

## Controladores centrales, esenciales para los autos definidos por software

Los vehículos definidos por software permiten una innovación en la movilidad como nunca antes se había visto la industria del automóvil, con nuevas funciones y capacidades a sólo una descarga inalámbrica. Pero algo tiene que conectar el software con el vehículo para convertir los sueños de los ingenieros en una realidad física.

El controlador central del vehículo (CVC) cumple esa función. El CVC puede ser un controlador de la potencia y la carrocería, un controlador de la propulsión y el chasis, un enrutador de red de datos, una pasarela, un cortafuegos, un maestro de zona y un centro de almacenamiento de datos, todo en uno, o puede realizar una combinación de algunas de esas funciones. Y lo que es más importante, es una pieza clave de la arquitectura que traduce el código de software en acciones físicas, de bits y bytes en la propia movilidad.

El CVC se encarga de los detalles de las señales de comunicación con cientos de componentes del vehículo y luego puede ayudar a abstraer esas funciones como servicios a las aplicaciones de software. Permite a los desarrolladores dedicar menos tiempo a preocuparse por cómo gestionar las comunicaciones dentro de un vehículo y más a crear funciones que añadan valor real a los consumidores. Sin el CVC, el vehículo definido por software no existe.

**EL 'PEQUEÑO CEREBRO'**

Un corredor se acomoda en la marca de salida, listo para que comience la carrera. Cuando el sonido de la bocina de salida llega a los oídos del corredor, el cerebro le dice a las piernas que empujen con fuerza contra el suelo para impulsar el cuerpo hacia delante. Pero la corredora está pensando en la velocidad y la concentración, en la distancia y el ritmo, y quizá en los consejos de su entrenador. No está pensando en las neuronas que deben activarse para que sus músculos se contraigan en la secuencia correcta, ni en cómo mantener el equilibrio al dar la vuelta final hacia la línea de meta.

El cerebro se encarga del pensamiento de alto nivel, mientras que el cerebelo (el "pequeño cerebro") coordina los músculos para llevar a cabo las acciones ordenadas por el cerebro.

Esta analogía es especialmente adecuada a medida que avanzamos hacia los vehículos

definidos por software. Se necesita una capa entre el cerebro y el sistema nervioso de un vehículo: un "pequeño cerebro" que sirva de puente entre el mundo digital y el analógico, traduciendo las decisiones tomadas por el cerebro en acciones llevadas a cabo por el sistema nervioso del vehículo de forma rápida y eficaz.

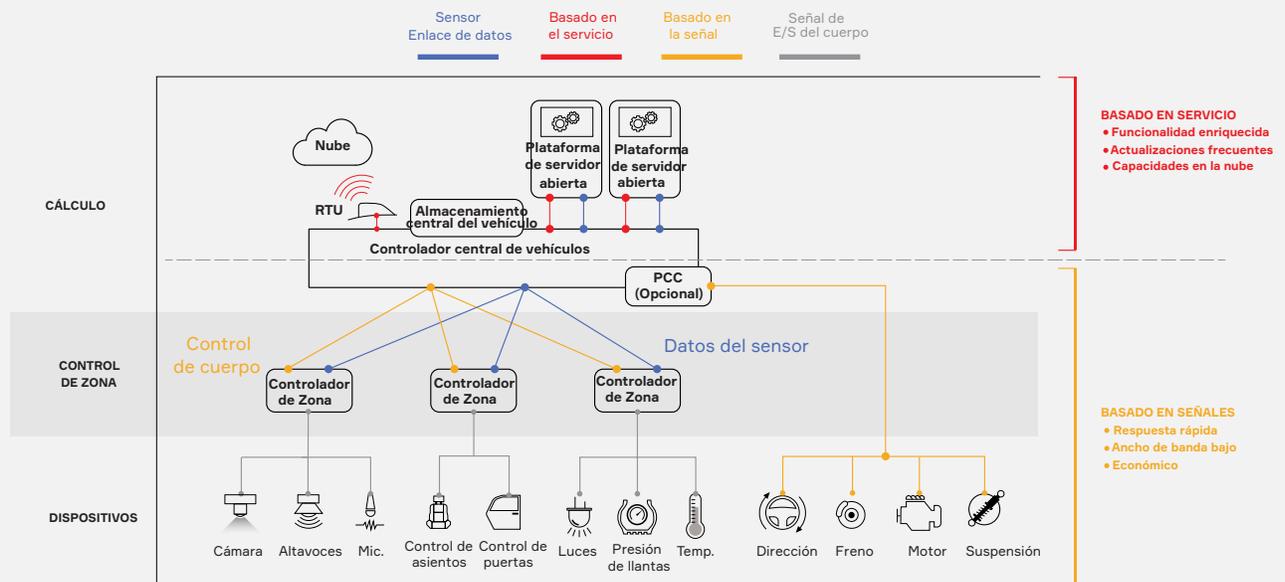
Se trata del controlador central del vehículo (CVC), un ordenador especializado que desempeña un papel fundamental en las arquitecturas de los vehículos del futuro.

