

# Nuevos retos en la Electrónica del automóvil

## Vehículos ecológicos, infotainment y seguridad: nuevos desafíos

Por Ezequiel Navarro, Pau Colomer y Felipe Jerez . Premo



En 2005 con el Toyota Prius, una realidad como vehículo híbrido (HV), las perspectivas de la industria electrónica para automóvil aún eran sólo hace 5 años muy tímidas. Con relación al desarrollo de electrónica de potencia para HV y los completamente eléctricos EV o los híbridos enchufables PHV, las previsiones eran de tan solo un 1% del mercado mundial en 2020 en el caso más optimista. Hoy en 2010, hasta fabricantes del más tradicional enfoque a la potencia como BMW o Daimler aceptan un escenario del 2% en 2020 y Renault, como reto de su Consejero Delegado Carlos Ghosn plantea un 20% de su producción totalmente eléctrica.

Figura 2. Audi e-TRON



Los cuatro motores del Audi e-Tron (fig. 2) tendrán una potencia total de 230kW y una autonomía de 6 horas. Estamos ante un reto industrial que puede transformar el tejido y el mapa de una de las mayores industrias del mundo.

Los principales retos son:

- Evolución de la Electrónica de Potencia
- Evolución de los sistemas de almacenamiento de energía
- Mejoras en la compatibilidad electromagnética y seguridad eléctrica.
- Mejoras en los sistemas de tracción.
- Mejoras en el desarrollo de Vehículo interconectado.

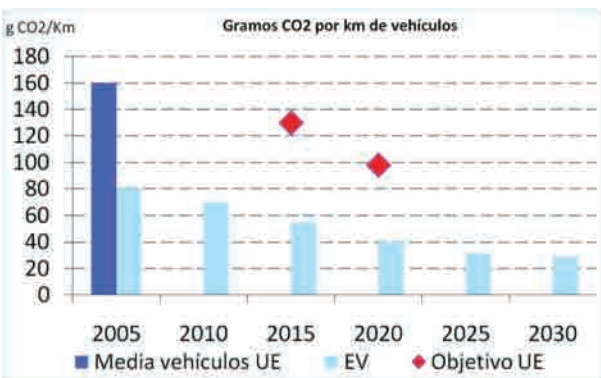
### Evolución de la Electrónica de Potencia

Un VE consta como mínimo de los sistemas de la figura 3. El diagrama de bloques simplificado será el mostrado en la figura 4.

Algunos ejemplos de requerimientos de prestaciones de estos módulos se recogen en la tabla 1.

La electrónica de potencia con el reinado de los semiconductores de gran corriente tipo tiristor o IGBT's ha estado hasta ahora consagrada a aplicaciones energéticas y de transporte, ferrocarriles eléctricos, tracción, etc, y no tenía las

