



Innovaciones BMW: EfficientDynamics, propulsión híbrida, faros láser y materiales ligeros. Índice.

- 1. La estrategia EfficientDynamics:**
el coche completo eficiente, el motor de comportamiento dinámico y gestión inteligente de la energía. 2
- 2. Transferencia de tecnología desde BMW i hacia la marca principal BMW:**
tecnología de vehículo eléctrico enchufable (plug-in) del BMW i8 como base para futuros modelos de BMW con conjunto propulsor eDrive. 5
- 3. Proactive Drive System:**
los modelos de BMW anticipan el trazado de la ruta y, además, prevén el estado del tráfico. 10
- 4. Utilización inteligente de materiales ligeros y aerodinámica sofisticada:**
factores básicos para un automóvil eficiente en su totalidad. 15
- 5. Innovadora tecnología lumínica:**
tecnología láser, única en el mundo. 21



1. La estrategia EfficientDynamics: el coche completo eficiente, el motor de comportamiento dinámico y gestión inteligente de la energía.

Todo empezó con una idea visionaria: con el fin de asegurar a largo plazo la ventaja que sus automóviles tienen frente a la competencia, hace unos quince años BMW Group decidió promover una filosofía empresarial orientada hacia el futuro, que desde el año 2007 se define bajo el concepto de la estrategia de desarrollo EfficientDynamics. Desde entonces, la meta que los ingenieros de BMW tienen al desarrollar cada modelo consiste en obtener un coche completo eficiente, con un conjunto propulsor dinámico y con un sistema de gestión de energía inteligente. Considerando su aplicación consecuente, EfficientDynamics no tiene parangón en el mercado. EfficientDynamics ha contribuido esencialmente a que según el Índice de Sostenibilidad Dow Jones, BMW Group haya sido considerado entretanto ocho años consecutivos el fabricante de automóviles más sostenible del mundo. Considerando que todos los modelos de BMW Group se desarrollan actualmente sobre la base de EfficientDynamics, puede constatarse que EfficientDynamics ha dejado de ser una idea visionaria para transformarse en una realidad tangible.

Más dinamismo, menos CO₂ de serie en todos los modelos.

Los coches de las marcas BMW y MINI establecen un listón de referencia en materia de reducción del consumo de combustible en automóviles de nivel selecto. Ningún otro fabricante ha logrado reducir las emisiones de CO₂ más rápidamente y en mayor cuantía que BMW Group. En Europa fue posible reducir en más de un 25 por ciento el consumo de la flota entre los años 1995 y 2008. BMW Group tiene la intención de reducir en otro 25 por ciento el consumo entre los años 2008 y 2020. En febrero de 2014 ya serán 39 modelos de las marcas BMW y MINI que tendrán emisiones máximas de 120 gramos por kilómetro. Faltando algo más de medio año hasta que entre en vigor la norma de gases de escape EU6 en setiembre de 2014, BMW Group cuenta con más de 100 modelos que cumplen los requisitos más estrictos planteados por la nueva norma de emisiones.

BMW EfficientDynamics en el presente y el futuro.

Con el fin de superar con éxito los retos que plantean los cambiantes criterios de movilidad aplicables en el presente y en el futuro, satisfaciendo a la vez las exigencias de los clientes y las especificaciones de futuras leyes, BMW Group aplica intencionadamente una estrategia versátil y amplia. Las megaciudades sujetas a un vertiginoso crecimiento y, por otro lado, los recursos cada vez

más escasos y las leyes cada vez más estrictas, exigen la aplicación de soluciones de carácter innovador.

La tecnología de los sistemas de propulsión: preparada para enfrentar los retos que deparará el futuro.

En los departamentos de desarrollo de BMW Group se crean conceptos de movilidad y sistemas de propulsión hechos a medida, capaces de cumplir las exigencias actuales y del futuro. En el futuro, BMW Group ofrecerá automóviles altamente eficientes con motores de combustión sometidos a un trabajo de evolución optimizada, pero también contará con revolucionarios vehículos de propulsión plenamente eléctrica para el uso en las grandes ciudades, así como también dispondrá de coches híbridos enchufables (plug-in) para la conducción de trayectos largos. Y pensando en plazos más largos, BMW Group apuesta por la tecnología de pilas de combustible con hidrógeno como fuente energética, lo que significa que también contará con automóviles de gran tamaño capaces de recorrer muchos kilómetros sin generar emisiones nocivas y que requerirán muy poco tiempo para repostar. Gracias a su estrategia de desarrollo EfficientDynamics, BMW Group podrá cumplir las estrictas normas legales que entrarán en vigor en el año 2020 en Europa y en el año 2025 en los EE.UU.

Materiales ligeros, aerodinámica y gestión de energía.

Además de las innovadoras tecnologías de los sistemas de propulsión, la estrategia EfficientDynamics es apuntalada adicionalmente mediante el uso inteligente de materiales ligeros, la optimización de los componentes aerodinámicos y el desarrollo de sistemas inteligentes de gestión de energía. En el centro de pruebas aerodinámicas propio de la empresa, el más moderno del sector automovilístico, se trabaja de manera consecuente y muy detallada para obtener soluciones aerodinámicas óptimas. Además, en los modelos de BMW i se utiliza por primera vez en grandes series el material CFRP (plástico reforzado con fibra de carbono). El comportamiento deportivo de los modelos de BMW Group se consigue mediante un centro de gravedad más bajo, concentrando los componentes en el centro de los coches, distribuyendo de manera equitativa el peso entre los dos ejes, reduciendo el peso total y optimizando las cualidades aerodinámicas.

El placer de conducir en el siglo XXI.

Gracias a sus revolucionarios conceptos tecnológicos, los modelos de la submarca BMW i subrayan la fuerza innovadora de BMW Group y, a la vez, son la punta de lanza de la estrategia EfficientDynamics. El BMW i3, el primer coche puramente eléctrico de BMW, está disponible desde finales del año 2013. La arquitectura LifeDrive con el habitáculo de CFRP y un módulo de aluminio que alberga el conjunto propulsor, la batería y el chasis, además de la bomba de calor para el sistema de calefacción del habitáculo, del sistema de

gestión de energía con modo ECO PRO para una óptima gestión energética, la conducción en modo de propulsión por inercia, así como el “Proactive Drive Systems” son excelentes ejemplos que demuestran la coordinación perfecta entre las diversas soluciones de innovadora tecnología.

