

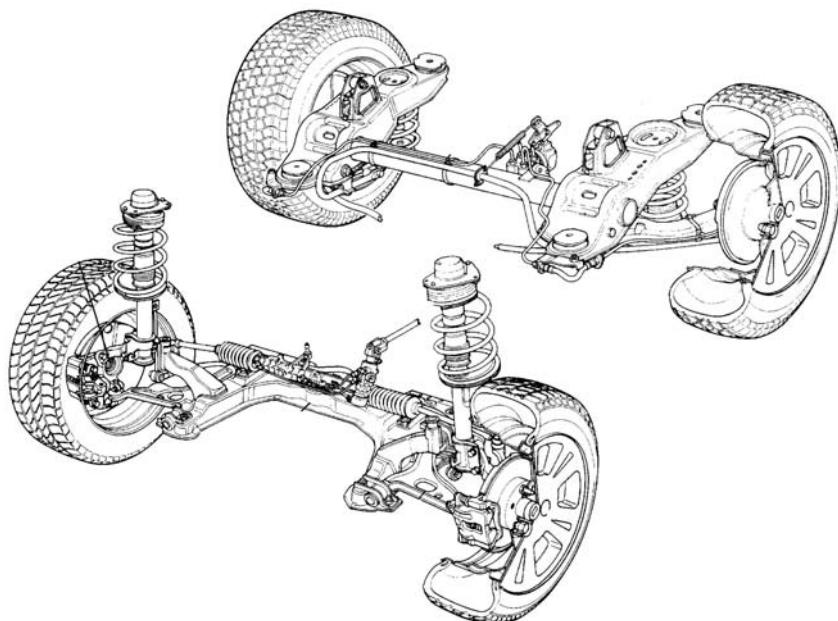


Business Unit

**EVOLUCION-@**  
FORMACIÓN PARA EL FUTURO  
GRUPO FIAT

# AUTOMOCIÓN

⬇ SISTEMAS DE TRANSMISIÓN,  
SEGURIDAD Y CONFORTABILIDAD



[IMPRIMIR](#)

[ÍNDICE](#)



[ZOOM +](#)

[ZOOM -](#)

# SUSPENSIÓN

 IMPRIMIR

ÍNDICE







ZOOM +

 ZOOM -



SUSPENSIÓN

## ÍNDICE

LOS MOVIMIENTOS RELATIVOS ENTRE LA CARROCERÍA Y LAS RUEDAS .....	01
EL CENTRO DE GRAVEDAD .....	03
· DEFINICIÓN .....	03
· POSICIÓN .....	03
· IMPORTANCIA .....	04
TRANSFERENCIA LONGITUDINAL DE LA CARGA .....	05
· DEFINICIÓN DEL CABECEO .....	05
· EL CABECEO .....	05
· EFECTOS .....	06
· SUSPENSIONES ANTIDIVE Y ANTISQUAT .....	06
EL BALANCEO .....	07
· DEFINICIÓN .....	07
· EFECTOS .....	07
· EJE DE BALANCEO .....	08
LAS SUSPENSIONES DEL AUTOMÓVIL .....	09
· CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	09
· FUNCIONES DE LA SUSPENSIÓN .....	10
MASAS SUSPENDIDAS Y NO SUSPENDIDAS .....	10
TRANSMISIÓN DE LAS IRREGULARIDADES DEL TERRENO .....	11
EL SISTEMA MUELLE – AMORTIGUADOR – NEUMÁTICO .....	12
· MUELLE .....	13
· AMORTIGUADOR .....	13
· NEUMÁTICO .....	13
LOS AMORTIGUADORES .....	14
· AMORTIGUADOR HIDRÁULICO MONOTUBO .....	14
· CARACTERÍSTICAS .....	15
· FUNCIONAMIENTO .....	15
· ASPECTOS PROBLEMÁTICOS .....	15
· AMORTIGUADOR HIDRÁULICO DE DOBLE EFECTO .....	16
· CARACTERÍSTICAS .....	17
· FUNCIONAMIENTO .....	17
· ASPECTOS PROBLEMÁTICOS .....	17
· EFECTO DE AMORTIGUACIÓN .....	17
· REQUISITOS .....	17

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### ÍNDICE

· ACTUACIÓN .....	18
· GRÁFICO DE FUNCIONAMIENTO DE UN AMORTIGUADOR .....	18
· AMORTIGUADOR HIDRONEUMÁTICO .....	19
· CARACTERÍSTICAS .....	19
· VENTAJAS.....	19
ÓRGANOS ELÁSTICOS .....	20
· FINALIDAD .....	21
· POSICIÓN.....	21
· RIGIDEZ.....	21
· TIPOS.....	21
· MUELLES HELICOIDALES .....	22
· CARACTERÍSTICAS .....	22
· FUNCIONAMIENTO.....	22
· RIGIDEZ.....	23
· BALLESTA.....	24
· CARACTERÍSTICAS .....	24
· HOJA MAESTRA.....	25
· APLICACIONES.....	25
· VENTAJAS .....	25
· BARRA DE TORSIÓN .....	26
· CONSTITUCIÓN.....	26
· CARACTERÍSTICAS .....	27
· FUNCIONAMIENTO.....	28
· CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO.....	28
· ASPECTOS PROBLEMÁTICOS .....	28
· TACOS DE FIN DE CARRERA.....	29
· FINALIDAD .....	30
· CARACTERÍSTICAS .....	30
· MATERIALES .....	30
TIPOS DE SUSPENSIONES EN EL VEHÍCULO .....	31
SUSPENSIONES DELANTERAS Y TRASERAS .....	32
· SUSPENSIONES DELANTERAS .....	32
· VÍNCULOS .....	32
· TIPOS ADOPTADOS.....	32

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### ÍNDICE

· SUSPENSIONES TRASERAS .....	32
· VÍNCULOS .....	32
· TIPOS ADOPTADOS .....	32
TIPOS DE SUSPENSIONES MONTADAS EN FIAT .....	33
· SUSPENSIONES DE RUEDAS INDEPENDIENTES .....	34
· CARACTERÍSTICAS .....	34
· VENTAJAS .....	34
· ELEMENTOS ESPECÍFICOS .....	34
· SUSPENSIONES McPHERSON .....	35
· APLICACIONES .....	35
· VENTAJAS .....	36
· DESVENTAJAS .....	36
· VOLUMEN .....	36
· ASPECTOS PROBLEMÁTICOS EN FUNCIONAMIENTO .....	37
· AMORTIGUADOR McPHERSON .....	37
· CARACTERÍSTICAS .....	37
· VENTAJAS .....	38
· ASPECTOS PROBLEMÁTICOS .....	38
· SUSPENSIÓN MCPHERSON DELANTERA (LANCIA LYBRA) .....	39
· COMPONENTES PRINCIPALES .....	39
· MUELLES HELICOIDALES .....	39
· SOPORTE SUPERIOR DEL MONTANTE ELÁSTICO “DESDOBLADO” .....	40
· AMORTIGUADORES .....	40
· BRAZOS OSCILANTES .....	40
· CARACTERÍSTICAS .....	41
· TACO HIDRÁULICO .....	41
· SUSPENSIÓN MCPHERSON TRASERA (ALFA ROMEO 147) .....	42
· REGULACIÓN DE LA CONVERGENCIA .....	44
· SUSPENSIONES DE TRAPECIO .....	44
· APLICACIONES .....	45
· CARACTERÍSTICAS .....	45
· VENTAJAS .....	45
· DESVENTAJAS .....	45
· VARIANTE CON TRAPECIO ALTO .....	46

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### ÍNDICE

· CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS .....	46
· BRAZOS OSCILANTES .....	49
· CARACTERÍSTICAS .....	50
· RIGIDEZ DE LOS CASQUILLOS .....	50
· SUSPENSIONES DE BRAZOS OSCILANTES TIRADOS .....	51
· APLICACIONES .....	51
· CARACTERÍSTICAS .....	52
· EFECTO ANTIDIVE .....	52
· COMPONENTES .....	53
SUSPENSIONES MULTILINK .....	54
· APLICACIONES .....	54
· CONSTITUCIÓN .....	55
· CABECEO .....	55
· ACELERACIÓN .....	55
· CENTRO DE ROTACIÓN INSTANTÁNEA .....	55
· FRENADA .....	56
· BALANCEO .....	56
· RECUPERACIÓN DEL ÁNGULO DE CAÍDA .....	56
· AUTOVIRAJE .....	57
· COMPONENTES DE LAS SUSPENSIONES MULTILINK .....	57
· AMORTIGUADORES Y MUELLES .....	58
· BRAZO OSCILANTE INFERIOR .....	58
· BRAZO OSCILANTE SUPERIOR .....	58
· VARILLA DE CONTROL DE LA CONVERGENCIA .....	59
· BIELA VERTICAL .....	60
· TRAVESAÑO .....	61
· MONTANTE .....	62
· CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA SUSPENSIÓN MULTILINK .....	63
· CONTROL DEL GIRO EN CURVA Y ESTABILIZACIÓN DE LA FRENADA .....	63
· CONTROL DEL GIRO EN CURVA .....	63
· ESTABILIZACIÓN DURANTE LA FRENADA .....	64
· RETROCESO ELÁSTICO Y CINEMÁTICO DEL CENTRO DE LA RUEDA AL SUPERAR UN OBSTÁCULO .....	65

 IMPRIMIR

ÍNDICE



ZOOM +

ZOOM -



SUSPENSIÓN

## ÍNDICE

· RETROCESO ELÁSTICO DEL CENTRO DE LA RUEDA AL SUPERAR UN OBSTÁCULO .....	66
· RETROCESO CINEMÁTICO DEL CENTRO DE LA RUEDA DURANTE EL RECORRIDO VERTICAL.....	66
· SUSPENSIONES B.L.G. (BRAZOS LONGITUDINALES GUIADOS) .....	67
· GENERALIDADES.....	67
· VENTAJAS RESPECTO A LAS SUSPENSIONES DE BRAZOS TIRADOS.....	68
· VENTAJAS RESPECTO A LAS SUSPENSIONES McPHERSON.....	68
· COMPONENTES .....	69
· CARACTERÍSTICAS PECULIARES .....	70
· SUPERAR OBSTÁCULOS.....	71
· RETROCESO DE LA RUEDA.....	71
· ANALOGÍA CON LA CARRETILLA .....	71
· CONSECUENCIAS EN EL CONFORT .....	71
· CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO SUSPENSIONES B.L.G. .....	72
· VARIACIÓN DE LA ALINEACIÓN GEOMÉTRICA DEL VEHÍCULO.....	72
· VARIACIÓN DE LA CONVERGENCIA .....	73
· SUSPENSIONES DE RUEDAS SEMI-INDEPENDIENTES .....	74
· APLICACIONES.....	74
· CARACTERÍSTICAS .....	75
· VENTAJAS.....	75
· DESVENTAJAS .....	75
· EJE DE TORSIÓN .....	75
· CONSTITUCIÓN.....	75
· FUNCIONAMIENTO.....	76
· ASPECTOS PROBLEMÁTICOS .....	77
· RIGIDEZ.....	78
· AMORTIGUADORES.....	78
· CASQUILLOS INTELIGENTES (Fiat Punto).....	79
· CARACTERÍSTICAS .....	79
· CONSTITUCIÓN.....	79
· FUNCIONAMIENTO.....	80
· SUSPENSIONES DE RUEDAS INTERCONECTADAS RÍGIDAMENTE .....	81
· APLICACIONES.....	81

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### ÍNDICE

· CARACTERÍSTICAS .....	81
· VENTAJAS.....	82
· DESVENTAJAS.....	82
· EJE.....	83
· BALLESTA.....	83
· AUTOVIRAJE .....	83
· VARIACIÓN DE LA ALINEACIÓN GEOMÉTRICA .....	83
· CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS (Fiat Doblò) .....	84
· SUSPENSIONES CON AMORTIGUADORES AUTONIVELANTES NIVOMAT.....	85
· REQUISITOS .....	85
· SUSPENSIONES AUTONIVELANTES .....	86
· UNIDAD NIVOMAT .....	87
· CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.....	87
· PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO .....	87
· CONSTITUCIÓN DEL SISTEMA .....	88
· FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	89
· ARRANQUE DEL VEHÍCULO .....	89
· AUMENTO DE LA PRESIÓN .....	89
· NIVELACIÓN .....	89
· ELIMINACIÓN DE LA CARGA.....	89
· FUNCIONAMIENTO.....	90
· CONDICIÓN NO NIVELADA .....	90
· AUMENTO DE LA CARGA.....	90
· FASE DE BOMBEO DEL ACEITE .....	90
· ELEVACIÓN DEL AMORTIGUADOR.....	90
· CÁMARA DE ALTA PRESIÓN.....	91
· CONDICIÓN NIVELADA .....	91
· POSICIÓN DE NIVELACIÓN.....	91
· MANTENIMIENTO DE LA NIVELACIÓN.....	91
· PARADA DEL VEHÍCULO .....	92
· PRESIÓN SIN CARGA .....	92
· SUSPENSIONES DE AMORTIGUACIÓN CONTROLADA .....	93
· SUSPENSIONES DE AMORTIGUACIÓN CONTROLADA ELECTRÓNICAMENTE .....	94
· UNIDAD ELECTRÓNICA DE CONTROL .....	95

 IMPRIMIR

ÍNDICE









ZOOM +

ZOOM -



SUSPENSIÓN

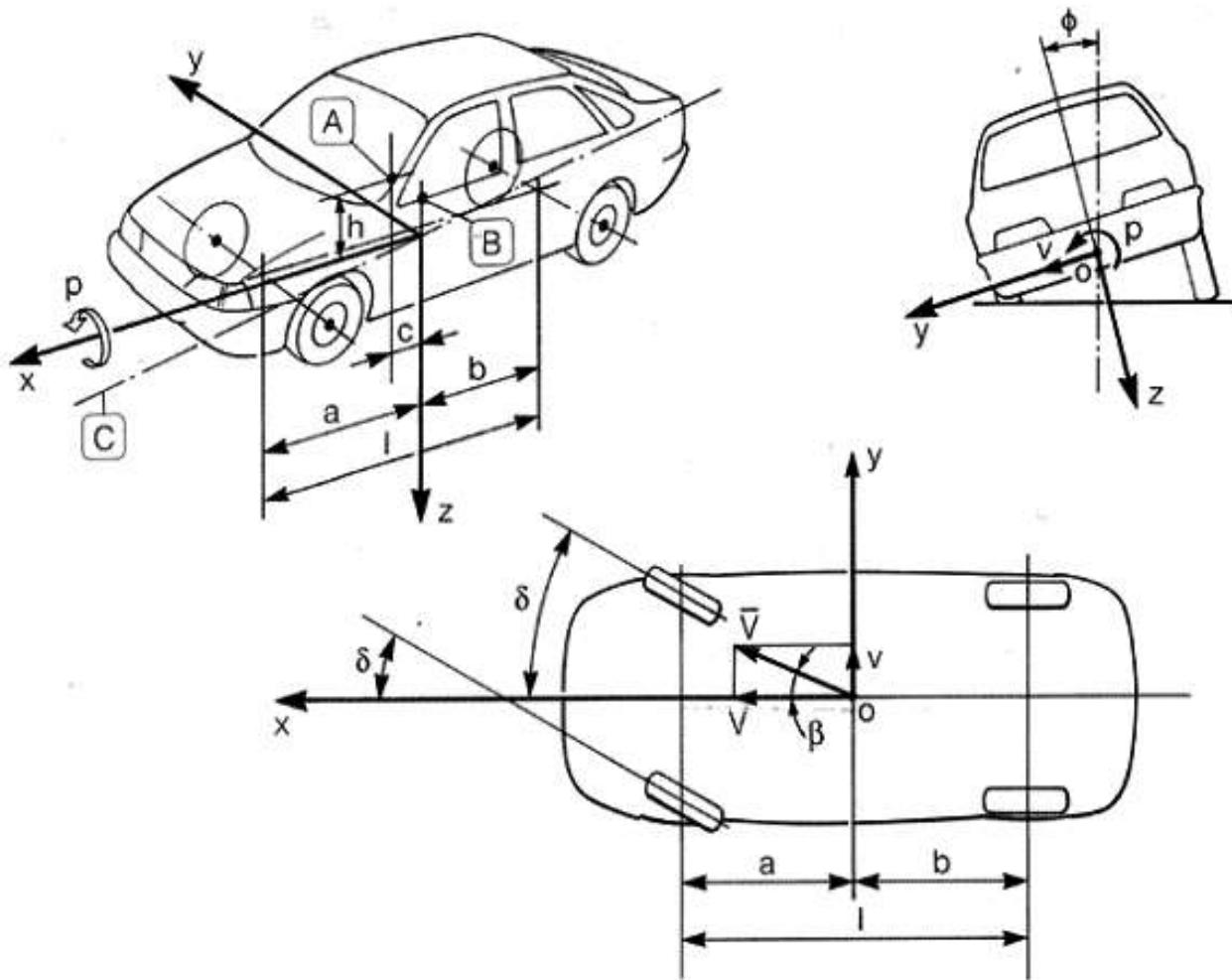
## ÍNDICE

· INTERRUPTOR DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA.....	96
· SENSOR DE VELOCIDAD DEL COCHE.....	96
· SENSOR ÓPTICO DE DIRECCIÓN .....	97
· MOTOINTERCEPTADORES INCORPORADOS EN LOS AMORTIGUADORES .....	98
· SENSOR DE ACELERACIÓN VERTICAL.....	99
· CABLEADO DEL SISTEMA.....	99
· SUSPENSIONES AUTONIVELANTES.....	100
· OLEONEUMÁTICO .....	101
· ELECTRONEUMÁTICO .....	103
· MUELLE DE AIRE .....	104
· AMORTIGUADOR CON SENSOR DE NIVEL.....	105
· ELECTROVÁLVULAS .....	106
· COMPRESOR DE AIRE.....	107
· UNIDAD ELECTRÓNICA.....	108

