

Cuestión de equilibrio

¿Es posible tener una suspensión blanda y cómoda cuando hace falta, pero al mismo tiempo firme y rígida si es preciso? La suspensión *Magnetic Ride* de Audi —una idea de Delphi— parece haber encontrado la forma de conseguirlo, pero hay muchos más elementos que influyen en la estabilidad, el confort, el agrado de uso o las sensaciones que uno tiene al volante. ■ Carlos Enríquez de Salamanca



QUÉ ES EL CONFORT

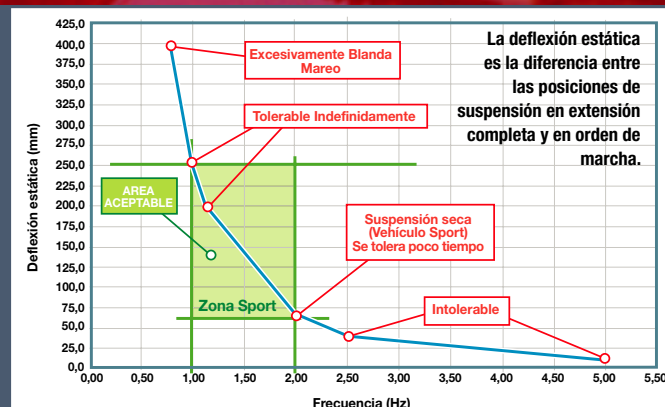
Sube y baja... con criterio

■ El gráfico que acompaña estas líneas es bastante ilustrativo de los objetivos que se persiguen al diseñar y desarrollar una suspensión.

La frecuencia de las oscilaciones verticales se miden en hertzios (Hz). Para que nos entendamos, un hertzio es el número de veces por segundo que sube y baja la suspensión. La frecuencia del movimiento vertical del paso humano viene a estar entre 1,2 y 2 Hz. Un barco se mueve a 0,8 Hz, por eso puede darte sensación de mareo, sobre todo si hay grandes amplitudes.

Un turismo se suele mover en un rango similar al paso humano, entre 1 y 1,6 Hz, mientras que un deportivo se va hasta 1,8-2,1 Hz y un monoplaza no suele bajar de 2,5 Hz.

Si encima tienes en cuenta la deflexión estática —es decir, la diferencia entre las posiciones de suspensión en extensión completa y en orden de marcha expresada en mm— ya te puedes imaginar lo bien que deben estar hechos los empastes de Fernando Alonso para que siga sonriendo al final de cada carrera. Para él, es soportable porque es joven, está



La deflexión estática es la diferencia entre las posiciones de suspensión en extensión completa y en orden de marcha.

en forma y lo hace un día sí y otro también, pero ten presente que el concepto de confort varía con los

años: a los 20 años tu cuerpo tolera cosas que a los 40 te parecen una tortura insoportable.

Las cuatro pruebas

Sobre la pista de ensayos del INTA —Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial—, hemos realizado cuatro pruebas con los dos coches disponibles y variando las condiciones —con y sin ESP, con y sin suspensión sport...— para analizar las diferencias y la influencia de cada elemento.

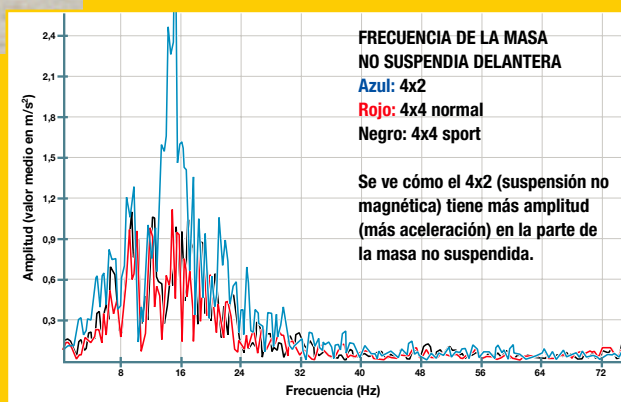
Prueba 1 Reductores de velocidad

LA PRUEBA: paso a 30 km/h sobre una serie de reductores de velocidad o «bandas sonoras».