El deportivo BMW i8, disponible a partir de la primavera del año 2014, es el primer coche híbrido eléctrico enchufable (plug-in) de BMW Group que está a punto de lanzarse al mercado. Este automóvil es, hasta ahora, la expresión más completa de la aplicación de EfficientDynamics. En él se aplicaron de manera consecuente los principios básicos de la estrategia de desarrollo, alcanzando niveles hasta ahora desconocidos. Este automóvil de 2+2 asientos, muy ligero, aerodinámicamente optimizado y perfectamente equilibrado, alcanza las prestaciones de un coche deportivo de pura sangre, combinándolas con los niveles de consumo correspondientes a un coche pequeño. De esta manera, crea un equilibrio perfecto entre dinamismo, eficiencia, placer de conducir y cuidado de los recursos naturales. El BMW i8 es la propuesta más consecuente para disfrutar de la conducción en el siglo XXI.

Transferencia tecnológica ejemplar: desde el BMW i8 hacia el BMW X5 eDrive.

El conjunto propulsor híbrido eléctrico enchufable del BMW i8 combina un compacto motor eléctrico con un motor de gasolina de tres cilindros con tecnología TwinPower Turbo de alta compresión, perteneciente a la nueva gama de motores EfficientDynamics. De este modo, la submarca BMW i ha creado la base para una fructífera transferencia tecnológica hacia la marca principal BMW. La tecnología híbrida tipo plug-in también se aplicará, por ejemplo, en un futuro BMW X5 eDrive, que tendrá un motor de gasolina de cuatro cilindros con tecnología TwinPower Turbo y el sistema de motor eléctrico enchufable tipo plug-in, combinados con el sistema de tracción total inteligente BMW xDrive.

Jornadas de innovación EfficientDynamics 2014.

Las jornadas de innovación EfficientDynamics 2014 permiten realizar por primera vez pruebas con un prototipo del BMW X5 eDrive híbrido tipo plug-in y, además, podrá conducirse la berlina de la serie 5 de BMW, ambos equipados con la versión más reciente del sistema de conducción previsor. Adicionalmente se presentan diversas ideas proyectadas hacia el futuro, provenientes de las secciones de materiales ligeros, aerodinámica y gestión de calor.

2. Transferencia de tecnología desde BMW i hacia la marca principal BMW: tecnología de vehículo eléctrico enchufable (plug-in) del BMW i8 como base para futuros modelos de BMW con conjunto propulsor eDrive.



La tecnología de los conjuntos propulsores de los modelos de BMW Group ha sido siempre uno de los pilares que sustenta la estrategia BMW EfficientDynamics. Trátese del desarrollo continuo de los motores de combustión convencionales o de sistemas de propulsión alternativa, en todos los casos fue posible aumentar perceptiblemente el placer de conducir, así como también acrecentar al mismo tiempo la eficiencia y reducir las emisiones de CO₂. Además del trabajo de evolución que logra reducir las emisiones de los motores diésel y de gasolina con tecnología TwinPower Turbo, la mayor reducción se consigue mediante los nuevos conjuntos de propulsión eléctrica (BMW eDrive), desarrollados por la submarca BMW i y que en el futuro también se utilizarán en los modelos de la marca principal BMW.

Todos los componentes de BMW eDrive se desarrollan en el propio seno de BMW Group, efectuando las modificaciones específicas, hechas a medida para cada sistema propulsor. En este sentido, los ejemplos más recientes son el BMW i3 plenamente eléctrico y el BMW i8 híbrido tipo plug-in, que como portador de la tecnología más avanzada hizo las veces de punta de lanza de la estrategia EfficientDynamics desde antes de su producción en serie. La tecnología del revolucionario sistema de propulsión del BMW i8 también se utilizará en diversos modelos de la marca principal BMW.

La movilidad eléctrica del futuro: BMW eDrive.

La electrificación asume un papel clave en el camino hacia una movilidad sostenible y localmente exenta de CO₂. BMW eDrive agrupa todos los sistemas de propulsión que permitan una conducción sin emisiones. En relación con los componentes más importantes, como motores eléctricos, baterías de alto voltaje y la electrónica, BMW Group recurre de manera consecuente a productos de desarrollo propio. De esta manera se tiene la seguridad que los correspondientes componentes se adaptan exactamente a las exigencias que plantea cada automóvil, con el fin de optimizar las prestaciones, la autonomía y eficiencia, pero también la vida útil, la seguridad y el mantenimiento sencillo de cada una de las partes.

Los motores eléctricos funcionan con un grado de eficiencia muy elevado, alcanzando un rendimiento de hasta 96 por ciento, inalcanzable con un motor de combustión. Además, las respuestas inmediatas del motor y el elevado par

aprovechable prácticamente de inmediato armonizan a la perfección con el carácter dinámico que distingue a los modelos de la marca BMW.

El conjunto propulsor híbrido eléctrico enchufable del BMW i8 combina las ventajas del motor eléctrico con aquellas que ofrece un motor de combustión con turbo de alta presión. Este coche deportivo híbrido tipo plug-in tiene una potencia total de 266 kW/362 CV y un par máximo de 570 Nm, es capaz de acelerar de 0 a 100 km/h en 4,4 segundos y, según norma de la Unión Europea, apenas consume 2,1 l a los 100 km y sus emisiones de CO₂ son de 49 g por km. Estos datos confirman que un aumento de las prestaciones y una reducción del consumo no tienen por qué contradecirse.

El motor eléctrico asume una función de impulso adicional, apoyando al motor de gasolina en fases de aceleración. Además, puede aprovecharse para conducir una distancia de hasta 35 kilómetros únicamente de modo eléctrico a una velocidad máxima de 120 km/h. La energía necesaria para este modo de conducción proviene de una batería de alto voltaje de ión-litio. En cualquier situación dinámica, el BMW i8 ofrece la combinación óptima entre dinamismo y eficiencia. Y durante las fases de deceleración, el motor eléctrico contribuye a la recuperación de energía de la batería de alto voltaje. Además, el motor eléctrico recarga la batería de alto voltaje durante las fases de recuperación. El motor de arranque de alto voltaje, encargado de poner en funcionamiento el propulsor de combustión, también hace las veces de generador y alimenta corriente eléctrica a la batería de alto voltaje.

