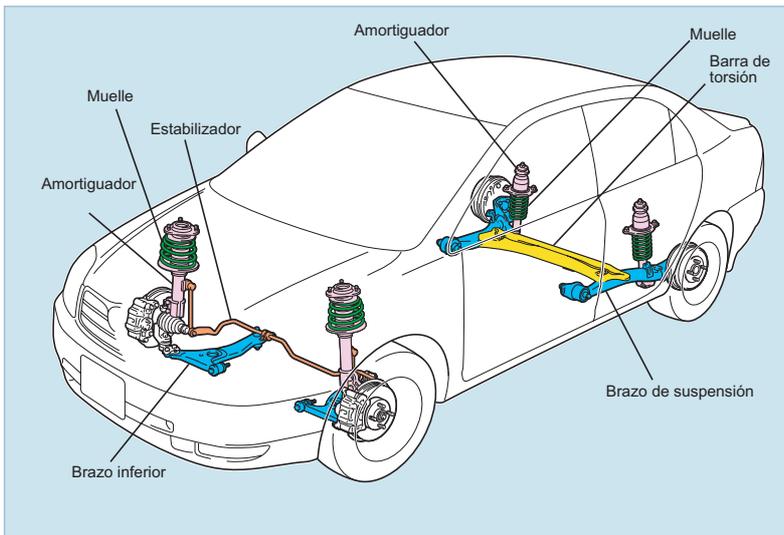


Sistema de suspensión



Descripción

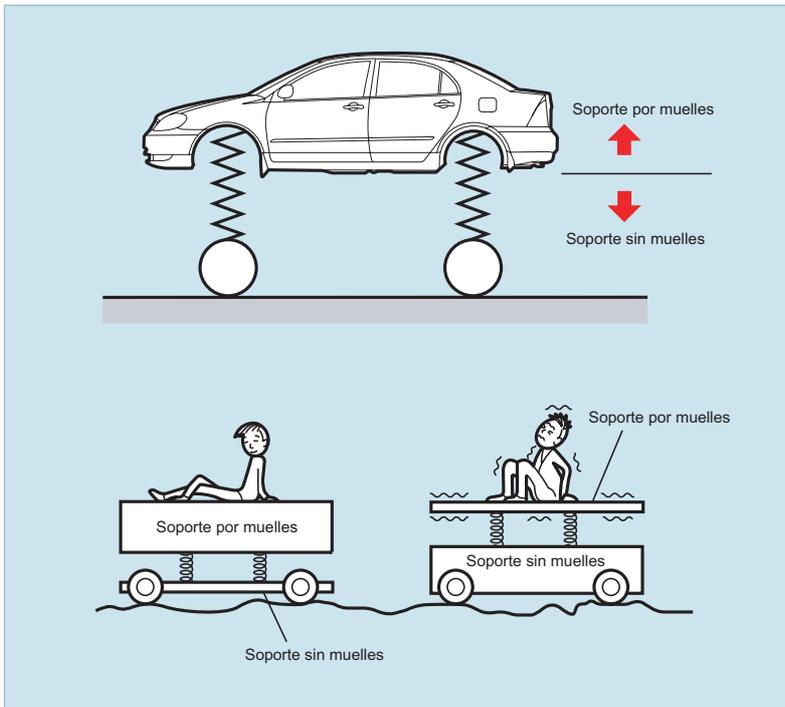
La suspensión conecta la carrocería del vehículo con las ruedas y desempeña las siguientes funciones:

- En marcha, actúa junto con los neumáticos para absorber y amortiguar las distintas vibraciones, oscilaciones y sacudidas recibidas por el vehículo a causa de las irregularidades de la superficie de la carretera, a fin de proteger a los pasajeros y la carga, y mejorar la estabilidad en la conducción.
- Transmite la fuerza motriz y la fuerza de frenado, generadas a causa de la fricción entre la superficie de la carretera y las ruedas, al chasis y a la carrocería.
- Soporta la carrocería en los ejes y mantiene la relación geométrica correcta entre la carrocería y las ruedas.

Consta de los componentes principales siguientes:

- (1) Muelles
Neutraliza los impactos de la superficie de la carretera.
- (2) Amortiguadores
Actúan limitando la libre oscilación de los muelles para mejorar la comodidad en la conducción.
- (3) Estabilizador (barra de balanceo o barra antibalanceo)
Evita el balanceo lateral del vehículo.
- (4) Una varilla
Actúa para mantener en su sitio los componentes anteriores y para controlar los movimientos longitudinales y laterales de las ruedas.

(1/1)

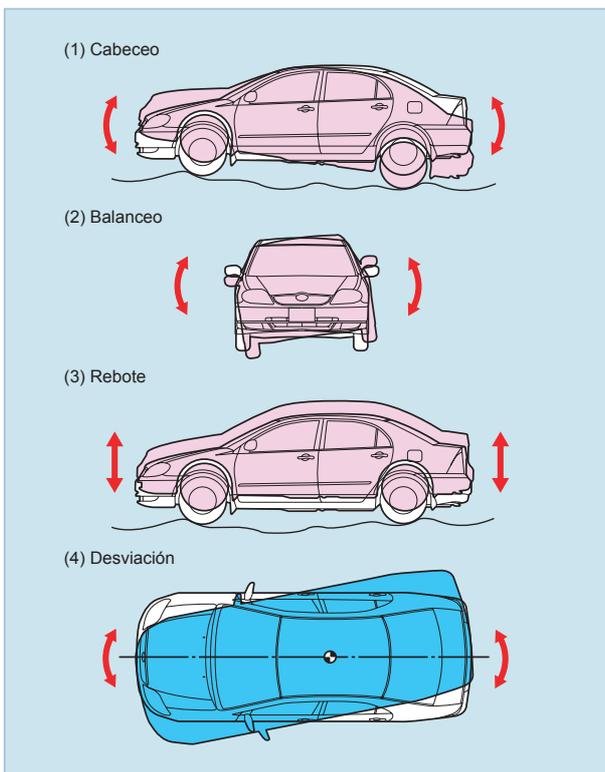


Oscilaciones y comodidad en la conducción

1. Peso soportado por muelles y peso no suspendido

La carrocería está soportada por muelles. El peso de la carrocería, etc., que está soportado por muelles, se denomina peso soportado por muelles. Por otra parte, las ruedas y los ejes, y otras piezas del automóvil que no están soportadas por muelles, representan el peso no suspendido. En general se dice que cuanto mayor sea el peso soportado por muelles de un automóvil, mayor será la comodidad en la conducción, ya que cuanto mayor sea el peso soportado por muelles, menor será la tendencia de la carrocería a sufrir sacudidas. A la inversa, si el peso no suspendido es grande, es fácil que la carrocería sufra sacudidas. Las oscilaciones y las sacudidas de las piezas suspendidas del vehículo (especialmente de la carrocería) podrían tener un efecto especialmente significativo en la comodidad en la conducción.

(1/3)



2. Oscilación del peso soportado por muelles

La oscilación de peso soportado por muelles puede clasificarse en las siguientes categorías:

(1) Cabeceo

El cabeceo es la oscilación hacia arriba y hacia abajo con respecto al centro de gravedad del vehículo, de la parte delantera y la parte trasera del vehículo.

Sucede especialmente cuando el vehículo se encuentra con grandes baches o socavones en la carretera o al conducir sobre una carretera no asfaltada e irregular. Además, es más fácil que se produzca el cabeceo en vehículos con muelles más blandos (que se comprimen fácilmente) que en los que tienen muelles más rígidos.

(2) Balanceo

Al tomar curvas o al conducir en carreteras con baches, los muelles de un lado del vehículo se expanden mientras que los del otro lado se contraen.

Esto produce un balanceo en dirección lateral (de lado a lado).

(3) Rebote

El efecto de rebote es el movimiento hacia arriba y hacia abajo de toda la carrocería del automóvil.

Cuando se conduce un vehículo a alta velocidad en una superficie ondulada, es probable que se produzca este efecto.

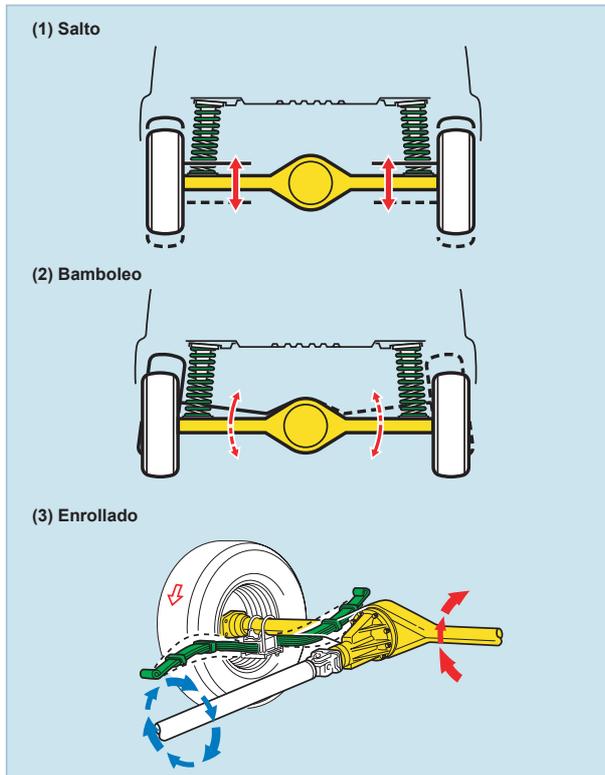
Esto también puede ocurrir si los muelles son blandos.

(4) Desviación

La desviación es el movimiento de la línea central longitudinal del vehículo hacia la izquierda o la derecha con respecto al centro de gravedad del vehículo.

En las carreteras en las que se produce el cabeceo, también es probable que se produzca la desviación.

(2/3)



3. Oscilación del peso no suspendido

La oscilación del peso no suspendido puede clasificarse en las siguientes categorías:

(1) Saltos

Los saltos se producen cuando las ruedas botan hacia arriba y hacia abajo. Esto suele suceder en carreteras onduladas, al conducir a velocidad media o alta.

(2) Bamboleo

El bamboleo es la oscilación hacia arriba y hacia abajo en direcciones opuestas a las de las ruedas izquierda y derecha, que hacen que las ruedas salten sobre la superficie de la carretera.

Es más frecuente que esto ocurra en vehículos con suspensión de eje rígido.

(3) Enrollado

El enrollado es el efecto que se produce cuando el par de aceleración o frenado que actúa en los muelles de hojas intenta enrollarlos en torno al eje.

La vibración de enrollado tiene un impacto negativo en la comodidad en la conducción.