**DE LA SEÑAL AL SERVICIO**

Para realizar la traducción, el CVC sirve de puente entre el mundo de las señales y el de los servicios. Los vehículos se han regido durante mucho tiempo por señales, en las que un controlador de la carrocería envía una trama de datos a un dispositivo específico, que luego reacciona realizando una función concreta.

**El eje central**

El controlador central del vehículo gestiona las comunicaciones en todo el vehículo, uniendo el mundo de los servicios, de aplicaciones de software y computación en la nube con el mundo de las señales comprendido por los dispositivos de E / S.



En una arquitectura orientada a los servicios, las funciones se presentan en cambio como servicios más genéricos, y las aplicaciones que requieren esos servicios se suscriben a ellos.

Por ejemplo, un fabricante de equipos originales puede querer permitir a los usuarios controlar la climatización del vehículo a través de una aplicación en su sistema de infoentretenimiento. El CVC presentaría un servicio llamado "HVAC", y la app se suscribiría al servicio HVAC, comunicándose con él a través de interfaces de programación de aplicaciones (API).

Cuando el usuario selecciona una temperatura, la app de climatización del sistema de infoentretenimiento utilizaría esas API para indicar al servicio HVAC que fije la temperatura en, por ejemplo, 20 grados centígrados para el lado derecho del vehículo. A su vez, el servicio de climatización enviaría señales a los distintos actuadores -al compresor, los ventiladores y las aletas- a través de los controladores de zona. El servicio averiguaría cuándo hay que encender o apagar el compresor, qué ventiladores hay que activar y hasta dónde hay que abrir las rejillas y, a continuación, enviaría señales a los dispositivos adecuados en los momentos oportunos. Cuando tenga sentido, los servicios podrían centrarse en funciones muy limitadas, o micros servicios, lo que permitiría realizar actualizaciones dirigidas sólo a esas funciones.

A través de esta abstracción, la aplicación del sistema de infoentretenimiento en este ejemplo está completamente aislada de la mecánica del control del clima. No conoce la ubicación de los mecanismos de control de la climatización, ni siquiera su existencia. Como los desarrolladores del sistema de infoentretenimiento no tienen que preocuparse por esos mecanismos, pueden centrarse en optimizar la experiencia del usuario y mejorar el uso del climatizador en las innovaciones de la aplicación.

