

MHEV plus: la nueva generación del sistema de hibridación de Audi

- La tecnología MHEV plus, con un generador integrado en el sistema de propulsión (PTG), garantiza una eficiencia aún mayor al permitir la conducción parcialmente eléctrica
- El sistema eléctrico de 48 voltios ayuda al motor de combustión, reduce las emisiones de CO₂ y aumenta las prestaciones y el confort de conducción
- Geoffrey Bouquot, Director de Desarrollo Técnico: “Estamos impulsando una electrificación adaptada a las necesidades de los clientes”

Madrid, 29 de enero de 2025 - Con las nuevas series [A5](#) y [Q5](#), construidas sobre la Plataforma Premium de Combustión (PPC), Audi ha lanzado sus primeros motores térmicos con la nueva tecnología MHEV plus. Con su exclusiva interacción entre el generador del sistema de propulsión (PTG), el alternador de arranque por correa (BAS) y una batería de litio y fosfato de hierro (LFP), el sistema de hibridación ligera de 48 voltios apoya al motor de combustión, reduce las emisiones de carbono y, al mismo tiempo, aumenta las prestaciones y la agilidad. El PTG, que puede estar totalmente acoplado o desacoplado, cuenta con una electrónica de potencia integrada y un motor eléctrico que permite una conducción parcialmente eléctrica, lo que reduce el consumo y hace que la experiencia de conducción sea aún más confortable.

“Con la nueva tecnología MHEV plus, estamos impulsando la electrificación en nuestros nuevos vehículos con motor térmico basados en la Plataforma Premium de Combustión, adaptándola a las necesidades de nuestros clientes”, declara Geoffrey Bouquot, nuevo Director de Desarrollo Técnico de AUDI AG. “Esto reforzará nuestra cartera de productos de modelos totalmente eléctricos, híbridos enchufables y vehículos con eficientes motores de combustión”.

La tecnología MHEV plus ofrece atractivas funciones como la conducción parcialmente eléctrica, el empuje adicional del motor eléctrico como apoyo al motor de combustión y un aumento significativo de la eficiencia y el confort. El sistema de hibridación ligera de los nuevos A5 y Q5 consta de tres componentes principales: el generador integrado en el sistema de propulsión (PTG), de diseño compacto, con electrónica de potencia integrada y un motor síncrono de excitación permanente (PSM); una batería de 48 voltios; y el motor de arranque con alternador de correa (BAS). Los componentes del sistema de 48 voltios cuentan con refrigeración líquida para lograr unas condiciones de funcionamiento óptimas. La arquitectura del sistema MHEV plus puede integrarse en diversos modelos con tracción delantera y tracción quattro basados en la Plataforma Premium de Combustión (PPC). La refrigeración líquida de la electrónica de potencia y del motor eléctrico, específica para cada situación, permite que los componentes trabajen en condiciones óptimas para satisfacer las demandas de potencia y par en todos los estados de funcionamiento. La nueva tecnología MHEV plus permite la conducción puramente eléctrica en determinadas situaciones, y también puede apoyar al motor de combustión. De este modo, el sistema aumenta las prestaciones y la agilidad, al tiempo que reduce el consumo de combustible y las emisiones de CO₂.

Por ejemplo, en el Audi A5 2.0 TDI de 150 kW, se pueden ahorrar hasta 10 g/km o 0,38 l/100 km; y en el 3.0 TFSI con motor V6 de 270 kW es posible ahorrar hasta 17 g/km o 0,74 l/100 km (según el ciclo WLTP).

Generador del sistema de propulsión como potente módulo de accionamiento adicional

Otra gran ventaja del sistema MHEV plus es que mejora las prestaciones y el confort de conducción. El compacto pero potente módulo de accionamiento eléctrico del nuevo sistema es el generador de la cadena cinemática (PTG), un componente que representa la mayor diferencia con respecto a la tecnología MHEV ofrecida anteriormente por Audi, que funciona exclusivamente con un alternador de arranque por correa. El compacto módulo del PTG, que integra la electrónica de potencia y se instala directamente en el eje de salida de la transmisión, puede aportar hasta 18 kW (24 CV) de potencia eléctrica y permite un par máximo de 230 Nm, que ya está disponible como par motriz al arrancar el vehículo. La transmisión del PTG funciona con una relación de 3,6:1. El sistema MHEV plus utiliza el PTG hasta una velocidad máxima de 140 km/h para lograr la máxima eficiencia; a velocidades superiores se desacopla de la cadena cinemática mediante un embrague integrado.

