

Jornadas de innovaciones 2015 de BMW Group: sistemas de propulsión del futuro. Índice.



| | |
|--|-----------|
| 1. Jornadas de innovaciones 2015 de BMW Group: sistemas de propulsión del futuro: (Introducción) | 2 |
| 2. Más modelos de BMW con BMW eDrive: el prototipo del BMW Serie 2 Active Tourer híbrido. | 6 |
| 3. Menor consumo real y, a la vez, aumento de la potencia: mayor grado de eficiencia gracias a la inyección directa de agua. | 11 |
| 4. Gran autonomía, mínimos tiempos para repostar, cero emisiones: sistema de propulsión de pila de combustible por hidrógeno, la variante de la tecnología BMW eDrive orientada hacia el futuro. | 14 |

1. Jornadas de innovaciones 2015 de BMW Group: sistemas de innovación del futuro. (Introducción)

- BMW Group presenta sistemas de propulsión con tecnologías orientadas hacia el futuro durante un evento que incluirá pruebas en el circuito de Miramas, en el sur de Francia.
- El recinto de pruebas más grande de BMW Group ofrece condiciones ideales para efectuar intensas pruebas dinámicas y del funcionamiento de los conjuntos propulsores en condiciones prácticas reales.
- Ampliación del aprovechamiento de la tecnología BMW eDrive, proveniente de los automóviles de la submarca BMW i, en los modelos de la marca BMW, fabricados en serie.
- El prototipo de un BMW Serie 2 Active Tourer híbrido eléctrico enchufable demuestra la versatilidad de la tecnología BMW eDrive. Primer vehículo eléctrico enchufable de BMW, con motor de combustión montado transversalmente en la parte delantera, generador de alto voltaje y tracción total de funcionamiento en función de las condiciones de la calzada, con sistema de accionamiento eléctrico del eje posterior.
- La inyección directa de agua refrigerante aumenta la eficiencia de motores de combustión de alto rendimiento y, además, redundante en una perceptible reducción del consumo y de las emisiones en los ciclos de conducción de relevancia práctica.
- Conjunto propulsor de pila de combustible por hidrógeno como variante de la tecnología BMW eDrive orientada hacia el futuro. Conducción eléctrica con gran autonomía y mínimos tiempos para repostar. El trabajo de investigación y desarrollo llevado a cabo durante muchos años por BMW Group en este campo recibe un nuevo impulso gracias a la cooperación con Toyota Motor Corporation.

BMW Group está preparado para enfrentarse a los retos que deparará el futuro mediante la inclusión de la tecnología BMW eDrive en otros modelos de la marca BMW, el continuo desarrollo de motores de combustión con tecnología TwinPower Turbo, y la elaboración del Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV, vehículo eléctrico con pila de combustible), que tiene una proyección de largo plazo. Ello es posible porque se recurre a arquitecturas diversas y debido a la variedad de las tecnologías de propulsión: para cada segmento y necesidad se ofrece la tecnología apropiada, recurriendo a eficientes motores de gasolina y diésel, a sistemas híbridos eléctricos enchufables, a motores eléctricos alimentados por batería y, en el futuro también, a vehículos eléctricos con pila de combustible por hidrógeno.

El recinto de pruebas de BMW Group en el circuito de Miramas: condiciones ideales para efectuar pruebas con innovadores sistemas de propulsión y chasis de nueva tecnología.

El recinto de pruebas en el circuito de Miramas, situado en el sur de Francia, juega un importante papel desde casi 30 años en el trabajo de desarrollo de automóviles y motocicletas de la marca BMW. Gracias a las estables condiciones meteorológicas y a sus numerosas posibilidades de utilización, el recinto de aproximadamente 473 hectáreas es ideal para probar el funcionamiento de sistemas de propulsión y el comportamiento de los chasis. BMW Francia se hizo cargo del circuito de Miramas en 1986, y desde entonces fue ampliado y modernizado continuamente. Además de las pistas de pruebas, que tienen una longitud total de 50 kilómetros, el recinto alberga talleres y oficinas que disponen de las instalaciones más modernas, necesarias para el desarrollo y el reglaje de nuevos modelos y componentes.