### DIFERENTES LÍNEAS DE TIEMPO

La separación en esta arquitectura coloca las funciones que no cambian con tanta frecuencia en una plataforma diferente de las que podrían actualizarse con frecuencia a lo largo del tiempo. El CVC podría albergar funciones que están en el mismo ciclo de innovación -cada cinco o seis años- que el propio vehículo. Esto liberaría a las aplicaciones, que podrían estar alojadas en una plataforma de servidor abierta (OSP), para cambiar

*“Con su enfoque en tiempo real y conexiones a dispositivos en todo un vehículo, el CVC actúa como un enrutador para todas las comunicaciones de datos. Maneja la priorización y programación del tráfico de red”.*

tan a menudo como sea necesario a través de actualizaciones over-the-air. Además, los fabricantes de equipos originales podrían actualizar sus OSP a medida que aparecieran microchips más potentes -por ejemplo, cada dos años-, lo que situaría esas funciones de alto nivel en un ciclo de actualización más cercano al de los smartphones actuales.

Teniendo en cuenta esta distinción, el CVC se convierte en una ubicación natural para muchas funciones de control de potencia y carrocería y, opcionalmente, para el controlador de propulsión y chasis (PCC).

El controlador de potencia y carrocería gestiona todos los dispositivos relacionados con la carrocería del vehículo, incluidas las luces interiores y exteriores, los controles de las ventanas y los cierres de las puertas, los controles de la climatización, las luces de advertencia y la distribución general de energía. Estas funciones son menos críticas para la seguridad que el PCC, pero tampoco cambian mucho con el tiempo.

El PCC puede incluir las aplicaciones de más alto nivel de los frenos, la dirección, la suspensión y las aplicaciones del motor, así como los controles para ejecutar maniobras como parte de un sistema avanzado de asistencia al conductor (ADAS). Estas funciones se construyen de acuerdo con los requisitos de seguridad más estrictos y suelen tener la calificación ASIL-D, que representa el nivel más alto de gestión de riesgos. Como son críticas para la seguridad del vehículo, tienen que ser aprobadas por los organismos reguladores, lo que puede llevar hasta 18 meses, por lo que es importante mantenerlas fuera de una plataforma que contenga software menos crítico que podría actualizarse con más frecuencia.

Esta separación proporciona la mejor correspondencia entre procesador y función. El CVC se centra en funciones que requieren un procesamiento de datos y un sistema operativo en tiempo real, con aceleración del flujo de datos y cifrado y descifrado de alta velocidad. Por el contrario, las funciones de experiencia de usuario están orientadas a los gráficos, por lo que requieren un procesador gráfico, y las funciones ADAS complejas están más orientadas a las políticas, por lo que esas funciones suelen ejecutarse en plataformas adaptadas a esas necesidades.

Una excepción son las funciones de seguridad de nivel básico. Los vehículos pueden alcanzar niveles de automatización centrados en el cumplimiento de las normas utilizando sensores inteligentes para preprocesar los datos y enviarlos al CVC, que podría realizar una fusión de sensores para obtener una imagen precisa de los objetos que rodean al vehículo, integrarse con otros sistemas y ejecutar decisiones de conducción.