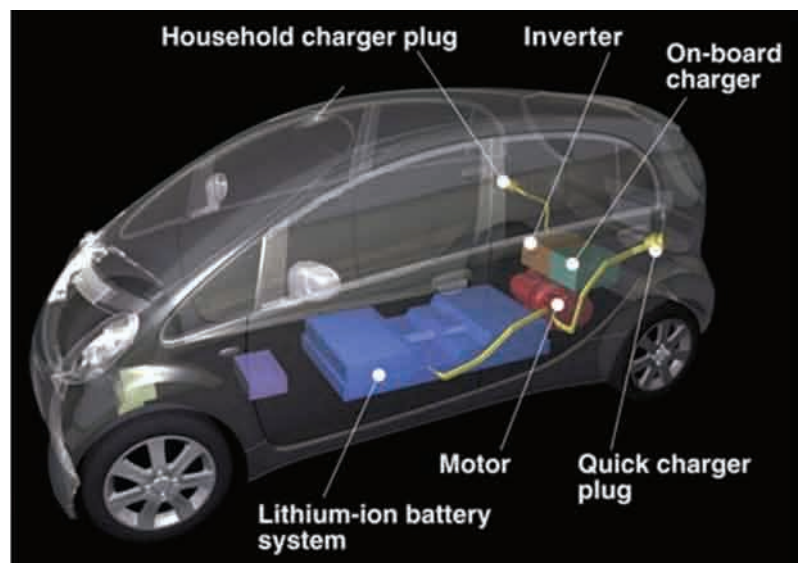
Figura 1. Emisiones de CO2 por Km y año

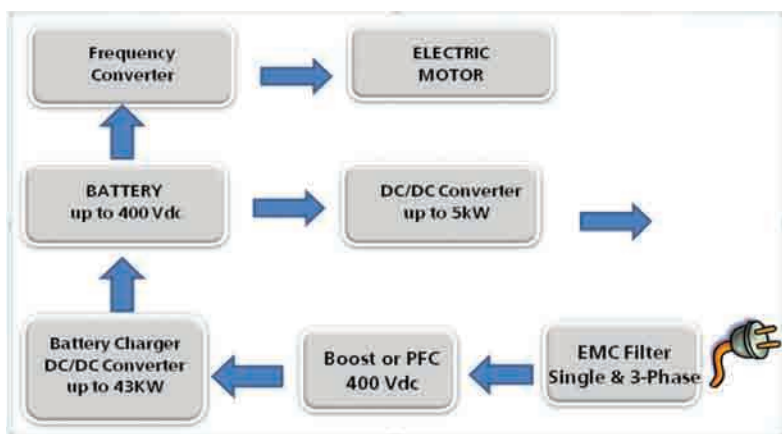


Este nuevo escenario plantea equipar un mínimo de 7 Millones de vehículos eléctricos y además impulsará la producción de toda una gama de soluciones eficientes de modelos de combustión interna (ICE). La revolución ha empezado y, como siempre, requiere de bases económicas y tecnológicas.

¿Estamos tecnológicamente preparados? ¿Tendremos economías de escala para fabricar? ¿Qué sistemas nos encontraremos en los nuevos vehículos?

Figura 3. Configuración mínima de un vehículo eléctrico





Producto	Descripción	Rango de Potencia	Características
Cargador de Baterías	Cargador aislado conectable a red eléctrica para cargar baterías de 400V. Posibilidad de carga rápida (20 minutos) en postes de carga o carga lenta (8 horas).	3kW hasta 43kW	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aislamiento hasta 4000 Vac</li> <li>Posibilidad de entrada trifásica, monofásica y DC</li> <li>Sensado de corriente y tensión incluido</li> <li>Protección contra corrientes de fugas</li> <li>Incluye filtro EMC, PFC, y Convertidor DC/DC</li> <li>Bajo peso y alta densidad de corriente</li> <li>Eficiencia superior al 92%</li> </ul>
Conv. DC/DC	Convertidor de 400Vdc, batería de motores híbridos y eléctricos, a 14Vdc, tensión utilizada por la electrónica del coche.	1kW hasta 5kW	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aislamiento hasta 4000 Vac</li> <li>Corrientes de salida hasta 250 Amp.</li> <li>Alta eficiencia y bajo perfil</li> <li>Alta densidad de corriente</li> <li>Temperaturas de operación hasta 105°C</li> <li>Cerca del motor → Necesita gran fiabilidad</li> </ul>

limitaciones de tamaño, rendimiento, fiabilidad y coste que requiere un vehículo. Ya que la fiabilidad se lograba con el sobredimensionamiento o la redundancia, ninguna de estas alternativas son viables para producir en 10 años unos 15 millones de vehículos a coste de gran consumo.

Por otra parte, y en tanto un vehículo nunca se ha conectado a la red eléctrica no existían las necesidades de cumplimiento con las directivas de compatibilidad electromagnética, en particular inmunidad e interferencia conducidas.

Una carga rápida de la batería supone una clara necesidad para el usuario pero un doble reto: Redes Eléctricas con capacidad de soportar puntas de demanda muy altas y Sistemas Electrónicos con capacidad para proporcionar de forma segura una transferencia de energía muy alta a las baterías del vehículo (tabla 2).

Tipo de vehículo	Tiempo Recarga		
	AC 230V 16A Monf	AC 400V 32A Trif	DC 600V 400A FAST
Pot. Máxima	3.7 kW	43 kW	240 kW
10 kWh	3 h	15 a 30 min	<5 min
20 kWh	6 h	30 a 60 min	5 min
40 kWh	11 h	60 a 120 min	10 min

Los sistemas de carga se plantean para que los vehículos puedan conectarse a redes monofásicas, trifásicas o de corriente continua y tensiones de 600 a 700 VDC. Esto requiere sistemas de conexión a red que gestionen no solo la carga sino la seguridad eléctrica y el riesgo de fugas.

El mismo vehículo y usuario, en función de los usos requerirá de uno u otro sistema de carga como se resume en la tabla 3.

USO			RECARGA		
Hora	Distancia	Paradas	Cuando	Lugar	Tipo
DIA	Recorrido Urbano	Con Paradas	Recarga en parada	Supermercados, Restaurantes, Trabajo, Parking...	Normal/Rápida
	Larga Distancia	Recorrido Continuo	Parar para la recarga	Zonas de recarga interurbanas	Rápida
NOCHE	Regreso	Vehículo en recarga nómada	Unas horas después de llegar	Enchufe en el Hogar	Normal

Si bien el manejo de sistemas como los presentados en el diagrama de bloques en otros sectores y hasta 200kW (En Tesla Roadster

eléctrico superará los 150kW) son una realidad tecnológica en la industria, reducir su tamaño, sus coste, sus pérdidas, aumentando sin redundancias ni sobredimensionamientos la fiabilidad es el gran reto en los sistemas de electrónica de potencia. Los módulos de IGBT's como los ya usados de Infineon o de Semikron por la industria han hecho un gran avance en integración, encapsulado, conexión y disipación de calor con conexiones térmicas a coolplates, disipadores o radiadores.