El corazón del recinto de pruebas es un circuito ovalado de cinco kilómetros, que fue el circuito de carreras original. Además, se puede utilizar un anillo tipo autopista para realizar pruebas de alta velocidad, diversas zonas para probar la maniobrabilidad de los coches, una colina para hacer ensayos en pendientes, tramos de curvas sinuosas, tramos de calzadas en mal estado y, también, zonas para la conducción en terrenos accidentados. Entre las peculiaridades del recinto cabe mencionar la copia de una parte del clásico circuito Nürburgring. Cuando se renovó el «Petit Ovale» de Miramas, se incluyó una copia exacta de la «curva Carracciola» del Nürburgring, también conocida como «carrusel». Considerando que este sector del recinto de pruebas es especialmente exigente, se utiliza como criterio decisivo para la optimización final y el reglaje definitivo de componentes del chasis y de sistemas electrónicos de regulación.

Prototipo BMW Serie 2 Active Tourer híbrido: tecnología eDrive para más modelos de la marca BMW.

La movilidad eléctrica amplía la gama de modelos de BMW. La tecnología BMW eDrive, desarrollada para los automóviles de la submarca BMW i, aporta la tecnología de sistemas híbridos eléctricos enchufables a más modelos, demostrando así la gran versatilidad de estas soluciones. Es la primera vez que el sistema se combina con un motor de combustión montado transversalmente en la parte delantera del coche. El prototipo del BMW Serie 2 Active Tourer híbrido que se muestra en Miramas tiene un motor de gasolina de tres cilindros con tecnología BMW TwinPower Turbo que actúa sobre las ruedas delanteras, un generador de alto voltaje montado también adelante, así como un motor eléctrico que actúa sobre las ruedas traseras. Así se obtiene un sistema de tracción total que se activa en función de las condiciones de la calzada, que es similar al que se utiliza en el deportivo híbrido BMW i8, aunque en este caso invertido simétricamente.

La gran eficiencia del sistema híbrido eléctrico enchufable, que permite conducir únicamente con el motor eléctrico y, además, contar con la espontánea entrega de la potencia del motor eléctrico, ahora se amplía mediante un sistema de tracción total, único en el segmento. El prototipo BMW Serie 2 Active Tourer híbrido tiene una autonomía de hasta 38 kilómetros de conducción puramente eléctrica. Es capaz de acelerar de 0 a 100 km/h en aproximadamente 6,5 segundos. Según ciclo de pruebas de la UE diseñado para automóviles híbridos eléctricos enchufables, su consumo promedio es de aproximadamente dos litros a los 100 kilómetros, por lo que sus emisiones de CO₂ son inferiores a 50 g/km.

Inyección directa de agua: efecto de refrigeración para más potencia y mayor eficiencia.

Después del estreno del sistema de inyección de agua refrigerante en el BMW M4 que se utiliza como coche de seguridad en MotoGP, este sistema se utiliza ahora, por primera vez, en un motor de gasolina de última generación de BMW Group. La innovadora tecnología, que consigue reducir la temperatura durante el proceso de combustión y que, por lo tanto, redundará en un mayor grado de eficiencia, se presenta en las jornadas de innovaciones de 2015 de BMW Group en un BMW Serie 1 con motor de gasolina de tres cilindros.

La inyección directa de agua y su efecto refrigerante también logran aumentar la potencia y, a la vez, la eficiencia de este motor. Especialmente llama la atención que el consumo es relativamente menor cuando se solicita más potencia. En estas condiciones, el aumento de eficiencia se hace notar especialmente si se opta por un estilo de conducción deportivo. Esta cualidad tiene un efecto positivo en el consumo promedio en el tráfico vial diario. Adicionalmente, la inyección directa de agua refrigerante tiene como consecuencia un menor esfuerzo térmico que deben soportar numerosos componentes del motor. Asimismo, también se optimiza el nivel de emisiones.

Pila de combustible por hidrógeno: una combinación orientada hacia el futuro, con BMW eDrive. A largo plazo, una opción para la movilidad exenta de emisiones.

BMW Group lleva a cabo un trabajo de investigación y desarrollo desde hace más de 15 años en el campo de los sistemas de propulsión de pila de combustible por hidrógeno. La cooperación iniciada en el año 2013 con Toyota Motor Corporation ha generado impulsos adicionales que permitirán presentar en el año 2020 componentes de comprobado funcionamiento para un Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV, vehículo eléctrico con pila de combustible). La pila de combustible, capaz de convertir hidrógeno en energía eléctrica y vapor, permite conducir localmente sin generar emisiones,

aunque con el dinamismo que distingue a los coches de la marca, viajando cómodamente en trayectos largos y necesitando mínimos tiempos para repostar. Por todas estas razones, el sistema es el complemento ideal de la tecnología BMW eDrive.