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### LOS MOVIMIENTOS RELATIVOS ENTRE LA CARROCERÍA Y LAS RUEDAS



Ejes de referencia para el estudio del comportamiento dinámico (direccional) del vehículo

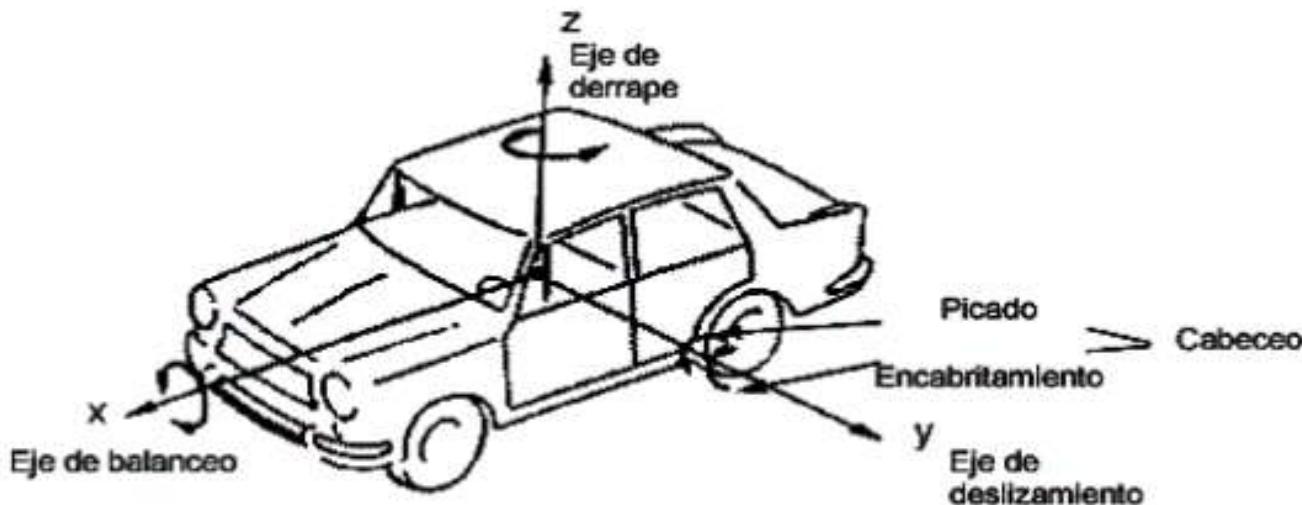
[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

Los movimientos relativos que se generan entre la carrocería y las ruedas por la presencia de las suspensiones son los siguientes:

- CABECEO (Pitching)
- BALANCEO (Rolling)
- BOMBEO (Buoncing)
- DERRAPE (Yaw)

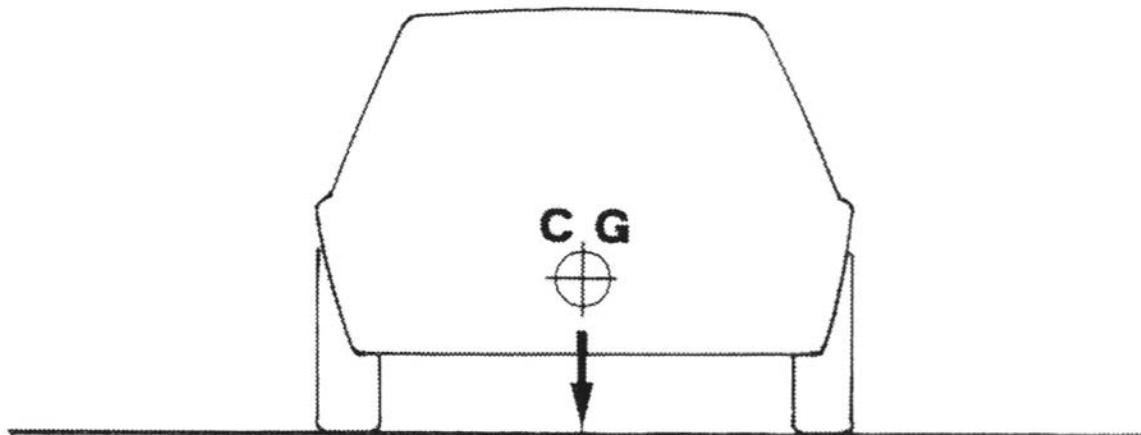
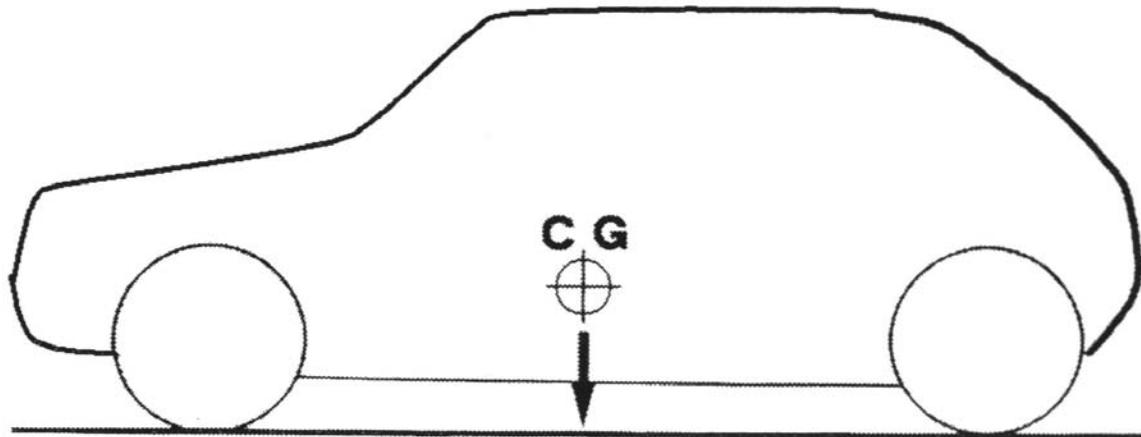
En este tema se tratarán los fenómenos de cabeceo y balanceo, ya que dependen directamente del comportamiento de las suspensiones; el bombeo, una especie de cabeceo simétrico debido a la oscilación simétrica de las cuatro suspensiones, puede reconducirse al caso del cabeceo, mientras que el derrape, rotación del vehículo alrededor del eje vertical que pasa por el centro de gravedad del vehículo, no depende directamente de las suspensiones, y puede verificarse independientemente de la presencia de las suspensiones.



[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### EL CENTRO DE GRAVEDAD



### DEFINICIÓN

El centro de gravedad de un cuerpo es el punto ideal en el que se puede imaginar concentrada toda su masa y en el que se aplican tanto la fuerza de gravedad terrestre a la que está sujeto (por eso se llama centro de gravedad), como los esfuerzos dinámicos debidos al movimiento del vehículo.

### POSICIÓN

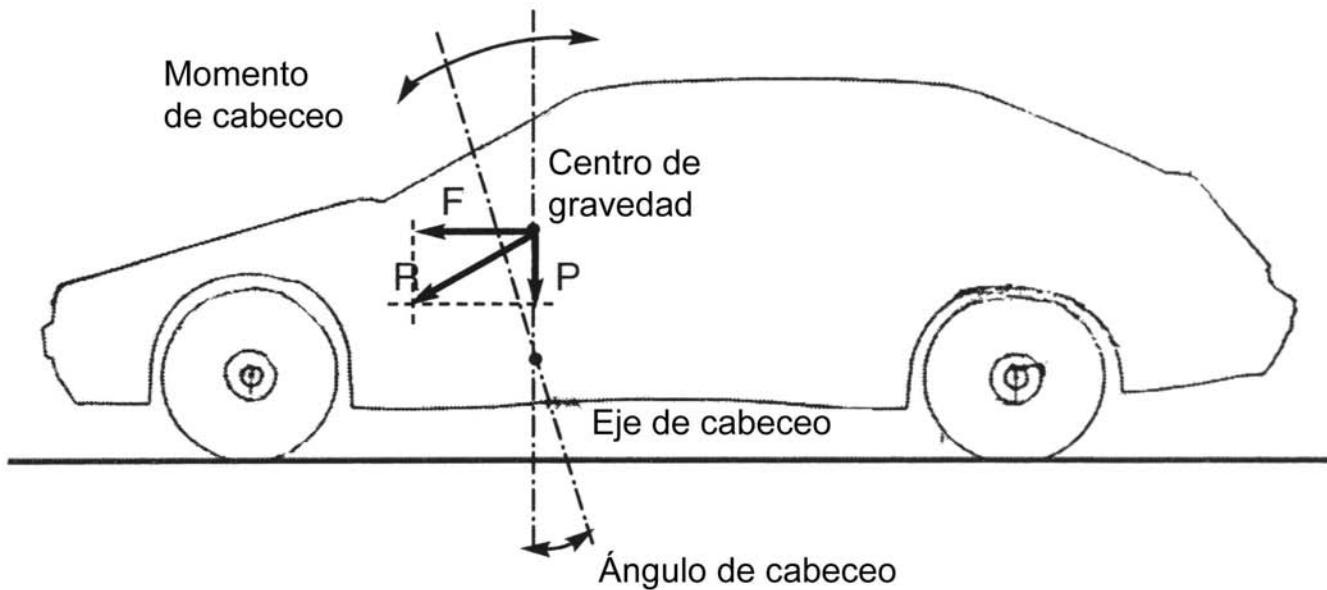
La determinación de la posición del centro de gravedad suele ser compleja, ya que su posición varía en función de la disposición y de la cuantía de la carga.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### IMPORTANCIA

Conocer la posición del centro de gravedad de un vehículo en todas las condiciones es fundamental, ya que de la posición del centro de gravedad dependen casi todas las características principales que influyen en el comportamiento del vehículo. A veces, incluso pequeños desplazamientos del centro de gravedad pueden tener consecuencias significativas.



[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

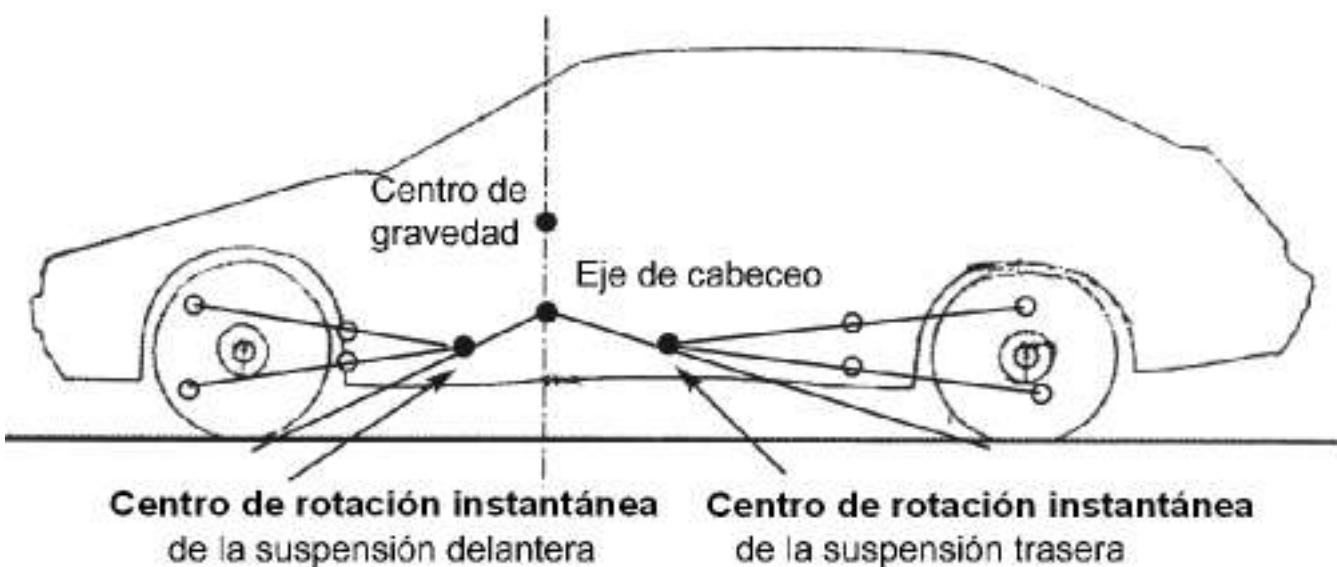
## SUSPENSIÓN

### TRANSFERENCIA LONGITUDINAL DE LA CARGA

Debido a las aceleraciones y deceleraciones que se generan durante el movimiento, el peso que grava sobre los ejes del vehículo varía. Estas variaciones respecto a la situación estática suelen indicarse como transferencia longitudinal de la carga. La carga sustancialmente no varía, mientras que la fuerza de inercia, aplicada al centro de gravedad, genera un movimiento respecto al eje de cabeceo que descarga un eje y carga el otro eje.

### DEFINICIÓN DEL CABECEO

El eje de cabeceo es el eje transversal alrededor del cual la carrocería gira durante los movimientos de cabeceo; su posición se determina en función de la geometría de las suspensiones.



### EL CABECO

La transferencia de carga es directamente proporcional a la masa del vehículo, a la altura de su centro de gravedad y a la fuerza que genera la transferencia, mientras que es inversamente proporcional a la longitud de la distancia entre ejes del vehículo; de lo que resulta que al aumentar la carga transportada aumenta el efecto del cabeceo. Este efecto se limita si se adopta un centro de gravedad bajo.

IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

Y

ZOOM +

ZOOM -

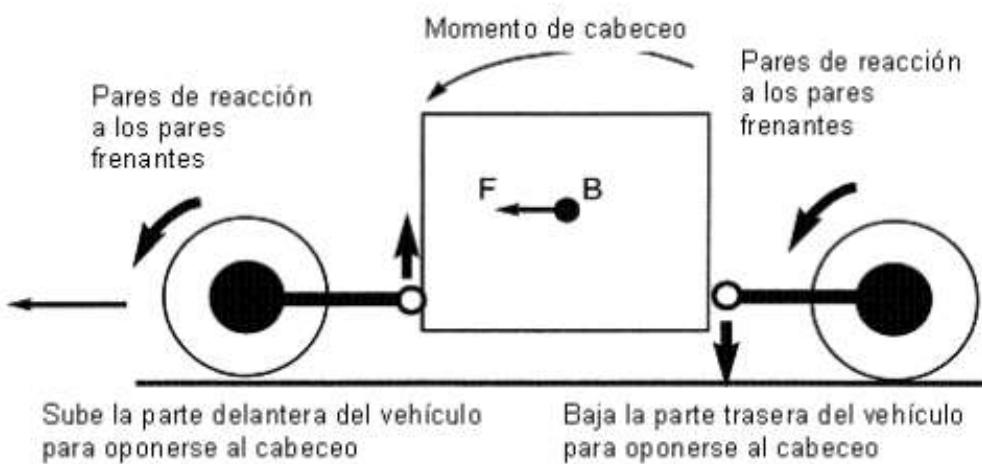


SUSPENSIÓN

## EFFECTOS

La transferencia de la carga también influye en el agarre a la carretera, ya que durante la frenada, el aligeramiento del tren trasero limita su acción direccional y frenante que no siempre es compensada por la mejora de las características direccionales y frenantes del tren delantero. Durante la aceleración el aligeramiento del tren delantero puede provocar subviraje y pérdida de adherencia que impidan la descarga a tierra de toda la potencia disponible. Todo esto vale para vehículos de tracción delantera; en los vehículos de tracción trasera ocurre lo contrario.

## SUSPENSIONES ANTIDIVE Y ANTISQUAT



Una disposición adecuada de la geometría de los brazos de anclaje de la suspensión permite:

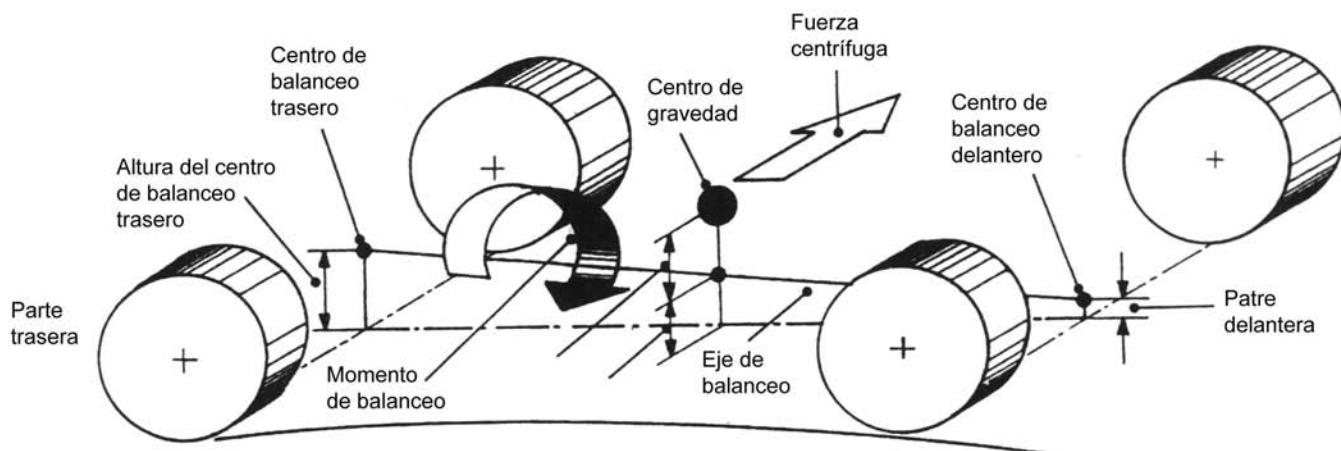
- Una suspensión antisquat (antizambullida), que se opone al aligeramiento del tren delantero.
- Una suspensión antidive (zambullida), que se opone al aligeramiento del tren trasero.

Normalmente, para obtener efectos antidive o antisquat es necesario adoptar suspensiones con una cinemática que realice, durante el recorrido, una conversión de energía de movimientos de cabeceo a trabajo de traslación.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### EL BALANCEO



### DEFINICIÓN

El balanceo es el movimiento del cuerpo de un vehículo, equipado con suspensiones elásticas, generado durante una curva; en este caso la fuerza centrífuga, al actuar sobre la masa suspendida, determina la inclinación del vehículo hacia la parte exterior de la curva.

### EFECTOS

Los efectos generados por el balanceo son principalmente dos:

- Inclinación de la carrocería, con la consiguiente modificación de los ángulos característicos de la rueda.
- Transferencia de la carga a las suspensiones y a las ruedas exteriores con la consiguiente sobrecarga de las mismas.

Ambos efectos inciden negativamente en el comportamiento y en el agarre del vehículo a la carretera.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### EJE DE BALANCEO

Durante el movimiento de balanceo, el vehículo gira alrededor de un punto, llamado centro de balanceo. La posición de ese punto se modifica con el desplazamiento de las suspensiones y puede variar si varía el tipo de suspensión adoptada en el otro eje. Debido a que los esquemas de la suspensión son distintos en la parte delantera y en la trasera, es necesario referirse a un eje de balanceo y no a un centro de balanceo. La posición del eje de balanceo determina el comportamiento del vehículo con balanceo; recuerde que al tomar las curvas es aconsejable que haya cierto balanceo, porque de esa forma el conductor tiene sensación de "peligro" al tomar las curvas a velocidad sostenida.

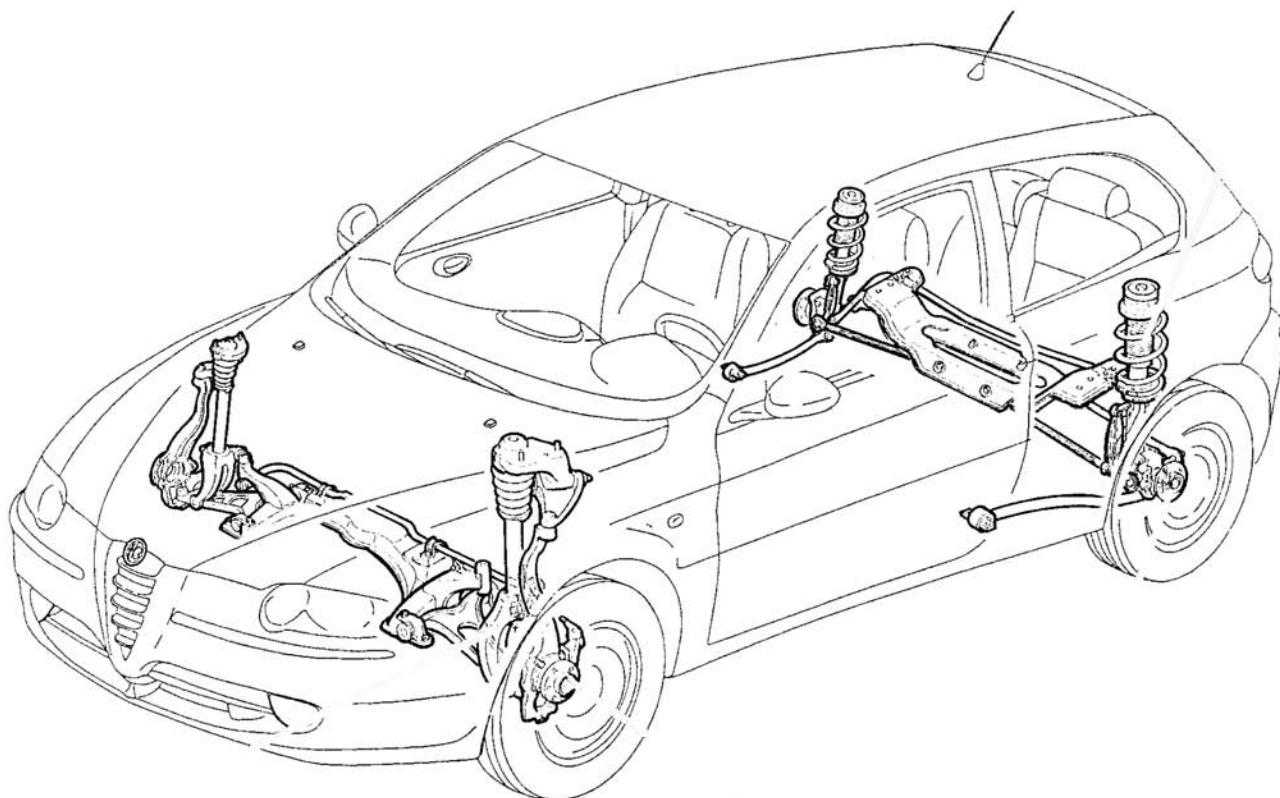
[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### LAS SUSPENSIONES DEL AUTOMÓVIL

#### CARACTERÍSTICAS GENERALES

Por suspensión de un automóvil se entiende el conjunto de elementos que conecta la rueda con la carrocería de la forma más segura y confortable posible para los pasajeros. Al mismo tiempo, la suspensión asegura a la rueda la libertad de movimiento necesaria para que el vehículo se mueva en la dirección deseada por el conductor.



Las suspensiones constituyen la conexión entre el vehículo y la carretera y transmiten al conductor el efecto directo de las fuerzas generadas por el movimiento del vehículo. Este efecto se transforma en sensaciones percibidas por el conductor a través del asiento, como vibraciones de la dirección y ruido. El esquema constructivo de la suspensión y el calibrado de los distintos elementos que controlan la posición y los movimientos verticales y longitudinales de la rueda contribuyen, junto a los neumáticos, a determinar el manejo (HANDLING) y el confort de marcha (RIDE).

 IMPRIMIR

ÍNDICE



ZOOM +

ZOOM -



## SUSPENSIÓN

### FUNCIONES DE LA SUSPENSIÓN

**Absorción de obstáculos:** Una primera e importante función, destinada a permitir que el vehículo se mueva en todas las direcciones y del modo más confortable posible para los ocupantes, es amortiguar, neutralizar y filtrar todos los golpes y las fuerzas impulsivas que durante el movimiento son transmitidas desde el terreno a la rueda y, a través de ésta, a la carrocería.

**Guía correcta de la rueda sobre el terreno tanto en términos angulares como de traslación:** Una segunda función importante de la suspensión está relacionada con la necesidad de garantizar los cambios de dirección del vehículo a través del giro de las ruedas. En este caso, la suspensión funciona como elemento de unión entre la rueda y la carrocería y guía los movimientos laterales de la rueda.

**Mantenimiento de la adherencia de la rueda sobre un firme irregular:** Esta tercera función es desempeñada por la suspensión a través del sistema compuesto por los órganos portantes y por los órganos disipadores de energía. Los primeros (brazos oscilantes, tirantes, articulaciones, etc.) aseguran la posición de la rueda respecto a la carrocería y evitan los movimientos no previstos en proyecto. Los segundos son elementos cooperadores de los elásticos (muelles helicoidales, barras de torsión, ballestas, etc.), introducidos con el fin de disipar la energía por ellos almacenada y así amortiguar las oscilaciones de la carrocería evitando el rebote de la rueda sobre el terreno. El elemento disipador actualmente generalizado en todos los tipos de suspensiones es el amortiguador hidráulico.

### MASAS SUSPENDIDAS Y NO SUSPENDIDAS

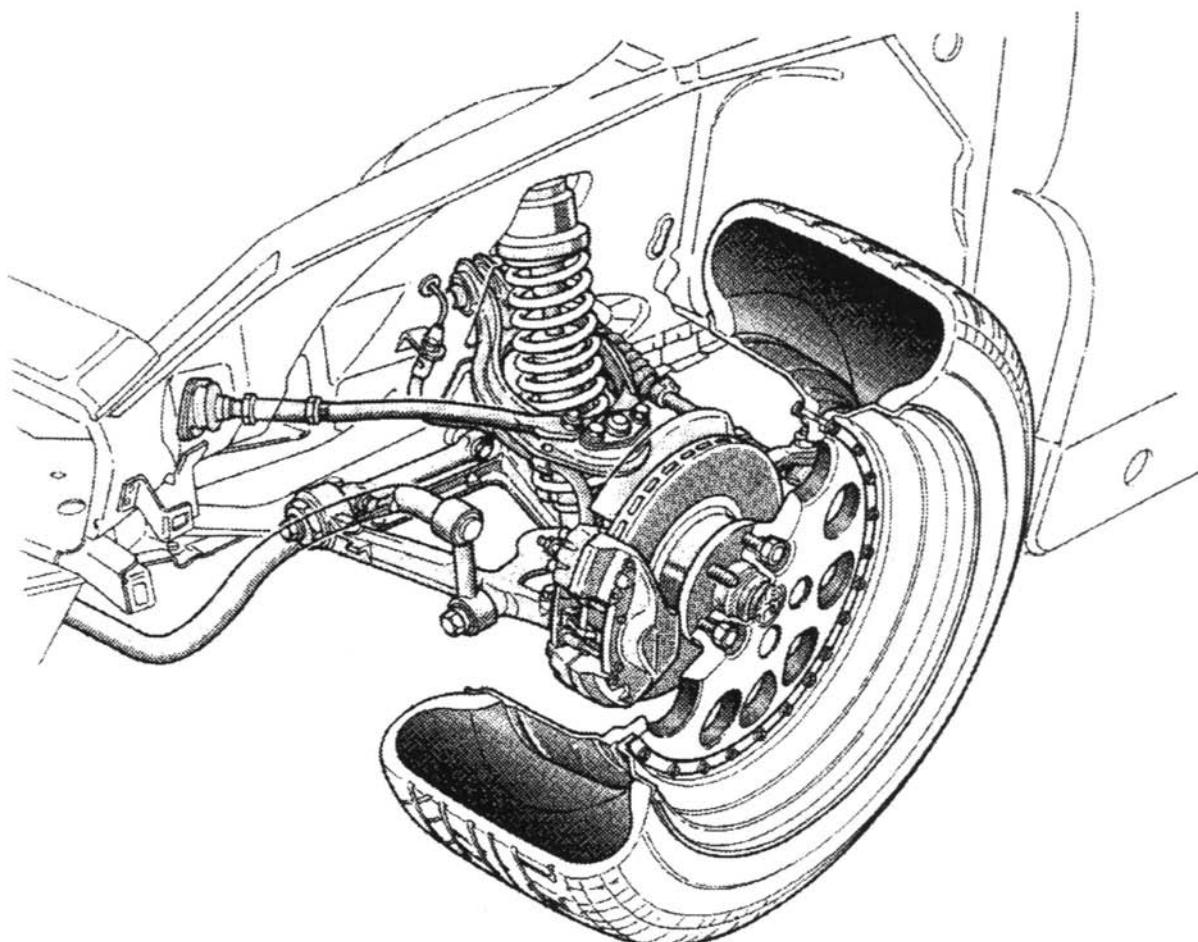
Un vehículo sobre suspensiones está constituido por una masa suspendida que comprende el cuerpo del vehículo y algunas masas no suspendidas, conectadas más o menos rígidamente al suelo. El bastidor soporta la carrocería, la carga y el motor; todos estos elementos están suspendidos por encima de los muelles, que son parte integrante del sistema de la suspensión. Por eso se llaman masas suspendidas a todas aquellas que quedan por encima de los muelles y masas no suspendidas a todas aquellas que quedan por debajo de los mismos.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### TRANSMISIÓN DE LAS IRREGULARIDADES DEL TERRENO