OBSERVACIÓN:

Medidas para evitar este efecto:

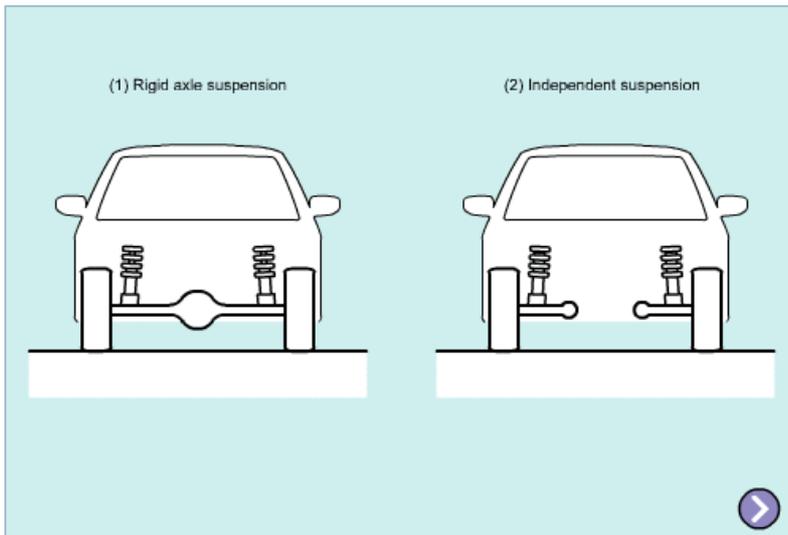
- Muelles de hojas asimétricas

El efecto de enrollado se reduce desplazando el eje trasero de forma que se encuentre ligeramente por delante del centro del muelle de hojas. Esto también sirve para reducir el movimiento de arriba abajo de la carrocería durante la aceleración y la deceleración.

- Ubicación del amortiguador

El enrollado puede reducirse montando los amortiguadores lejos del centro de enrollado y montándolos oblicuamente. Es decir, montando uno delante del eje y el otro detrás del eje.

(3/3)



Tipos de suspensión y sus características

1. Introducción

Las suspensiones pueden clasificarse en los dos tipos siguientes en función de sus estructuras.

(1) Suspensiones de eje rígido

Ambas ruedas están soportadas por un alojamiento del eje o eje trasero. Por tanto, las ruedas izquierda y derecha se mueven juntas. Las características de las suspensiones de eje rígido son:

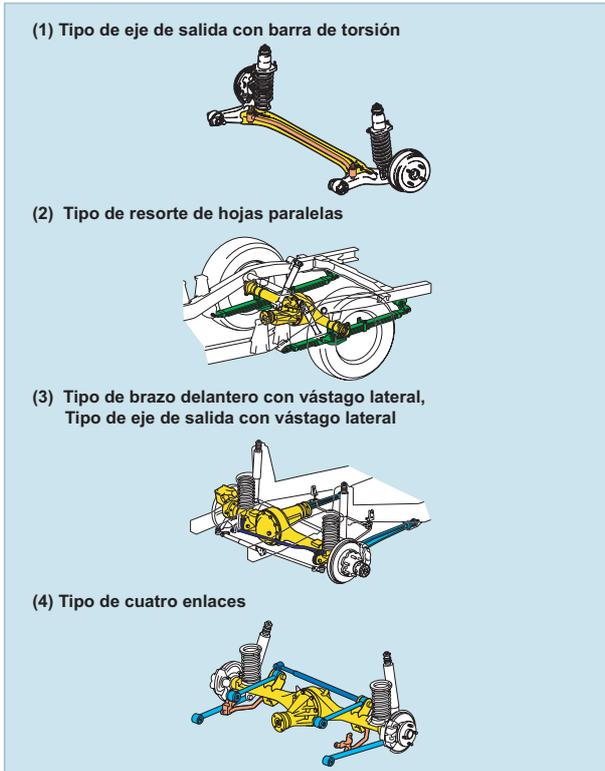
- El número de piezas es reducido y la estructura es simple. Por tanto, el mantenimiento es sencillo.
- Es suficientemente duradera para el servicio pesado.
- Al girar, la carrocería se inclina poco.
- Hay poco cambio en la alineación debida a los movimientos hacia arriba y hacia abajo de las ruedas. Por tanto, los neumáticos se desgastan menos.
- Como el peso no suspendido es grande, la conducción no es cómoda.
- Dada la influencia mutua del movimiento de las ruedas izquierda y derecha, es normal que se produzcan vibraciones y oscilaciones.

(2) Suspensiones independientes

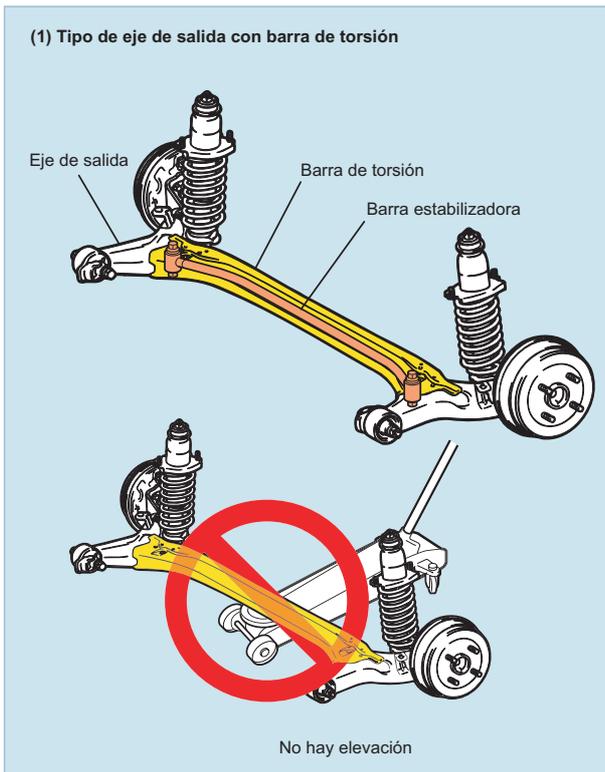
Cada rueda está soportada por un brazo independiente montado en la carrocería del vehículo. Por tanto, las ruedas izquierda y derecha se mueven por separado. Las características de las suspensiones independientes son:

- El peso no suspendido es bajo y la conducción es cómoda.
- Los muelles no están relacionados con la posición de las ruedas; por tanto, se pueden utilizar muelles más blandos.
- Como no hay ningún eje que conecte la rueda izquierda y la rueda derecha, es posible bajar la posición de montaje del piso y el motor. Esto significa que el centro de gravedad del vehículo estará más bajo.
- Esta estructura es más compleja.
- La banda de rodadura y la alineación cambian con los movimientos de arriba a abajo de las ruedas.
- Hay muchos modelos equipados con una barra estabilizadora para reducir el balanceo en el viraje y mejorar la comodidad de conducción.

(1/3)



Hay varios tipos de suspensión de eje rígido. En esta sección se describen los tipos de suspensión de eje rígido utilizados actualmente en los vehículos Toyota y sus características.

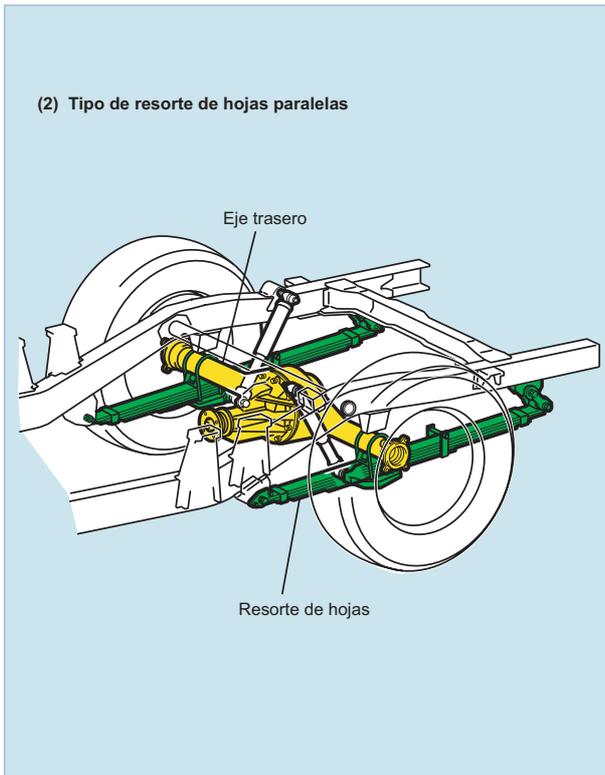


(1) Eje de salida con viga de torsión

Este tipo se utiliza principalmente en la suspensión trasera de vehículos con el motor delantero y tracción delantera (FF), y emplea una estructura consistente en un brazo de suspensión y una barra estabilizadora soldada a un eje trasero que se puede torcer (hay algunos modelos que no tienen barra estabilizadora). A causa de su estructura simple y su tamaño compacto, se puede reducir el peso no suspendido para mejorar la comodidad en la conducción. Además, también se puede establecer un gran compartimento para el equipaje.

Cuando se produce balanceo (por ejemplo, en virajes o en carreteras en mal estado) la barra estabilizadora se dobla con el eje trasero. Como resultado, se reduce el balanceo mediante la barra estabilizadora, que permite mantener la estabilidad del vehículo.

Al izar el vehículo con un gato no se debe izar la sección de la viga de torsión.

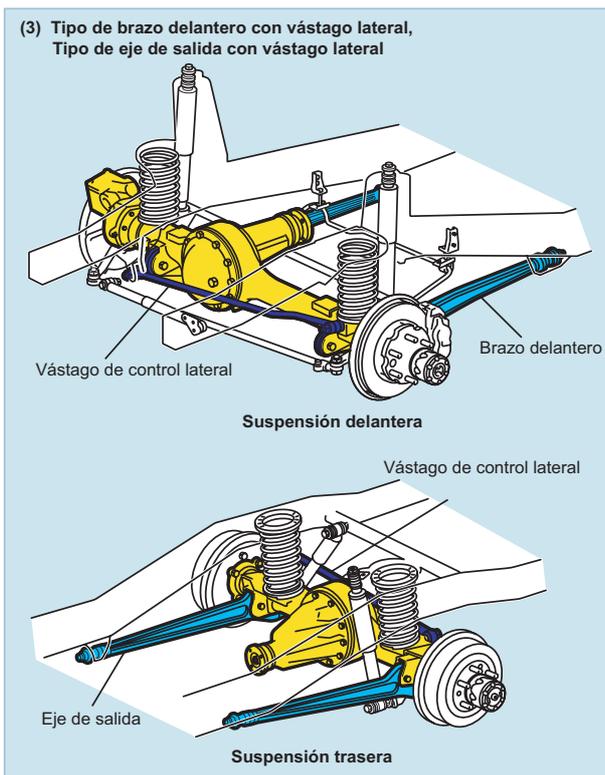


(2) Muelle de hojas paralelas

Este tipo de suspensión se utiliza para la suspensión delantera de camiones y autobuses, etc., y para la suspensión trasera de vehículos comerciales.

Características:

- La estructura de la suspensión es simple, pero relativamente sólida.
- Es difícil utilizar un muelle muy blando; por tanto, la conducción no es muy cómoda.