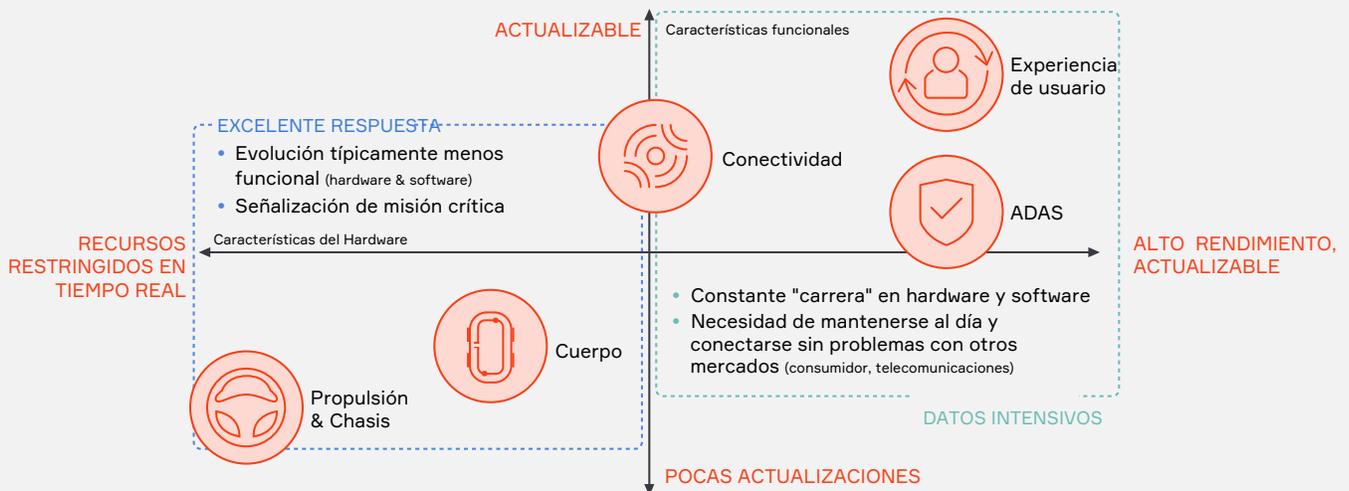
Una excepción son las funciones de seguridad de nivel básico. Los vehículos pueden alcanzar niveles de automatización centrados en el cumplimiento de las normas utilizando sensores inteligentes para preprocesar los datos y enviarlos al CVC, que podría realizar una fusión de sensores para obtener una imagen precisa de los objetos que rodean al vehículo, integrarse con otros sistemas y ejecutar decisiones de conducción. Este enfoque permite una funcionalidad ADAS de bajo nivel sin un controlador de dominio dedicado. Cuando el sistema se desarrolla utilizando ADAS de Aptiv, la escalabilidad aditiva de la plataforma permite que el sistema migre más fácilmente a niveles superiores de ADAS cuando sea necesario.

### EL CENTRO DE TODO

Con su enfoque en tiempo real y sus conexiones a dispositivos en todo el vehículo, el CVC actúa como un router para todas las comunicaciones de datos, gestionando la priorización y la programación

## Diferentes cálculos para diferentes necesidades

No todas las funciones de un vehículo requieren el mismo tipo de computación o la misma frecuencia de actualizaciones



del tráfico de red. Es capaz de enrutar el tráfico de tecnologías de red heredadas, como Controller Area Network y FlexRay, con redes emergentes como Automotive Ethernet y PCI Express (PCIe), aislando de nuevo las aplicaciones de nivel superior de las minucias de los distintos protocolos de datos.

El CVC gestiona la sincronización horaria, que es fundamental para que los múltiples sistemas de un vehículo trabajen juntos de forma eficaz. Mantiene la hora exacta a través del GPS, pero también puede mantener el control de la sincronización si se pierde la señal del GPS. Y en una red de criticidad mixta, garantiza que el tráfico más crítico, como los datos del radar, llegue a tiempo.

El CVC gestiona incluso las comunicaciones con la nube. Una unidad transeptora remota (RTU) incluye una antena y un módem para comunicarse con la nube a través de telefonía móvil 4G y 5G, así como de Wi-Fi y Bluetooth. El CVC trabaja con la RTU para gestionar cualquier descarga en el aire y subir cualquier dato de diagnóstico o análisis a la nube. Esta integración ascendente del procesamiento en el CVC permite un embalaje más compacto en el punto de la antena.

El CVC puede entonces ofrecer comunicaciones a través de la RTU como un servicio a las aplicaciones de software en el vehículo. Por ejemplo, un módulo de software ADAS podría suscribirse a servicios de vehículo a todo -como la detección de semáforos- y el CVC gestionaría esos servicios.

Aunque la ciberseguridad es una capacidad que debe integrarse en todo el software y el hardware de un vehículo, es especialmente importante en el CVC, porque sirve de puerta de entrada al mundo exterior. Por esa razón, es donde reside el cortafuegos. El CVC garantiza la integridad de cualquier descarga por aire antes de distribuirla a otros sistemas, y recoge cualquier evento de ciberseguridad y lo comunica a la nube.