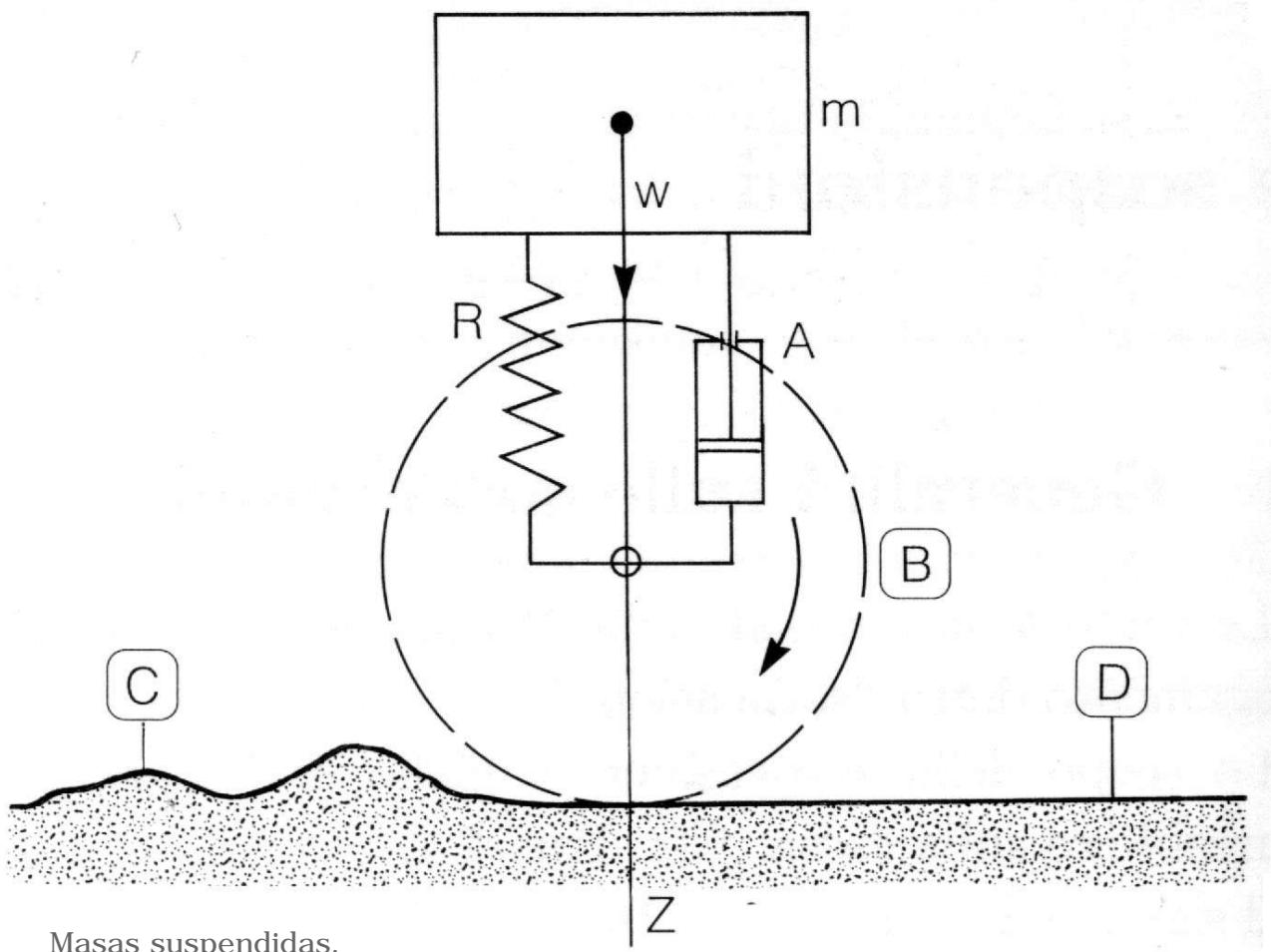
Las vibraciones y empujes transmitidos al chasis y a la carga a consecuencia de los golpes de la rueda contra las irregularidades del terreno, son menores cuanto más bajo sea el valor de las masas no suspendidas respecto al valor de las masas suspendidas. Por ello, con el fin de mejorar el confort de marcha, conviene reducir el valor de las masas no suspendidas respecto a las suspendidas.



[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### EL SISTEMA MUELLE – AMORTIGUADOR – NEUMÁTICO



- m** Masas suspendidas.  
**R** Muelle.  
**A** Amortiguador.  
**B** Huella de la rueda.  
**D** Suelo liso.  
**C** Suelo accidentado.

 IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

K

ZOOM +

ZOOM -



SUSPENSIÓN

## MUELLE

Debido a que los neumáticos, por ellos mismos, no son suficientes para absorber completamente los golpes provocados por las irregularidades del terreno, las suspensiones incorporan muelles interpuestos entre el eje y el chasis. Por la acción del golpe provocado por las irregularidades del terreno, el muelle se dobla, transformando en trabajo de deformación la energía cinética del golpe.

## AMORTIGUADOR

En este contexto se sitúa el amortiguador; su función es frenar las oscilaciones del cuerpo del vehículo que limitan el agarre a la carretera y el confort.

## NEUMÁTICO

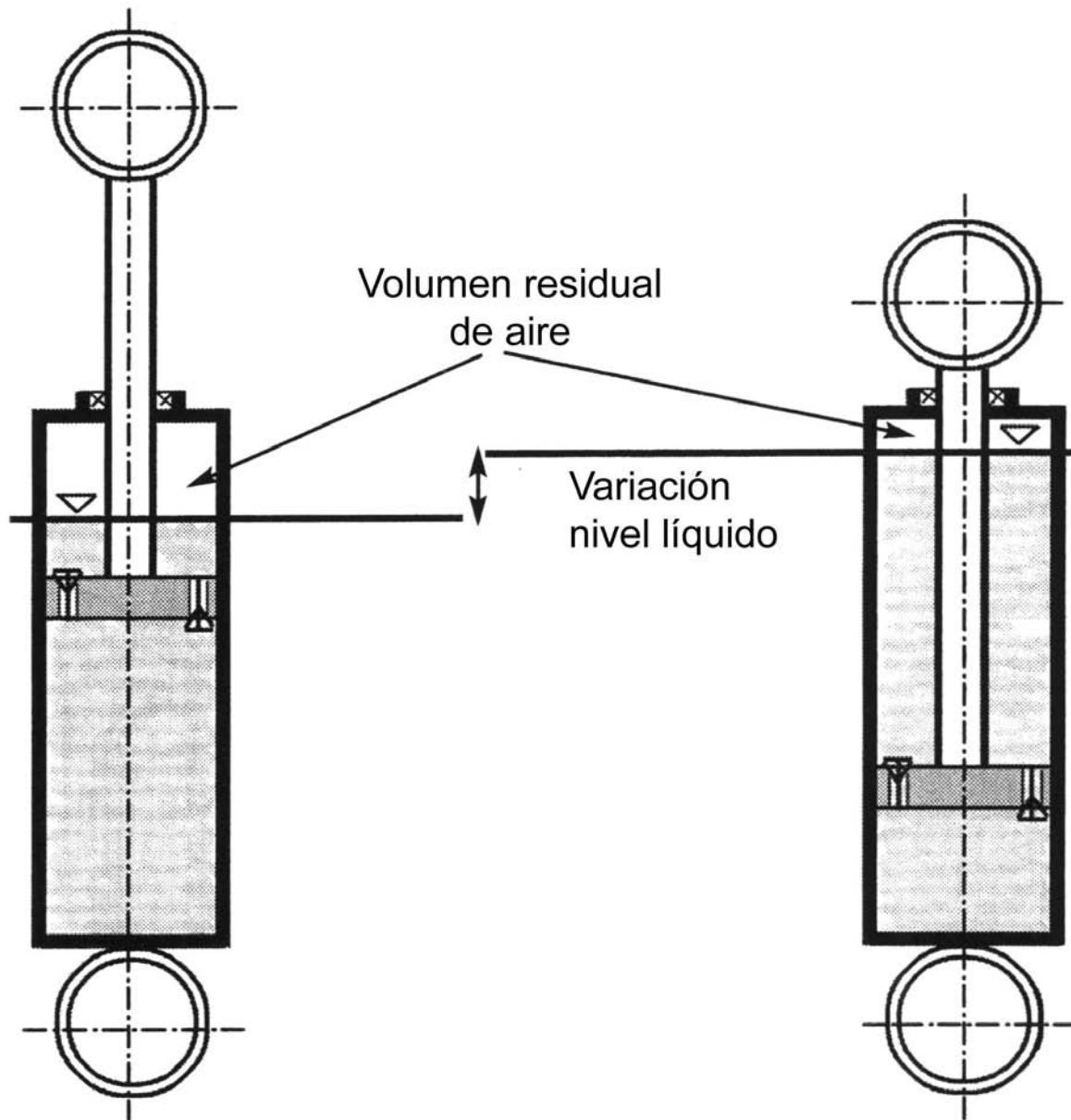
El neumático es un componente fundamental para obtener los buenos resultados de confort y agarre a la carretera que son los objetivos fundamentales de la suspensión. Es precisamente a través de los neumáticos, entendidos como interfaz entre las suspensiones y la carretera, por donde todas las fuerzas se transmiten del suelo al vehículo y viceversa.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### LOS AMORTIGUADORES

#### AMORTIGUADOR HIDRÁULICO MONOTUBO



[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### CARACTERÍSTICAS

Un amortiguador hidráulico monotubo está compuesto por un cilindro cerrado en un extremo, por cuyo interior se desliza un émbolo acoplado a un vástago; las dos partes, móviles entre ellas, están conectadas una a la suspensión y la otra a la carrocería.

### FUNCIONAMIENTO

El tubo está lleno de un líquido especial (que se caracteriza por bajas variaciones de la viscosidad cuando aumenta la temperatura) que durante el movimiento del émbolo pasa a través de los orificios calibrados (o de las válvulas) que tiene el émbolo. Durante el movimiento del vástago se crea una variación del volumen disponible, por lo que el volumen ocupado por el aire funciona como cámara de compensación.

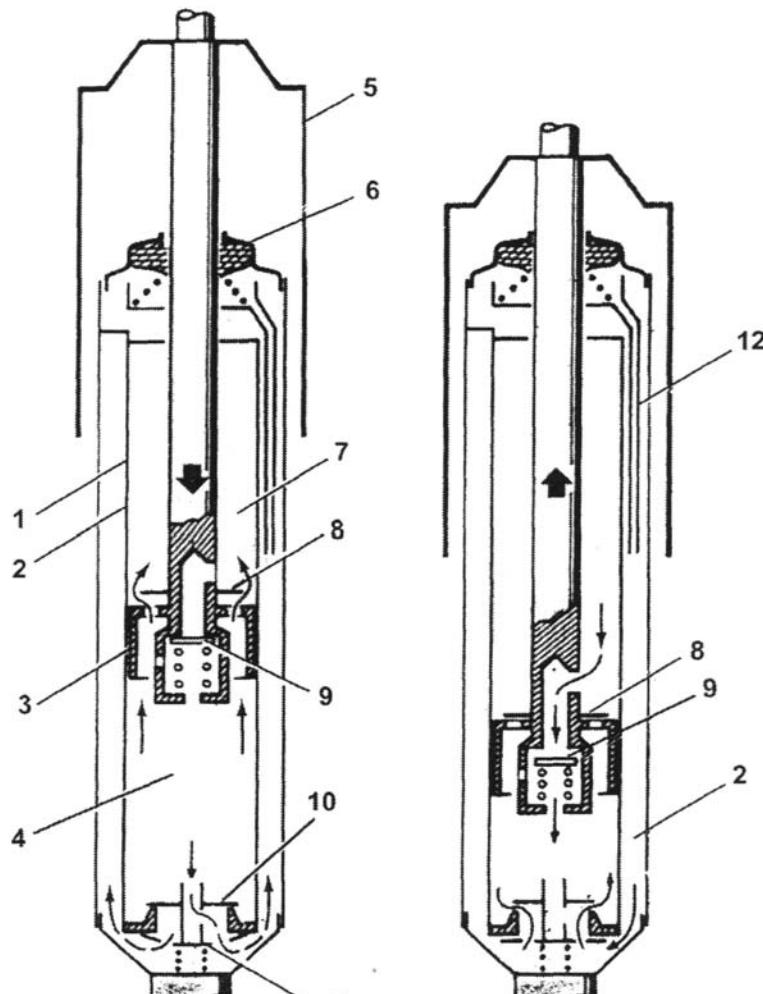
### ASPECTOS PROBLEMÁTICOS

Para el funcionamiento crítico nos remitimos al amortiguador de doble efecto.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### AMORTIGUADOR HIDRÁULICO DE DOBLE EFECTO



1. Cilindro de trabajo.
2. Depósito de compensación.
3. Émbolo.
4. Cámara a presión durante la fase de compresión.
5. Funda de protección.
6. Tuerca de cierre con junta de estanqueidad.
7. Cámara a presión durante la fase de extensión.
8. Válvula de traspase.
9. Válvula de extensión.
10. Válvula de compresión.
11. Válvula de compensación.
12. Conducto de retorno del aceite trefilado.

 IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

K

ZOOM +

ZOOM -



SUSPENSIÓN

## CARACTERÍSTICAS

El amortiguador bitubo está compuesto por dos cámaras, una interna llamada de trabajo y otra externa llamada de reserva; la primera, siempre llena de aceite, contiene el vástagos, el émbolo, las válvulas del émbolo y las válvulas básicas; la segunda tiene dos tercios de aceite y el resto de aire o gas a presión (según los modelos).

## FUNCIONAMIENTO

Funciona exactamente igual que el amortiguador monotubo.

## ASPECTOS PROBLEMÁTICOS

En el interior del amortiguador es necesario mantener un volumen residual de aire que sea aproximadamente igual al volumen ocupado por el vástagos cuando éste está completamente dentro del cilindro amortiguador. La presencia de esta cámara de aire, no separada del fluido, podría crear problemas de funcionamiento sobre todo si el amortiguador está en posición inclinada. De hecho, cuando las válvulas y el émbolo sólo están parcialmente sumergidos en el aceite, el emulsionado de aceite y aire y la formación de espumas en el líquido, comprometen el efecto de amortiguación. Por otro lado, el funcionamiento del amortiguador, mediante la viscosidad del aceite, determina una notable producción de calor; en algunos casos el aceite podría superar una temperatura de 150°C, haciéndose muy fluido y reduciendo la funcionalidad del amortiguador, con la consiguiente formación de burbujas de aire.

## EFFECTO DE AMORTIGUACIÓN

## REQUISITOS

El desplazamiento de la suspensión puede estar determinado por movimientos de la carrocería respecto a las ruedas (movimientos de cabeceo, balanceo, derrape) o por movimientos de las ruedas respecto a la carrocería (bardenes, obstáculos). El primer movimiento afecta a las masas suspendidas, mientras que el segundo afecta a las masas no suspendidas; siendo diferentes los valores de inercia y velocidad de ambas masas, es evidente que también la energía por disparar y, por tanto, la fuerza de amortiguación será distinta en ambos casos. Este es el motivo por el cual un amortiguador debe reunir por lo menos dos características distintas de amortiguación: una modesta, para contrastar los movimientos bastante lentos de la carrocería, y una mucho más energética, para contrastar los movimientos rápidos de la rueda respecto a la carrocería.

