro de refuerzo para mantener el voltaje alto en esas condiciones. Por el contrario, un sistema que usa 48 V no fluctuará a niveles tan bajos como para restablecer esos componentes, lo que significa que se puede eliminar el refuerzo.

## AVANCES PASO A PASO

El desafío es que la mayoría de los componentes eléctricos disponibles para vehículos todavía están diseñados para el estándar tradicional de 12 V. Algunos diseñadores de vehículos tienen dos sistemas separados en el vehículo con sus propias baterías: uno que funciona a 12 V para esos componentes heredados y otro que funciona a 48 V para las conexiones más nuevas.

Un controlador de zona simplifica y agiliza la arquitectura. Con una arquitectura de controlador de zona, un vehículo tiene solo una fuente de batería, que brinda 48 V y distribuye esa energía a los controladores de zona. Los controladores de zona están configurados para brindar 48 V a los componentes que están listos para ello y, al mismo tiempo, pueden reducir la potencia a 12 V para aquellos componentes que no lo están.

Por ejemplo, podría ser costoso migrar, de una vez, todos los motores y otros componentes eléctricos en un controlador de puerta de 12 V a 48 V. En su lugar, un OEM podría optar por migrar solo el levantador de ventanilla a 48 V, ya que requiere la mayor cantidad de energía, pero dejar todos los demás componentes a 12 V o menos. El controlador de zona maneja la conversión según sea necesario.

Este enfoque progresivo para migrar a las tecnologías vehiculares del mañana es lo que hace que los controladores de zona sean tan atractivos. Los OEM pueden ahorrar costos y reducir el peso de inmediato, al tiempo que sientan las bases necesarias para Smart Vehicle Architecture™, lo que permite un futuro de vehículos con un grado alto de automatización y muchas funciones.

## SOBRE EL AUTOR



**Martin Bornemann**

Director de Sistemas, Grupo de Arquitectura de Movilidad

Martin Bornemann es responsable de los aspectos de hardware y sistema de Smart Vehicle Architecture (SVA) de Aptiv en la oficina de CTO. Trabaja en Aptiv desde hace más de 20 años en puestos de gestión de la innovación, gestión de proyectos y desarrollo de hardware. Antes de trabajar en Aptiv, diseñó equipos de telecomunicaciones para Ericsson y realizó investigaciones de LAN inalámbricas para Bosch.

---

**SABER MÁS EN [APTIV.COM/SVA](https://www.aptiv.com/sva) →**