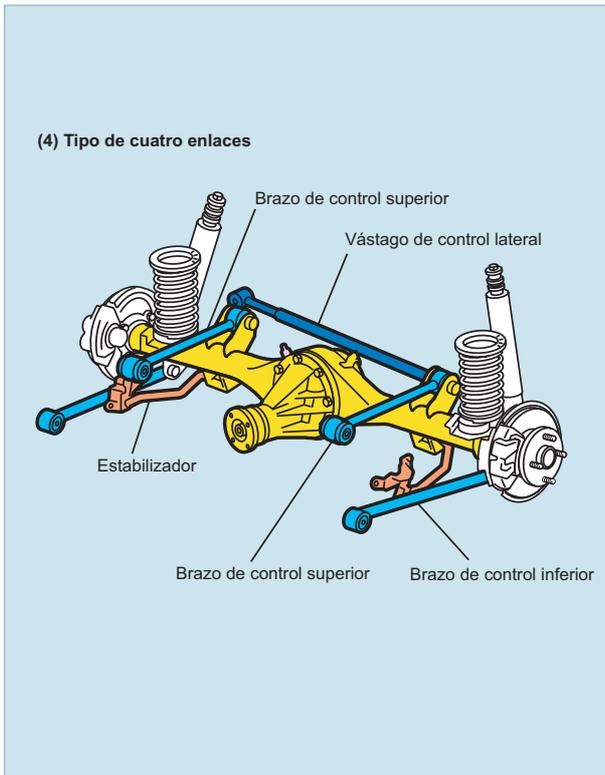


(3) Brazo delantero/trasero con vástago lateral

Este tipo de suspensión se utiliza para las suspensiones delantera y trasera del LandCruiser, de camiones, etc.

Características:

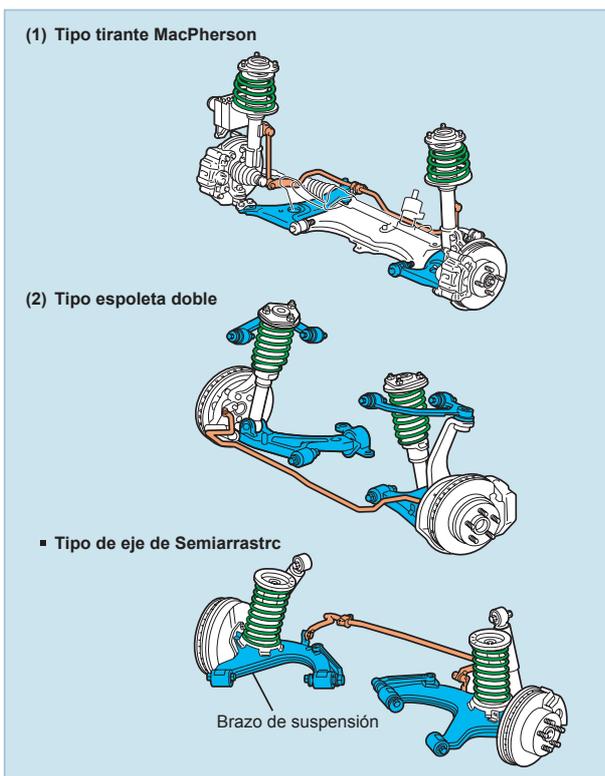
- La comodidad en la conducción es buena.
- La rigidez es elevada.



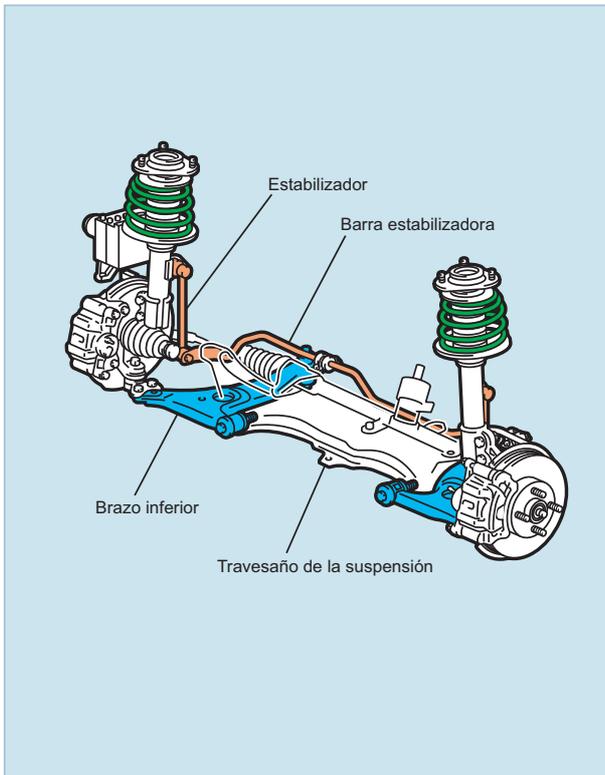
(4) De 4 enlaces

Este tipo se utiliza para la suspensión trasera. Es de todas las suspensiones de eje rígido la que proporciona la mayor comodidad en la conducción.

(2/3)



Hay varios tipos de suspensión independiente.



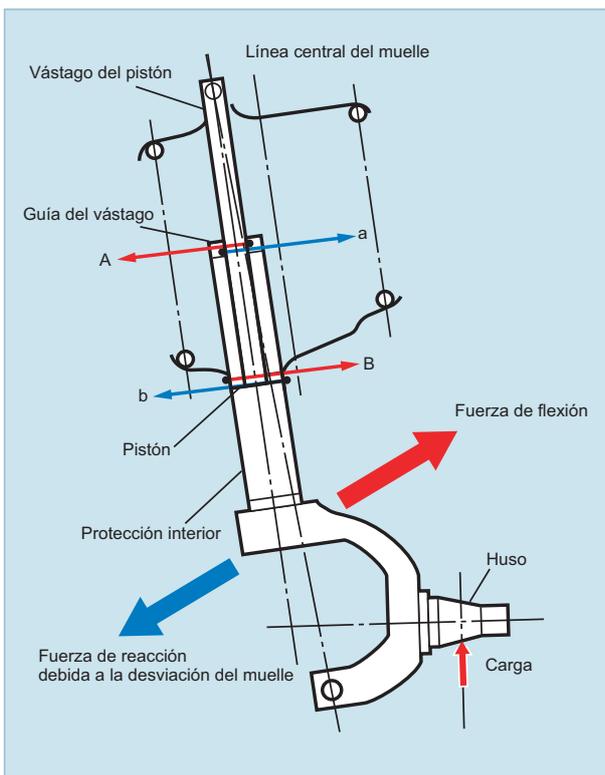
(1) Tipo tirante MacPherson

Es el sistema de suspensión independiente más utilizado para la suspensión delantera de coches de tamaño pequeño e intermedio.

Este tipo también se utiliza como suspensión trasera de coches FF.

Características:

- La estructura de la suspensión es relativamente sencilla.
- Como hay un número reducido de piezas, es ligera, por lo que se puede reducir el peso no suspendido.
- Como el espacio ocupado por la suspensión es pequeño, se puede aumentar el espacio dedicado al compartimento del motor.
- Como la distancia entre los puntos de soporte de la suspensión es grande, hay una pequeña perturbación de la alineación de la rueda delantera debida a un error de instalación o de fabricación de una pieza. Por tanto, salvo para la convergencia, en general no es necesario ajustar la alineación.



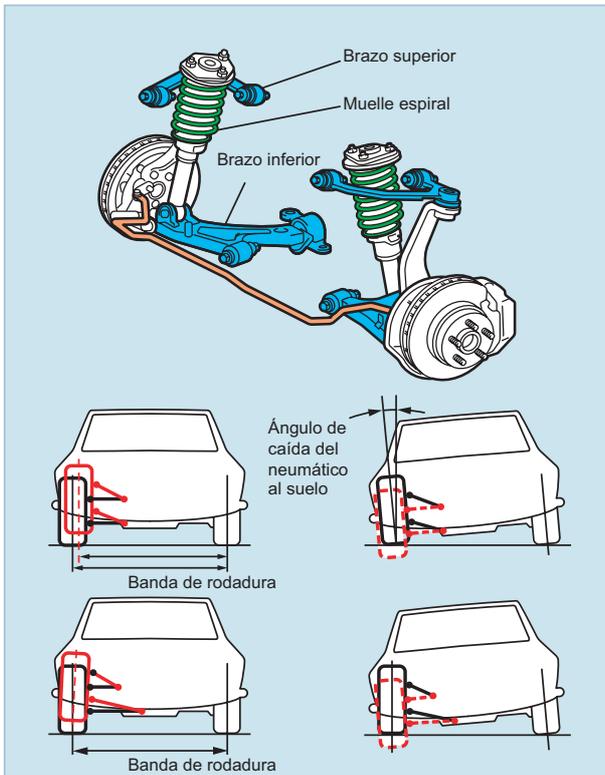
REFERENCIA:

Desplazamiento del muelle

En la suspensión de tirante MacPherson, los amortiguadores actúan como piezas del varillaje de la suspensión, soportando la carga vertical. Sin embargo, como están sujetos a la carga de los neumáticos, se comban ligeramente.

Esto hace que se genere menos tensión lateral (A y B, como se indica en la ilustración), creando fricción entre el vástago del pistón y la guía del vástago, y entre el pistón y la protección interior, lo que produce ruidos anómalos y afecta negativamente a la comodidad en la conducción.

Estos problemas pueden minimizarse desplazando los muelles de la línea central del tirante o amortiguador, de forma que se generen las fuerzas de reacción a y b en respuesta a las fuerzas A y B.

**(2) Espoleta doble**

Este tipo se suele utilizar para la suspensión delantera de camiones pequeños y para las suspensiones delantera y trasera de turismos.

Características:

- En este tipo de suspensión, las ruedas se montan en la carrocería mediante un brazo superior y un brazo inferior. La geometría de la suspensión puede diseñarse como se desee, en función de la longitud de los brazos inferior y superior y de sus ángulos de montaje.

Por ejemplo, si los brazos superior e inferior son paralelos y tienen la misma longitud, la banda de rodadura y el ángulo de caída del neumático a tierra cambiará. En consecuencia, no es posible obtener un rendimiento adecuado en virajes. Además, los cambios de la banda de rodadura provocarán un desgaste excesivo de los neumáticos.

Para solucionar este problema, se suele utilizar un diseño en el que el brazo superior es más corto que el brazo inferior de forma que la banda de rodadura y el ángulo de caída del neumático a tierra fluctúen menos.

REFERENCIA:

- Barra de semiarrastre

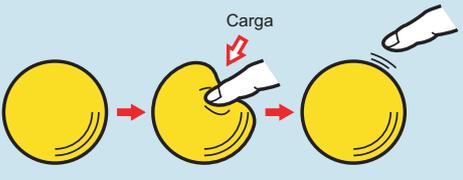
La barra de semiarrastre se utiliza para la suspensión trasera en algunos modelos.

