

## GT3 - SISTEMAS DE TRACCIÓN

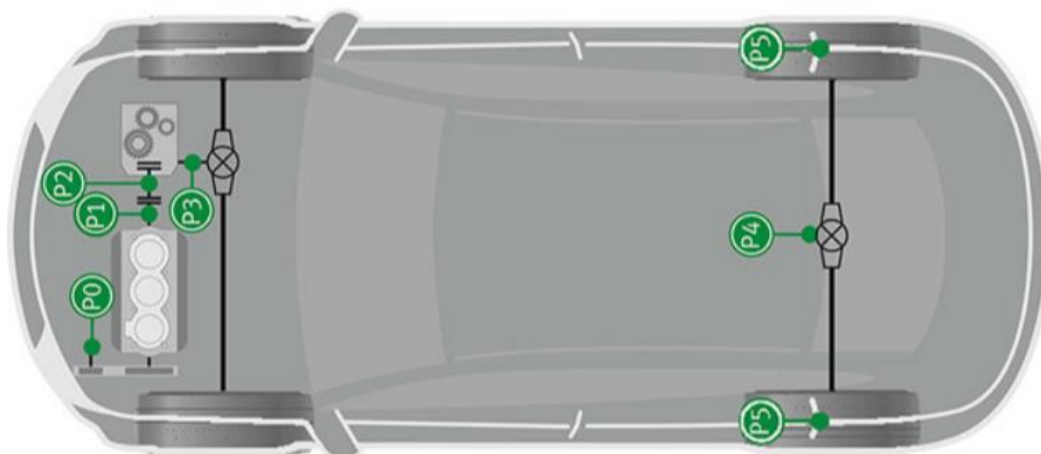
### 1. Descripción

El sistema de tracción de un vehículo es el conjunto de mecanismos o dispositivos que permite transformar la energía residente en una fuente energética externa (combustible o electricidad) en energía cinética, provocando con ello el desplazamiento del vehículo.

Actualmente existen diversas alternativas en cuanto a sistemas de tracción, cada una con sus ventajas e inconvenientes, a saber: basados en motores de combustión interna ICE (gasolina, diésel, GLP, GNC, GNL, biocombustibles), basados en motores eléctricos EV (BEV, HEV, FCEV) o mixtos ICE-EV.

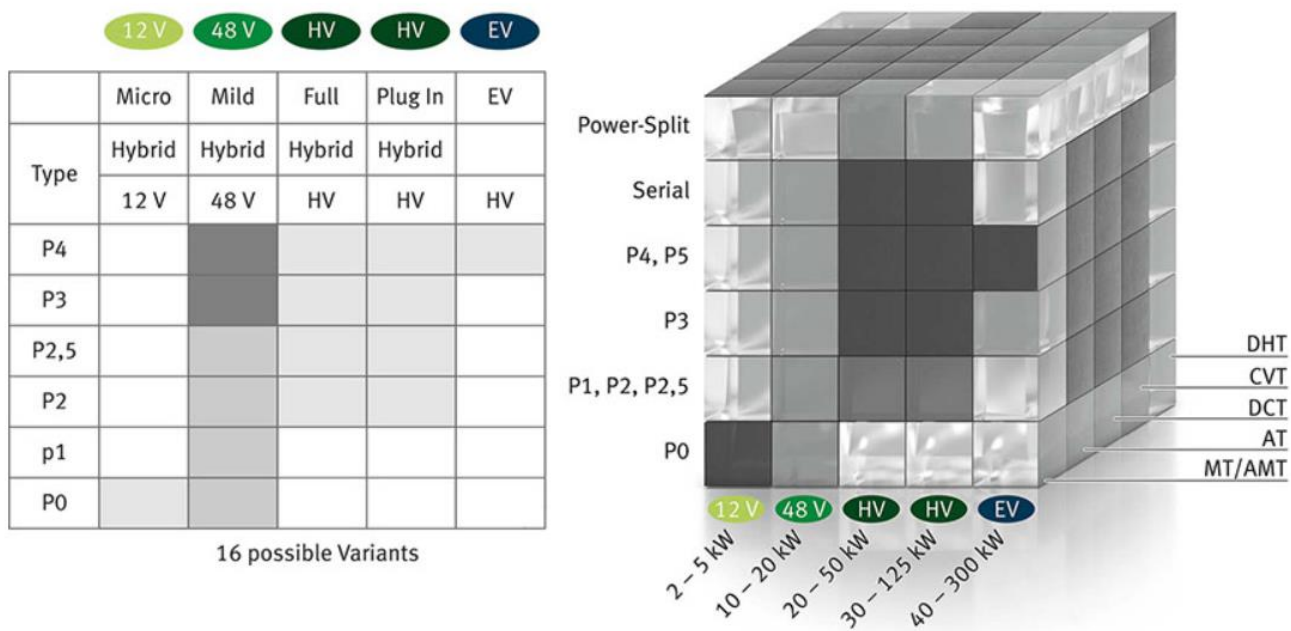
El objetivo del presente documento es plantear unas bases estratégicas de I+D+i, en el área de los sistemas de tracción (exceptuando los sistemas de almacenamiento de energía, que son objetivo de análisis en otro grupo de trabajo específico), que permita a la industria española del automóvil no sólo permanecer competitiva sino visionar y apostar anticipadamente por aquellas soluciones que terminarán siendo claves futuras para el sector a nivel mundial. Todo ello desde los principios básicos de la neutralidad tecnológica y la minimización del impacto medioambiental integral, y partiendo de que ninguna de las alternativas será mejor al resto en todos los escenarios, siendo por ello importante que el previsible mix futuro de sistemas de tracción alternativos ofrezca al usuario la solución óptima en cada caso (ciudades superpobladas, desplazamientos de larga distancia, vehículos comerciales y/o pesados, países desarrollados vs en vías de desarrollo, países intensivos en energías renovables vs intensivos en energías fósiles, etc.).