Véase las soluciones en SEMI-PACK de Semikron (figura 5). que recientemente ha anunciado una alianza con MAGNA para el desarrollo y fabricación de sistemas completos. Los componentes pasivos, en los que transformadores e inductancias son vitales en estos sistemas, han seguido estos pasos si bien sólo Premo presenta con sus soluciones ACQ200 HPT y GHPT componentes inductivos específicos para vehículos eléctricos e híbridos de hasta 30kW por módulo.



Figura 4. Diagrama de bloques simplificado

Tabla 1. Requerimientos y prestaciones para algunos de los módulos de la figura 4

Figura 5. Componentes inductivos específicos de Premo para vehículos eléctricos.

Tabla 3. Tipo de recarga requerida en función del uso del vehículo

Tabla 2. Tiempos de recarga según la alimentación (fuente de suministro)

Tabla 4. Retos tecnológicos y ejemplos de realidades y/o proyectos de algunas marcas.

Características				Ejemplos	
Categoría	Tipo	Funcionamiento	Autonomía Km	Marca/Modelo/ Fecha prevista	Realidad
Combustión Interna	ICE	Combustión interna, es el modelo actual con combustible tipo gasolina o diesel.	500-800	Todos/Todos/En mercado	En mercado
Eléctricos	Híbrido: HEV		600-900	Toyota/Prius/En mercado Lexus/híbrido/En mercado	En mercado
	Híbrido enchufable: PHEV		500	GM/Chevy Volt/ 2011 Chrysler/Jeep y Van /ND Toyota Prius PlugIn//2010	En mercado
	Puro Eléctrico: BEV		En función de tamaño y tecnología de la batería varía entre: 80 200 400	Chrysler/Lotus/ND Renault//2012 Nissan//2012 Hyundai//ND Reva/G-Wiz/ND BYD/F3/2009 Tesla/Roadster/En mercado	En mercado y en el roadmap de los principales fabricantes

la integración de módulos electrónicos de potencia embebidos en componentes pasivos integrados monolíticos 3D (transformadores, inductores y filtros EMC en un solo componente) son serios aspirantes a ocupar parcelas dentro de los sistemas de grandes prestaciones ( alta potencia /volumen), potencia de convertidores en el entorno de 110-150W/pulgada cúbica son posibles si unimos frecuencias de trabajo en el entorno del MHz y usando pasivos monolíticos 3D.

Desde PREMO se apuesta por la integración de componentes pasivos y se realizan estudios con clientes y proveedores para afrontar el reto de los próximos años en lo referente a la integración de módulos electrónico de potencia (IPEM) ya que una vez que se alcancen los niveles de fiabilidad que mercados como el de automoción necesitan, se podrá cruzar una nueva barrera en lo que a disminución de tamaño y volumen se refiere.

## Evolución de los sistemas de almacenamiento de energía

Más que ante un vehículo eléctrico, acabaremos hablando de vehículos de tracción eléctrica de manera que la energía pueda estar almacenada en baterías o en forma de fluidos o gases como en el caso de las células de combustible ( Fuel Cells) alimentados con hidrógeno u otros gases.

Las baterías, son hoy por hoy una de las mayores limitaciones a la implantación de la tecnología de vehículo eléctrico. Existen múltiples desarrollos en todo el mundo liderados por empresas de baterías para automoción, por fabricantes OEM y por consorcios industriales que, en España por ejemplo se agrupan en la iniciativa VERDE

del CDTI o en particular la innovadora iniciativa catalana apoyada por la Generalitat a través de ACCIO y que en definitiva está trabajando en la mejora de la capacidad de almacenamiento de energía mediante la evolución de la tecnología Ion-Litio.

Dentro del área de gestión de batería podemos afirmar que existen tres objetivos principales comunes a todos los sistemas de gestión de baterías (BMS):

- Proteger las células o la batería de daños externos, ya sean mecánicos o de sobrecarga o carga/descarga defectuosa.
- Prolongar la vida de la batería para asegurar un mínimo de horas de funcionamiento.
- Mantener la batería en un estado en el que pueda cumplir los requisitos funcionales de la aplicación para que se especificó.