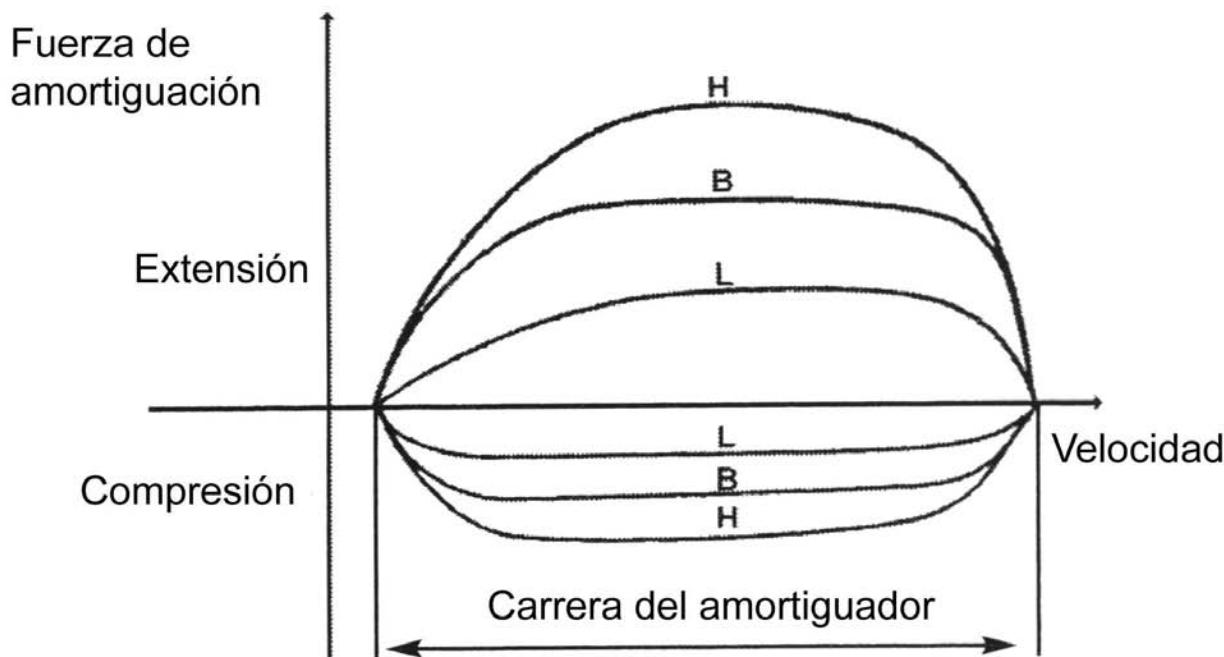
[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### ACTUACIÓN

En los amortiguadores, las distintas acciones de amortiguación se llevan a cabo utilizando dos (o más) series de orificios o válvulas calibradas: una serie de orificios más pequeños y siempre abiertos permite un continuo paso del fluido entre las cámaras del cilindro amortiguador y frena los movimientos lentos de la carrocería respecto a las ruedas. Cuando hace falta una acción de amortiguación más enérgica a causa de los rápidos movimientos de la rueda respecto a la carrocería, el aumento de presión del aceite en el interior del cilindro abre una serie de válvulas dejando un paso mayor respecto a los orificios precedentes, evitando así que el amortiguador se endurezca en exceso debido al paso del aceite a través de la serie de orificios más pequeños.

### GRÁFICO DE FUNCIONAMIENTO DE UN AMORTIGUADOR

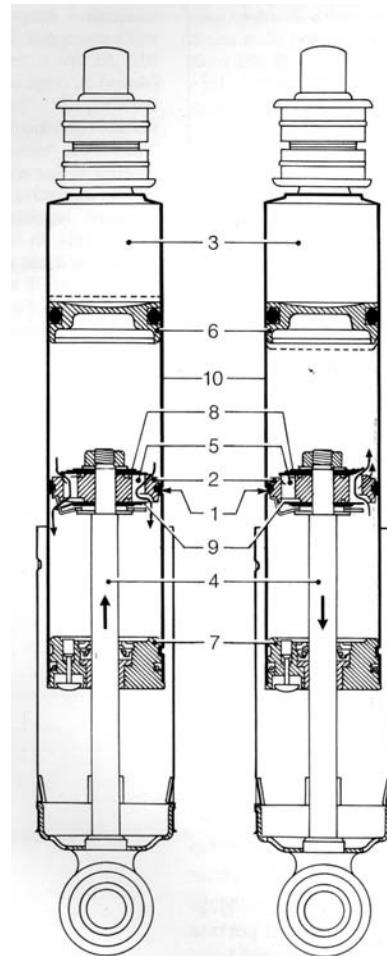


- Curva L, amortiguador controlado por los orificios que frenan los movimientos lentos.
- Curva B, amortiguador controlado por una válvula progresiva que frena los movimientos de baja frecuencia.
- Curva H, utilizada para amortiguar los movimientos más violentos de las ruedas (en firmes muy irregulares).

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### AMORTIGUADOR HIDRONEUMÁTICO



1. Junta de estanqueidad émbolo/cilindro.
2. Émbolo de trabajo.
3. Gas comprimido.
4. Vástago.
5. Orificios de paso aceite.
6. Émbolo separador gas-aceite.
7. Guía vástago.
8. Válvulas de extensión.
9. Válvulas de compresión.
10. Cilindro de trabajo.

### CARACTERÍSTICAS

Los problemas que presentaban los amortiguadores hidráulicos se resuelven adoptando amortiguadores de gas; en este caso el volumen de aire presente en el amortiguador hidráulico se sustituye por una masa de gas a presión (nitrógeno de hasta 10 bares) separada del líquido mediante un diafragma corredizo.

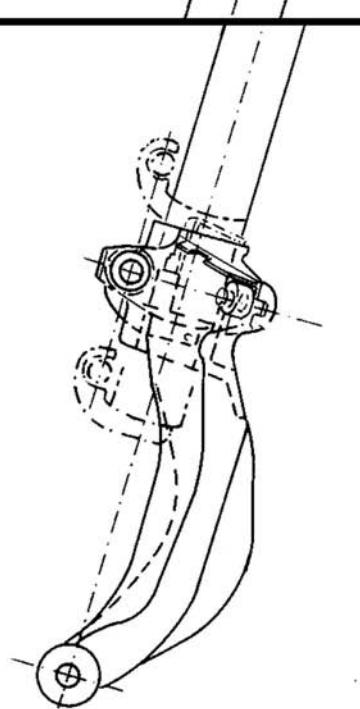
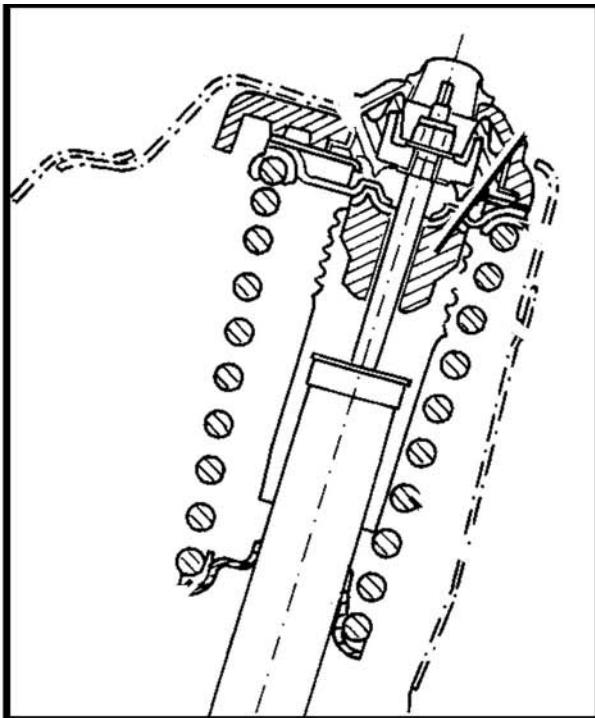
### VENTAJAS

En estos amortiguadores no es necesario dejar un volumen de aire residual porque las variaciones de volumen son absorbidas por el pulmón de gas; así se consigue evitar un recalentamiento excesivo del aceite ya que el gas favorece la eliminación del calor.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### ÓRGANOS ELÁSTICOS



Business Unit

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### FINALIDAD

La finalidad de los órganos elásticos es garantizar el confort de marcha permitiendo los enormes movimientos de la suspensión y almacenando elásticamente la energía cinética generada en el movimiento.

### POSICIÓN

Están colocados entre los órganos portantes y la carrocería.

### RIGIDEZ

Una rigidez elevada significa un bajo confort de absorción de obstáculos, determinando un funcionamiento dinámico más rígido, y reduciendo al mismo tiempo los fenómenos de balanceo y cabeceo. Una rigidez más baja aumentaría el confort pero empeoraría el comportamiento del vehículo durante el balanceo o el cabeceo.

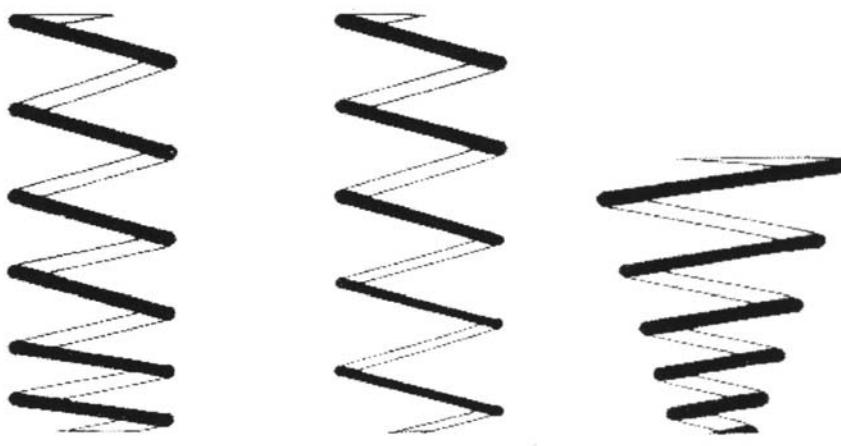
### TIPOS

Elementos elásticos son los muelles helicoidales, las barras de torsión y las ballestas. Es interesante observar que, mientras que los muelles helicoidales y las barras de torsión tienen solamente una función elástica ya que sólo pueden soportar cargas en una dirección, las ballestas, al ser capaces de soportar cargas en varias direcciones, también pueden funcionar como órgano portante lo que permite simplificar la suspensión.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### MUELLES HELICOIDALES



(a)

(b)

(c)

### CARACTERÍSTICAS

Los muelles helicoidales están constituidos por un hilo de acero con forma de hélice cilíndrica; sólo soportan esfuerzos directos en su eje de simetría.

### FUNCIONAMIENTO

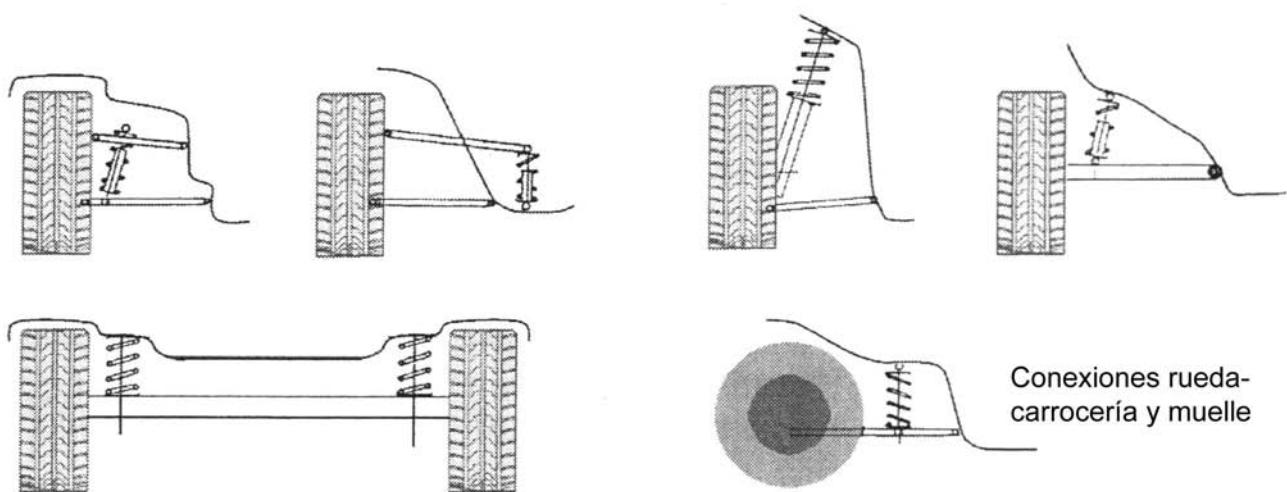
Los muelles helicoidales, sometidos a una fuerza externa, se comprimen absorbiendo energía en forma de potencial elástico que luego devuelven parcialmente durante la carrera de extensión.

### RIGIDEZ

Este parámetro, equivalente a la relación entre la fuerza que actúa sobre el muelle y el aplastamiento de éste, casi constante, depende únicamente de las características geométricas del muelle y del módulo elástico del material que lo compone. Si se desea conseguir una rigidez variable con el aplastamiento, pueden utilizarse muelles de paso variable (a), con el diámetro del hilo variable (b) o cónico (c). Muelles de este tipo se utilizan a veces en el automóvil; de hecho, una mayor rigidez del elemento elástico cuando aumenta la compresión hace que la suspensión soporte mejor cargas elevadas hacia el fin de carrera, evitando al mismo tiempo golpes violentos a la carrocería.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

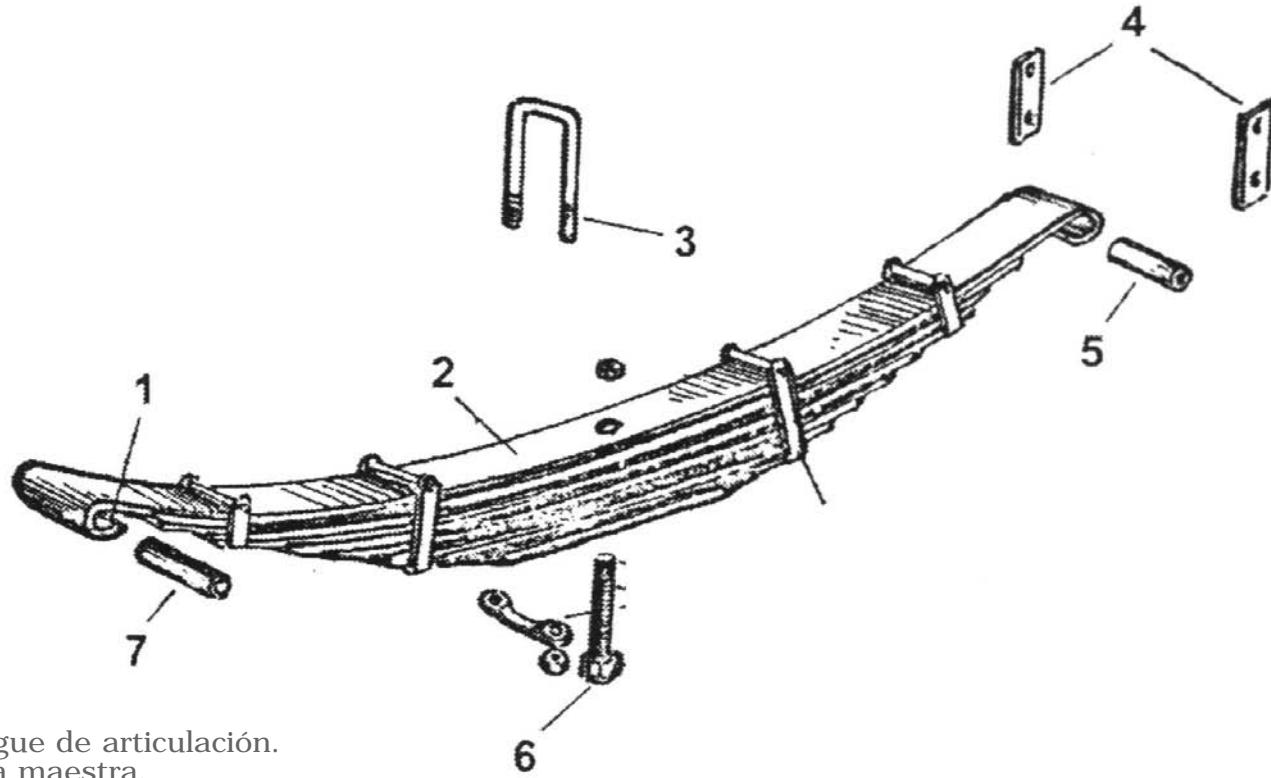


Conexiones rueda-carrocería y muelle

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### BALLESTA



1. Pliegue de articulación.
2. Hoja maestra.
3. Perno en U.
4. Gemelas.
5. Casquillo.
6. Pitón.
7. Casquillo.
8. Brida de ensamblaje.