Los sistemas híbridos tipo plug-in funcionan de manera eficiente en cualquier situación, ya sea conduciendo en la ciudad, realizando viajes largos o mezclando la conducción urbana con la conducción de largas distancias. El sistema inteligente de gestión del conjunto propulsor se ocupa siempre de una óptima coordinación del funcionamiento de ambos motores. El funcionamiento coordinado del motor de combustión y del motor eléctrico se regula según lo requiera la situación, considerando los niveles de solicitud y el comportamiento dinámico del coche, pero teniendo en cuenta también el funcionamiento energéticamente más eficiente posible del sistema completo. Con ese fin es posible activar diversos modos de conducción, ya sea para favorecer un estilo de conducción marcadamente deportivo, preferentemente confortable o más bien económico.

La tecnología de BMW i como factor que impulsa a toda la marca BMW.

La electrificación del conjunto propulsor alberga un gran potencial para la reducción del consumo y de las emisiones, también en el caso de automóviles grandes, sin por ello disminuir las prestaciones y el comportamiento dinámico. Todo lo contrario: la función de apoyo del motor

eléctrico, que aporta un momento de impulsión adicional al motor de combustión al acelerar, ya sea al poner en movimiento el coche o al tratar de adelantar a otros vehículos, logra que las vivencias de estar a los mandos de un automóvil de comportamiento deportivo sean aún más intensas. En concordancia con la estrategia EfficientDynamics se ha planificado utilizar a mediano plazo el moderno sistema propulsor del BMW i8 en otros modelos de la marca principal BMW.

Híbrido tipo plug-in: perspectivas para el BMW X5.

La marca presentó el BMW Concept X5 eDrive en el salón del automóvil IAA de Fráncfort en septiembre de 2013, mostrando una posible forma más de elevar la eficiencia en el segmento de los SAV. Fue la primera vez que se presentó públicamente un Sports Activity Vehicle que combina el sistema de tracción total inteligente BMW xDrive con el innovador sistema híbrido tipo plug-in. Gracias a esta combinación, el BMW X5 eDrive no solamente brilla por la deportividad que distingue a los vehículos de la marca, sino que también destaca por su eficiencia y por ser respetuoso con el medio ambiente. Así, la función de impulsión del motor eléctrico consigue que el SAV sea capaz de acelerar con vehemencia. Concretamente, es capaz de parar el crono en menos de siete segundos al acelerar de 0 a 100 km/h. La meta consiste en que su consumo promedio sea de aproximadamente 3,8 litros a los 100 kilómetros según ciclo de pruebas EU y que las emisiones de CO₂ no excedan los 90 gramos por kilómetro, lo que marcaría un nuevo listón de referencia en el segmento. Además será posible conducir una distancia de hasta 30 kilómetros únicamente con el motor eléctrico, lo que significa que el coche no genera emisiones localmente.

Considerando que la tecnología BMW eDrive y el sistema de tracción total inteligente BMW xDrive armonizan a la perfección, el momento de impulsión generado por el motor eléctrico, por el motor de gasolina de cuatro cilindros o por ambos, se distribuye automáticamente entre el eje delantero y trasero. Por lo tanto, la capacidad de tracción es óptima en cualquier situación, garantizándose una estabilidad impecable del vehículo y un máximo grado de agilidad y dinamismo. A pesar de ello, el BMW X5 sigue siendo un vehículo de lujo muy confortable, apropiado para conducir trayectos cortos y, también, para realizar viajes largos.

Mientras que en el BMW i8 se utiliza el primer motor de tres cilindros con sistema turbo de alta presión, el futuro BMW X5 eDrive tendrá un motor de gasolina de cuatro cilindros de avanzada tecnología. Los dos motores están incluidos en la nueva gama de propulsores EfficientDynamics con tecnología TwinPower Turbo. La meta de BMW Group consiste en obtener una solución hecha a medida para la movilidad eléctrica en cada una de sus series de modelos.

La nueva generación de motores de gasolina y diésel con tecnología TwinPower Turbo.

Aunque BMW Group promueve de manera consecuente la tecnología de propulsión eléctrica en sus modelos, la marca considera que los motores convencionales todavía albergan un gran potencial aprovechable. Por esta razón, los motores de combustión seguirán siendo objeto de un consecuente trabajo de desarrollo, pues se utilizarán como propulsor básico en los sistemas híbridos de BMW.

Los mejorados motores diésel y de gasolina de BMW Group marcan el siguiente nivel de la evolución de estos propulsores. La nueva gama de motores EfficientDynamics incluye motores de tres, cuatro y seis cilindros, que reflejan el resultado de un consecuente proceso de desarrollo. BMW Group también logró reducir considerablemente el peso promedio de sus nuevos motores utilizando cada vez más aluminio y magnesio, un metal aún más ligero que el aluminio. Adicionalmente también fue posible mejorar la gestión térmica y la acústica de los propulsores. Un rasgo esencial que distingue a todos los motores es la versión más reciente de la numerosas veces premiada tecnología TwinPower Turbo.

El primer representante de la última generación de los nuevos propulsores es un motor de gasolina de tres cilindros de 1.500 cc, utilizado por primera vez en el BMW i8. Este compacto motor turbo de alta presión se distingue por su extraordinario dinamismo y gran eficiencia, así como por subir rápidamente de revoluciones, ofrecer respuestas muy espontáneas y, también por emitir un sonido propio de un motor deportivo y dinámico. Además, en la jornada de innovación del presente año, BMW Group presenta el primer motor de cuatro cilindros de esta nueva generación, que se ofrecerá en diferentes variantes. Los motores de 2.000 cc con tecnología TwinPower Turbo se lanzarán al mercado durante la primera mitad del año 2014, tanto en versión de gasolina como también en versión diésel.

Preparados para el futuro: tecnología TwinPower Turbo.