### CONFIGURACIÓN DEL TREN DE POTENCIA (POWERTRAIN)



- P0: start/stop conectado mediante correa al motor (BSG)
- P1: start/stop con más potencia, acoplado a la salida del motor / cigüeñal
- P2: en la entrada de la caja de cambios, con un embrague para permitir el arranque del motor.
- P3: a la salida de la caja reductora
- P4: conexión directa al diferencial. Configuración de BEV.
- P5: motor en rueda. Configuración de BEV.

## RELACIÓN ENTRE CONFIGURACIÓN DE POWERTRAIN, TIPO DE TRANSMISIÓN Y TIPO DE VEHÍCULO



## 2. Integrantes

- ▲ Rafael Merinero – Witzenmann (Líder)
- ▲ Jose Esmoris – Cie Automotive
- ▲ Esteban Cañibano - Cidaut
- ▲ Isabel Burdallo – Francisco Albero FAE
- ▲ Francisco Ramos - Francisco Albero FAE
- ▲ Marta Tobar - Idiada
- ▲ Miguel Martinez Iturralde – IK4-Ceit
- ▲ José María López - INSIA
- ▲ Ion Larrañaga - Tecnalia

### 3. Soluciones existentes

Sistema	Componente	Soluciones existentes	Comentario
Máquina Eléctrica (motor).	Estator	<p><b>Chapa magnética apilada y unida</b> (soldada o grapada). Está chapa varía la forma dependiendo:</p> <p>Topología: Radial o axial (menos común).</p> <p>Tipo de bobinado</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Con bobinado distribuido.</li> <li>Con bobinado concentrado. Permite dividir el estátor en secciones y facilita el montaje y el bobinado.</li> </ul>	<p><b>P0:</b> bobinado distribuido.</p> <p><b>P1/P2/P3:</b> normalmente bobinado concentrado debido a la forma, muy ancho y corto. Topología radial.</p> <p><b>P4:</b> distribuido, pero puede ser concentrado. Topología radial, en algún caso axial.</p> <p><b>P4 en rueda o cerca:</b> puede ser axial.</p> <p><i>Tendencia: motores multifásicos tolerantes a fallos.</i></p>
	Rotor	<p>Constructivamente son todos relativamente parecidos, <b>chapa magnética apilada y unida.</b></p> <p><b>Dependiente del tipo de motor eléctrico:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Asíncrono: chapa magnética con inyección de cobre.</li> <li>Síncrono bobinado sobre chapa magnética.</li> <li>Síncrono con imanes permanentes ya sean en montaje superficial o interiores.</li> <li>Reluctancia conmutada pudiendo llevar imanes.</li> </ul>	<p>Constructivamente son todos relativamente parecidos chapa magnética con determinada forma y luego elementos conductores o imanes.</p> <p>En caso de motores con topología axial los componentes se mantienen, pero la forma y el montaje cambian.</p> <p><b>P0/P1/P2/P3:</b> normalmente con imanes.</p> <p><b>P4:</b> de cualquier tipo.</p>