### CARACTERÍSTICAS

Las ballestas están constituidas por una o varias hojas de acero de longitud variable, de sección constante o variable superpuestas y conectadas por un bulón llamado pitón. La ballesta también lleva bridas de centrado, cuya función es evitar los desequilibrios laterales, y separadores, normalmente de plástico, que se interponen entre las hojas para evitar chirridos.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### HOJA MAESTRA

La hoja más larga, llamada hoja maestra, en sus extremos tiene dos pliegues que sirven para la fijación al chasis del vehículo; uno de estos pliegues está fijado directamente al chasis mediante un casquillo elástico o un casquillo lubricado; el otro pliegue está conectado al chasis mediante una articulación constituida por una bieleta llamada gemela. La gemela permite que la ballesta se alargue o acorte libremente durante los movimientos de deformación.

### APLICACIONES

Este tipo de muelle se monta en la parte delantera y trasera de los vehículos comerciales y en los todoterreno, por su mayor rigidez respecto a los muelles helicoidales.

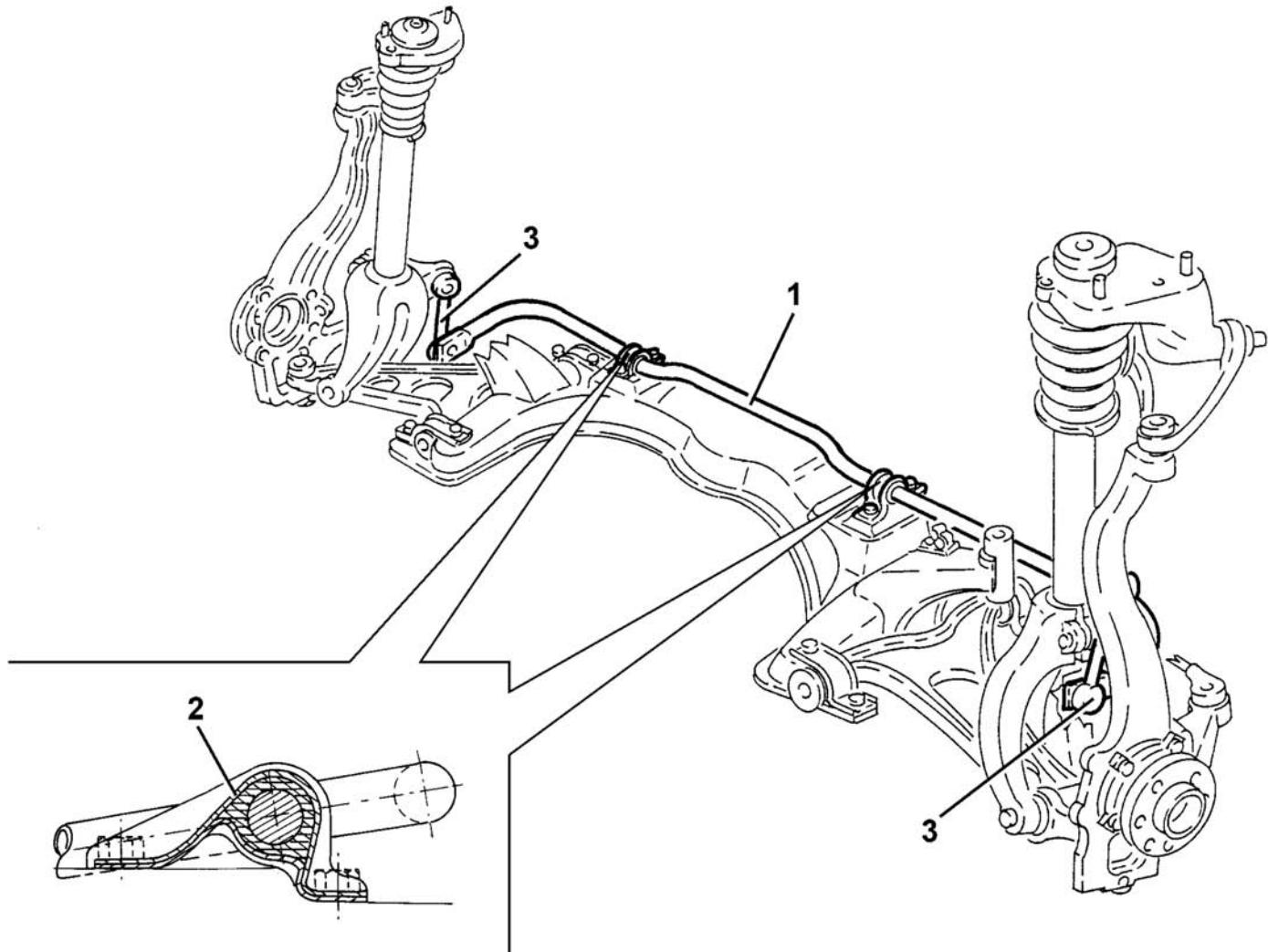
### VENTAJAS

La característica peculiar de las ballestas es su capacidad de amortiguación intrínseca debido especialmente al rozamiento de las hojas durante los movimientos de flexión.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### BARRA DE TORSIÓN



1. Barra estabilizadora.
2. Soportes.
3. Tirantes de anclaje.

### CONSTITUCIÓN

La barra estabilizadora, o barra de torsión, realizada con una sección tubular para hacerla más ligera, está fijada al chasis mediante tacos elásticos contenidos en soportes específicos, y a las horquillas de los amortiguadores mediante dos tirantes con rótulas.

IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

K

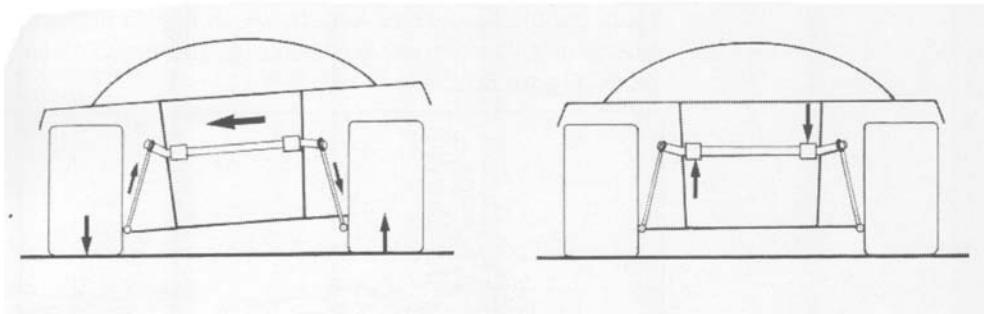
ZOOM +

ZOOM -

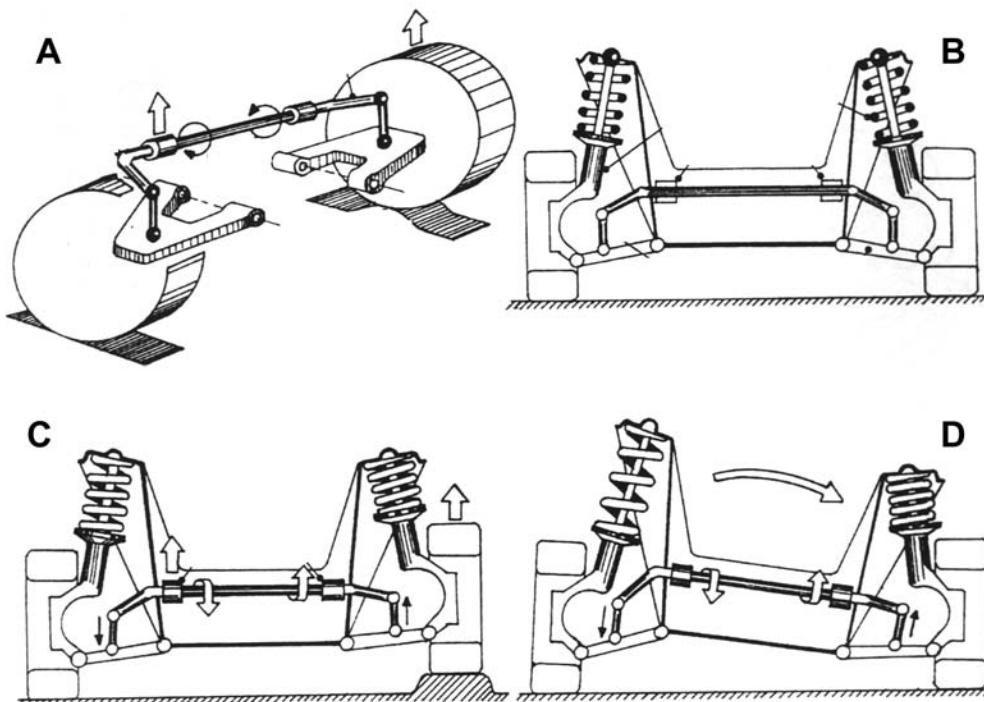


SUSPENSIÓN

## CARACTERÍSTICAS



La acción de la barra de torsión reduce el balanceo en curva minimizando las variaciones de los ángulos característicos de la suspensión. Si el movimiento de los brazos de la suspensión es simétrico en los dos lados de la barra de torsión, no influye en la rigidez de la suspensión ya que sólo actúa si se crean movimientos asimétricos entre los dos brazos de un mismo eje.



A Vista de una barra estabilizadora durante su funcionamiento.

B Barra estabilizadora en reposo.

C Acción de la barra estabilizadora a causa de la elevación de una rueda.

D Acción de la barra estabilizadora debido a la inclinación del vehículo en curva.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### FUNCIONAMIENTO

La barra estabilizadora conecta elásticamente las dos ruedas de un mismo eje y reacciona a los movimientos relativos de las ruedas respecto al chasis del vehículo. La barra estabilizadora permite utilizar muelles más suaves en las suspensiones, mejorando el confort de marcha.

### CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

Durante una curva la barra estabilizadora soporta parte de la carga debida al balanceo aliviando la carga impuesta a los muelles principales. Así pues, la barra ayuda a los muelles de las suspensiones siempre que se manifiesta balanceo o cuando la rueda debe superar una irregularidad en el firme de la calzada.

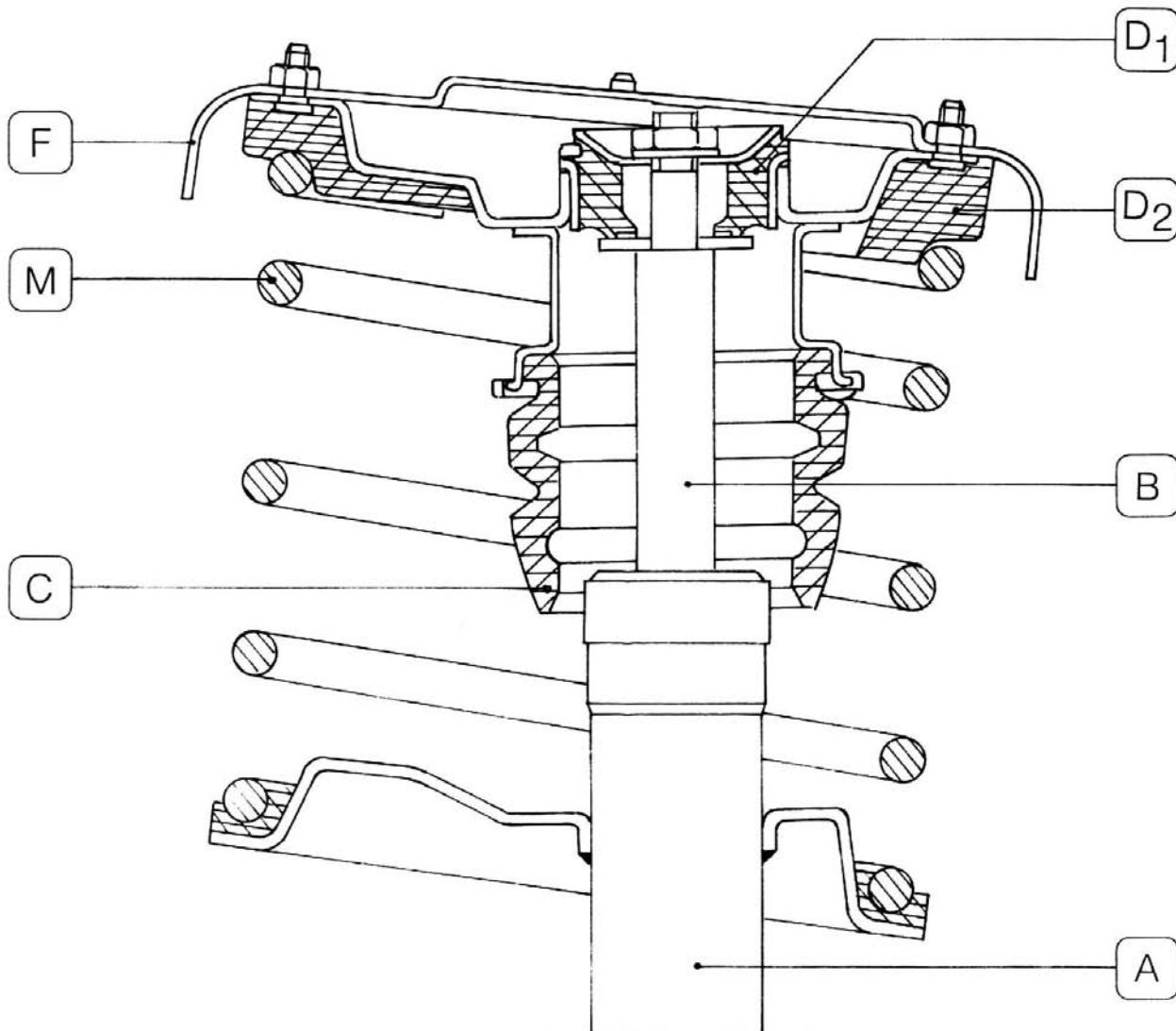
### ASPECTOS PROBLEMÁTICOS

Es importante subrayar que, para garantizar la seguridad, todo el sistema de las suspensiones debe asegurar que, durante el movimiento relativo de la rueda respecto a las otras ruedas, éstas últimas mantengan en lo posible los ángulos característicos respecto al suelo. Especialmente, debe evitarse que varíe de forma no deseada el ancho de vía y los ángulos longitudinales de las ruedas.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### TACOS DE FIN DE CARRERA



- A Cuerpo del amortiguador.
- B Vástago.
- C Taco de carrera de compresión.
- D<sub>1</sub> Taco para el vínculo vástago-chasis.
- D<sub>2</sub> Taco para el vínculo del muelle al chasis.
- F Elemento estructural para el vínculo al chasis.
- M Muelle.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### FINALIDAD

Para limitar la carrera en compresión de la suspensión, en caso de golpes muy fuertes, se adoptan unos elementos elásticos de goma que son los tacos de fin de carrera.

### CARACTERÍSTICAS

Estos elementos pueden ser de goma o espuma; mientras que el primer tipo tiene una función puramente elástica, el segundo tipo tiene una estructura de espuma que disipa energía cada vez que se comprime y se expande, expulsando y reabsorbiendo aire. En la fase de expansión se libera menos energía que en la fase de compresión; esta característica hace que los tacos de espuma limiten los brincos de la suspensión cada vez que ésta se expande después de una compresión violenta.

### MATERIALES

Los tacos de fin de carrera de los vehículos del grupo FIAT son de CELLASTO, un poliuretano microcelular. Este material mantiene las características de elasticidad originales con el paso del tiempo.