Con su tecnología TwinPower Turbo, BMW Group ya dispone desde hace varios años de una solución de avanzada tecnología y orientada hacia el futuro, que también se utilizará en la nueva gama de motores. El concepto «TwinPower» expresa la combinación de sistema de control variable de la carga y la tecnología más moderna de inyección de combustible. Entre los módulos de tecnología de funcionamiento variable cabe destacar el sistema de control variable y continuo de los árboles de levas VANOS o doble VANOS, el sistema de regulación variable de las válvulas VALVETRONIC y/o geometría variable de la turbina del sistema turbo, utilizado en motores diésel. A estas soluciones se suman la inyección directa de gasolina High Precision Injection y la inyección por conducto común (common-rail) en el caso de los

motores de combustión interna. El tercer elemento del concepto de avanzada tecnología es el sistema turbo. En el caso de los motores de gasolina, la característica principal seguirá siendo el sistema de regulación de la carga sin estrangulación VALVETRONIC, la solución incluida en la tecnología BMW TwinPower Turbo que marca la diferencia frente a la competencia gracias a su eficiencia.

Una gama muy completa: motores de tres, cuatro y seis cilindros.

La nueva gama de motores comparte un principio de construcción uniforme: todos los motores tienen los cilindros en línea. El motor básico está constituido por módulos de cilindros optimizados, cada uno de ellos de 500 cc, una cilindrada individual que es óptima para motores destinados a automóviles. El nuevo motor de tres cilindros tiene, por lo tanto, 1.500 cc, mientras que el de cuatro cilindros tiene 2.000 cc y el de seis cilindros 3.000 cc. Considerando la similitud entre los motores, la cantidad de piezas idénticas llega a ser de hasta un 60 por ciento en los motores de igual sistema de combustión. Por otra parte, las partes iguales entre los motores diésel y de gasolina ascienden a aproximadamente un 40 por ciento. Además, todos los motores tienen iguales lados «fríos» de admisión y «calientes» de escape. Esta es una razón adicional por la que los motores de tres y de cuatro cilindros de la nueva gama de propulsores son apropiados para el montaje longitudinal y transversal en los futuros modelos de las marcas BMW y MINI.

Eficiente trabajo de desarrollo, procesos de producción versátiles, máxima calidad.

Gracias al nuevo sistema modular de sus motores, BMW Group será capaz de desarrollar motores de tres, cuatro y seis cilindros de diversas potencias, perfectamente adaptados a las características de los automóviles en los que se montarán. De esta manera es posible fabricar mayores cantidades y, a la vez, reducir los costes originados durante las fases de desarrollo y producción. La gran similitud entre los motores también facilita el desarrollo de variantes adicionales, por lo que es posible producir económicamente y en muy poco tiempo cantidades relativamente pequeñas de motores. Gracias al sistema modular, por primera vez será posible producir motores de gasolina y diésel de la nueva gama al mismo tiempo y en las mismas líneas de producción en las plantas de fabricación de motores de BMW Group. Con este sistema es posible reaccionar rápidamente a los cambios que puede experimentar la demanda o a evoluciones imprevistas del mercado.

Por lo tanto, el nuevo sistema modular de los motores no solamente garantiza la sostenibilidad ecológica considerando el consumo y las emisiones de futuros modelos, sino que, además, es garante para un proceso de desarrollo y un sistema de producción sostenibles económicamente.

3. Proactive Drive Systems: los modelos de BMW anticipan el trazado de la ruta y, además, prevén el estado del tráfico.



El sistema de gestión inteligente de la energía es un pilar importante que apunala la estrategia EfficientDynamics de BMW Group. La meta consiste en evitar un consumo innecesario de energía en el coche, o bien recuperar la mayor cantidad posible de la energía consumida. BMW Group sigue trabajando de manera consecuente en la forma de controlar el funcionamiento de cada uno de los componentes de sus modelos, con el fin de seguir reduciendo su consumo de energía y, por lo tanto, aumentar su autonomía. Sistemas como, por ejemplo, Auto Start Stop, que desconecta el motor automáticamente para ahorrar combustible cuando el coche se detiene delante de un semáforo o si avanza intermitentemente en retenciones de tráfico, se incluyen de serie desde hace muchos años en los modelos de BMW Group, así como también, entre otras soluciones, la función de recuperación de energía de frenado.

El "Proactive Drive System" es un desarrollo ulterior del sistema que únicamente consume energía cuando realmente es necesario. La idea es la siguiente: el sistema se anticipa a la situación del tráfico, adaptando el funcionamiento del coche automáticamente a dicha situación. Los datos necesarios los ofrece los sistemas electrónicos con sus múltiples sensores, el sistema de navegación y, recientemente también los sensores de radar y las cámaras instalados en la parte frontal del coche.

Entretanto son cada vez más modelos de todas las series de BMW Group que utilizan este sistema de control. Las informaciones obtenidas mediante el navegador permiten que el sistema de control de la caja de cambios y el correspondiente asistente anticipativo sean capaces de conocer el trazado de la calle, la presencia de subidas y bajadas y la existencia de límites de velocidad. Esta forma de "prever" la situación permite que el sistema controle la caja de cambios eligiendo a tiempo la marcha correcta, apropiada para la situación que surgirá a continuación. Con estas posibilidades, BMW ofrece un margen de funcionamiento muy amplio, único en el mercado, con sus modos de conducción SPORT, CONFORT y ECO PRO. Dependiendo del modo que el conductor haya activado, el "Proactive Drive System" adapta óptimamente al coche a la situación que se va a producir en unos breves instantes, siempre teniendo en cuenta el carácter de comportamiento que el conductor prefiera.

Modo ECO PRO: máxima eficiencia con solo pulsar una tecla.

El modo ECO PRO permite reducir el consumo de combustible en hasta 20

por ciento, dependiendo del estilo de conducción en cada caso. Otro cinco por ciento puede ahorrarse con el modo de conducción de propulsión por inercia, combinado con el “Proactive Drive System” y la función ECO PRO Route.