El PTG pesa unos 21 kg y permite un máximo de 5.550 rpm en el eje de salida. Según el vehículo y la variante de transmisión, esto corresponde a una velocidad de 130 a 140 km/h. El espacio necesario para la integración del PTG a la salida de la transmisión se ha creado con mínimas modificaciones en las piezas y los componentes circundantes. La colocación directamente detrás de la caja de cambios ofrece varias ventajas. Por ejemplo, los 18 kW de potencia motriz o los hasta 25 kW de potencia del frenado regenerativo suministrados por el PTG están disponibles directamente a la salida del eje, sin más pérdidas. Gracias a esta configuración, el PTG puede utilizarse tanto en vehículos de tracción delantera como total, sin necesidad de modificaciones y de forma modular.

Para cumplir los elevados requisitos de confort de conducción durante el funcionamiento del sistema, debe garantizarse un control preciso del par, la corriente y la velocidad del motor eléctrico. La temperatura de funcionamiento oscila entre -40°C y +70°C. Una camisa por la que circula líquido refrigerante rodea el motor eléctrico y refrigera también la electrónica de potencia, compacta y altamente integrada en el circuito refrigerante común, que está montada directamente sobre el motor eléctrico para ahorrar espacio. Los módulos de potencia de alto rendimiento están dispuestos alrededor del disipador de calor dentro de la electrónica de potencia. Los condensadores del circuito intermedio están rodeados por el disipador de calor de forma óptima, tanto desde el punto de vista térmico como para ahorrar espacio.

Desarrollo centrado en las necesidades de los clientes

Audi ha desarrollado la tecnología MHEV plus con la vista puesta en las necesidades de los clientes. Las transmisiones convencionales disponibles con las primeras generaciones del start-stop o del sistema de hibridación ligera se basan en componentes de eficiencia clave, como la parada del motor cuando el vehículo está parado, la marcha por inercia con el motor apagado y la recuperación de energía de 12 ó 48 voltios. Las principales ventajas del mayor grado de

electrificación con la nueva tecnología MHEV plus incluyen la comodidad añadida del funcionamiento del start-stop, la marcha por inercia sin emisiones, la recuperación de energía, la conducción parcialmente eléctrica -por ejemplo para aparcar y maniobrar eléctricamente- y unas mejores prestaciones gracias al apoyo eléctrico adicional al rendimiento del motor de combustión. Esto permite que el vehículo se conduzca de forma puramente eléctrica, manteniendo el motor de combustión apagado durante más tiempo; por ejemplo, cuando se circula a baja velocidad en recorridos urbanos, en situaciones de tráfico lento o cuando el vehículo se aproxima a la siguiente población. Además, la respuesta de arranque del vehículo es significativamente mejor y más espontánea, porque el PTG proporciona un par motor de hasta 230 Nm incluso a bajas velocidades. Esto se traduce en una capacidad de reacción notablemente superior, lo que permite una perceptible mejora de la agilidad, especialmente durante los primeros metros al iniciar la marcha.

A velocidades comprendidas entre 0 y un máximo de 140 km/h, el PTG puede apoyar al motor de combustión. Esto significa que el MHEV plus ofrece una potencia eléctrica adicional de hasta 18 kW, lo que permite que el motor de combustión funcione de la forma más eficiente posible. En esta gama de velocidades el PTG puede recuperar hasta 25 kW de energía mediante el frenado regenerativo, hasta poco antes de que el vehículo se detenga. El sistema de control de frenos integrado (iBRS), con capacidad de combinar la frenada de recuperación y los frenos hidráulicos, permite frenar sin apenas presión y un logra un frenado regenerativo óptimo, normalmente sin utilizar los frenos de fricción. Gracias al compresor eléctrico del aire acondicionado, el sistema MHEV plus también permite el funcionamiento continuo de la climatización incluso cuando el motor de combustión está apagado, como por ejemplo cuando se espera en un semáforo en rojo.