Con esta suspensión, el cambio del ángulo de punta y el ángulo de caída (debido al movimiento de subida y bajada de las ruedas) puede controlarse en la fase de diseño, a fin de determinar las características de control del vehículo.

(3/3)

Muelles

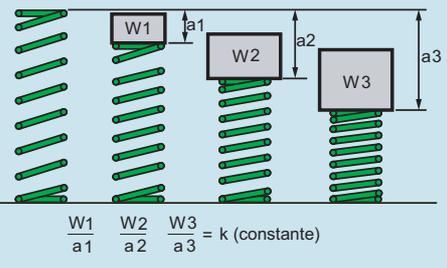
1. Elasticidad



2. Constante del muelle

$$k = \frac{W}{a}$$

Donde W = fuerza externa (carga), en N
 a = cantidad de contracción (deformación), en mm
 k = constante del muelle en N/mm



$\frac{W1}{a1} = \frac{W2}{a2} = \frac{W3}{a3} = k \text{ (constante)}$

Características

1. Elasticidad

Si se aplica una fuerza (carga) a un objeto de un material como el caucho, generará tensión (deformación) en ese objeto. Si se libera esa fuerza, el objeto recuperará su forma original. A esta característica la llamamos "elasticidad".

Los muelles de un vehículo utilizan el principio de la elasticidad para amortiguar las sacudidas de la carrocería y sus ocupantes.

Los muelles de acero aprovechan la elasticidad de torsión o curvatura.

REFERENCIA:

Si la fuerza que se aplica a un objeto es demasiado grande (aunque el objeto sea elástico) se superará el límite de elasticidad, con lo que se impedirá que el objeto recupere completamente su forma original. Esto se denomina "plasticidad".

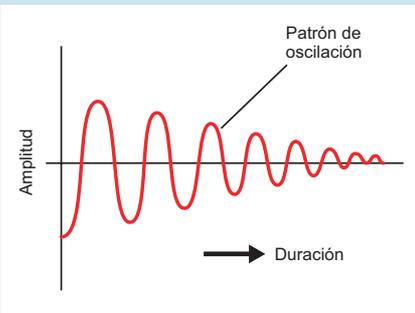
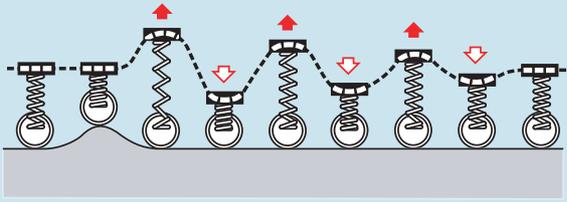
2. Constante del muelle

La desviación de un muelle varía en proporción a la fuerza (carga) aplicada. Es decir, el valor obtenido dividiendo la fuerza (w) por la cantidad de desviación (a) es constante. Este valor constante (k) se denomina "constante del muelle".

Se dice que un muelle con una constante de muelle baja es "blando", mientras que un muelle con una constante de muelle alta es "firme".

(1/2)

3. Oscilación del muelle

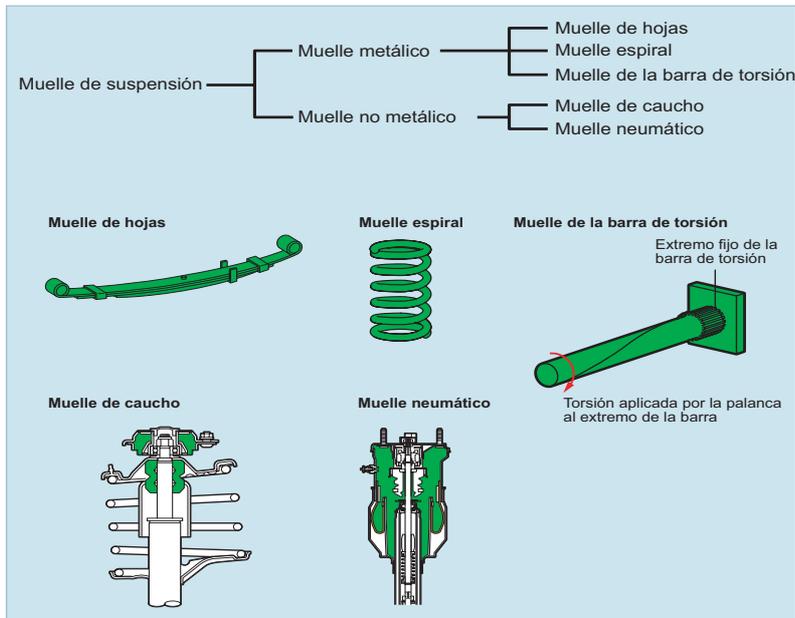



3. Oscilación de muelle

Cuando las ruedas de un vehículo pasan por un bache, los muelles del vehículo se comprimen rápidamente. Como cada muelle intenta recuperar inmediatamente su longitud original, para liberar la energía de compresión se extenderá a una longitud superior a su longitud original. A continuación, el muelle responderá al rebote intentando volver a su longitud original y se contraerá a una longitud inferior a su longitud original. Este proceso, denominado oscilación de muelle, se repite muchas veces hasta que el muelle recupera su longitud original.

Si se deja que el muelle oscile sin control, la conducción no será cómoda y la estabilidad se verá afectada. Para evitar esto se utilizan amortiguadores.

(2/2)



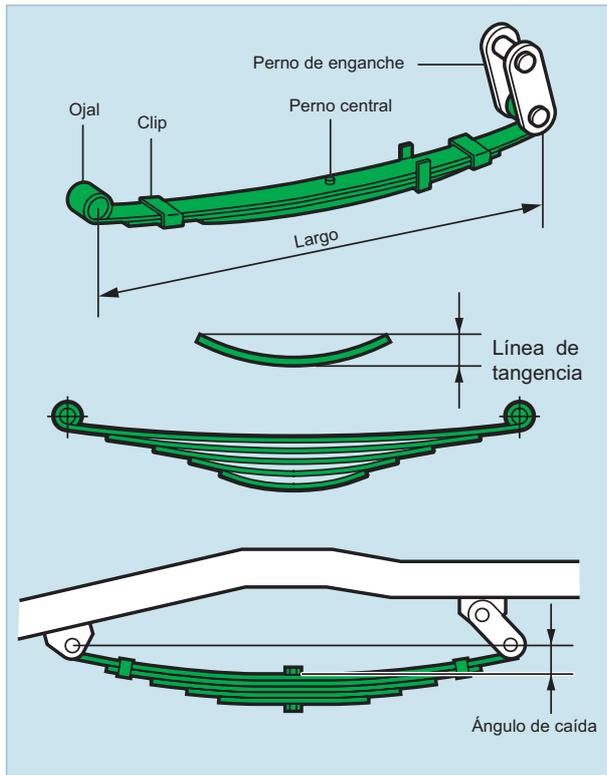
Tipos de muelle

1. Introducción

En los sistemas de suspensión de automoción se utilizan muelles metálicos y muelles no metálicos

- Muelles metálicos
 - Muelles de hojas
 - Muelles espirales
 - Muelles de barra de torsión
- Muelles no metálicos
 - Muelles de caucho
 - Muelles neumáticos

(1/6)



2. Muelles de hojas

Los muelles de hojas están formados por varias bandas curvadas de acero, denominadas "hojas", apiladas por orden, desde la más corta a la más larga. Esta pila de hojas se aprieta en el centro con un perno central o un remache; para evitar que las hojas se salgan de su sitio, se fijan en varios puntos con presillas. Los dos extremos de la hoja más larga (principal) se doblan para formar los enganches del muelle, que se utilizan para conectar el muelle al bastidor o a un miembro estructural, como una barra lateral. En general, cuanto más largo sea un muelle de hojas, más blando será. Además, cuantas más hojas tenga un muelle de hojas, mayor será la carga que podrán soportar; por otra parte, el muelle será más firme y la conducción será menos cómoda.

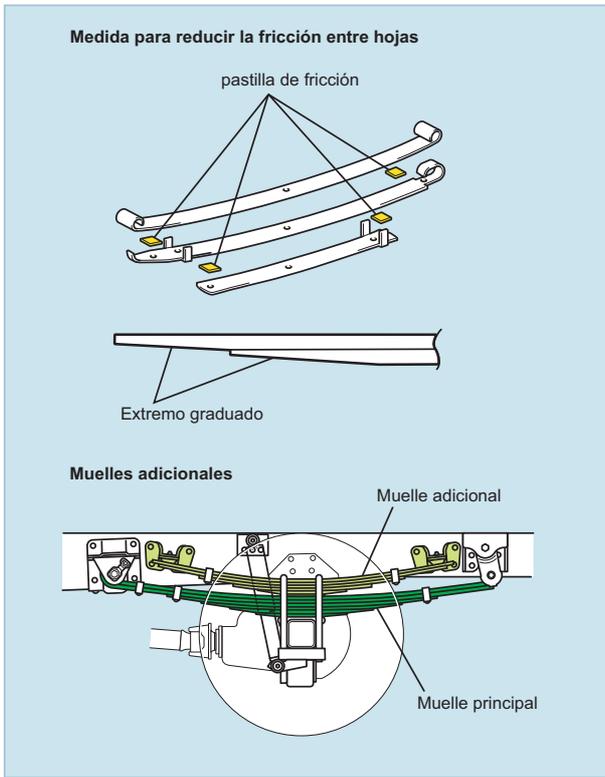
Características:

- Como los mismos muelles tienen una rigidez adecuada para mantener el eje en la posición correcta, no es necesario utilizar varillas para esto.
- Los muelles controlan su propia oscilación mediante fricción entre hojas.
- Tienen una duración suficiente para el servicio pesado.
- A causa de la fricción entre hojas, les resulta difícil absorber las pequeñas vibraciones de la superficie de la carretera. Por tanto, los muelles de hojas se suelen utilizar para grandes vehículos comerciales que transportan cargas pesadas y para los que la duración es fundamental.

La curvatura de cada hoja se denomina "línea de tangencia". Como la línea de tangencia de una hoja es mayor cuanto más corta sea la hoja, las hojas se curvarán más que las que tienen por encima en la pila. Si se aprieta el perno central, las hojas se aplanan un poco, como se indica en la ilustración de la izquierda, y esto hace que sus extremos se compriman unos con otros.

La curvatura global del muelle de hojas se denomina "ángulo de caída". Sin embargo, esta fricción también hace que la conducción sea menos cómoda, ya que evita que el muelle se flexione fácilmente.