En el gráfico se ve cómo las frecuencias de la masa no suspendida —el sensor estaba colocado en la rueda delantera— son similares en los tres casos, marcando la diferencia de amplitud el perfil del neumático y el tipo de suspensión. El 4x2 —suspensión no magnética— tiene bastante más amplitud en la parte de la masa no suspendida.

Las diferencias entre el Quattro en modo sport y normal son casi insignificantes, pero sí se detecta mayor frecuencia con menos amplitud en el modo sport, sobre todo una vez que la centralita ha detectado la situación y «adaptado» la respuesta.

Gracias a otro sensor situado en el maletero, para ver las frecuencias de la masa suspendida, pudimos apreciar que —independientemente del perfil de neumático o tipo de suspensión— la tracción también influye. De hecho, el eje trasero del TT Roadster Quattro se ceñía mucho más al suelo a su paso por los reductores de velocidad gracias a su motricidad, mientras el 2.0 TFSi (4x2) presentaba valores de aceleración vertical de la carrocería mucho más altos.



Prueba 2 Anillo de velocidad

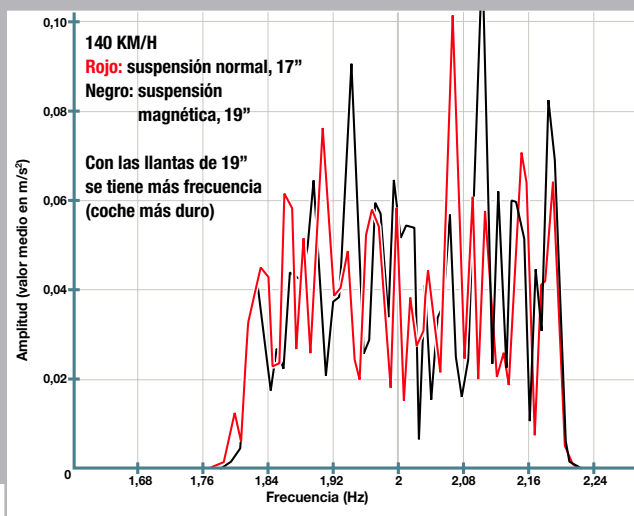
LA PRUEBA: dos vueltas al anillo de la pista de homologaciones del INTA a 80 km/h y otras dos a 140 km/h.

Las diferencias resultan despreciables a 80 km/h, pero sí que son claras a 140 km/h, tanto por la percepción que se tiene a bordo como por lo que reflejan los sensores. A esa velocidad el TT Roadster Quattro se siente más firme, sobre todo por la diferencia de ruedas con el tracción delantera.

Al ver el gráfico se puede interpretar el funcionamiento del *Magnetic Ride*: los picos de la línea negra están más a la derecha que los de la roja, lo que significa que el coche con llanta de 19" y suspensión magnética vibra más deprisa, más veces por segundo.

Sin embargo, en un primer instante su reacción es menos inmediata, hasta que el «cerebro» del sistema adecúa su actuación a las condiciones del momento y reduce la amplitud de los movimientos verticales.

El sensor utilizado estaba dentro del coche, no en la suspensión ni en la carrocería. Las frecuencias entran en el rango de los valores «deportivos» del gráfico de confort.



Prueba 3 Círculo

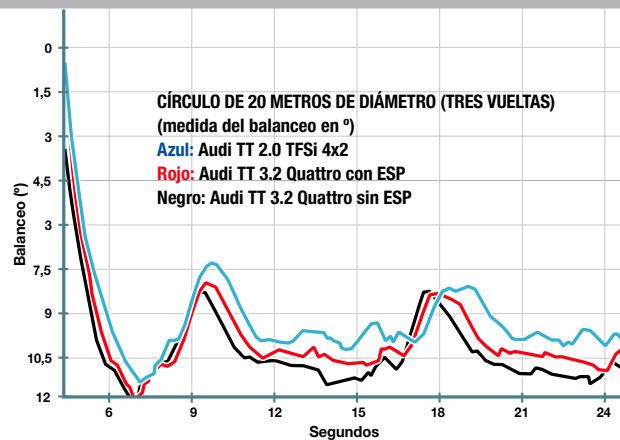
LA PRUEBA: varios giros en ambos sentidos a un círculo de 20 metros de diámetro a 30 km/h.