Sistema	Componente	Soluciones existentes	Comentario
			<b>P4 en rueda o cerca:</b> normalmente imanes.
	Chapa magnética	Troquelado de acero al silicio. Varios espesores y calidades (menores pérdidas).	La chapa magnética es suministrada por grandes acerías.
	Bobinado	<p><b>En función de la forma de bobinar.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bobinado distribuido               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Con cabeza de bobina convencional.</li> <li>○ Hairpin</li> </ul> </li> <li>▪ Bobinado concentrado</li> </ul> <p><b>En función de la forma del hilo de cobre</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sección circular (solución convencional)</li> <li>▪ Sección hexagonal (mayor aprovechamiento del espacio).</li> <li>▪ Rectangular/pletina: normalmente para mayores corrientes.</li> </ul> <p><b>Fabricación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mediante bobinadoras automáticas e insertadoras.</li> </ul>	
	Imanes	<p>Normalmente con tierras raras:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Neodimio-Hierro-Boro (y Disprosio)</li> <li>▪ Ferrita?</li> <li>▪ Samario Cobalto?</li> </ul> <p>Fabricación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Polvometalurgia y sinterizado.</li> </ul>	Siempre se están buscando soluciones para reducir la cantidad de tierras raras necesarias.
	Sistema de refrigeración	<p>Exterior</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Con carcasa de refrigeración.</li> <li>▪ Refrigeración con aceite e intercambiador de calor.</li> <li>▪ Por aire pasiva o activa.</li> </ul> <p>Interior</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Del rotor mediante eje hueco.</li> </ul>	<p>La refrigeración por aire es menos eficiente, depende más de la altura y es más ruidoso.</p> <p><b>P0:</b> puede ser por aire.</p> <p><b>P1:</b></p> <p><b>P2/P3:</b> normalmente aceite de la caja.</p>

Sistema	Componente	Soluciones existentes	Comentario
			<b>P4:</b> líquida o aceite.
	<p>Carcasa</p> <p>Funciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Transmitir el par.</li> <li>▪ Albergar normalmente la refrigeración.</li> <li>▪ Dar estanqueidad al motor.</li> </ul>	<p>Cara a reducir componentes puede integrarse con la caja reductora y/o la electrónica de potencia.</p> <p>Fabricación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Suele estar moldeada en aluminio.</li> </ul>	<p><b>P0:</b></p> <p><b>P1:</b> pieza moldeada o integrada en el motor.</p> <p><b>P2/P3:</b> pieza moldeada o integrada en al caja de cambios.</p> <p><b>P4:</b> integrada con la reductora y/o la electrónica de potencia.</p>
	Eje	<p>Forjado y mecanizado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sólido</li> <li>▪ Eje hueco, para mejorar refrigeración.</li> </ul>	<p>Problemática en las vibraciones y ruidos debido a las altas velocidades del motor y la mayor susceptibilidad al ruido en los BEV</p>
	Sensor de posición/velocidad	<p>Dos tipos posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Resolver (mayoritario)</li> <li>▪ Encoder</li> </ul>	<p>Componentes complejos suministrados normalmente por especialistas.</p>
<b>Inverter</b>	Electrónica de control	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tarjetas de circuito impreso con componentes montados/soldados.</li> <li>▪ Incluye los procesadores, memoria, comunicaciones.</li> <li>▪ Software es parte importante.</li> </ul>	<p>Elementos complejos a desarrollar y en los que es muy importante las normas de seguridad integrada.</p>
	Electrónica de potencia	<p>Compuesto de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Semiconductores de potencia (el tipo depende de la tensión, a partir de cierta tensión/potencia suelen ser IGBTs, si no MOSFET)</li> <li>▪ Condensadores.</li> <li>▪ Conducciones</li> </ul>	<p><b>P0:</b> sistema a 48V/Mosfet</p> <p><b>P1/P2/P3:</b> depende de la potencia puede ser Mosfet o IGBT</p> <p><b>P4:</b> alta tensión &gt;300 V, IGBT</p> <p><i>Tendencia: dispositivos de carburo de silicio.</i></p>