(2/6)



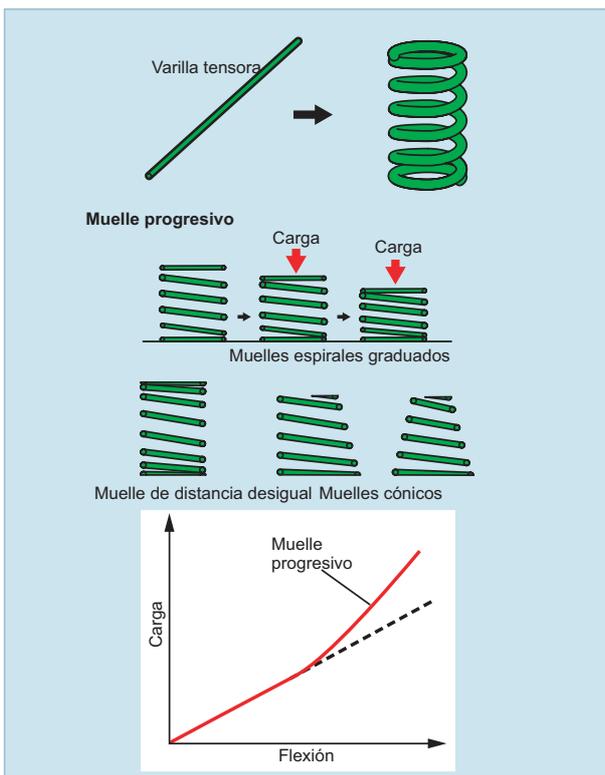
El propósito de la línea de tangencia

- Cuando se flexiona un muelle, la línea de tangencia hace que las hojas del muelle se rocen y la fricción generada por este roce amortigua rápidamente las oscilaciones del muelle. Esta fricción se denomina fricción entre hojas y es una de las características principales del muelle de hojas. Sin embargo, también hace que la conducción sea menos cómoda, ya que evita que el muelle se flexione fácilmente. Por tanto, los muelles de hojas se utilizan principalmente en vehículos comerciales.
- Cuando el muelle rebota, la línea de tangencia evita que surjan espacios entre hojas adyacentes, con lo que se evita que penetre suciedad y arena, etc., entre las hojas y se produzca el desgaste consiguiente.
- Medida para reducir la fricción entre hojas
Para mejorar el deslizamiento mutuo de las hojas se pueden insertar almohadillas de aislamiento acústico entre cada una de las hojas en su extremo. También se ahusan las hojas en su extremo para que ejerzan la presión apropiada cuando entren en contacto unas con otras.

Muelles auxiliares

En camiones y en muchos otros vehículos que sufren grandes fluctuaciones de carga se utilizan muelles auxiliares. El muelle auxiliar se instala sobre el muelle principal. Cuando la carga es ligera, sólo se acciona el muelle principal, pero cuando la carga supera un valor determinado, se accionan tanto el muelle principal como el muelle auxiliar

(3/6)



3. Muelles espirales

Los muelles espirales constan de varillas de un acero especial con forma espiral. Cuando se coloca una carga en un muelle espiral, se tuerce toda la varilla por la contracción del muelle. De esta manera se almacena la energía de la fuerza externa y se amortigua el golpe.

Características:

- La relación de absorción de energía por unidad de peso es mayor, si se compara con el muelle de hojas.
- Permite fabricar muelles blandos.
- Como no hay fricción entre hojas como en los muelles de hojas, el mismo muelle no controla la oscilación, por lo que es necesario utilizar amortiguadores con los muelles.
- Como no hay resistencia a las fuerzas laterales, son necesarios mecanismos de varillaje para soportar el eje (brazo de suspensión, varilla de control lateral, etc.)

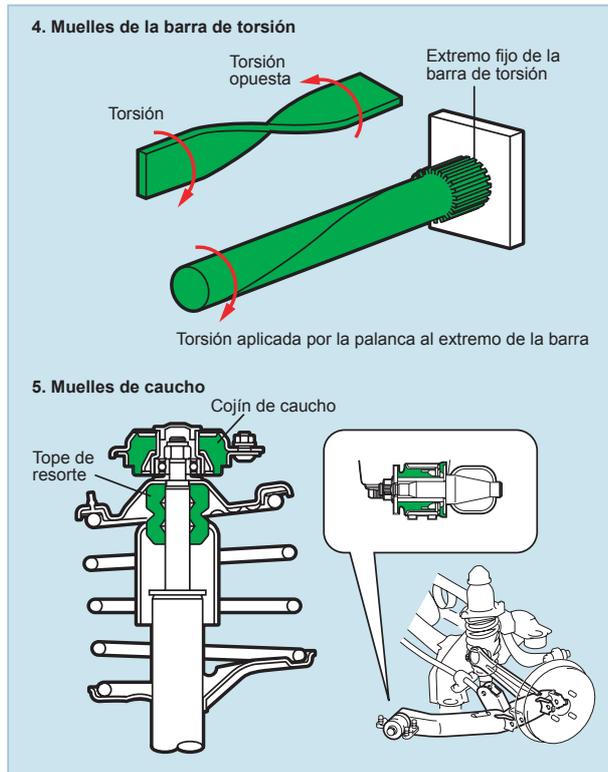
Muelle progresivo

Si se fabrica un muelle espiral a partir de una varilla de acero con un diámetro uniforme, el muelle completo se flexionará uniformemente en proporción a los cambios de carga. Esto significa que si se utiliza un muelle blando, no estará suficientemente rígido para soportar cargas pesadas, mientras que si se utiliza un muelle rígido, la conducción no será cómoda cuando la carga sea ligera.

Sin embargo, si se utiliza una varilla con un diámetro que cambia constantemente, como se muestra en la ilustración de la izquierda, los extremos del muelle tendrán una relación de muelle inferior a la del centro. En consecuencia, con cargas ligeras los extremos del muelle se contraerán y absorberán los golpes de la carretera. Por otra parte, la pieza central del muelle será suficientemente rígida para soportar cargas pesadas.

Un muelle con un paso desigual o un muelle cónico, etc. produce el mismo efecto.

(4/6)



4. Muelles de barra de torsión

Un muelle de barra de torsión (generalmente denominado simplemente barra de torsión) es una varilla de acero que utiliza su elasticidad para resistir la torsión. Un extremo de la barra de torsión se ancla en el bastidor o en otro miembro estructural de la carrocería, y el otro extremo se ancla en un componente sometido a carga de torsión.

Los muelles de barra de torsión también se utilizan para fabricar barras estabilizadoras.

Características:

- Como la relación de absorción de energía por unidad de peso es grande si se compara con la de otros muelles, se puede aligerar la suspensión.
- La disposición del sistema de suspensión se simplifica.
- Igual que en los muelles espirales, los muelles de barra de torsión no controlan la oscilación, por lo que es necesario utilizar amortiguadores con ellos.

5. Muelles de caucho

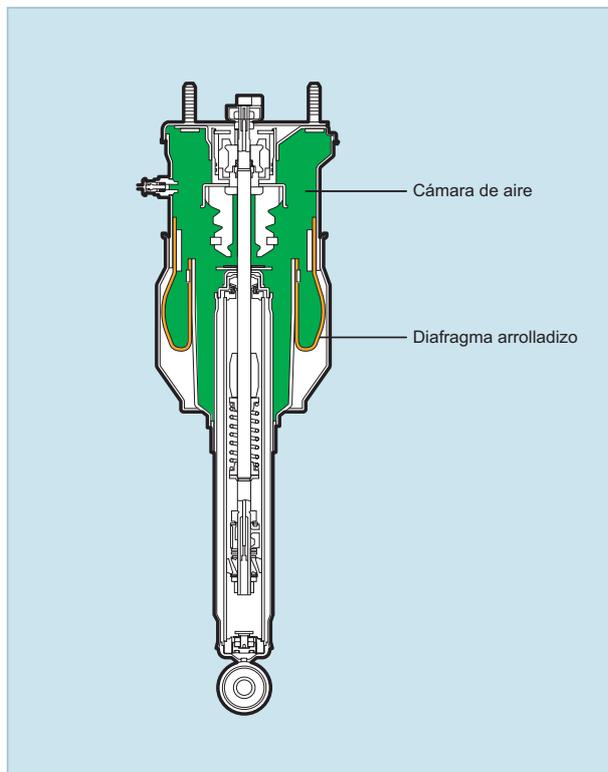
Los muelles de caucho absorben las oscilaciones generando fricción interna cuando los deforman fuerzas externas.

Características:

- Se pueden fabricar con cualquier forma.
- No generan ruido cuando se utilizan
- No son apropiados para soportar cargas pesadas.

Por tanto, los muelles de caucho se utilizan principalmente como muelles auxiliares o como casquillos, separadores, amortiguadores, topes y otros soportes para componentes de la suspensión.

(5/6)



6. Muelles neumáticos

Los muelles neumáticos se basan en el hecho de que el aire tiene elasticidad o una "cualidad de muelle" cuando se comprime.

Características:

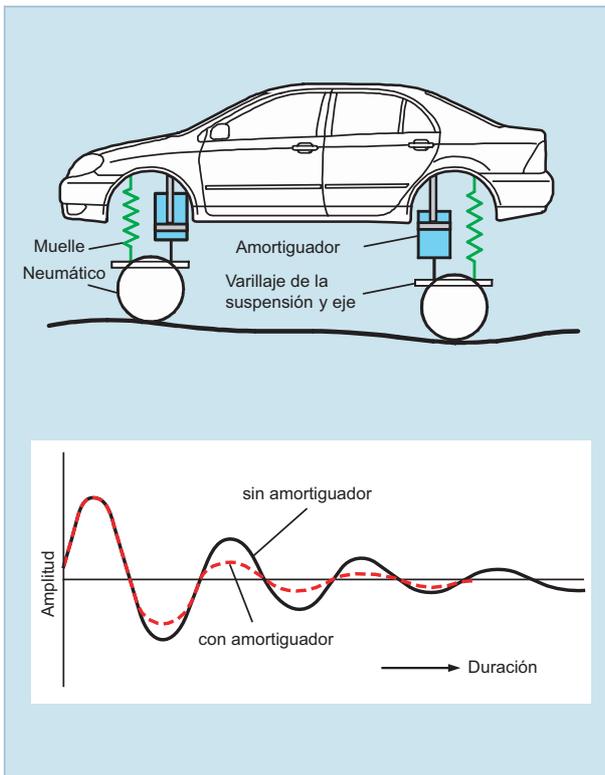
- Son muy blandos cuando el vehículo no está cargado, pero se puede aumentar su constante de muelle a medida que aumenta la carga por un aumento de la presión del aire en la cámara. Esto proporciona una comodidad óptima en la conducción tanto cuando la carga del vehículo es ligera como cuando está completamente cargado.
- La altura del vehículo puede mantenerse constante, incluso cuando la carga cambia, mediante el ajuste de la presión del aire.

Sin embargo, en suspensiones neumáticas que utilizan muelles neumáticos, son necesarios dispositivos para controlar la presión del aire y compresores para comprimir aire, etc. Esto hace que la complejidad de la suspensión sea mayor.

Actualmente, la suspensión neumática modulada electrónicamente (que incorpora este tipo de muelle neumático) se ofrece como opción en algunos modelos.