Para lograr estos objetivos los sistemas BMS deben incorporar una serie de sistemas para proteger a la celdas, controlar la carga, conocer la impedancia de la misma, gestionar la demanda de energía, balancear las celdas, histogramas, proveer de comunicaciones, autenticar e identificar la batería y la medida de dos parámetros fundamentales:

- SOC (State of Charge), el sistema de gestión requiere un conocimiento del estado de carga de la batería o de las células individuales en la cadena de batería. Puede ser usado para comunicar al conductor la capacidad restante en la batería, o podría ser necesaria en un circuito de control para garantizar el control óptimo del proceso de carga.

- SOH (State of Health), otro parámetro fundamental es la determinación del estado de salud, puede entenderse como una medida de la capacidad de una batería para ofrecer sus prestaciones dentro de un rango (los iniciales mas una pérdida permitida). Esta información puede ser vital para evaluar la vida futura (o pendiente) de la batería y debe proveer además de la información para realizar las acciones de mantenimiento.

PREMO trabaja en el desarrollo de tecnologías de aplicación para los sistemas de gestión de baterías, para ello trabaja con diferentes empresas para la adecuación de nuevas tecnologías de transducción de corriente aplicada a la gestión inteligente de baterías. El rango de productos en desarrollo incorpora productos específicos para el sensado de corriente en el punto de carga del vehículo y en el paquete de batería.

Las topologías de celdas, la inclusión de electrónica de sensado y control de corrientes de carga y temperaturas, la posibilidad de inhabilitación temporal o permanente de celdas estropeadas o sobrecalentadas requiere una tecnología en transductores de corriente que supere a los actuales sistemas basados en efecto hall. Las amplitudes, resoluciones y precisiones de los transductores que han de medir miliamperios y centenares de amperios con alta resolución exigen tecnologías de las que hoy sólo empresas como LEM y PREMO disponen.



Figura 6. Transductores de alta resolución de Premo



## Mejoras en el desarrollo del Vehículo interconectado

Muchos coches permiten conexión con reproductores de MP3, DVD's, dispositivos Bluetooth o teléfonos móviles. No pasará mucho tiempo para que el coche esté conectado no sólo a internet sino a otros vehículos. El pasado 21 de Agosto de 2009 la Comisión Europea envió al Parlamento Europeo el Libro Blanco, "eCall: el momento de implantarlo". En resumen se plantean las ventajas en economía, seguridad vial y vidas humanas del desarrollo del vehículo inteligente. Hasta 2500 vidas al año se estima que se salvarían.

Los usuarios ya esperan usar el MP3 o Facebook o Google Earth en sus vehículos como continuación de su forma de vida "conectada". La confluencia de esta demanda y la intención regulatoria de disponer de la potencialidad de un vehículo conectado para mejorar la seguridad vial hacen que los sistemas electrónicos de los vehículos tengan que abrirse y trascender sus hasta ahora cerradas topologías y el BUS CAN para conectarse a la red. Los saltos cualitativos son:

- Arquitecturas de SW actualizables y modularmente compatibles y vigentes por 10 años.
- Conectividad

### Conexiones internas.

Sistemas de bus de datos para la interconexión de consola central con unidad de entretenimiento de asientos traseros, cluster de instrumentos digitales y otros módulos que por ejemplo puedan hacer streaming de multimedia en el vehículo y cuyo ancho de banda excede la capacidad del bus CAN y puede requerir como mínimo una red MOST de alta velocidad o AVB sobre Ethernet.

### Conexión a dispositivos portátiles

Dispositivos con MTP (Media Transfer Protocol), iPods, reproductores MP4, dispositivos de almacenamiento masivo con conexión USB, auriculares bluetooth, etc., requerirá conectividad sin olvidar que, hoy ya tenemos móviles multimedia que puedes hacer streaming de contenidos o suministrar información de localización GPS, contactos de agenda o gestión de calendario.

### Conexión a la red.

O conexión a la nube con aplicaciones derivadas de la funcionalidad de Pandora, Netflix, Hulu, Twitter o cualesquiera servicios basados en Internet mediante dispositivos de acceso a red (NAD) y una disponibilidad casi ubicua de redes inalámbricas que estará disponible con los sistemas 4G o LTE.

## Conclusiones

**¿Estamos tecnológicamente preparados?** Las tecnologías y los sistemas se conocen y se aplican en otros sectores. El mayor reto son las baterías e infraestructuras junto con la mayor integración de potencia para reducir tamaños, pesos y volumen.

**¿Tendremos economías de escala para fabricar?** Sin un impulso político a la demanda y a la reconversión industrial del sector, la demanda de los usuarios por sí sola no desarrollará las economías de escala necesaria.

**¿Qué sistemas nos encontraremos en los nuevos vehículos?** Algunos de ellos han quedado identificados arriba. La electrónica de potencia y las TIC tienen ahora un gran papel en el nuevo automóvil. 