Durante las jornadas de innovaciones del año 2015 se podrán conducir por primera vez coches de exhibición con sistema de propulsión de pila de combustible por hidrógeno, con el fin de demostrar el potencial que alberga esta tecnología. A largo plazo, los propulsores con pila de combustible por hidrógeno se convertirán en parte integrante de la tecnología Efficient Dynamics. De esta manera se incrementa la gama de motores de BMW Group, que se adapta a las características de cada automóvil, a las preferencias de los clientes y a las leyes vigentes en los mercados del automóvil del todo el mundo. Además, el motor de pila de combustible por hidrógeno también puede integrarse en automóviles que tienen una arquitectura específica. Considerando estos argumentos, sucede algo similar a la arquitectura LifeDrive de los modelos de BMW i con eDrive: los futuros vehículos eléctricos con pila de combustible (FCEV) permiten la inclusión de muchas soluciones innovadoras, tanto en lo que se refiere al diseño como al aprovechamiento de los espacios disponibles en el coche.

Informaciones más detalladas sobre el consumo oficial de combustible, las emisiones oficiales de CO₂ y sobre el consumo de corriente eléctrica de automóviles nuevos constan en el «Leitfaden über Kraftstoffverbrauch, die CO₂-Emissionen und den Stromverbrauch neuer Personenkraftwagen» («Manual sobre consumo de combustible, emisiones de CO₂ y consumo de corriente de automóviles nuevos»), disponible en diversos puntos de venta, así como en la sede de DAT (Deutsche Automobil Treuhand GmbH; dirección: Hellmuth-Hirth-Str. 1, 73760 Ostfildern-Schramhausen, Alemania) y en su página web (archivo disponible en idioma alemán): <http://www.dat.de/en/offers/publications/guideline-for-fuel-consumption.html> LeitfadenCO2 (GuíaCO2) (PDF – 2,7 MB).

2. Más modelos de BMW con BMW eDrive: el prototipo del BMW Serie 2 Active Tourer híbrido.

La inclusión de modelos híbridos eléctricos enchufables en diversas series de modelos de la marca BMW significa que una cantidad cada vez mayor de clientes accederá a un automóvil de carácter selecto que puede conducir únicamente con energía eléctrica y que, por lo tanto, localmente no genera emisiones nocivas. La tecnología BMW eDrive, originalmente desarrollada para los automóviles de BMW i, es sumamente versátil, por lo que puede aprovecharse en coches de diversos conceptos automovilísticos y pertenecientes a segmentos diferentes. Durante las jornadas de innovaciones organizadas por BMW Group en el año 2015, se presentará por primera vez un sistema que cuenta con un motor de combustión montado adelante transversalmente y un generador de alto voltaje combinado con un motor eléctrico que actúa sobre las ruedas del eje posterior. En el caso del prototipo híbrido enchufable del BMW Serie 2 Active Tourer, el motor de gasolina de tres cilindros actúa sobre las ruedas delanteras, mientras que el motor eléctrico lo hace sobre las ruedas traseras. De este modo se obtiene un sistema de tracción total, que se activa en función de las condiciones de la calzada y que es similar al que se utiliza en el deportivo híbrido BMW i8, aunque en este caso invertido simétricamente.

El híbrido enchufable BMW Serie 2 Active Tourer amplía así la gama de coches con BMW eDrive en el segmento de los Sports Activity Tourer.

- BMW X5 xDrive40e: este Sports Activity Vehicle es el primer modelo híbrido enchufable de la marca, y está a punto de lanzarse al mercado.
- BMW Serie 3 con tecnología híbrida enchufable: la electrificación de la berlina de carácter selecto más exitosa del mundo; el prototipo se presentó en la edición de las jornadas de innovaciones del año pasado. En el futuro se seguirán presentando modelos híbridos enchufables en las series de modelos más importantes de la marca.