Sistema de tracción y actuación del ESP tienen en este caso mayor influencia que el *Magnetic Ride*. La diferencia por peso o llanta —el neumático de perfil bajo se deforma menos— tiene efectos despreciables frente al de la velocidad.

La aceleración lateral produce una fuerza centrífuga que actúa sobre el centro de gravedad del coche. Según la diferencia entre el centro de balanceo y el de gravedad —uno

más alto que el otro—, el coche será más sensible a las aceleraciones laterales o no. En este caso, para el mismo coche, el balanceo es función de la velocidad —y la aceleración proporcional a la velocidad, con aquella fórmula de $a=v^2/r$ —.

El Audi gris —2.0 TFSi de tracción delantera— balancea más porque su velocidad es menor, ya que tiene menos agarre y tiende a «irse de atrás». En el Quattro, cuando desconectamos el ESP (curva negra) tiene mayores ángulos de balanceo ya que a más velocidad, más aceleración lateral.



El coche gris, tracción delantera, balancea menos porque «se va de atrás» (menos agarre). Entre los 4x4 se ve cómo el que no lleva ESP (curva negra) tiene mayores ángulos de balanceo que el que lleva ESP (más velocidad => más aceleración lateral).

Prueba 4 Aceleración y frenada

LA PRUEBA: aceleración 0 a 60 km/h y posterior frenada.

En este caso la suspensión magnética tiene muy poca influencia en los ángulos de cabeceo al acelerar o cambiar de marcha. Por el contrario, hay factores

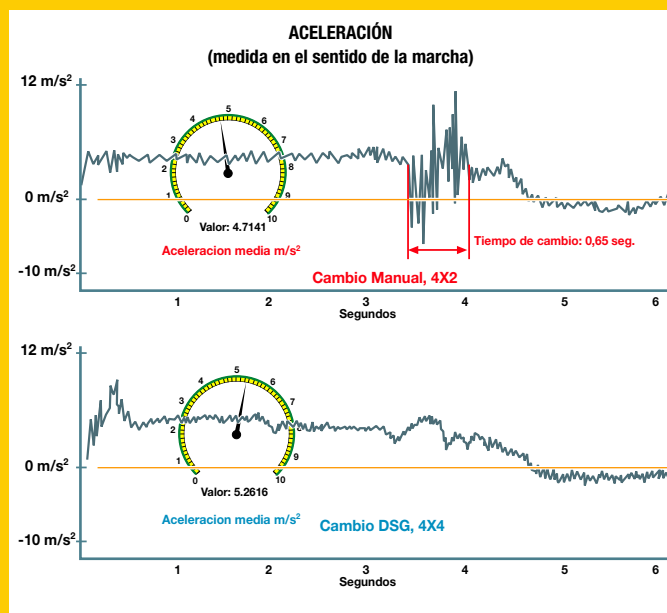
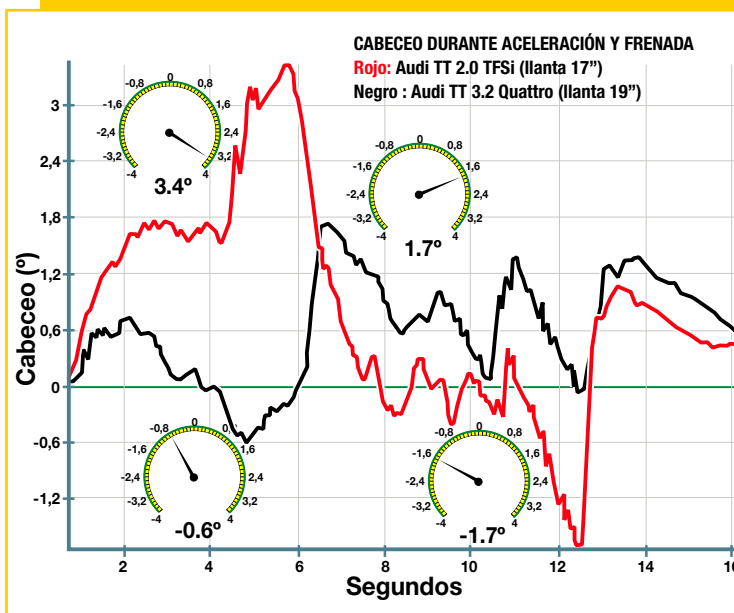
que tienen mayor protagonismo, como el tipo de tracción, el cambio DSG y el perfil de la rueda.