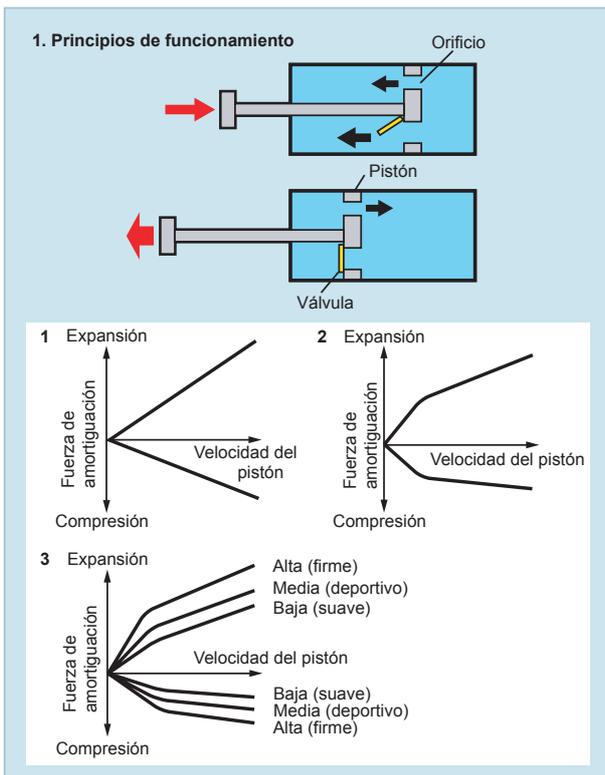
(6/6)

Amortiguadores



Descripción

Si se somete un vehículo a golpes de la superficie de la carretera, los muelles de la suspensión absorberán los golpes. Sin embargo, como estos muelles tienen la característica de seguir oscilando y dicha oscilación suele tardar en parar, la conducción no es cómoda. La misión de los amortiguadores es absorber esta oscilación. Los amortiguadores no sólo aumentan la comodidad en la conducción, sino que también proporcionan a los neumáticos mejor agarre en carretera y aumentan la estabilidad de la dirección.



1. Base del funcionamiento

En los automóviles se utilizan amortiguadores telescópicos que emplean un líquido especial, denominado líquido del amortiguador, como medio. En este tipo de amortiguador, la fuerza de amortiguación se genera por la resistencia del líquido provocada al forzar su paso a través de un orificio (agujero pequeño) mediante el movimiento de un pistón.

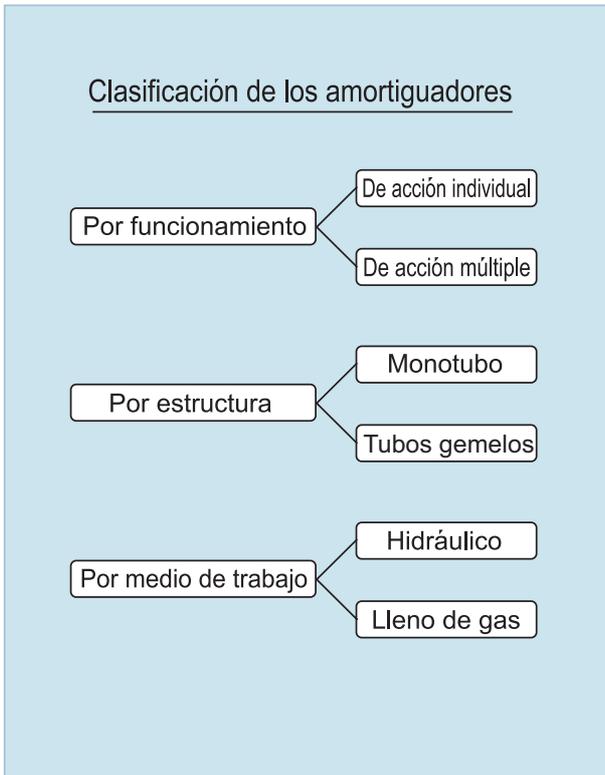
(1) Fuerza de amortiguación

Cuanto mayor sea la fuerza de amortiguación, menos se tardará en amortiguar las oscilaciones de la carrocería, pero también se notarán más las sacudidas del efecto de amortiguación.

La fuerza de amortiguación también cambia con la velocidad del pistón. Hay varios tipos de amortiguador, que se diferencian por cómo cambia la fuerza de amortiguación:

- <1> La fuerza de amortiguación es proporcional a la velocidad del pistón
- <2> La fuerza de amortiguación tiene dos niveles con respecto a la velocidad del pistón
- <3> La fuerza de amortiguación varía en función del patrón de conducción

En la mayoría de los vehículos se utilizan los sistemas de suspensión con fuerzas de amortiguación de tipo <1> y <2>. Los sistemas de tipo <3> se utilizan en vehículos con suspensión modulada electrónicamente (EMS, Electronic Modulated Suspension)



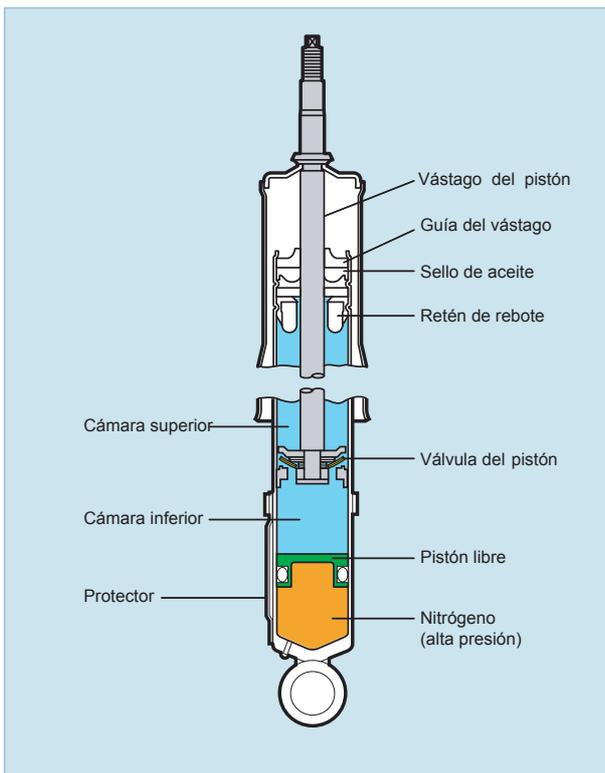
2. Tipos

Los amortiguadores se clasifican en las siguientes categorías:

- Por funcionamiento
 - Acción individual
 - Acción múltiple
- Por estructura
 - Monotubo
 - Tubos gemelos
- Por medio de trabajo
 - Hidráulico
 - Lleno de gas

Los amortiguadores que se utilizan en los modelos actuales tienen una estructura de tubos gemelos o monotubo y un funcionamiento de acción múltiple. Recientemente se han empezado a utilizar muchos amortiguadores llenos de gas de los tipos anteriores.

(1/1)



Estructura y funcionamiento

1. Monotubo

Un amortiguador representativo del tipo monotubo es el amortiguador DuCarbon, cargado con gas nitrógeno a alta presión (2,0-2,9 MPa; 20-30 kgf/cm²)

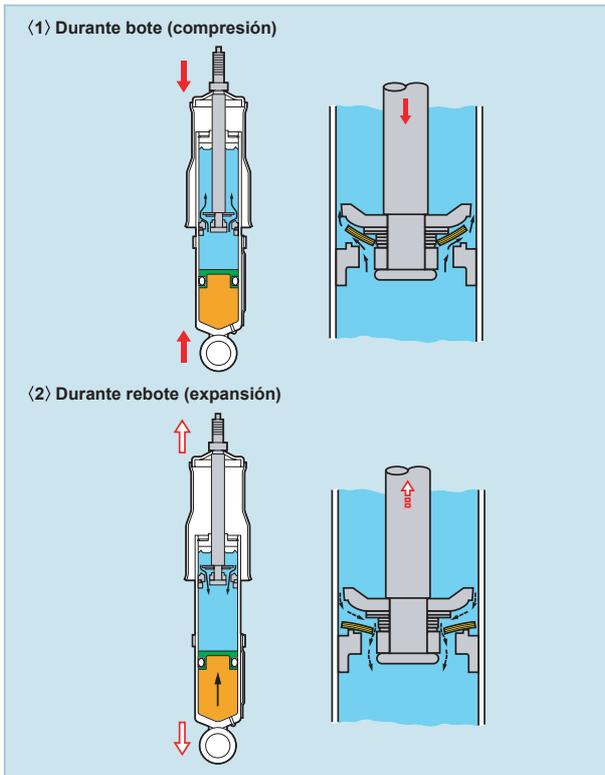
(1) Estructura

Dentro del cilindro, la cámara de almacenamiento de gas y la cámara de líquido se separan mediante un "pistón libre", denominado así porque puede moverse libremente hacia arriba y hacia abajo.

(2) Características del amortiguador DuCarbon

- Buena emisión del calor, ya que el tubo está expuesto directamente a la atmósfera.
- Un extremo del tubo está cargado con gas a alta presión totalmente aislado del líquido mediante un pistón libre. Esto garantiza que no se producirán cavitación ni aeración en marcha, y proporcionan una amortiguación más estable.
- El ruido de funcionamiento se reduce mucho.

(1/4)



(3) Funcionamiento

<1>Al botar (compresión)

En la carrera de compresión, el vástago del pistón se mueve hacia abajo, con lo que la presión del líquido de la cámara inferior es más alta que la del líquido de la cámara superior. Por tanto, la válvula del pistón fuerza la entrada del líquido de la cámara inferior en la cámara superior. Es en este momento cuando la resistencia del líquido de la válvula genera la fuerza de amortiguación.

El gas a alta presión ejerce mayor presión en el líquido de la cámara inferior, forzándolo a fluir de forma rápida y uniforme a la cámara superior durante la carrera de compresión. Esto garantiza una estable fuerza de amortiguación.

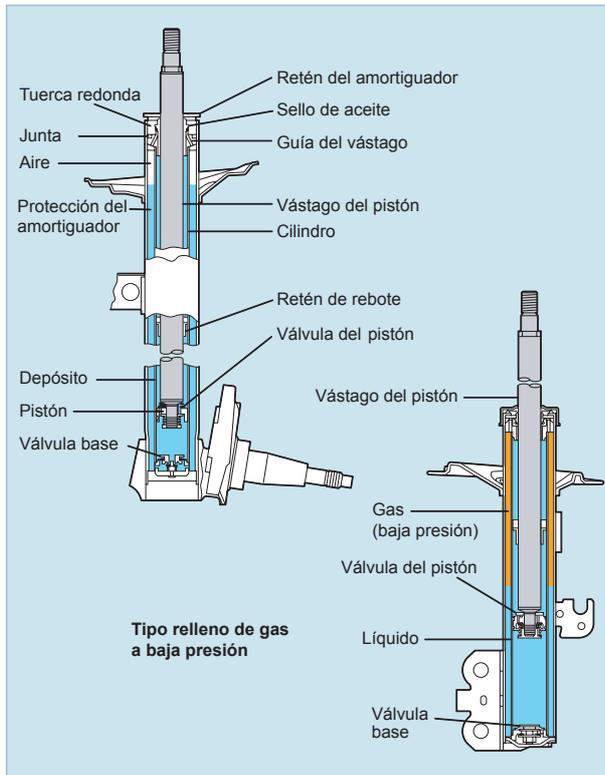
<2>Al rebotar (expansión)

En la carrera de expansión, el vástago del pistón se mueve hacia arriba y hace que la presión del líquido en la cámara superior sea más alta que la del líquido de la cámara inferior. Por tanto, la válvula del pistón fuerza al líquido de la cámara superior a pasar a la cámara inferior, y la resistencia ejercida por la válvula actúa como una fuerza de amortiguación.