En los modelos híbridos enchufables hasta ahora desarrollados por BMW Group, los motores de combustión y los motores eléctricos se combinan entre sí de acuerdo con una configuración específica. Todos los modelos tienen propiedades que son características para la tecnología BMW eDrive:

- Eficiencia: consumo y emisiones considerablemente menores en comparación con modelos con sistemas de propulsión convencionales de potencia comparable.
- Movilidad eléctrica: conducción puramente eléctrica, localmente sin emisiones, ya sea en el tráfico urbano o al conducir al centro desde la periferia urbana y volver a ella.
- Dinamismo: entrega espontánea de la potencia, gracias al apoyo que aporta el motor eléctrico al motor de combustión en situaciones de mucha sollicitación.
- Versatilidad: recarga de la batería de alto voltaje en tomas de corriente domésticas comunes, o bien en una BMW i Wallbox o en estaciones de recarga públicas.
- Movilidad de larga distancia, sin limitación alguna: control inteligente del sistema de propulsión, combinando el motor eléctrico con el motor de combustión, sin limitación de la autonomía.

BMW eDrive en el BMW Serie 2 Active Tourer: movilidad puramente eléctrica, dinamismo deportivo con tracción total, eficiencia ejemplar.

El prototipo híbrido enchufable BMW Serie 2 Active Tourer conjuga la tecnología BMW eDrive con una forma específica y novedosa de transmisión de la potencia. El sistema se basa en la tracción delantera del BMW Serie 2 Active Tourer de serie. Después del prototipo híbrido enchufable BMW Serie 3 con motor de gasolina de cuatro cilindros, ahora se utiliza un motor de gasolina de tres cilindros, montado transversalmente en la parte frontal del coche. Este motor pertenece a la nueva gama de propulsores Efficient Dynamics y es parte del sistema híbrido enchufable del nuevo prototipo. El motor BMW TwinPower Turbo de 1.500 cc tiene una potencia de 100 kW/136 CV, y su par máximo es de 220 Nm. Este motor transmite su potencia a las ruedas delanteras a través de una caja de cambios Steptronic de seis marchas. El generador de alto voltaje adicional, montado sobre el eje delantero, asume tres funciones. En primer lugar, agrega durante unos breves instantes una potencia adicional de 15 kW y un par de 150 Nm al motor de combustión; en segundo lugar, genera corriente eléctrica durante la conducción, alimentándola directamente al acumulador de alto voltaje; en tercer lugar, gracias a su mayor potencia en comparación con generadores convencionales, consigue que la activación y la desactivación del motor de combustión sea menos perceptible. El motor eléctrico, la caja de dos velocidades y la electrónica funcional están montados encima del eje posterior. Este motor, que actúa sobre las dos ruedas traseras, tiene una potencia de 65 kW/88 CV y un par máximo de 165 Nm.

Tracción total según sea necesario: con esta combinación se obtiene una función de tracción total que funciona según las condiciones de la calzada y que, además, es única en el segmento. La electrónica funcional desvía la fuerza según sea necesario hacia las ruedas delanteras, las ruedas traseras o las cuatro ruedas. Tal como sucede de manera similar en el caso del BMW i8, la gestión inteligente del sistema de propulsión y la inclusión en la misma red junto con el sistema de control de la estabilidad dinámica DSC, garantizan en todo momento un comportamiento seguro del coche, con óptima capacidad de tracción, y, a la vez, excelentes cualidades dinámicas al acelerar y al trazar curvas. Estas cualidades se combinan con un máximo grado de eficiencia.

El prototipo de vehículo híbrido enchufable BMW Serie 2 Active Tourer es capaz de acelerar de 0 a 100 km/h en aproximadamente 6,5 segundos. Su consumo promedio (según ciclo de pruebas de la UE aplicable a coches híbridos enchufables) será de más o menos dos litros a los 100 kilómetros. El correspondiente valor de emisiones de CO₂ sería menor a los 50 gramos por kilómetro. La autonomía en modo de conducción puramente eléctrico y según ciclo de pruebas de la UE será de 38 kilómetros.

Aunque aún no se ha definido el precio del modelo de serie BMW Serie 2 Active Tourer con sistema híbrido enchufable, cabe suponer que cuando se lance al mercado será comparable al precio de modelos de la serie con motores de potencia similar, tal como ya sucedió en el caso de los modelos electrificados BMW X5 y BMW Serie 3. Ello significa que los clientes no pagarán un precio significativamente superior por esta solución de avanzada tecnología.

Múltiples cualidades dinámicas, versatilidad ilimitada.