Por último, el CVC sirve como punto de recogida y agregación de cualquier dato generado por los sensores alrededor del vehículo, como el radar, las cámaras y el lidar. El CVC condensa los datos, realiza la fusión de sensores y ofrece la información a través de otro servicio a las aplicaciones ADAS.

## **MAESTRO DE ZONA**

El CVC es un componente crítico de cualquier arquitectura avanzada de vehículos, pero funciona especialmente bien con las arquitecturas zonales. En una zonal, las áreas físicas del vehículo se segmentan en zonas, y las entradas y salidas (E/S) - sensores, actuadores y periféricos- se conectan a su controlador de zona local para obtener energía y datos. Los controladores de zona realizan algunas funciones de control de la carrocería, preprocesan otros datos y agregan el tráfico al CVC a través de un único enlace, lo que simplifica enormemente la arquitectura de la red de datos.

En este escenario, el CVC es el maestro de zona, coordinando las acciones entre todos los controladores de zona del vehículo. En lugar de conectar directamente de 300 a 500 E/S a un controlador de carrocería, esta arquitectura separa las conexiones de E/S del CVC, pero mantiene la mayor parte de la funcionalidad de control de carrocería dentro del CVC.

Cuando una aplicación solicita que un servicio encienda el intermitente delantero izquierdo, por ejemplo, el CVC determina con qué controlador de zona debe comunicarse y envía la señal de parpadeo.

Consideremos la interacción entre una cámara de cabina y una aplicación de experiencia de usuario en cabina, como la que detecta los objetos olvidados. En una arquitectura zonal, la cámara podría enviar tramas de señalización diferencial de bajo voltaje a un controlador de zona, que a su vez agrega los datos de la cámara y otros dispositivos en un enlace Ethernet de automoción al CVC. El CVC extraería entonces los datos pertinentes y, a través de sus servicios, los pasaría a un OSP dedicado a la experiencia del usuario en la cabina, potencialmente a través de PCIe para garantizar la mayor velocidad de transferencia posible. El CVC podría utilizar simultáneamente los datos recogidos para su análisis, procesándolos y enviándolos a través de una conexión Ethernet o PCIe a la RTU, que a su vez comunicaría esos datos analíticos a través del servicio celular 5G a la nube. Esto permitiría a la aplicación de "objetos olvidados" aprovechar de forma eficiente la informática de a bordo mientras aplica selectivamente la identificación de objetos basada en la nube o la conectividad para notificar al usuario cuando sea necesario.

## EL PANORAMA GENERAL

A medida que los OEM planifican las arquitecturas eléctricas/electrónicas de próxima generación, como la Smart Vehicle Architecture™ de Aptiv, las funciones del CVC son imprescindibles. Y a medida que los OEM consolidan las unidades de control electrónico (ECU), el CVC sigue siendo una de las 10 o 15 cajas de un vehículo. Las ECUs podrían incluir los controladores de zona, los nodos de las puertas, los nodos de los asientos, la caja de los frenos, la caja de la dirección, el sistema de gestión de la batería, el OSP y el CVC. Un vehículo diseñado para el nivel 3 de automatización requeriría que el CVC soportara una redundancia eficiente, especialmente si incluye el PCC dentro de él, ya que el PCC es tan fundamental para el funcionamiento del vehículo.

Una unidad externa conectada directamente al CVC puede proporcionar una unidad de almacenamiento central del vehículo (CVS) para todos los datos del vehículo. La unidad CVS contendría un inventario completo del software, los archivos de idiomas y otros archivos con gran cantidad de datos, como las bases de datos de mapas para el módulo de infoentretenimiento o los mapas de alta definición para la conducción automatizada.