Sistema	Componente	Soluciones existentes	Comentario
	Carcasa	Se suele integrar con el motor, me. Soluciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ HPDC en aluminio, ayuda a integrar funciones (refrigeración).</li> <li>▪ Estampación, normalmente para tapas. Permite montar conectores.</li> </ul>	
	Refrigeración.	La electrónica y especialmente la de potencia necesita refrigeración: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Líquida e integrada en la carcasa.</li> <li>▪ Pasiva contra la carcasa.</li> </ul>	
<b>Reductora/Caja/Diferencial</b>	Carcasa		
	Ejes		
	Engranajes		
	Diferencial		Normalmente sólo en caso de P4

#### 4. Temas a desarrollar

##### 1. Mejora continua de la eficiencia de los sistemas basados en combustión interna (Período entre 2020-25)

Reducción paulatina de combustibles con alto grado de impacto medioambiental (gasolina, gasoil) y sustitución por otros menos dañinos (gas natural o mezclas con biocombustibles). Mejoras en los sistemas de inyección y reducción de pérdidas de rendimiento del motor (I+D en materiales).

##### 2. Posicionamiento tecnológico temprano por I+D+i en el campo del autoconsumo energético en el propio vehículo (Período 2020-25)

Existen algunas iniciativas (la última detectada recientemente en Holanda) que intentan buscar soluciones en las que el propio vehículo pueda generar su propia energía a través de, por ejemplo, células solares de manera que no esté sujeto a dependencia de una infraestructura externa y tampoco a un complejo sistema químico que genere la electricidad dentro del propio vehículo. En este sentido, España tendría ahora mismo otra oportunidad en un nicho que daría solución a laguna de las principales debilidades de los sistemas que hoy en día tienden a imponerse.



### **3. Posicionamiento temprano por I+D+i en el campo del post-tratamiento de los elementos de almacenamiento al final de su vida útil (Período entre 2020-25)**

Antes o después los complejos elementos electrónicos y eléctricos acaban su vida útil. Dada la escasez natural de algunos de ellos, habría grandes posibilidades en el post-tratamiento, reciclaje, etc. de tales elementos. Esto aportaría un efectivo concepto de economía circular al sistema.

### **4. Posicionamiento tecnológico temprano por I+D+i en el campo de la pila de combustible (Período entre 2020-25)**

Toda vez que la tecnología eléctrica tiende a ser liderada/dominada, ya a día de hoy, por China y además genera una gigantesca dependencia de los oligopolios eléctricos (con las fuertes consecuencias previsibles sobre los precios futuros de los materiales necesarios en el primer caso, y de los precios del kWh para el usuario en el segundo), el objetivo sería un fuerte posicionamiento temprano de la industria española en nuevas alternativas que a día de hoy no están aún tan avanzadas.

### **5. Adecuación y estandarización de las infraestructuras de suministro energético (Período entre 2020-25)**

Varios aspectos son esenciales para que los sistemas basados en tecnología eléctrica pura e incluso híbrida enchufable puedan escalar a nivel global, a saber: debe ser posible la carga rápida de baterías (concepto “supercargadores”) para no generar rechazo por incomodidad del usuario, debe darse solución de carga al 60% de vehículos que hoy en día suelen ser aparcados en la calle (el modelo típico de vivienda en España, más cuanto más densa se vuelva la población de grandes ciudades, no son casas individuales sino grandes urbanizaciones con menos plazas de aparcamiento internas que vehículos), desarrollo práctico de los conceptos de carga inteligente “smart grid”, interoperabilidad entre regiones y países.

### **6. Posicionamiento tecnológico I+D+i en el campo de los motores de tracción y la electrónica de potencia (Período 2020-2025)**

En la actualidad la mayoría de los motores eléctricos para la tracción se centran en la tecnología de imanes permanentes. Los materiales de estos imanes, de los que, p.e. el neodimio y el samario presentan unas muy buenas características magnéticas, están muy controlados por China. El objetivo sería avanzar en direcciones paralelas, una en la de los imanes permanentes y la otra en los clásicos motores de inducción o en los prometedores motores de reluctancia conmutada, todavía hoy en día no muy avanzados, como estrategia nacional en este campo.