Como el vástago se mueve hacia arriba, una parte del líquido se mueve fuera del cilindro, de forma que el volumen de líquido desplazado disminuye. Para compensar esto, se empuja el pistón libre hacia arriba (mediante el gas a alta presión que está por debajo) una distancia equivalente a este volumen.

Como los amortiguadores DuCarbon son de tipo monotubo, no se debe permitir la deformación del tubo, ya que el libre movimiento del pistón y el pistón libre se verían perjudicados si esto ocurriera. Además, como se suministra un protector para evitar la posible deformación por impactos de piedras, debe conectar dicho protector enfrentado a la parte delantera del vehículo al instalar los amortiguadores.

(2/4)



2. Tubos gemelos

(1) Estructura

Dentro de la cubierta del amortiguador (tubo exterior) hay un cilindro (tubo de presión) y dentro del cilindro hay un pistón que se mueve hacia arriba y hacia abajo. En la base del vástago del pistón está instalada una válvula de pistón que genera la fuerza de amortiguación cuando se expande el amortiguador (al rebotar). En la parte inferior del cilindro hay una válvula base que genera la fuerza de amortiguación cuando se comprime el amortiguador (al botar).

El interior del cilindro se llena con líquido de amortiguador, pero sólo se llenan de líquido 2/3 de la cámara del depósito de reserva; el resto del espacio se llena de aire a presión atmosférica o de gas a baja presión. Este depósito de reserva se utiliza como depósito de almacenamiento para el fluido que entre y salga del cilindro.

El amortiguador de tipo lleno de gas a baja presión se llena con gas a baja presión (0,3-0,6 MPa; 3-6kgf/cm²).

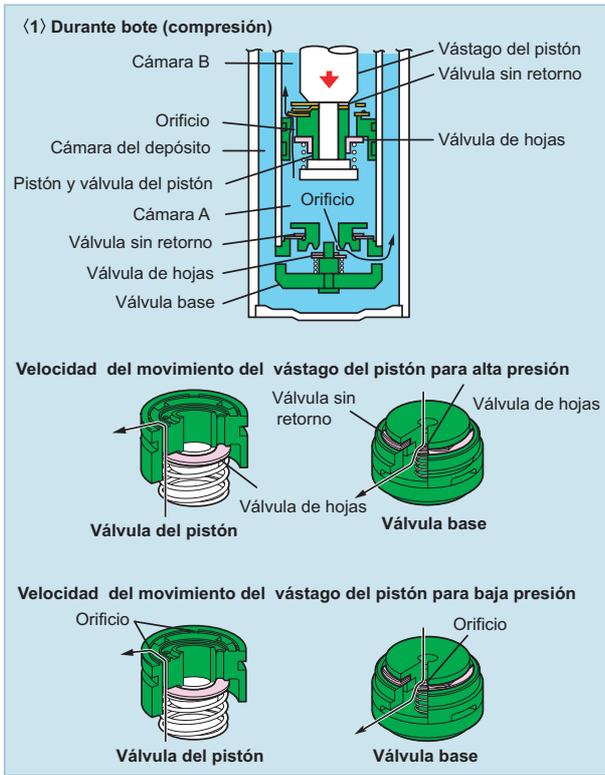
Esto evita que se genere ruido anormal debido a la cavitación o aeración que puede producirse en amortiguadores que sólo utilizan líquido. La minimización de la cavitación y la aeración también permite obtener una fuerza de amortiguación más estable, lo que aumenta la comodidad en la conducción y la estabilidad de manejo.

En algunos amortiguadores llenos de gas a baja presión se elimina la válvula base de forma que la válvula del pistón genere esa fuerza de amortiguación cuando la válvula del pistón bote o rebote.

OBSERVACIÓN:

- **Cavitación:**
Cuando el líquido fluye a alta velocidad por el amortiguador, la presión cae en algunas zonas formando bolsas de aire o cavidades en el líquido. Este efecto se denomina cavitación. Estas cavidades se colapsan cuando son transportadas a regiones de alta presión, lo que produce una presión de impacto elevado. Esto generará ruido, causará fluctuaciones de presión y podría dañar el mismo amortiguador.
- **Aeración:**
La aeración es la mezcla de aire y líquido del amortiguador. Esto puede producir ruido, fluctuaciones de presión y pérdida de presión.

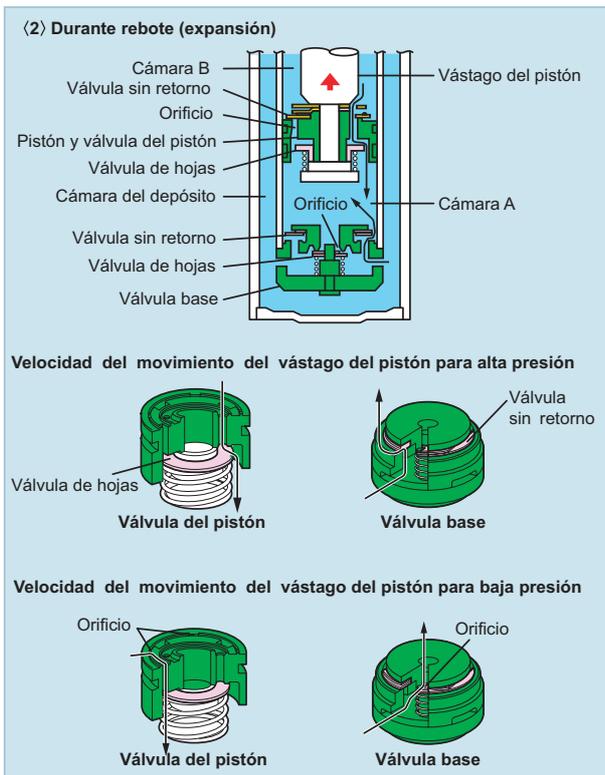
(3/4)



(2) Funcionamiento

<1> Al botar (compresión)

- **Velocidad del movimiento del vástago del pistón para alta presión**
 Cuando el pistón se mueve hacia abajo, la presión de la cámara A bajo el pistón llega a ser elevada. El líquido empuja para abrir la válvula sin retorno de la válvula del pistón y fluye, prácticamente sin resistencia, a la cámara B (no se genera fuerza de amortiguación). Simultáneamente, se fuerza el paso de una cantidad de líquido de igual volumen que el desplazado por el vástago del pistón al empujar hacia el cilindro a través de la válvula de hojas de la válvula base y fluye a la cámara del depósito de reserva. Es en este momento cuando la resistencia de flujo genera la fuerza de amortiguación.
- **Velocidad del movimiento del vástago del pistón para baja presión**
 Si la velocidad del vástago del pistón es muy baja, la válvula sin retorno de la válvula del pistón y la válvula de hojas de la válvula base permanecerán cerradas, ya que la presión de la cámara A es baja. Sin embargo, como hay orificios en la válvula del pistón y en las válvulas base, el líquido de la cámara A fluye a través de ellas hacia la cámara B y la cámara del depósito de reserva, de forma que sólo se genera una ligera fuerza de amortiguación.



<2> Al rebotar (expansión)

- **Velocidad del movimiento del vástago del pistón para alta presión**
 Cuando el vástago del pistón se mueve hacia arriba, la presión de la cámara B por encima del pistón llega a ser elevada y el líquido del interior de la cámara B abre la válvula de hojas en la válvula del pistón y fluye a la cámara A. En este momento, la resistencia a fluir del líquido actúa como una fuerza de amortiguación. Como el vástago se mueve hacia arriba, una parte del líquido se mueve fuera del cilindro, de forma que el volumen de líquido desplazado disminuye. Para compensar esto, el líquido pasa a través de la válvula sin retorno de la válvula base de la cámara del depósito de reserva y fluye sin prácticamente resistencia hacia la cámara A.
- **Velocidad del movimiento del vástago del pistón para baja presión**
 Cuando el vástago del pistón se mueve a baja velocidad, tanto la válvula de hojas como la válvula del pistón y la válvula sin retorno de la válvula base permanecen cerradas a causa de que la presión de la cámara B situada por encima del pistón es baja. Por tanto, el líquido de la cámara B pasa a través de los orificios de la válvula del pistón y fluye a la cámara A. Además, el líquido de la cámara del depósito de reserva pasa a través del orificio de la válvula base y fluye a la cámara A, por lo que sólo se genera una ligera fuerza de amortiguación.

(4/4)

Precauciones al realizar tareas de mantenimiento

1. Manipulación de los amortiguadores

Como el sello de aceite, el vástago del pistón y otros componentes de los amortiguadores se fabrican con gran precisión, deben tomarse las siguientes precauciones al manipularlos:

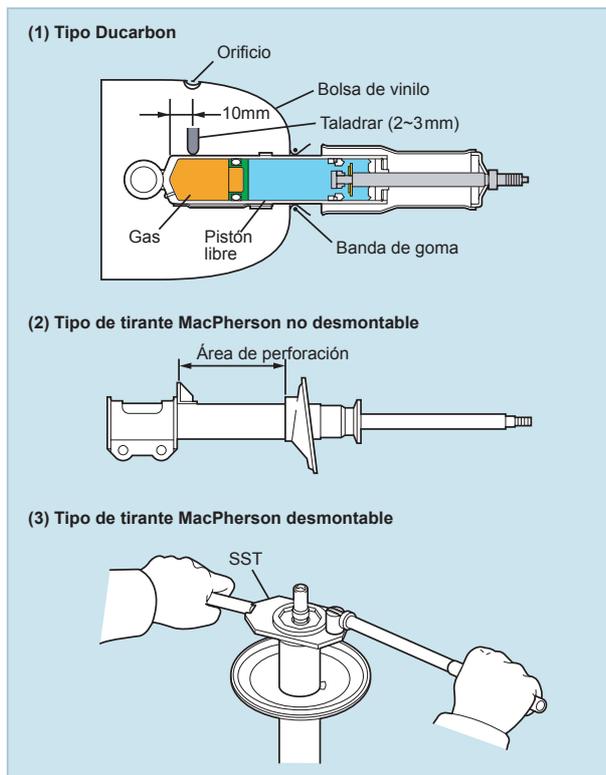
- No se deben rayar las partes expuestas del vástago del pistón para evitar fugas de líquido del amortiguador. Además, no se debe aplicar pintura ni aceite al vástago del pistón.
- Para evitar daños en el sello de aceite debidos a interferencia de la válvula del pistón, no se debe girar el vástago y el cilindro con el amortiguador completamente extendido. Es necesaria una precaución especial para los amortiguadores llenos de gas, ya que la presión del gas empuja constantemente el vástago del pistón hacia arriba.