Alternador accionado por correa BAS, batería de iones de litio e iBRS: una combinación ideal

Como parte de la tecnología MHEV plus, el motor de arranque-alternador accionado por correa (BAS) se encarga de arrancar el motor y suministrar energía eléctrica a la batería. La transmisión por correa tiene ventajas acústicas frente a un motor de arranque de piñón y consigue una mayor velocidad de puesta en marcha del motor de combustión. Esto se traduce en una mayor eficiencia y un confort superior. El BAS también puede recuperar energía del motor cuando se apaga y coloca los cilindros en la posición óptima para volver a arrancar.

La batería de iones de litio, con una química de fosfato de hierro y litio (LFP), tiene una capacidad de almacenamiento de 37 Ah, lo que corresponde a una capacidad de algo menos de 1,7 kWh (bruta). Su potencia máxima de descarga es de 24 kW. Debido a los requisitos de disponibilidad, potencia y par motor, la batería está integrada en un circuito de refrigeración líquida a baja temperatura que garantiza unas condiciones óptimas en el rango de 25°C a 60°C. Es la primera vez que Audi utiliza una batería LFP para sus sistemas de hibridación ligera.

El sistema de control de frenos integrado (iBRS) desempeña un papel importante en la recuperación de energía. En los modelos con tecnología MHEV plus, el iBRS garantiza la posibilidad de frenar sin apenas presión en el pedal del freno y consigue la deceleración necesaria mediante el frenado regenerativo, sin necesidad de utilizar el sistema de frenos

hidráulicos de las ruedas, que solo se aplican cuando se pisa con más fuerza el pedal, sin afectar al tacto o a la sensación de frenado.

Sofisticada estrategia de funcionamiento MHEV plus

En un sistema híbrido la regla general es que una batería cargada entre el 50% y el 60% funciona de la forma más eficiente, ya que puede suministrar altas corrientes al motor eléctrico y almacenar altas corrientes de carga durante las fases de recuperación de energía. El objetivo del sistema híbrido no es la autonomía eléctrica, sino poder descargar y recargar la batería en ciclos rápidos. Esto permite recuperar toda la energía posible y reutilizarla rápidamente de forma eficiente para la conducción.

Con la tecnología MHEV plus, un software de control evalúa el estado de funcionamiento del vehículo con el objetivo de lograr la interacción adecuada entre el motor de combustión, el PTG y el BAS. Para ello se almacenan valores característicos para el uso óptimo de los dos motores eléctricos y los niveles deseados de par para la propulsión o la recuperación de energía. También se tiene en cuenta el estado de carga de la batería. El objetivo es un funcionamiento estable. El sistema de control consigue resultados diferentes según la situación, ya que la estrategia de funcionamiento de los motores eléctricos se optimiza para cada modelo en función del motor de combustión. El resultado es el menor consumo posible sin comprometer la dinámica de conducción.

La estrategia de funcionamiento tiene en cuenta el modo seleccionado en la transmisión y la modulación del pedal del acelerador. Por ejemplo, en el modo de conducción D, el PTG solo aplica la potencia eléctrica adicional máxima de 18 kW a partir de aproximadamente el 80% de recorrido del pedal del acelerador, o al activar el “kickdown”; mientras que en el modo de conducción S, la potencia eléctrica adicional está disponible para un recorrido menor del pedal del acelerador. En modo D, el PTG puede desacoplarse a partir de 85 km/h para evitar pérdidas eléctricas en el motor eléctrico cuando se circula a velocidad constante en autopista o en carretera; en el modo S, sin embargo, el PTG permanece acoplado hasta su régimen máximo admisible de 5.550 rpm, para permitir una respuesta espontánea en cualquier momento.

En cuanto a los modos de conducción D y S de la transmisión, la estrategia de funcionamiento se diferencia especialmente en lo que respecta al SoC (estado de carga) objetivo de la batería de 48 voltios. En el modo D, un SoC medio del 50% al 55% proporciona el equilibrio óptimo para disponer de energía suficiente tanto para el apoyo eléctrico del motor de combustión como para la conducción parcialmente eléctrica. Este SoC también es suficiente para almacenar las grandes cantidades de energía recuperada que se producen en las fases de frenado suave y prolongado, como por ejemplo al aproximarnos a un semáforo o al entrar en las ciudades. En el modo S, un SoC objetivo más alto de alrededor del 70% garantiza una mayor cantidad de energía disponible para el apoyo eléctrico del motor de combustión cuando se practica una conducción más deportiva, que implica fases de frenado más cortas e intensas, lo que significa que hay menos energía que recuperar.

