

Funcionamiento y regulación de las suspensiones

(por Rafa)

Las suspensiones son uno de los sistemas más desconocidos por los motoristas. A pesar de que todos las consideramos fundamentales, especialmente, si exigimos una mínima eficacia en conducción deportiva. Sin embargo, las suspensiones no son tan complicadas como pueden parecer, y conocer sus principios básicos de funcionamiento es fundamental para poder comprenderlas y dominarlas.

Es evidente que para poder ajustar perfectamente estos sistemas no sólo hay que disponer de los conocimientos necesarios, sino también de las reacciones de la moto, y, sobre todo, tener la sensibilidad adecuada para interpretar la información que se recibe de la moto.

Suspensión

Básicamente una suspensión tiene dos misiones principales:

- a) Mantener las ruedas en contacto con el suelo en todo momento.
- b) Procurar que las partes de la moto que están ancladas a las ruedas, es decir, todo aquello que no son las ruedas y la parte fija a ellas, (que se denomina masa no suspendida) se mantenga en una trayectoria rectilínea con respecto al suelo.

Para lograrlo las suspensiones disponen de dos sistemas, el resorte y el freno hidráulico. El primero suele ser un muelle helicoidal, aunque a veces se trabaja con ballestas, elastómeros o barras de torsión. Su función es absorber la energía que se produce durante el desplazamiento de la masa suspendida (ruedas y la parte de la suspensión fija a ellas), para devolverla a su posición inicial una vez que ha cesado la causa que produce el desplazamiento (baches, fuerza centrífuga en las curvas, inercia al acelerar o frenar....

El problema puede venir de las inercias de los resortes y del movimiento en el que liberan la energía ya que viene sucedido por oscilaciones de extensión y compresión. Para evitar que las suspensiones vayan extendiéndose y comprimiéndose constantemente mientras la moto circula, se instala un freno a estos movimientos parásitos: es el sistema hidráulico.

Mientras el recorrido del muelle depende de la fuerza que se le aplique, el sistema hidráulico depende de la velocidad del desplazamiento. Un muelle se comprime más conforme aumenta la carga sobre él, un sistema hidráulico se

endurece cuando aumenta la velocidad del desplazamiento. Esto es muy importante, porque separa la regulación de ambos sistemas dependiendo del problema. Si este está causado por la fuerza que provoca el movimiento (topes o falta de recorrido en la suspensión), es el muelle el factor a considerar. Si por el contrario es la velocidad de trabajo (oscilaciones, rebotes, movimientos parásitos....) es el hidráulico el sistema a regular.

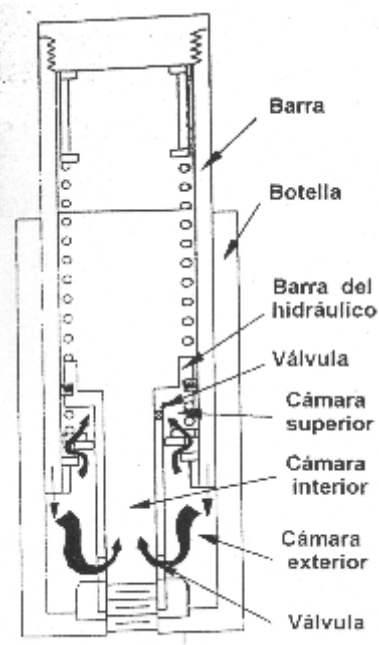
Horquillas

Las suspensiones delanteras normalmente están formadas por una horquilla telescópica, pero dentro de ellas se pueden distinguir dos grandes familias:

- Las horquillas tradicionales.
- Las más modernas de cartucho.

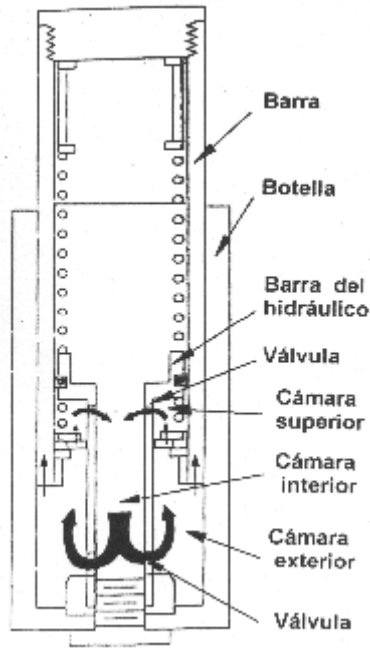
Las horquillas tradicionales disponen de un muelle interior y de un sistema hidráulico formado por una barra fija a la parte inferior de la botella de la horquilla, sobre la que normalmente se sujeta el muelle, que se apoya en el otro extremo en la parte superior de la barra.