El “Proactive Drive System”, que funciona en combinación con el navegador, detecta a tiempo las circunstancias específicas que caracterizan la ruta elegida. El “Proactive Drive System”, tiene en cuenta límites de velocidad, curvas, entradas a zonas urbanas, rotondas, cruces y salidas de autopistas. Recurriendo a todos los datos acumulados, el sistema le ofrece al conductor sugerencias para que adopte un estilo de conducción apropiado para reducir el consumo de combustible.

En el modo CONFORT y SPORT, el “Proactive Drive System”, adapta el programa de cambios de marchas de la caja automática en función de la situación real de conducción. El resultado tiene ventajas evidentes. Mientras que con una caja convencional únicamente se puede reaccionar, ya que se trata de un sistema «ciego» que únicamente reacciona a la posición del pedal del acelerador y a las resistencias dinámicas, el “Proactive Drive System” tiene la capacidad de anticiparse al trazado de la ruta y adaptar los cambios de marcha en tiempo real.

La función de conducción en modo de propulsión por inercia (en modelos con caja automática) desacopla el motor de la caja, de manera que el coche sigue avanzando por inercia como si estuviese planeando.

ECO PRO Route: llegar al destino por la vía más eficiente y económica.

Estando activado el modo ECO PRO, el sistema de navegación de BMW puede proponer opcionalmente al conductor la ruta más rápida, corta y, además, económica hacia el destino. Considerando la situación del tráfico en ese momento y, además, teniendo en cuenta las características de la zona, el sistema selecciona exactamente la ruta que permitirá llegar al destino reduciendo al máximo el consumo y que, además, implique agregar el menor tiempo posible. Así, el conductor tiene la posibilidad de decidir entre el tiempo y el ahorro. Para que esa decisión sea más fácil, el sistema le indica el ahorro posible en la ruta, expresado en porcentaje. Si se produce una retención de tráfico o cualquier otro impedimento a lo largo de la ruta elegida, el sistema propone rutas de alternativa. Además, los cálculos realizados por el sistema también tienen en cuenta constantemente y en tiempo real el estilo de conducción del conductor. Para hacerlo, el sistema recurre al consumo pasado del coche en diversas circunstancias de conducción.

ECO PRO Analyser: registrar, aprender y ahorrar energía.

El ECO PRO Analyser, combinado de serie con el modo ECO PRO, le permite al conductor analizar en cualquier momento su propio estilo de conducción con el fin de detectar más posibilidades para ahorrar combustible. El ECO PRO Analyser puede ofrecer datos estadísticos antes, durante y después de la conducción. Estos datos permiten evaluar el grado de eficiencia de las maniobras del conductor al acelerar, frenar y cambiar de marchas. De esta manera, él puede apreciar cómo la optimización de su estilo de conducción incide positivamente en el consumo y, por lo tanto, en la autonomía de su coche. Las sugerencias hechas por ECO PRO siempre favorecen un estilo de conducción más eficiente. Además, los datos memorizados pueden transmitirse a un smartphone compatible a través de BMW ConnectedDrive Services, utilizando una aplicación que se puede descargar gratuitamente. A continuación, el usuario puede apreciar la eficiencia de su estilo de conducción en una escala de evaluación. Así obtiene una información clara sobre su propio estilo de conducción, que le permite efectuar las correcciones necesarias para ahorrar más combustible en el futuro.

Dinamismo puro: siempre está puesta la marcha apropiada.

El “Proactive Drive System” de la tercera generación es capaz de considerar el entorno inmediato del coche para definir la estrategia de su funcionamiento. Ello es posible gracias a los sensores de radar y a las cámaras instalados en el vehículo. Gracias a la consideración de estos datos, la caja de cambios automática es capaz de adaptar su funcionamiento de manera más precisa y eficiente a las circunstancias imperantes en cada caso. Por ejemplo, el sistema es capaz de detectar coches que conducen delante a una velocidad más baja que la propia y, además, también puede reconocer vehículos que se encuentran en movimiento en los carriles adyacentes. Cambiando de marchas de manera específica, el coche es capaz de reducir su velocidad para no acercarse peligrosamente al coche que circula delante, sin que el conductor tenga que pisar el freno. Al mismo tiempo, cambiando de marchas, el coche cuenta con la reserva de fuerza de impulsión necesaria para adelantar a otros coches o para cambiar rápidamente de carril.

El “Proactive Drive System” no solamente contribuye a alcanzar un extraordinario nivel de eficiencia, sino que también es capaz de acrecentar las propiedades dinámicas del coche. Mientras que el modo ECO PRO tiene la finalidad de alcanzar un máximo grado de eficiencia, la caja automática aprovecha el modo SPORT para cambiar de marchas muy dinámicamente, mientras que si se activa el modo CONFORT, las marchas se cambian más pausadamente.



Si, por ejemplo, el coche se acerca a una curva en la carretera, la caja baja de marchas automáticamente hasta que está puesta la más apropiada y, además, aprovecha el efecto de frenado del motor, si es necesario. Poco antes de la curva, todas las operaciones de cambio de marchas han concluido. Si a esa curva le sigue otra inmediatamente, el sistema la reconoce igualmente. El sistema identifica el radio de la curva y coloca la marcha óptima. De esta manera se dispone de un mayor momento de arrastre antes del inicio de las curvas. Por lo tanto, la reserva de fuerza de impulsión, necesaria para acelerar, es superior y se evitan innecesarios cambios de marchas en una curva o entre curvas. Esta estrategia de gran precisión facilita la conducción y aumenta el comportamiento dinámico del coche, por lo que el conductor disfruta más. El sistema de gestión anticipativa del conjunto propulsor funciona de la misma manera cuando el coche se acerca a una rotonda, a un cruce, a una bifurcación, a una entrada a la autopista o a una salida de ella. El sistema de gestión anticipativa del conjunto propulsor también tiene en cuenta la activación de las luces intermitentes, independientemente del trazado de la ruta.

La gestión energética del futuro: aprovechamiento de la energía contenida en el aire dentro del habitáculo para aumentar la autonomía.

Otro ejemplo de soluciones innovadoras obtenidas mediante la aplicación de la estrategia EfficientDynamics consiste en el aprovechamiento de la energía térmica contenida en el aire dentro del habitáculo, con el fin de aumentar la autonomía de coches con motor eléctrico.