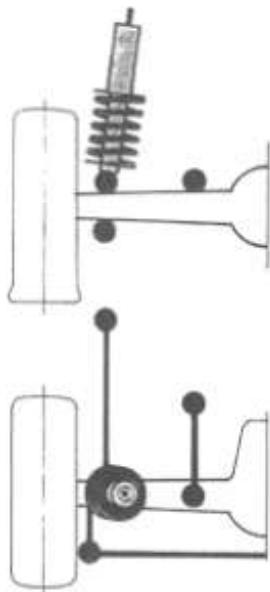
[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

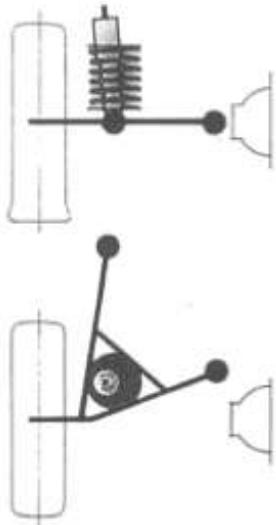
### TIPOS DE SUSPENSIONES EN EL VEHÍCULO

A la vista del alto número de variables y las numerosas posibilidades de conexión entre las ruedas y la carrocería (a pesar de los importantes vínculos existentes), hay muchos esquemas de suspensiones. En la figura se representan algunos de los esquemas adoptados con más frecuencia; de cualquier forma, si hubiera que clasificar los tipos de suspensiones podrían identificarse tres grandes grupos:

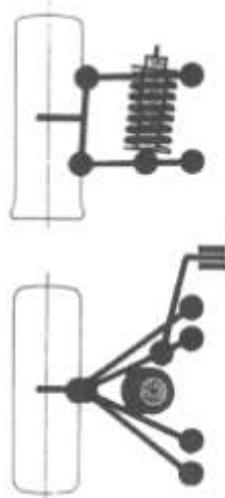
- DE RUEDAS INDEPENDIENTES.
- DE RUEDAS SEMI-INDEPENDIENTES.
- DE RUEDAS INTERCONECTADAS RÍGIDAMENTE.



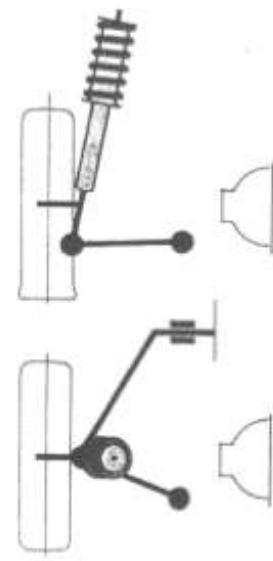
EJE RÍGIDO



BRAZOS SEMI-TIRADOS



TRAPECIO



MC PHERSON

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### SUSPENSIONES DELANTERAS Y TRASERAS

No todos estos tipos pueden ser montados en el eje delantero o trasero; la mayor o menor facilidad de adaptación a las necesidades específicas de los dos ejes ha determinado una selección, por lo que cada tipo de suspensión se adapta mejor a uno de los dos ejes, dando lugar a las aplicaciones actuales.

#### SUSPENSIONES DELANTERAS

##### VÍNCULOS

Para el eje delantero hay dos grandes vínculos; el primero debido a la presencia del grupo motopropulsor (transversal o longitudinal) que requiere suspensiones poco intrusivas hacia el compartimiento del motor; el segundo debido a la necesidad de ruedas que giren y, en las tracciones delanteras, también motrices.

##### TIPOS ADOPTADOS

- **Suspensión Mc Pherson.**
- **Suspensión de trapecio alto.**

#### SUSPENSIONES TRASERAS

##### VÍNCULOS

En este caso no destaca la utilización de un tipo de suspensión respecto al resto, lo que indica que los vínculos relacionados con el eje trasero (maletero, disposición de los bajos de la carrocería, etc.) son menos pesados que para el tren delantero.

##### TIPOS ADOPTADOS

- **Puente de torsión:** sobre todo para vehículos de gama media-baja.
- **Brazos longitudinales tirados:** para vehículos de gama media-baja; tiende a ser sustituida por el puente de torsión.
- **Eje rígido:** limitadamente difundido para vehículos de gama media-baja.
- **Mcpherson:** difundida para vehículos de gama media-alta.
- **Trapecio:** cada vez más utilizada para vehículos de gama media-alta.
- **Multilink:** de difusión casi generalizada para vehículos de gama media-alta.



 IMPRIMIR

ÍNDICE







ZOOM +

ZOOM -



SUSPENSIÓN

## TIPOS DE SUSPENSIONES MONTADAS EN FIAT

VEHÍCULO	SUSPENSIÓN DELANTERA	TIPO	SUSPENSIÓN TRASERA	TIPO
FIAT PUNTO	McPherson	RI	Puente de torsión	RS
FIAT MULTIPLA	McPherson	RI	Brazos oscilantes tirados	RI
FIAT DOBLO'	McPherson	RI	Eje rígido con ballestas	RIR
LANCIA LYBRA	McPherson	RI	BLG (Brazos Longitudinales Guiados)	RI
ALFA ROMEO 147	Trapecio alto	RI	McPherson	RI
ALFA ROMEO 156	Trapecio alto	RI	McPherson (con amortiguadores NIVOMAT en la versión Sport Wagon)	RI
ALFA ROMEO 166	Trapecio Alto	RI	McPherson - Multilink	RI

RI: Ruedas independientes.

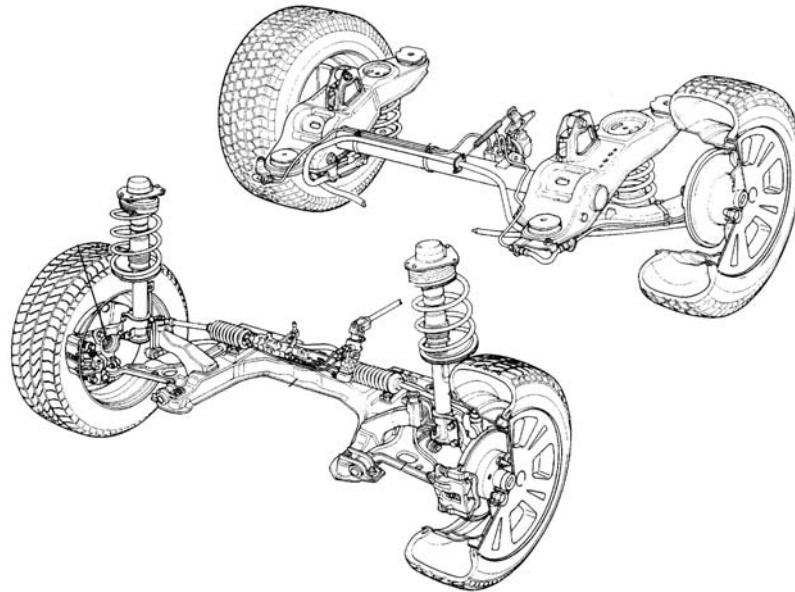
RS: Ruedas semi-independientes.

RIR: Ruedas interconectadas rígidamente.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### SUSPENSIONES DE RUEDAS INDEPENDIENTES



### CARACTERÍSTICAS

Estas suspensiones se caracterizan por tener las dos ruedas de un mismo eje completamente desconectadas entre ellas. De hecho, se habla de suspensión derecha e izquierda; esto permite que la rueda de un eje supere un obstáculo sin influir en la otra.

### VENTAJAS

Este tipo de suspensión tiene las siguientes ventajas:

- Utilización de muelles helicoidales con un buen grado de flexibilidad y ligereza.
- Reducción del valor del peso no suspendido respecto a las suspensiones no independientes.
- Mejora de la conducción con mínima influencia sobre la dirección del vehículo.

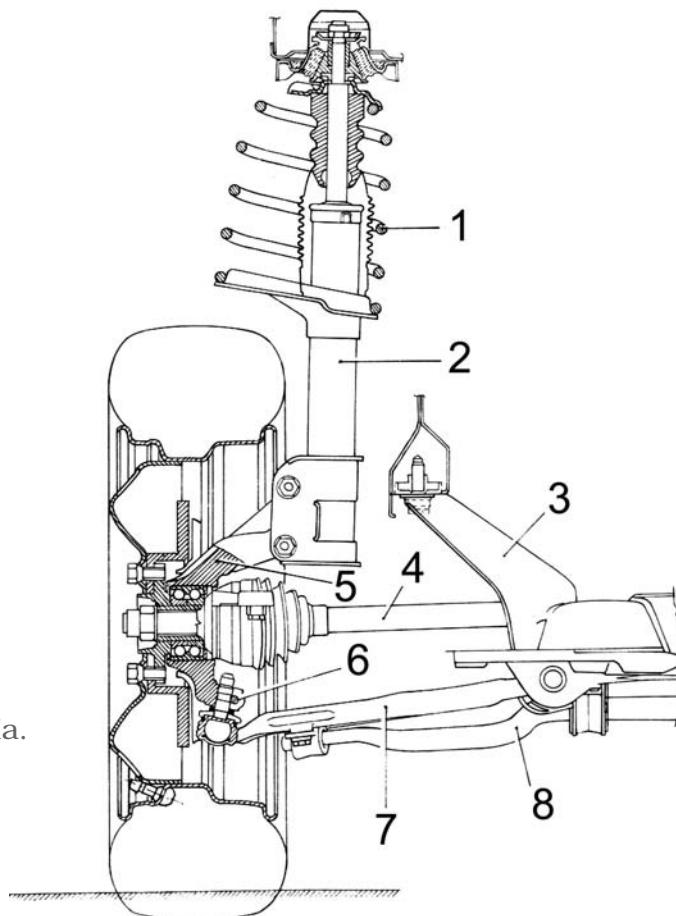
### ELEMENTOS ESPECÍFICOS

Según la teoría del movimiento de los cuerpos rígidos un cuerpo tiene seis grados de libertad en el espacio (tres de rotación y tres de traslación); el portacubo se puede asimilar a un cuerpo rígido en el espacio; para atribuirle un solo grado de libertad (la translación vertical) es necesario bloquear los otros cinco con otros cinco vínculos; vínculos que se convierten en cuatro en el caso de la suspensión delantera, ya que el portacubo debe realizar también la rotación de giro. Este esquema se considera la mejor solución: las demás configuraciones de suspensión independiente son en realidad una simplificación de este esquema principal.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### SUSPENSIONES McPHERSON



1. Muelle heliocidal.
2. Amortiguador.
3. Elementos estructurales de la carrocería.
4. Eje de transmisión.
5. Montante.
6. Rótula de arrastre.
7. Brazo transversal.
8. Barra estabilizadora

### APLICACIONES

La suspensión McPherson se utiliza tanto en las suspensiones delanteras como en las traseras; el 50% de las suspensiones que se fabrican en la actualidad son de tipo McPherson.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[>>](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

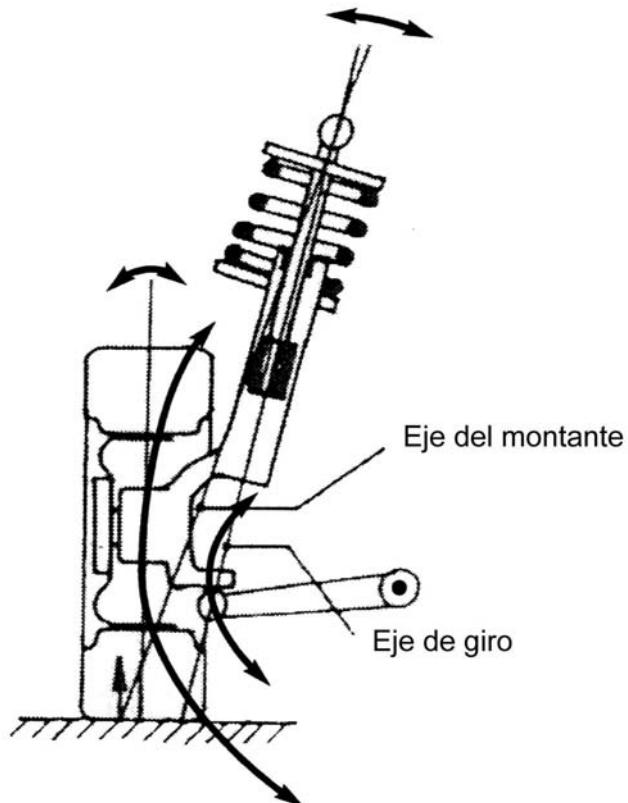
## SUSPENSIÓN

### VENTAJAS

- Simplicidad constructiva.
- Reducción del peso.
- Bajo coste.
- Bajas cargas en la carrocería.
- Buena posibilidad de control de la convergencia.

### DESVENTAJAS

- Amortiguador sujeto a cargas laterales y por lo tanto peor deslizamiento con alta histéresis y menos confort.



### VOLUMEN

El esquema de suspensiones McPherson requiere un notable desarrollo vertical, lo que crea problemas con relación a la necesidad de bajar el frontal de los vehículos por motivos aerodinámicos. La tendencia actual es bajar el eje del muelle y del montante.

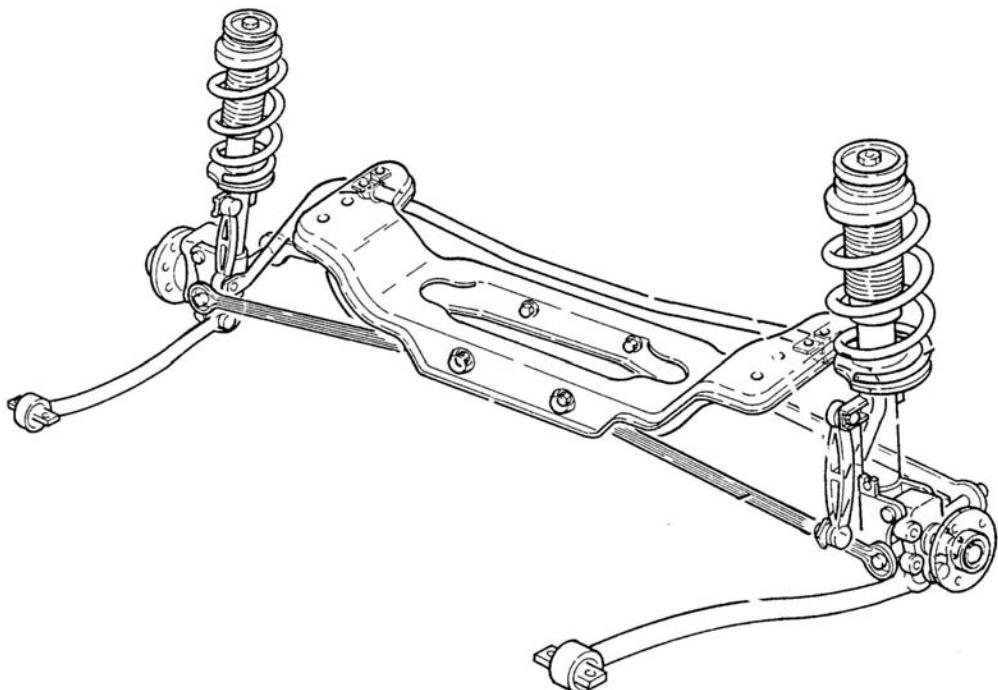
[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### ASPECTOS PROBLEMÁTICOS EN FUNCIONAMIENTO

El límite principal de las suspensiones McPherson está marcado por la variación de los ángulos característicos durante su recorrido longitudinal y en caso de balanceo. Esto se debe a la cinemática, que está articulada solamente en la parte inferior y está acoplada a la carrocería en la parte posterior. A consecuencia de ello, en los movimientos horizontales, la rueda realiza un arco alrededor de la articulación modificando el ángulo de caída y, en caso de balanceo, la parte conectada rígidamente a la carrocería modifica la inclinación.