Al igual que las variantes con motor convencional, también el prototipo híbrido enchufable BMW Serie 2 Active Tourer también dispone de una tecla de la función Driving Experience Control. Pulsando la tecla, es posible activar los modos «Confort», «Sport» y «Eco Pro». Al activar cualquiera de estos modos, cambian la línea característica del acelerador, las funciones del chasis y, además, las características del cambio de marchas de la caja Steptronic. Si está activo el modo «Eco Pro», también puede aprovecharse la función de conducción con propulsión por inercia. Adicionalmente se aumenta el grado de la eficiencia energética mediante el control específico de las funciones de confort eléctricas, entre ellas el climatizador y el sistema de calefacción de los asientos y de los espejos retrovisores exteriores.

Con la tecla eDrive, que se encuentra en la consola central, el conductor puede incidir además en el modo de funcionamiento del sistema de propulsión. El conductor puede escoger tres modos de funcionamiento:

- **Auto eDrive:** este modo híbrido se activa de manera estándar cada vez que se pone en funcionamiento el coche en el modo «Confort». En este caso, el motor de combustión y el motor eléctrico funcionan de manera combinada y de forma altamente eficiente. Mientras que el grado de sollicitación sea normal, únicamente funciona el motor eléctrico. A partir de una velocidad de 80 km/h o si el conductor acelera con vehemencia, se suma el motor de combustión. Si se activó la función de guiado hacia el destino en el navegador, el sistema busca automáticamente la ruta más apropiada para el aprovechamiento más eficiente de la energía eléctrica y de la energía de combustión disponibles. En estas condiciones, el sistema le concede prioridad a la conducción con el motor eléctrico. En el modo «Confort», el generador recarga automáticamente el acumulador de alto voltaje hasta un nivel de carga de aproximadamente 15 por ciento.
- **Max eDrive:** estando activo este modo, el vehículo funciona únicamente con el motor eléctrico. La velocidad máxima del coche está limitada a 130 km/h, y la autonomía con el motor eléctrico es de 38 kilómetros. Activando la función «kickdown», que el conductor puede utilizar cuando es pertinente que acelere con fuerza, se agrega el funcionamiento del motor de combustión.
- **Save Battery:** Con este modo se mantiene constante el nivel de capacidad de la batería o, si el nivel de carga es inferior a un 50 por ciento, se aumenta el nivel de carga para que sea, como mínimo, de 50 por ciento. Para lograrlo de manera eficiente, se eleva el punto de carga y se aprovecha la función de recuperación de energía de frenado. En estas condiciones, la energía acumulada puede aprovecharse posteriormente para conducir, por ejemplo, únicamente con el motor eléctrico en la ciudad.

Si, por lo contrario, se activa el modo «Sport» con la tecla de la función Driving Experience Control, el motor de combustión y el motor eléctrico funcionan al mismo tiempo para disponer de todas las cualidades deportivas del coche. El generador de alto voltaje genera un impulso adicional cuando el motor de combustión está funcionando a bajas revoluciones. La generación de corriente dura hasta un nivel de carga de más o menos 50 por ciento. Esta energía se acumula en el batería de alto voltaje.

Una peculiaridad: cuando el conductor se ve en la obligación de solicitar la máxima potencia de su coche, por ejemplo para adelantar a otros coches, basta que coloque la palanca selectora de la caja automática en la posición S, para que de inmediato esté disponible toda la potencia. Al mismo tiempo, esta maniobra tiene como consecuencia que el acumulador de alto voltaje llegue a cargarse hasta un 80 por ciento.

Los modos de la función Driving Experience Control y los ajustes seleccionados con la tecla eDrive pueden combinarse entre sí. De esta

manera puede incidirse perceptiblemente en el control del conjunto propulsor y en el reglaje del chasis, lo que significa que es posible obtener un reglaje más personalizado. El prototipo híbrido enchufable BMW Serie 2 Active Tourer cuenta con un asistente previsor específico del sistema híbrido, integrado en el navegador. Esta función de asistencia considera el nivel de carga de la batería de alto voltaje, así como la trayectoria a recorrer, posibles límites de velocidad y la densidad del tráfico para controlar el sistema de propulsión según sea oportuno.

La integración de la tecnología BMW eDrive en el concepto del versátil modelo de cinco puertas de la serie 2 se lleva a cabo sin limitar en absoluto el confort del coche y la versatilidad de su habitáculo. La batería de alto voltaje está montada debajo del asiento posterior, lo que significa que no ocupa espacio útil. La electrónica funcional y el generador están montados encima del eje posterior, muy cerca del motor eléctrico.