En los coches de hoy es usual que se expulse al exterior el aire contenido en el habitáculo, después de haberlo climatizado consumiendo una considerable cantidad de energía (calefacción en el invierno, aire frío en el verano). La energía restante contenida en ese aire no se aprovecha, y se desperdicia cuando sale al exterior a través de las rejillas de ventilación posteriores. Si bien es cierto que esta pérdida puede reducirse, por ejemplo activando la función de recirculación de aire, en la práctica, no obstante, siempre se pierde algo de energía.

Precisamente en el caso de coches con motor eléctrico (BEV) y en coches con sistema híbrido tipo plug-in (PHEV), es muy importante aprovechar la energía disponible de manera inteligente. Cada vatio de energía acumulada que, por ejemplo, no se dedica al funcionamiento de los grupos secundarios, está a disposición del motor eléctrico y, por lo tanto, aumenta la autonomía del coche.

Por esta razón, los ingenieros de BMW Group están trabajando en un método que permita retirar la energía acumulada en el habitáculo mediante un

intercambiador de calor, antes que ese aire se expulse hacia el exterior. En el coche experimental que se está utilizando actualmente, la energía que se «obtiene» de este modo se utiliza para precalentar el aire de admisión de la calefacción. De esta manera es posible reducir la energía necesaria para generar aire caliente. La energía que se ahorra de esta forma está a disposición del motor y, por lo tanto, se aprovecha para aumentar la autonomía del coche conduciendo sin generar emisiones nocivas.

4. Utilización inteligente de materiales ligeros y aerodinámica sofisticada: factores básicos para un automóvil eficiente en su totalidad.



Todos los trabajos de desarrollo que realiza BMW Group tienen la finalidad de obtener automóviles que, en su conjunto, sean más eficientes. El concepto de automóvil eficiente implica el uso inteligente de materiales ligeros y la aplicación de soluciones óptimas de aerodinámica activa y pasiva, con el fin de reducir las resistencias al movimiento.

Utilización inteligente de materiales ligeros.

El uso de materiales ligeros es un factor esencial de la estrategia EfficientDynamics y desde siempre fue un criterio básico aplicado por BMW Group. Los modelos de BMW Group se distinguen por su equilibrio óptimo entre el cumplimiento de los requisitos que debe cumplir el automóvil y la obtención de la solución específicamente más ligera.

Los coches deportivos deben tener un centro de gravedad lo más bajo posible, preferentemente una distribución equitativa del peso entre los ejes en relación de 50:50, una concentración de las masas lo más cercana posible al centro del coche y, además, considerando el respectivo segmento, el menor peso específico posible.

La utilización inteligente de materiales ligeros contribuye a establecer un equilibrio ideal entre los requisitos que debe cumplir el producto y la obtención de un automóvil que tenga un peso específico lo más bajo posible. A fin de cuentas, el resultado completo es óptimo gracias a la suma de todas las medidas adoptas con la intención de optimizar el peso. Esta meta se alcanza usando materiales innovadores y combinando sistemáticamente diversos materiales para obtener la mezcla que mejor cumpla las funciones necesarias.

El criterio de uso inteligente de materiales ligeros se aplica en todas las fases del trabajo de desarrollo y comprende la totalidad de los grupos y componentes. La carrocería sigue siendo la parte del automóvil que más pesa. Pero los progresos en el sector de fabricación de carrocerías no se expresan únicamente en kilogramos. Una reducción del peso siempre tiene que entenderse estableciendo una relación con las funciones y las dimensiones. Los ingenieros de BMW Group lograron una y otra vez reducir el peso relativo de la carrocería en relación con el peso total del coche, a pesar de haber aumentado en todos los casos su funcionalidad, especialmente considerando criterios de seguridad y de confort. Lo consiguieron gracias a un

constante trabajo de evolución, aplicando criterios de optimización. Por ejemplo, una carrocería más rígida es beneficiosa en la medida en que reduce las vibraciones y aumenta la precisión de la dirección, mientras que esa misma carrocería, al pesar menos, contribuye de modo decisivo al aumento de la eficiencia y de la agilidad del coche, favoreciendo su comportamiento dinámico. El mayor porcentaje de piezas de aluminio y magnesio en los motores y en el chasis ha contribuido a disminuir adicionalmente el peso de los automóviles. Aunque numerosos modelos nuevos de BMW Group son más grandes que sus respectivos antecesores, no son más pesados y, con frecuencia, incluso son considerablemente más ligeros. Por ejemplo, la tercera generación del BMW X5 pesa aproximadamente 90 kilogramos menos que el modelo anterior comparable, lo que incide favorablemente en su comportamiento dinámico y consumo.

Materiales innovadores en el BMW i3 y el BMW i8.

El uso consecuente de materiales ligeros es de especial importancia en el caso de los coches eléctricos, porque la autonomía también depende del peso del coche, además de la capacidad de la batería. También en este caso, una reducción del peso redundará en un consumo menor y en un comportamiento más dinámico. Aplicando el sistema LifeDrive en los modelos de BMW i, BMW Group ha apostado de manera consecuente por el uso de materiales ligeros, proponiendo por primera vez una innovadora combinación de chasis de aluminio y habitáculo de CFRP, con la finalidad de compensar el peso adicional de los componentes eléctricos.

CFRP: un material de avanzada tecnología, orientado hacia el futuro.

El plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP) tiene una relación especialmente favorable entre rigidez y peso, por lo que es particularmente apropiado para la fabricación de carrocerías. Suponiendo cualidades idénticas, el CFRP es un 30 por ciento más ligero que el aluminio y pesa la mitad que el acero. Utilizando este material de manera específica, se consigue reducir el peso, optimizar el centro de gravedad del coche y aumentar la estabilidad de la carrocería. Los ejemplos más recientes de estas ventajas son los nuevos modelos BMW i3 y BMW i8. Pero también los deportivos BMW M3/M4 y BMW M6 se benefician de las cualidades de este material de avanzada tecnología. En estos modelos, el techo y los soportes de los paragolpes ya se fabrican desde hace algún tiempo de CFRP. BMW Group está analizando actualmente la posibilidad de utilizar este material en otros componentes, entre ellos también algunos que tienen masas giratorias. Un buen ejemplo de ello serían llantas híbridas de mezcla de aluminio y CFRP. En el caso del BMW M3/M4, la gran rigidez y el bajo peso del tubo de CFRP nos permiten optar por un árbol de transmisión de una sola pieza y sin soporte intermedio. Además de la reducción del peso en 40 por ciento en comparación con el cardán de los modelos anteriores, esta solución también reduce las masas

giratorias, por lo que las reacciones del conjunto propulsor son más inmediatas.