- Recorrido de compresión



Cuando la horquilla se comprime, la porción de la barra de la horquilla que se introduce en la botella reduce el volumen disponible para el aceite en la zona inferior. Este es obligado a pasar por los orificios de la barra del hidráulico a su interior y de ahí a la parte superior de la horquilla. Al mismo tiempo, una pequeña cámara situada entre el extremo superior de la barra del hidráulico y el final de la barra de horquilla se llena de aceite por efecto de la sobrepresión a que es sometida la cámara inferior de la horquilla. Estos movimientos de aceite provocan un freno a la acción de compresión del muelle, y hay que ajustar los diferentes taladros y densidades de aceite a la retención hidráulica que se desee.

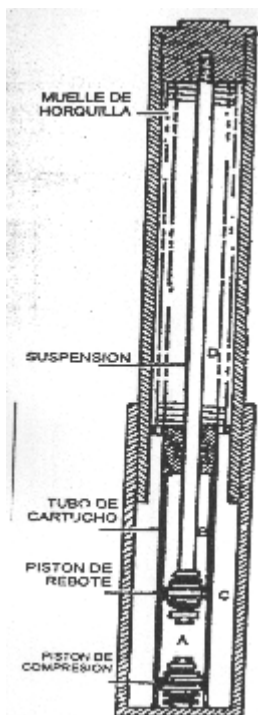
- Recorrido de extensión



En la carrera de extensión el efecto es el contrario. La barra sube y deja espacio libre en la zona inferior de la horquilla, lo que obliga por una parte a que el aceite situado en la zona superior pase al exterior de la zona inferior atravesando los taladros inferiores, y al tiempo que el aceite almacenado en la cámara superior, al verse presionado por la subida de la barra de la horquilla, se introduce en el interior de la barra del hidráulico por unos taladros.

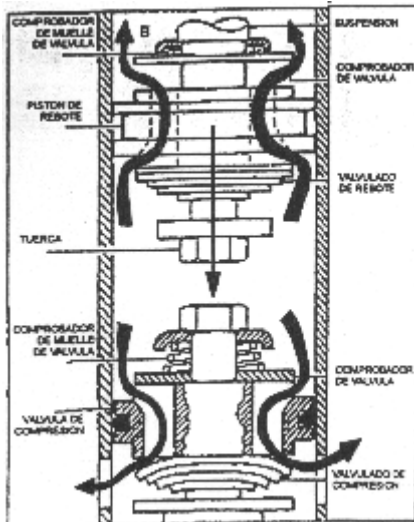
El principal defecto de este sistema es la falta de regulación. Para variar el efecto hidráulico hay que modificar el tamaño de los taladros o la densidad del aceite, lo que significa realizar cambios permanentes.

- Horquilla



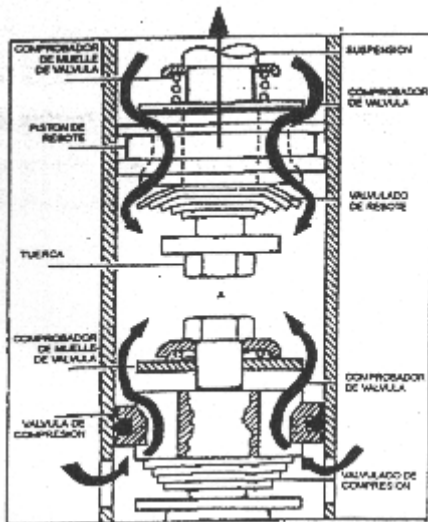
Las horquillas actuales funcionan con el *sistema de cartucho*, aunque para ello el diámetro mínimo de las barras debe ser de unos 39 o 40 mm. En este caso el funcionamiento es completamente diferente. La horquilla dispone en su interior de un cilindro anclado a la parte inferior llamado cartucho, que es recorrido durante el recorrido de la suspensión por un émbolo sujeto a la parte superior. Tanto al final del émbolo como en la parte inferior del cartucho están emplazadas unas cajas de láminas, que permiten con una cierta dificultad el paso del aceite en un sentido, pero lo mantienen completamente libre en la otra dirección de desplazamiento. En el recorrido de compresión el émbolo superior se desplaza hacia abajo dejando pasar el aceite a la zona superior, pero el volumen que va ocupando la barra que lo soporta obliga al aceite del interior del cartucho a salir por la parte inferior. Antes de este desagüe está intercalado el paquete de láminas de compresión, que causa el efecto hidráulico.