El sistema Quattro reduce el cabeceo en aceleración ya que se compensa el «tirón» del eje delantero con el empuje del eje trasero. El DSG resulta

más suave y modera el cabeceo porque en el momento de cambio de marcha el motor sigue transmitiendo potencia, además de ser más rápido que el manual. Por último y en menor medida, en el instante mismo de la arrancada el neumático de menos perfil obtiene

una ventaja de su mayor rigidez para transmitir la potencia al suelo.

En la frenada, el sistema *Magnetic Ride* sí reduce el hundimiento de la carrocería, si bien no hay diferencias significativas en cuanto a la distancia para detenerse.



ASÍ FUNCIONA LA SUSPENSIÓN MAGNETIC RIDE

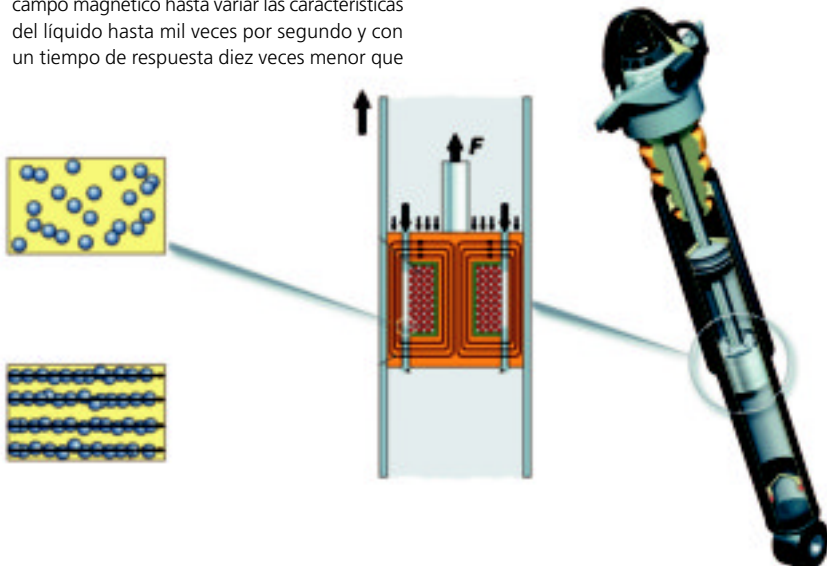
Un fluido mágico

El nombre original que le puso Delphi Automotive es *MagneRide* y no sólo lo aplica Audi, sino también Cadillac, Chevrolet, Acura, Ferrari, Buick y Holden.

Todo se basa en un fluido que sustituye al aceite que normalmente llevan los amortiguadores y que cambia sus propiedades —la viscosidad— ante la presencia de un campo magnético. Ello es posible porque en ese fluido hay unas partículas de hierro dispersas libremente que se alinean ante la presencia de un campo magnético hasta variar las características del líquido hasta mil veces por segundo y con un tiempo de respuesta diez veces menor que

el de otros sistemas de amortiguación variable mediante electroválvulas.

El sistema está controlado electrónicamente, de manera que se dan distintas reacciones según cada situación, para conseguir una amortiguación suave o firme cuando es preciso. De hecho, no hay posiciones «fijas»: la dureza del amortiguador se modifica continuamente entre dos límites en función del campo magnético que se genera.



AGRADECIMIENTO

Los protagonistas

La elaboración de este informe ha sido posible gracias al trabajo de nuestro Centro Técnico y, sobre todo, de i-Alpe Estudio de Ingeniería, que ha puesto a nuestra disposición sus instrumentos de medida para verificar, evaluar y analizar cada uno de los parámetros necesarios.



Los coches utilizados han sido dos Audi TT Roadster. Uno con tracción delantera, cambio manual, motor 2.0 TFSi y ruedas 245/45 en llanta de 6,5x17"; el otro, un Quattro con cambio DSG y motor 3.2 V6 calzado con unas 255/35 9x19".