Plena utilidad cotidiana y gran versatilidad.

El volumen del maletero en condiciones normales del prototipo híbrido enchufable del BMW Serie 2 Active Tourer es idéntico al volumen del modelo convencional. Incluso se mantiene el espacio disponible debajo del piso del maletero.

3. Menor consumo real y, a la vez, aumento de la potencia: mayor grado de eficiencia gracias a la inyección directa de agua.

El sistema de inyección directa de agua refrigerante en motores turbo de gasolina es producto del trabajo de desarrollo consecuente de motores convencionales desplegado por BMW Group. Se trata de la dosificación precisa de agua inyectada a las cámaras de combustión del motor, con el fin de conseguir un efecto de refrigeración. Esta solución permite aumentar la potencia y el par en fases de gran sollicitación, reduciéndose al mismo tiempo el consumo y optimizándose el nivel de emisiones.

El sistema de inyección de agua en motores modernos de BMW Group se estrenó en el BMW M4 MotoGP Safety Car. Esta variante del coche deportivo de altas prestaciones, concebido por BMW M GmbH como coche de seguridad para las carreras en la categoría reina del motociclismo, tiene un motor de seis cilindros en línea de altas revoluciones y con tecnología M TwinPower Turbo, que en el BMW M4 de serie tiene una potencia de 317 kW/431 CV y un par máximo de 550 Nm (consumo combinado de combustible: 8,8-8,3 l/100 km; emisiones combinadas de CO₂: 204-194 g/km). Gracias a la inyección de agua, el BMW M4 MotoGP Safety Car utilizado en los circuitos tiene más potencia, dispone de un mayor par y es más eficiente.

Durante las jornadas de innovaciones de 2015, organizadas por BMW Group, esta innovadora tecnología se muestra, por primera vez, en un prototipo de la marca principal BMW, provisto de un motor de gasolina de tres cilindros de última generación. En este caso, el agua no solamente se inyecta al tubo de aspiración, sino principalmente de manera directa en las cámaras de combustión. Con la inyección directa de agua, el motor que está montado en un prototipo sobre la base del BMW Serie 1 de cinco puertas, logra alcanzar una relación óptima entre eficiencia y dinamismo, lo que redundará en una relación también óptima entre el placer de conducir y nivel de consumo.

Efecto refrigerante para mayor eficiencia: aumento de la potencia en hasta diez por ciento, reducción del consumo real en hasta ocho por ciento.

Con la inyección directa de agua se puede aprovechar óptimamente el potencial que alberga el sistema turbo. La temperatura de la operación de combustión se reduce en aproximadamente 25 °C en el motor, debido a que el agua inyectada en forma de fina niebla en el colector de módulo de aspiración logra retirar energía en el momento en que se evapora.

Este efecto refrigerante tiene como consecuencia un grado de eficiencia claramente mayor, especialmente en condiciones de máxima sollicitación. Además, incide positivamente en el proceso de combustión:

- **Eficiencia:** la refrigeración mediante inyección de agua permite renunciar a la inyección adicional de combustible con fines de refrigeración en condiciones de alta sollicitación. Una mezcla homogénea de aire y combustible y un mayor grado de eficiencia en condiciones de máxima sollicitación permiten reducir el consumo en el tráfico vial normal en hasta un ocho por ciento.
- **Emisiones:** la menor temperatura del proceso tiene como consecuencia una menor generación de sustancias nocivas.
- **Menor tendencia a la autodetonación:** la reducción de la temperatura reduce el riesgo de una combustión descontrolada (así llamada autodetonación).
- **Mayor compresión:** la menor tendencia a la autodetonación permite aumentar la compresión del motor de tres cilindros del prototipo de 9,5:1 a 11,0:1. De esta manera, el grado de eficiencia también es óptimo a mediana sollicitación.
- **Dinamismo:** El avance de la chispa y la mayor presión de carga del turbo redundan en una potencia y un par un diez por ciento más elevados. Aumento de la potencia debido a un mayor porcentaje de oxígeno en el aire de aspiración más frío.
- **Compatibilidad con combustibles:** óptimo aprovechamiento de la potencia, incluso si se utiliza combustible de menor octanaje (ROZ 95). Por lo tanto, los motores turbo con inyección directa de agua pueden utilizarse en todos los mercados del mundo.
- **Esfuerzo térmico:** el efecto refrigerante reduce las influencias negativas que puede tener la temperatura en los pistones, las válvulas, el catalizador y la unidad turbo.