Además, también otros modelos de las marcas BMW y MINI se beneficiarán en el futuro de este material ligero. Recurriendo al reciclaje del material excedente que se obtiene durante el proceso de producción, es posible obtener componentes que pesan hasta un 30 por ciento menos como, por ejemplo, chasis de asientos, estructura de cuadros de instrumentos, llantas para ruedas de emergencia. Y la producción de estos componentes es económica y respetuosa con el medio ambiente.

Líder en la tecnología de la producción industrializada de CFRP.

Tras más de diez años de intenso trabajo de investigación y optimización de los procesos, materiales, equipos y herramientas, BMW Group es actualmente el único fabricante del sector que dispone de los conocimientos técnicos necesarios para aprovechar la fibra de carbono en automóviles fabricados en grandes series. El proceso aplicado es único, y los ciclos de producción son extraordinariamente cortos, incluso si se trata de componentes reforzados con fibra de carbono de características complejas. Lo mismo sucede con el método de unión de piezas mediante pegado, también producto del propio trabajo de desarrollo. El procedimiento permite unir partes de la carrocería de manera completamente automática.

Pero la fabricación en serie de piezas de CFRP no solamente marca una referencia en términos técnicos. BMW también le concede especial importancia al cuidado del medio ambiente, al uso eficiente de los recursos, así como a la minimización de las emisiones CO₂ durante la producción y el procesamiento de plásticos reforzados con fibra de carbono. La empresa controla todos los procesos de producción, empezando por la fabricación de la fibra de carbono, y llegando hasta su reciclaje y el de los correspondientes materiales compuestos. Concretamente, así sucede en el caso de la cadena de producción ultramoderna de productos de CFRP, que empieza en la planta estadounidense de Moses Lake, continúa en las de Wackersdorf y Landshut, y concluye en la de Leipzig.

Menor consumo con materiales ligeros, aislados acústicamente.

Los expertos en desarrollo de motores también están trabajando en la obtención de componentes innovadores que, además de tener un peso reducido, consiguen disminuir adicionalmente los niveles de ruido de motores de gasolina y motores diésel. Entre los ejemplos de medidas de aislamiento acústico mediante materiales ligeros cabe mencionar, por ejemplo, el recubrimiento de la correa de transmisión y el aislamiento frontal del motor de material espumado. Pero también otros componentes aislantes montados

justo junto a la fuente de sonido, tales como el encapsulado del cárter de aceite de material reforzado con fibras y recubierto de una capa espumada.

El encapsulado aislante montado muy cerca del motor y de la caja de cambios es el resultado de un minucioso trabajo de desarrollo de sistemas de aislamiento acústico del conjunto propulsor. Gracias al aislamiento montado muy cerca de la fuente, se logra reducir el peso y, además, el consumo, ya que manteniendo el calor del motor se disminuye el consumo de combustible. A fin de cuentas se produce un efecto de sinergia entre la reducción de los sonidos interiores y exteriores, el funcionamiento en condiciones térmicas apropiadas y la disminución de la pérdida de calor. Gracias a la configuración eficiente de las diversas medidas adoptadas con el fin de reducir el nivel de ruidos del conjunto propulsor, es posible prescindir de casi la cuarta parte de los sistemas de aislamiento acústico del motor usualmente utilizados, lo que contribuye adicionalmente a reducir el peso del coche.

La aerodinámica: más eficiencia y dinamismo.

El coeficiente aerodinámico c_w es considerado el criterio decisivo para valorar la calidad aerodinámica de un automóvil. Recurriendo al valor c_w y a la superficie transversal frontal del coche se obtiene la resistencia aerodinámica. Para superar esa resistencia es necesario gastar energía de propulsión, incluso a velocidades usuales en el tráfico urbano. Si las velocidades son mayores, la resistencia aerodinámica es un factor que determina de manera decisiva las fuerzas que se oponen a las fuerzas de impulsión del coche, lo que significa que tienen una gran influencia en el consumo de combustible.

Por lo tanto, la aerodinámica es una parte esencial de la estrategia de desarrollo EfficientDynamics y, además, es un factor clave para mejorar el comportamiento dinámico del vehículo. Porque además de reducir la resistencia aerodinámica, el trabajo de desarrollo en esta especialidad también considera la reducción de las fuerzas ascendentes con el fin de mejorar la estabilidad del coche y aumentar el carácter dinámico que distingue a los modelos de la marca BMW. Además, el trabajo de desarrollo de soluciones aerodinámicas también considera la alimentación apropiada de aire de refrigeración para el motor, la caja de cambios y el sistema de frenos. Con cada nueva generación de modelos, los ingenieros de BMW Group han logrado progresar considerablemente en esta especialidad.

Modelación fina en el túnel de viento.

Cada vehículo de BMW Group recibe sus últimos retoques aerodinámicos en el Centro de Pruebas Aerodinámicas (AVZ, por sus siglas en alemán) propio de la empresa. BMW Group dispone en ese centro de los equipos más modernos del mundo disponibles en el sector automovilístico. Con estos

equipos es posible hacer mediciones y realizar pruebas sumamente realistas. En el centro de pruebas también es posible simular y analizar diversas condiciones dinámicas del coche, de manera que se establece una relación más intensa entre la aerodinámica y el dinamismo desde las primeras fases del desarrollo de automóviles que se fabricarán en serie.

Proporciones, optimización detallada y medidas individuales.