El uso del PTG también ofrece ventajas en términos de dinámica de conducción, ya que el par

adicional e inmediatamente disponible significa que el vehículo puede reaccionar de forma más espontánea a los cambios de carga y acelerar con mayor agilidad a la salida de las curvas. El tipo de cambio de carga también se modula de forma diferente en los modos D y S, para permitir una conducción más confortable en el modo D, y más sensible y dinámica en el modo S.

Los modelos con MHEV plus también pueden funcionar de forma puramente eléctrica, por ejemplo cuando el vehículo se aproxima a una ciudad, manteniendo su velocidad con la ayuda del PTG. Si la potencia requerida por el conductor o por el control de crucero adaptativo (ACC) supera un determinado valor, el motor de combustión se pone en marcha y asume la propulsión. El umbral de arranque depende del SoC actual de la batería de 48 voltios y de la velocidad del vehículo.

Si el SoC actual es inferior al SoC objetivo, el motor de combustión se enciende antes. Por un lado, así se evita consumir energía adicional para la conducción eléctrica y, por tanto, reducir aún más el SoC. Además, de esta forma el motor de combustión puede volver a aumentar el SoC -es decir, recargar la batería- según sea necesario mediante el aumento de potencia en combinación con el BAS y el PTG. Esto no se aplica a las maniobras funcionando exclusivamente con el motor eléctrico, a la marcha lenta en el tráfico o al aparcamiento, que pueden mantenerse con un estado de carga significativamente inferior.

Si el SoC actual es superior al SoC objetivo, el motor de combustión se enciende más tarde cuando hay una demanda de potencia ligeramente superior. Al hacerlo, la batería de 48 voltios se descarga hacia el SoC objetivo para que pueda absorber suficiente energía durante las futuras fases de recuperación. A medida que aumenta la velocidad del vehículo, se reduce el umbral para solicitar potencia al motor de combustión. Esto significa que cuanto mayor sea la velocidad, más potencia tendrá el motor de combustión.

El aumento de eficiencia del sistema de propulsión con la tecnología MHEV plus mejora notablemente la autonomía total del vehículo. Esto hace que los vehículos equipados con MHEV plus sean considerablemente más adecuados para viajes de larga distancia, y que esos trayectos sean mucho más cómodos.

Comunicación de prensa Audi
Dirección Comunicación y RR.EE. Audi
E-mail: nacho.gonzalez@audi.es
E-mail: alejandro.martin@audi.es

Información y fotos en las websites de prensa de Audi
<http://prensa.audi.es>
<https://www.audi-mediacycenter.com>



El Grupo Audi es uno de los fabricantes de automóviles y motocicletas de mayor éxito en el segmento Premium y de lujo. Sus marcas Audi, Bentley, Lamborghini y Ducati producen en 21 plantas distribuidas en 12 países. Audi y sus socios están presentes en más de 100 mercados en todo el mundo.

En 2023, el Grupo Audi entregó a sus clientes 1,9 millones de automóviles de la marca Audi, 13.560 vehículos Bentley, 10.112 vehículos Lamborghini y 58.224 motocicletas de la marca Ducati. En el año fiscal 2023, el Grupo Audi alcanzó una facturación de 69.865 millones de euros y un beneficio operativo de 6.280 millones de euros. El Grupo Audi emplea a nivel mundial a más de 87.000 trabajadores, 53.000 de ellos en Alemania. Con sus atractivas marcas y nuevos modelos, el grupo continúa avanzado sistemáticamente en su objetivo para convertirse en un proveedor premium de movilidad sostenible y completamente conectada.

Consumo de los modelos mencionados:

Las cifras dependen de la combinación neumático/llanta seleccionada y de la variante de motor y transmisión

Audi A5 2.0 TDI 150 kW

Consumo combinado de electricidad en kWh/100 km: 4,7 - 5,5

Emisiones combinadas de CO₂ en g/km: 124 - 143

Audi S5 TFSI

Consumo combinado en l/100 km: 7,5 - 7,8

Emisiones combinadas de CO₂ en g/km: 170 - 177