Los efectos favorables de la refrigeración mediante inyección directa de agua pueden aprovecharse de diversas maneras. Dependiendo del concepto automovilístico y del motor, es posible optimizar la potencia o el consumo.

Gran utilidad práctica mediante obtención de agua a bordo.

El BMW M4 MotoGP Safety Car dispone de un depósito de cinco litros instalado en el maletero. Usando el coche en un circuito, es decir, exigiéndole con frecuentes fases de máxima sollicitación, debe rellenarse el depósito de agua cuando también es necesario repostar gasolina.

Pero en el caso del sistema de inyección directa de agua que se muestra en esta ocasión y que se utilizaría en un posible automóvil fabricado en serie, el cliente ya no tendría que repostar agua en absoluto al utilizar su coche en el tráfico vial normal. Exceptuando algunos casos climatológicos excepcionales, el sistema de generación de agua que el coche lleva a bordo es suficiente para garantizar el funcionamiento de un sistema autosuficiente.

Concretamente, se recoge el agua que se obtiene a raíz de la condensación en el climatizador, con el fin de aprovecharlo para refrigerar el motor.

Después de apagar el motor, el agua contenida en las tuberías retorna al depósito, con el fin de evitar que se congelen partes del sistema, si las temperaturas exteriores son muy bajas y, además, para que no se produzca corrosión en el motor. El depósito de agua como tal se encuentra protegido contra una posible congelación.

4. Gran autonomía, mínimos tiempos para repostar, cero emisiones: sistema de propulsión de pila de combustible por hidrógeno, la variante de la tecnología BMW eDrive orientada hacia el futuro.

El trabajo de investigación y de desarrollo previo de sistemas de propulsión de BMW Group ya se dedica desde hace más de 30 años al uso de hidrógeno como agente energético. El BMW Hydrogen 7 presentado en el año 2006 fue la primera berlina de lujo con motor de combustión de hidrógeno, apropiada para el uso en el tráfico vial diario. Además, BMW Group lleva a cabo un trabajo de investigación desde hace más de 15 años en el campo de los sistemas de propulsión de pila de combustible por hidrógeno. El trabajo relacionado con esta tecnología, en la que el hidrógeno no se usa con fines de combustión en el motor, sino más bien para su conversión en energía eléctrica aprovechable por un motor eléctrico, ha redundado en considerables progresos en materia de eficiencia energética, rendimiento y utilidad diaria.

Durante las jornadas de innovaciones 2015 de BMW Group se mostrarán los resultados de estos trabajos de investigación y desarrollo, pudiéndose probar por primera vez un coche con pila de combustible por hidrógeno. El coche utilizado con fines de demostración se basa en un BMW Serie 5 Gran Turismo. Este modelo permitirá obtener una idea de cómo podría ser un coche con este tipo de propulsión capaz de mantener el carácter típico de los modelos de la marca. Combina la movilidad local sin emisiones con un marcado dinamismo deportivo, un alto nivel de confort y, además, con la cualidad de ser un automóvil apropiado para realizar viajes largos. Características esenciales:

- Motor eléctrico de 180 kW/245 CV, electrónica funcional y batería de alto voltaje en calidad de acumulador intermedio. Solución desarrollada a modo de tecnología BMW eDrive para automóviles de la marca BMW i, y para modelos híbridos eléctricos enchufables de la marca BMW.
- Acumulador de hidrógeno en forma de un depósito tipo túnel entre los dos ejes. Tecnología del depósito de CGH2 a 700 bar, estandarizada industrialmente, así como la tecnología patentada de depósitos expuestos a presión criogénica (CCH2) para hidrógeno gaseoso mantenido a bajas temperaturas y a una presión de 350 bar. Autonomía: más de 500 kilómetros.
- Pilas de combustible, carcasas y sistemas secundarios: primeros resultados de la cooperación entablada entre BMW Group y Toyota Motor Corporation en materia de Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV, vehículo eléctrico con pila de combustible).