- Recorrido de compresión



En el recorrido de extensión, el volumen despejado por la salida de la barra que soporta el émbolo debe llenarse de aceite, y este vuelve a pasar por el desagüe inferior, y por las láminas del paquete de compresión, que en este caso no ofrecen resistencia. Sin embargo, el aceite de la parte superior del cartucho tiene que pasar por el paquete de láminas de extensión sujeto al émbolo, que en este caso produce el freno.

- Recorrido de extensión



La ventaja de estos sistemas es que pueden regularse con facilidad, ya que los paquetes de láminas se pueden auxiliar con sistemas formados por conductos estrechos, sobre los que una aguja puede variar su efecto fácilmente.

- Amortiguadores

Los amortiguadores funcionan de un modo similar a la horquilla de cartucho. En este caso un émbolo dotado de un pistón con láminas recorre el cilindro. En el recorrido de compresión las láminas de extensión no actúan gracias a un «by-pass», mientras que en el de extensión es al contrario, no actúan las láminas de compresión. El principal problema es desalojar el aceite necesario para la entrada del vástago en el recorrido de compresión, que suele realizarse por medio de una cámara de gas a presión separada del aceite por una pared que puede desplazarse o por una membrana. Cuando el vástago entra el aceite presiona el gas que ve reducido el volumen que ocupa, y al salir ocurre el

efecto contrario. Hay varios tipos de amortiguadores, con botellas de gas separadas, con botella en el cuerpo, e incluso aquellos que mezclan el gas con el aceite, de manera que la mezcla puede comprimirse directamente en el cilindro principal.

- Problemas

Hay veces que es imposible llegar a un compromiso adecuado en el trabajo de la suspensión, simplemente porque el diseño original no es el adecuado. Suele ser habitual en las horquillas tradicionales que los orificios sean muy pequeños, de manera que cuando la horquilla trabaja a alta velocidad, no puede trasvasarse suficiente aceite por los conductos inferiores de la barra hidráulica. En estos casos la horquilla trabaja razonablemente bien a baja velocidad (frenadas, compresión en las curvas o aceleraciones, baches con poca pendiente...), pero se endurece excesivamente cuando la suspensión trabaja a alta velocidad (baches intensos por ejemplo). Las horquilla de cartucho pueden tener un diseño poco acertado, y es relativamente frecuente que las láminas dispongan de desagües tan pequeños que el aceite no quede frenado en ellos, de manera que a alta velocidad se produce un efecto similar al de las horquillas tradicionales, ya que realmente el efecto hidráulico no proviene de la láminas, sino del conducto de salida que se encuentra tras ellas, y que en principio no debe provocar ningún obstáculo. En otras ocasiones el diseño no es el adecuado y el sistema pierde efectividad por calentamiento, fricciones excesivas de los componentes, etc.

Para resolverlos bien se puede trabajar con suspensiones de mayor calidad, o bien trabajar con accesorios para las suspensiones que modifican su funcionamiento, como es el caso de Race Tech, que dispone de cajas de láminas que permiten un revalvulado y varían en funcionamiento de la suspensión en muchos apartados.