Para alcanzar las metas aerodinámicas en un coche, la definición de las proporciones es fundamental. Pero también es importante la aplicación de numerosas medidas en una amplia cantidad de detalles. La optimización de las formas del faldón delantero y del faldón trasero, de los espejos retrovisores exteriores, los montantes A, los listones montados en el techo, los revestimientos de los faldones laterales define, a fin de cuentas, la diferencia entre una buena aerodinámica y una aerodinámica excelente. Estas medidas de optimización detallada ya no modifican el diseño básico del coche.

Otra medida que tampoco incide directamente en el diseño del coche, pero que sí tiene una influencia decisiva en las cualidades aerodinámicas y, específicamente, en las fuerzas aerodinámicas ascendentes, es la configuración de los bajos del coche. Los modelos de BMW Group cuentan con recubrimientos de los bajos de formas aerodinámicas optimizadas, de superficies planas en la zona del vano motor, a lo largo de los tubos de escape y en la zona del depósito de combustible. Además, se incluyen recubrimientos aerodinámicos adicionales para el eje posterior y el silencioso secundario, entre otros. De esta manera se logra que los bajos del coche estén cerrados en buena medida, por lo que disminuye la resistencia aerodinámica y se reducen las fuerzas ascendentes.

Entre los elementos aerodinámicos visibles cabría mencionar las «air curtains» que se encuentran en el faldón delantero de varios modelos de la marca BMW. Estas «air curtains» crean una especie de cortina aerodinámica que cubre las ruedas delanteras, que evita la formación de turbulencias y que, por lo tanto, reduce la resistencia aerodinámica en la zona de las ruedas. Algunos modelos de BMW también cuentan con los así llamados «air breathers» que desvían una parte del aire que penetra en los pasos de rueda, reduciendo así aún más la resistencia aerodinámica.

Diversos modelos de BMW cuentan ya desde hace varios años con láminas móviles en la parrilla. En la actualidad, el sistema de tapas de aire de segunda generación es capaz de controlar la entrada de aire de manera más versátil y más acorde con las necesidades en cada caso. Concretamente, las láminas montadas entre las rejillas de la parrilla y el radiador se abren o cierran automáticamente en función de diversos parámetros. Así, la resistencia aerodinámica es la menor posible, aunque considerando la refrigeración

óptima del motor y, además, previendo un tiempo lo más breve posible de calentamiento. La menor resistencia aerodinámica y la temperatura siempre óptima del motor desembocan en un menor consumo de combustible y, por ende, en una reducción de las emisiones de CO₂.

La mejor del segmento: la aerodinámica del nuevo BMW X5.

Así como el nuevo BMW i8 cuenta con un coeficiente aerodinámico excelente en el segmento de los coches deportivos de apenas $c_w = 0,26$, también el BMW X5 es un buen ejemplo que demuestra cómo un coche fabricado en serie puede beneficiarse de la estrategia EfficientDynamics. En comparación con el modelo anterior, el coeficiente aerodinámico pudo mejorarse en un diez por ciento, lo que significa que este SAV de gran tamaño tiene un coeficiente c_w de 0,31, el mejor del segmento.

En términos generales se puede afirmar que aproximadamente el 40 por ciento de la resistencia aerodinámica general de un coche depende de sus proporciones. Especialmente los vehículos con techo que se prolonga hasta la zaga que, por lo tanto, tienen un portón posterior prácticamente vertical, tal como sucede en el caso del BMW X5, ofrecen el mayor potencial para optimizar la aerodinámica. En el caso de este modelo, los ingenieros optimizaron la aerodinámica prolongando los montantes C con la ayuda de aero-blades de nuevo diseño, que se topan a ras con el deflector que se encuentra al final del techo, creando así una especie de marco alrededor de la luneta. El corte del flujo aerodinámico que se obtiene de esta manera logra reducir el efecto de vacío que frena el coche, por lo que mejoran considerablemente las cualidades aerodinámicas del vehículo.

En la zona de los pasos de ruedas, es decir, en el lugar en el que se origina entre el 20 y el 25 por ciento de la resistencia aerodinámica, se aplicaron diversas medidas de carácter innovador para optimizar las cualidades aerodinámicas y reducir la resistencia al aire; entre ellas, «air-curtains», «air-breathers» y llantas de diseño aerodinámico. Finalmente, el sistema de láminas de aire regulables en función de las condiciones de funcionamiento del motor contribuye a mejorar la aerodinámica y a la optimización de la gestión de calor, por lo que, a fin de cuentas, logra reducir el consumo y las emisiones nocivas.

5. Innovadora tecnología lumínica: tecnología láser, única en el mundo.

Faros de diodos luminosos de serie, estreno mundial de innovadores faros láser como equipo opcional.

Los alargados faros del BMW i8 forman una unidad horizontal junto con la parrilla ovoide doble, acentuando de esta manera el ancho del coche. El coche deportivo tipo «plug-in-hybrid» tiene de serie faros de LED de gran capacidad lumínica y, además, energéticamente eficientes. Los elementos inferiores en forma de U acogen las luces de conducción diurna y las luces de posición, así como las luces intermitentes. Las finas franjas luminosas de las luces posteriores también tienen la forma en U que es típica de los modelos de BMW i. De serie, todas las luces del BMW i8 son de diodos luminosos. El BMW i8 es el primer coche del mundo fabricado en serie que puede estar equipado opcionalmente con faros láser. Estos faros generan una luz blanca muy luminosa, que es percibida como muy agradable. Se obtiene mediante la conversión específica (con fósforo fluorescente) de los rayos que emiten ínfimos diodos de luz láser en el interior de los faros. Considerando que la luz láser es monocromática, lo que significa que tienen una longitud de onda uniforme y, además, de oscilación sincronizada, se dispone de un haz de luz de rayos casi paralelos y de gran intensidad lumínica, de luminosidad mil veces más intensa que el haz de faros de LED convencionales.

Adicionalmente, este haz puede orientarse de manera extraordinariamente precisa. Además, la luz láser procede de un sistema de eficiencia optimizada adicionalmente. El consumo de energía es inferior a la mitad del consumo de faros de diodos luminosos, de por sí sumamente eficientes. La luz láser es capaz de entregar 170 lumen (unidad fotométrica del flujo luminoso) por vatio, mientras que la luz de LED alcanza aproximadamente 100 lumen.