La cooperación estratégica acordada a principios del año 2013 entre BMW Group y Toyota Motor Company ha generado impulsos adicionales para el desarrollo de la tecnología de propulsión de un FCEV. La finalidad de esta cooperación consiste en la producción de un primer grupo de componentes de comprobado funcionamiento hasta el año 2020. Para que sea posible el lanzamiento exitoso de un FCEV, es necesaria la creación de una infraestructura apropiada de surtidores de hidrógeno en los correspondientes mercados automovilísticos. Las dos empresas promueven ese desarrollo mediante la creación de estándares tecnológicos que faciliten el uso y la difusión de coches con pila de combustible.

Combinación orientada hacia el futuro: BMW eDrive y tecnología de pila de combustible.

El vehículo eléctrico con pila de combustible por hidrógeno (FCEV, Fuel Cell Electric Vehicle) es un concepto orientado hacia el futuro, que permite una conducción exenta de emisiones localmente, alcanzando un elevado grado de eficiencia y, a la vez, disfrutando del típico dinamismo de un automóvil de la marca BMW. El motor de pila de combustible por hidrógeno combina las ventajas de la tecnología BMW eDrive con las numerosas cualidades que distinguen a los motores de combustión convencionales:

- Conducción puramente eléctrica, localmente sin emisiones.
- Entrega espontánea de la potencia y gran dinamismo del motor eléctrico de BMW eDrive.
- Electrónica funcional, batería de alto voltaje y gestión energética inteligente sobre la base de la tecnología eDrive de BMW Group.
- Posibilidad de realizar cómodamente viajes largos, gracias a una autonomía de más de 500 kilómetros, gracias a la concentración energética del hidrógeno contenido en el depósito.
- Repostar rápida y cómodamente en menos de cinco minutos.

En estas circunstancias, la tecnología de las pilas de combustible puede considerarse un complemento ideal de los modelos de BMW i y, en el futuro, también de los modelos fabricados en serie de la marca BMW, que en el presente ya disponen de soluciones de la tecnología eDrive de comprobada eficiencia. La tecnología de pila de combustible transforma el hidrógeno gaseoso contenido en el depósito en energía eléctrica y vapor de agua. La batería de alto voltaje se utiliza como acumulador intermedio y, por lo tanto, gracias a su capacidad neta de aproximadamente 1 kW/h, puede tener un tamaño mucho más pequeño que las baterías utilizadas en coches eléctricos convencionales. Almacenando el hidrógeno en un depósito criogénico y dependiendo del concepto automovilístico, es posible alcanzar autonomías usuales en el caso de automóviles convencionales provistos de un motor de

combustión. Adicionalmente, el tiempo necesario para llenar un depósito de hidrógeno es similar al que transcurre cuando se llena un depósito de gasolina o de combustible diésel.

FCEV como parte de Efficient Dynamics: gran versatilidad en relación con la gama de propulsores y de arquitecturas automovilísticas.

La meta consiste en que, a largo plazo, los propulsores de pila de combustible por hidrógeno sean parte integrante de la estrategia Efficient Dynamics de BMW Group. De esta manera se incrementa la gama de motores, que se podría adaptar a las características de cada automóvil, a las preferencias de los clientes y a las leyes vigentes en los mercados del automóvil del todo el mundo:

- Motores de combustión altamente eficientes, con tecnología BMW TwinPower Turbo.
- Sistemas híbridos eléctricos enchufables controlados de manera inteligente, con tecnología BMW eDrive o Power eDrive, para una conducción eléctrica exenta de emisiones al típico estilo de BMW.
- Vehículos con baterías de alto voltaje, para una conducción localmente exenta de emisiones, tal como es posible con el BMW i3.
- Vehículo eléctrico con tecnología de pila de combustible por hidrógeno (FCEV, Fuel Cell Electric Vehicle) y motor eléctrico BMW eDrive.

Con esta variada gama de vehículos concebidos para una movilidad individual eficiente, BMW Group está preparado para enfrentar los retos que se plantean en todo el mundo a mediano y largo plazo en relación con la reducción del consumo y de las emisiones.

La inclusión de propulsores de pila de combustible por hidrógeno en los automóviles de demostración disponibles durante las jornadas de innovaciones organizadas por BMW Group en el año 2015, tiene la finalidad de permitir la realización de pruebas y convalidar tecnologías durante la actual fase de desarrollo. Durante el trabajo de desarrollo para la obtención de un FCEV a fabricar en serie, es recomendable incluir diversos sistemas de propulsión en varias arquitecturas automovilísticas específicas, con el fin de considerar de manera óptima las propiedades que valora el cliente.