2. Manipulación de amortiguadores llenos de gas

Como en el interior de los amortiguadores llenos de gas se aplica presión constantemente, deben tomarse las precauciones siguientes además de las antes descritas:

- No intente desmontar amortiguadores no desmontables (incluidos los amortiguadores de tipo DuCarbon así como amortiguadores llenos de gas a baja presión en los que la tuerca anular está calafateada).
- Cuando se tiran amortiguadores llenos de gas, primero hay que evacuar el gas.

(1/3)



3. Evacuación de gas

(1) Tipo DuCarbon

Antes de tirar el amortiguador extraído, taladre un orificio de entre 2 y 3 mm a unos 10 mm de la parte inferior del cilindro del amortiguador para liberar el gas presurizado. (Este gas es inofensivo, incoloro e inodoro, pero podrían saltar lascas metálicas al taladrar; por tanto, tenga cuidado. Una buena medida de seguridad es colocar una bolsa de vinilo en torno al extremo que se va a taladrar, fijándola con una abrazadera de caucho fuerte.)

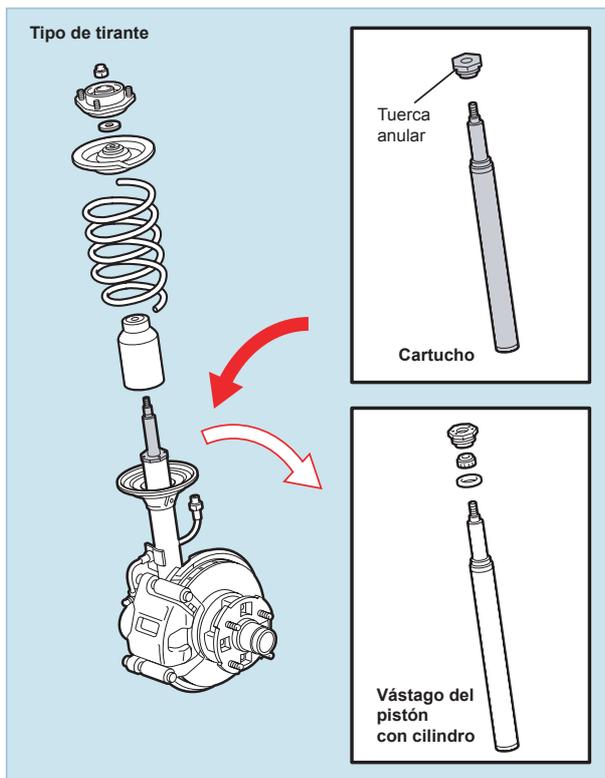
(2) Tipo tirante MacPherson no desmontable

En este tipo, en que la tuerca anular no se puede retirar, coloque el conjunto de amortiguador horizontalmente y taladre un orificio de 2 a 3 mm en la parte superior de la cubierta del amortiguador.

(3) Tipo tirante MacPherson desmontable

- <1> Sujete el amortiguador en un torno de banco.
- <2> Afloje lentamente la tuerca anular tres o cuatro vueltas hasta que el gas empiece a salir. Si deja que el gas salga demasiado rápido, también podría salir el líquido del amortiguador.
- <3> Asegúrese de que no queda gas en el amortiguador antes de tirarlo. Para determinar esto, ices el vástago del pistón hasta la parte superior del cilindro y suéltelo. Si el pistón cae en el cilindro por su propio peso, se ha evacuado todo el gas.

(2/3)



4. Instalación de un cartucho de amortiguadores llenos de gas a baja presión

Aunque los amortiguadores sólo se cambian como un conjunto en el caso de muchos amortiguadores de tirantes MacPherson llenos de gas a baja presión, en algunos modelos no es necesario cambiar el conjunto. En lugar de ello se puede extraer el vástago del pistón con el cilindro e instalar un cartucho de recambio.

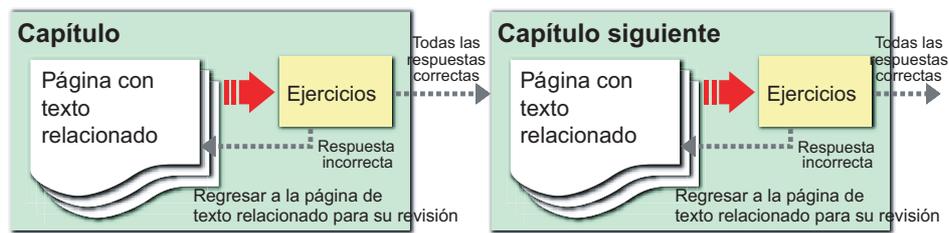
En estos casos deben tomarse las siguientes precauciones:

- Como el vástago del pistón con cilindro y el cartucho tienen formas diferentes, deben utilizarse cartuchos que tengan su propia tuerca anular.
- Al tirar el cartucho hay que evacuar primero el gas siguiendo el mismo procedimiento que para el caso del amortiguador de tipo MacPherson no desmontable.

(3/3)

Ejercicio

Use los ejercicios para comprobar su comprensión de los materiales de este capítulo. Después de cada ejercicio, puede usar el botón de referencia para consultar las páginas relacionadas con la pregunta. Cuando obtenga una respuesta incorrecta, regrese al texto para revisar el material y buscar la respuesta correcta. Después de responder todas las preguntas correctamente podrá pasar al capítulo siguiente.



Pregunta- 1

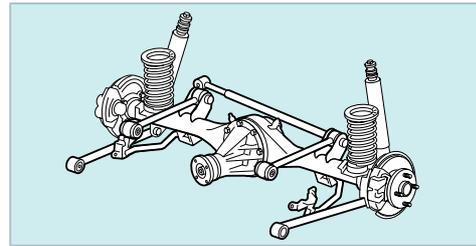
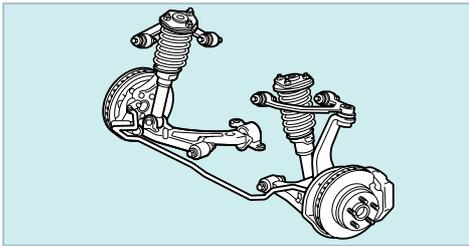
Marque cada una de las siguientes afirmaciones como **Verdadera o Falsa**.

No.	Pregunta	Verdadero o falso	Respuestas correctas
1	La oscilación del peso no suspendido provoca saltos, bamboleo, desviación y enrollado.	<input type="radio"/> Verdadero <input type="radio"/> Falso	<input type="text"/>
2	Una suspensión independiente proporciona una conducción más cómoda que una suspensión rígida, ya que el peso no suspendido es menor.	<input type="radio"/> Verdadero <input type="radio"/> Falso	<input type="text"/>
3	Hay que usar muelles espirales y muelles de barra de torsión junto con los amortiguadores, ya que estos no tienen la función de control de oscilaciones.	<input type="radio"/> Verdadero <input type="radio"/> Falso	<input type="text"/>
4	Los amortiguadores DuCarbon contienen líquido hidráulico y gas a baja presión sellados.	<input type="radio"/> Verdadero <input type="radio"/> Falso	<input type="text"/>

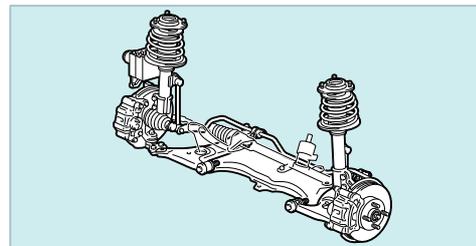
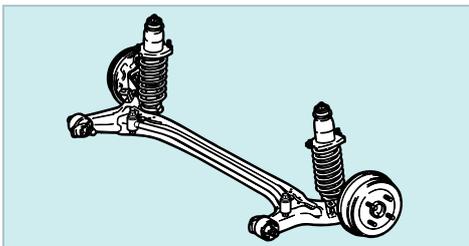
Pregunta- 2

En las siguientes ilustraciones se muestran los tipos de suspensión. Seleccione en el siguiente grupo de palabras las que corresponden a las opciones 1-4.

1. 2.



3. 4.



a) De 4 enlaces b) MacPherson c) Eje de salida con viga de torsión d) Espoleta doble

Respuesta: 1. 2. 3. 4.

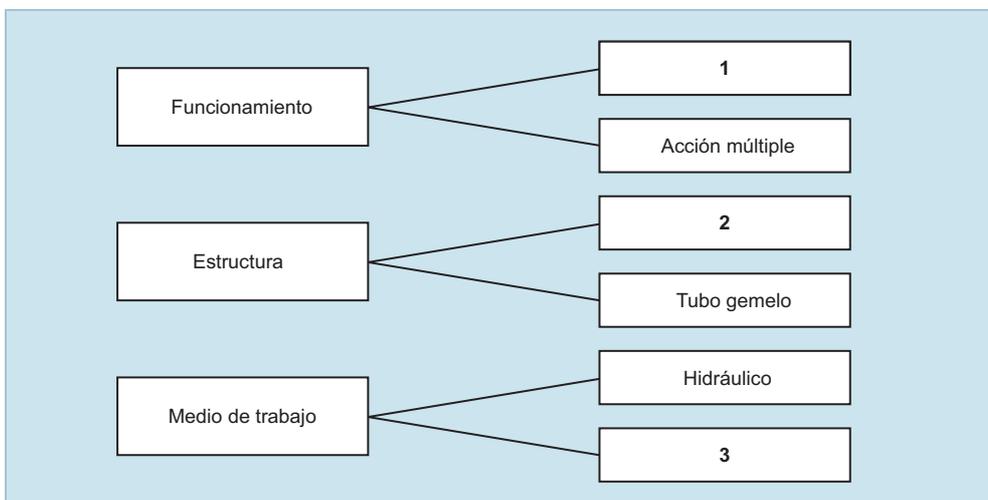
Pregunta- 3

Las siguientes afirmaciones corresponden a las características de los muelles espirales. Seleccione la afirmación que es **Verdadera**.

1. Hay una fricción entre hojas que amortigua de forma natural la oscilación del muelle.
2. Como no hay resistencia a las fuerzas laterales, son necesarios mecanismos de varillaje para soportar el eje.
3. La relación de absorción de energía por unidad de peso no es mayor, si se compara con el muelle de hojas.
4. El muelle progresivo, que garantiza la comodidad en la conducción de un muelle espiral y la resistencia de carga, tienen el muelle espiral cónico, el muelle cónico y el muelle auxiliar.

Pregunta- 4

En la siguiente ilustración se muestran las categorías de amortiguadores. Seleccione en el siguiente grupo de palabras las que corresponden a las opciones 1-3.



- a) Monotubo b) Lleno de gas c) De acción individual d) De acción doble e) Tubo individual

Respuesta: 1. 2. 3.