- Ajuste

El ajuste de una suspensión es un trabajo metódico que requiere experiencia, sensibilidad y método. Hay que realizar las diferentes operaciones por pasos y ser capaz de observar las diferencias que tienen lugar, ya que muchas veces no es fácil comprender que problema. En general un mismo resultado puede obtenerse por diversos procedimientos, por lo que vamos a referirnos únicamente a una regulación convencional sobre una moto se serie a la que no se van a modificar parámetros como la dureza interna del muelle, la viscosidad del aceite o el valvulado interno. Un método de trabajo suele comenzar por adecuar el muelle. Para ello hay que comprobar que no hace topes ni trabaja con un recorrido excesivamente pequeño. Es sencillo instalar una pequeña brida plástica que indique el recorrido empleado, que debe ser cercano al máximo, pero no completo. En este caso lo único que se puede

regular es la precarga inicial, es decir, la carga necesaria para que el resorte comience a comprimirse. Es importante que la suspensión disponga de un cierto hundimiento con el piloto para evitar despegues de las ruedas en agujeros o cambios de rasante, pero la medida varía dependiendo del tipo de moto, de su peso y del que tenga el piloto. Como media en una moto deportiva de cilindrada media podemos considerar que debe hundirse unos 30 mm, pero este valor es muy variable y no puede tomarse una referencia válida en todos los casos.

Una vez obtenido un compromiso de muelle hay que regular el hidráulico, pero hay que tener en cuenta que en muchas ocasiones la regulación de los amortiguadores de serie no es excesivamente precisa. Una observación en parado de la velocidad de rebote o de compresión de las suspensiones empujando con las manos sólo es válida para comprobar si el estado es desastroso y además a baja velocidad, pero hay que comenzar por comprobar que tanto la compresión como la extensión se realizan con un cierto freno, y que no hay variaciones a lo largo del recorrido.

La regulación de los parámetros de hidráulico para llegar a ajustes precisos obliga a probar, averiguar que es lo realmente hace la moto, y actuar. Podemos dar unas ciertas bases, pero es importante probar. Si un ajuste en una dirección empeora el funcionamiento hay que volver y dirigirse en el sentido contrario. Igualmente es fundamental no trabajar con todo a la vez, sino con un parámetro cada vez, ya que dos modificaciones pueden afectarse mutuamente y hacer imposible la regulación.

En general algunos de los efectos que causa una suspensión mal regulada son los siguientes:

Suspensión delantera

Muelle blando o poco precargado (La suspensión se hunde excesivamente y la moto está hundida frontalmente)

- Topes en frenada
- Sobreviraje (la moto cae hacia dentro, pero no confundir con velocidad excesivamente baja en curvas lentas)

Muelle duro o excesivamente precargado (Se emplea un recorrido insuficiente y la moto está levantada frontalmente)

- Falta de hundimiento
- Subviraje (la moto tiende a salir hacia el exterior de la curva)

- Falta de agilidad a la entrada de la curva
- Excesiva sensibilidad en baches

Extensión escasa (La horquilla se extiende demasiado rápidamente)

- La moto se levanta sola a la salida de las curvas
- Excesivos movimientos en las fases frenada-aceleración
- Subviraje
- Pérdida de tacto frontal

Extensión excesiva (La horquilla se extiende demasiado lentamente)

- Sobreviraje
- Sacudidas en las aceleraciones
- Rebotes en el interior de la curva

Compresión escasa (La horquilla se comprime muy rápidamente)

- Rebotes en frenada
- Hundimiento excesivo
- Sensibilidad en los baches
- Sobreviraje

Compresión excesiva (La horquilla se comprime muy lentamente)

- Temblores y nerviosismo
- Subviraje
- Sacudidas de dirección
- Oscilaciones y rebotes en frenadas.

Suspensión trasera

Muelle blando o escasa precarga (La moto está demasiado hundida y se hunde rápidamente)

- Topes en curvas, sobre todo rápidas y en baches
- Subviraje
- Parte trasera demasiado suelta en frenadas
- Hundimiento trasero en aceleración.
- Cambios de dirección ralentizados

Muelle duro o excesiva precarga (La moto esta demasiado levantada y no sólo se del recorrido)

- Sobreviraje
- Falta de tracción

Extensión escasa (El amortiguador se extiende demasiado rápido)

- Flaneo en la fase de aceleración en curvas
- Movimientos verticales en baches.

Extensión excesiva (El amortiguador se extiende lentamente)

- Rebotes rápidos y secos (habitualmente se confunden con el problema contrario, falta de extensión)
- Falta de adherencia al acelerar, tracción pobre.

Compresión escasa (El amortiguador se comprime demasiado rápido)

- Subviraje
- Falta de tracción brusca en aceleraciones
- Nerviosismo en aceleración

Compresión excesiva (El amortiguador se hunde muy lentamente)

- Rebote rápido y seco
- Tracción pobre y falta de adherencia.