El CVC -con un amplio almacenamiento en el CVS, CPUs sólidas y una cantidad importante de RAM- tendría recursos suficientes para ofrecer continuidad de datos desde el vehículo a la nube. Es decir, podría replicar parte de la infraestructura de la nube en el borde para garantizar que los datos fluyan fácilmente desde el vehículo hasta los servidores de la nube, permitiendo el uso de modernos sistemas de bases de datos de TI y arquitecturas de microservicios. El cliente Connect Edge de Aptiv Connected Services, por ejemplo, puede ejecutar análisis en el CVC para agregar datos almacenados en el CVS sobre el estado del vehículo, procesarlos y subirlos a la nube.

La clave para que esa conexión con la nube funcione bien es diseñar el CVC para que funcione en condiciones difíciles sobre el terreno, sabiendo que la conectividad podría ser inestable o irregular, según la ubicación del vehículo. Los desarrolladores deben filtrar, seleccionar y optimizar los datos para su transmisión a través de redes inalámbricas para aprovechar al máximo un ancho de banda potencialmente escaso y minimizar la latencia, manteniendo al mismo tiempo altos niveles de seguridad.

Al configurar un vehículo, el OEM podría crear su gemelo digital, una representación virtual que refleje todas las especificaciones del vehículo, incluidas todas sus capacidades de software. El gemelo digital podría determinar qué contenido de software se cargó en el CVS y se conectó al CVC el día de la producción. El CVC utilizaría entonces ese software para programar las demás unidades con el software más reciente antes de que el vehículo saliera de la línea de producción.

Esta unidad de almacenamiento sería probablemente una unidad de memoria no volátil Express conectada al CVC a través de PCIe, lo que ofrece una gran flexibilidad cuando un vehículo está en el campo. Si una unidad se queda sin espacio, o si se degrada con el tiempo, puede sustituirse.

## Próximos pasos

Los fabricantes de equipos originales ya han empezado a fusionar los controladores de la carrocería con la función de pasarela, pero tiene sentido llevar esta integración hacia arriba para consolidar las funciones en tiempo real, como el PCC y el router de la red de datos, en una sola caja. El truco está en consolidar esas funciones de forma lógica y medida, optimizándolas en el contexto de la arquitectura general del vehículo y abstrayendo las señales en servicios.

A medida que los fabricantes de equipos originales construyen el cerebro y el sistema nervioso que comprende la Smart Vehicle Architecture™ de Aptiv, no deben subestimar el papel crucial del PCC, el pequeño cerebro que no solo permite las funciones superiores de los vehículos definidos por software, sino que también mantiene silenciosamente todo en movimiento.

## SOBRE LOS AUTORES



### **Sylvain Piralí**

Jefe Global de Ingeniería en Conectividad y Seguridad Avanzadas

Sylvain Piralí lidera los esfuerzos de desarrollo de productos de Aptiv en materia de conectividad y seguridad, con innovaciones que permiten a los OEM cambiar rápidamente hacia la centralización de la computación y gestionar la creciente complejidad del software. Sylvain comenzó su carrera en la industria del automóvil en 2003 como ingeniero de desarrollo de hardware diseñando controladores de carrocería. Desde entonces, ha desempeñado diversas funciones en la gestión de productos, tecnología y equipos, lo que le ha permitido comprender ampliamente las tendencias del mercado.



### **Aurélien Hars**

Director del equipo de Ingeniería en Conectividad y Seguridad Avanzadas

Aurélien Hars dirige la estrategia y el desarrollo de software en ingeniería avanzada para las pasarelas y los controladores de zona de Aptiv, así como la red troncal de Ethernet para automóviles que los conecta. Aurelien tiene experiencia en la industria de los semiconductores, donde participó en la definición de UniPro por parte de la Alianza MIPI, una capa de transporte agnóstica para las comunicaciones entre procesadores. Actualmente es miembro del Grupo de Trabajo Técnico de la Alianza eSync y es titular de patentes sobre transmisión de datos y seguridad en el automóvil.

CONOZCA MÁS EN [APTIV.COM/CONNECTIVITY](https://www.aptiv.com/connectivity) →