### AMORTIGUADOR McPHERSON



### CARACTERÍSTICAS

El amortiguador McPherson se diferencia del tradicional sólo por su estructura externa, pero el principio de funcionamiento es exactamente el mismo. A diferencia del amortiguador tradicional que solamente realiza la función de disipación, el amortiguador McPherson integra en sí también la función portante, siendo capaz de resistir las cargas laterales. Podría imaginarse como un amortiguador tradicional introducido en una carcasa tubular conectada a la carrocería y al cubo de la rueda.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### VENTAJAS

La ventaja del amortiguador McPherson es que integra varias funciones con la consiguiente reducción de peso, coste y volumen ocupado en el compartimiento del motor.

### ASPECTOS PROBLEMÁTICOS

El funcionamiento de este amortiguador siempre está sujeto a cargas laterales por lo que su deslizamiento no es libre, sino que presenta rozamientos e histéresis mayores respecto a un amortiguador tradicional. Para compensar, por lo menos en parte, la carga lateral impuesta por la rueda, que determina la flexión (combadura) del amortiguador, se utilizan muelles de la suspensión con eje inclinado, respecto al eje del amortiguador. De ese modo se genera un par antagonista, que compensa el par aplicado en la base del amortiguador, cuya combadura se reduce, mejorando el deslizamiento.

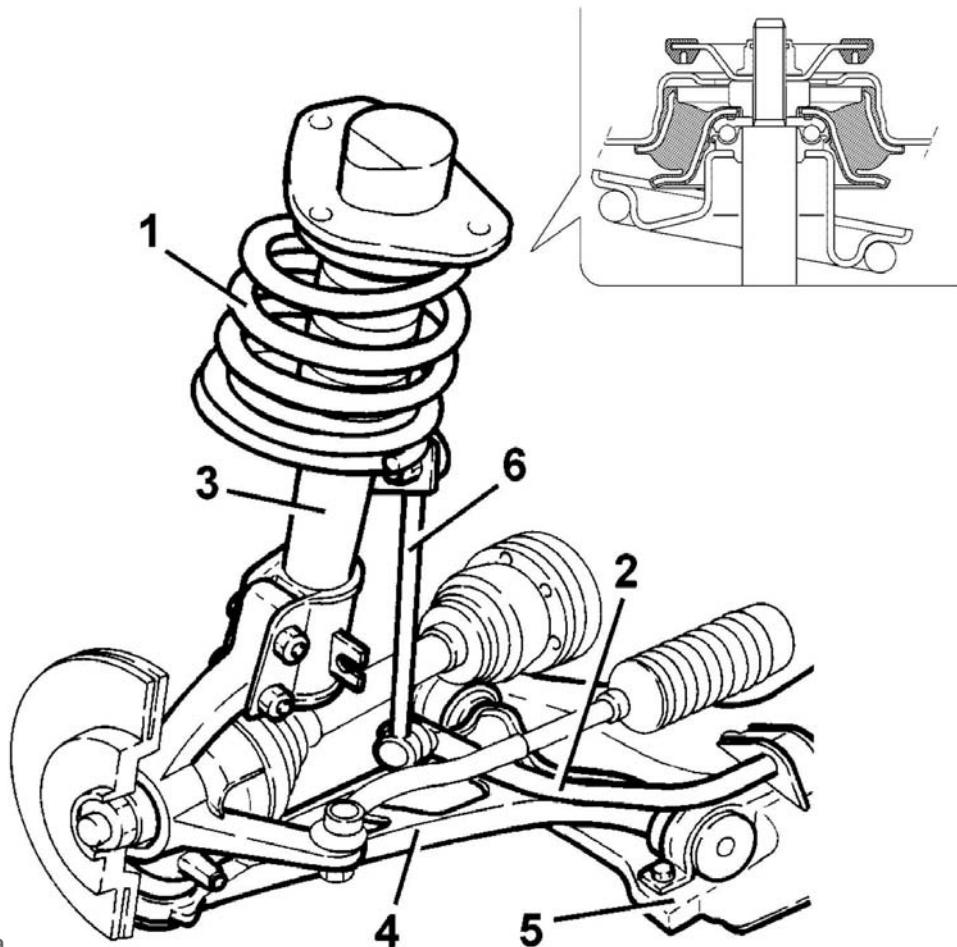


Business Unit

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### SUSPENSIÓN McPHERSON DELANTERA (LANCIA LYBRA)



1. Muelles helicoidales.
2. Barra estabilizadora.
3. Amortiguador.
4. Brazos oscilantes.
5. Travesaño.
6. Tirante barra estabilizadora.

### COMPONENTES PRINCIPALES

#### MUELLES HELICOIDALES

Están bastante descentrados respecto al eje del amortiguador precisamente para reducir el efecto de deslizamiento. Apoyan sobre los platillos (o copelas) inferiores y posteriores con un anillo de goma interpuesto para evitar ruidos de funcionamiento.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

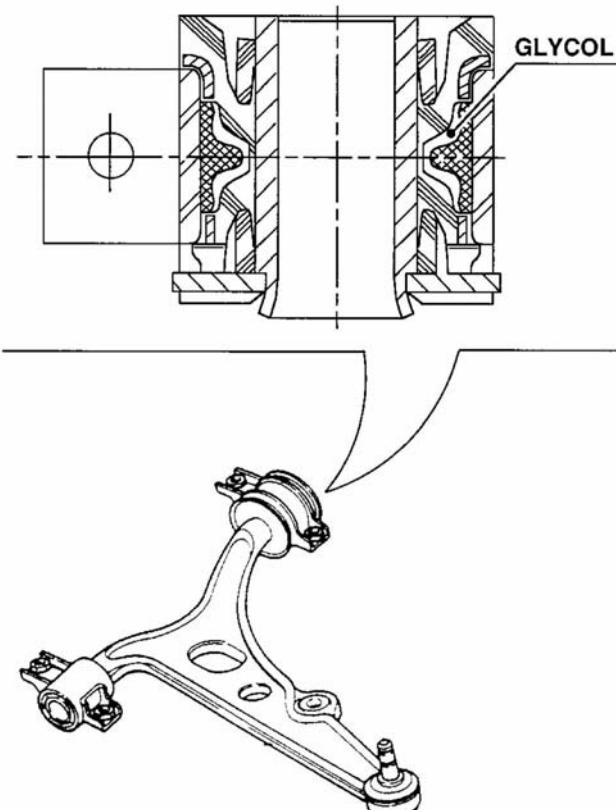
### SOPORTE SUPERIOR DEL MONTANTE ELÁSTICO “DESDOBLADO”

Aquí hay dos tacos elásticos optimizados para una función específica; uno está destinado a transmitir a la cúpula el empuje del muelle (que es una carga de frecuencia relativamente baja) y por tanto tiene una rigidez elevada; el segundo, que soporta el amortiguador, no recibe cargas elevadas transmitidas por el muelle y por tanto puede ser de plástico más blando y más adecuado para filtrar los esfuerzos provocados por las irregularidades del firme de la calzada.

### AMORTIGUADORES

Hidráulicos de doble efecto presurizados para reducir el ruido de funcionamiento; también se ha adoptado un segmento de teflón integral en el pistón y se ha eliminado el segmento de engrase para reducir aún más el deslizamiento.

### BRAZOS OSCILANTES



[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[>>](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### CARACTERÍSTICAS

Son de acero forjado para limitar el peso de las masas no suspendidas; tienen una inclinación de 5° en el sentido de marcha para reducir el cabeceo del vehículo durante la frenada.

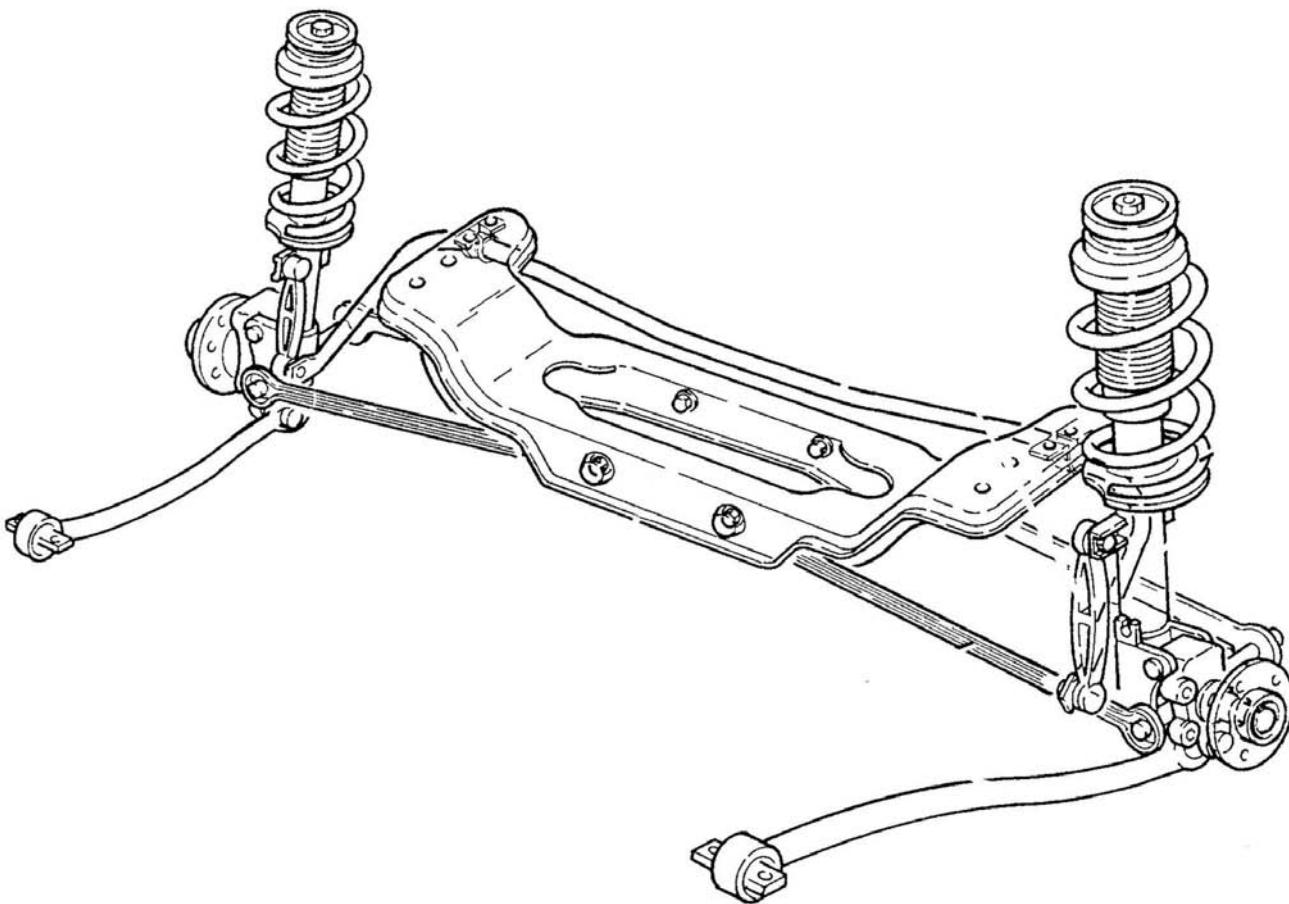
### TACO HIDRÁULICO

El taco posterior tradicional del brazo oscilante, donde está anclada la suspensión, se ha sustituido por un nuevo taco elástico, formado por un taco hidroelástico y por un ojal de fijación a la carrocería. La finalidad de este taco es mejorar la absorción de los golpes longitudinales transmitidos a la carrocería.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### SUSPENSIÓN McPHERSON TRASERA (ALFA ROMEO 147)



La suspensión está formada por un travesaño hueco de chapa sobre el que están fijados con bisagras los brazos oscilantes transversales. En el otro extremo de los brazos transversales está fijado el cubo con bisagras. En el cubo se fijan los amortiguadores y los dos brazos longitudinales los cuales, en su extremo opuesto, están fijados a la carrocería. En el travesaño está montada la barra de torsión, mediante soportes específicos, conectada directamente a los amortiguadores.

IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

K

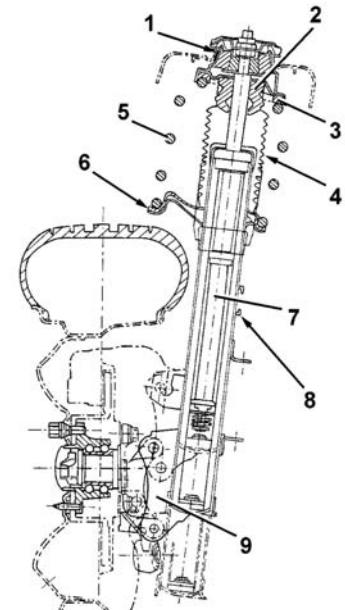
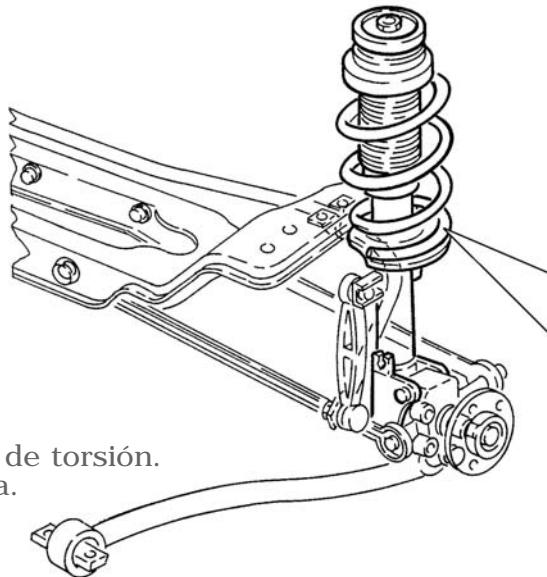
ZOOM +

ZOOM -

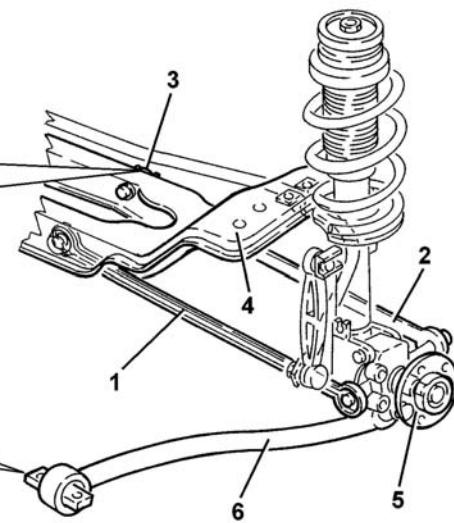
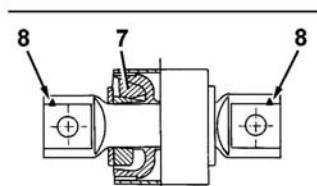
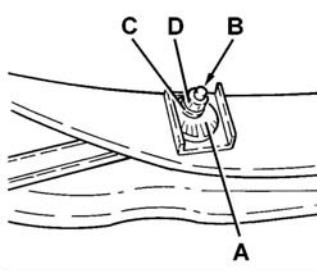


SUSPENSIÓN

1. Conicidad de acoplamiento.
2. Taco de "CELLASTO".
3. Anillo de goma.
4. Muelle de protección.
5. Muelle.
6. Anillo de goma.
7. Amortiguador.
8. Brida de anclaje tirante barra de torsión.
9. Brida de anclaje al cubo rueda.



1. Brazo oscilante transversal delantero.
  2. Brazo oscilante transversal trasero.
  3. Dispositivo de reglaje.
  4. Travesaño.
  5. Cubo.
  6. Brazo osc. Longitudinal.
  7. Casquillo hidráulico.
  8. Flechas de indicación sentido de montaje.
- A. Excéntrica.  
B. Perno de reglaje.  
C. Separador.  
D. Tuerca.



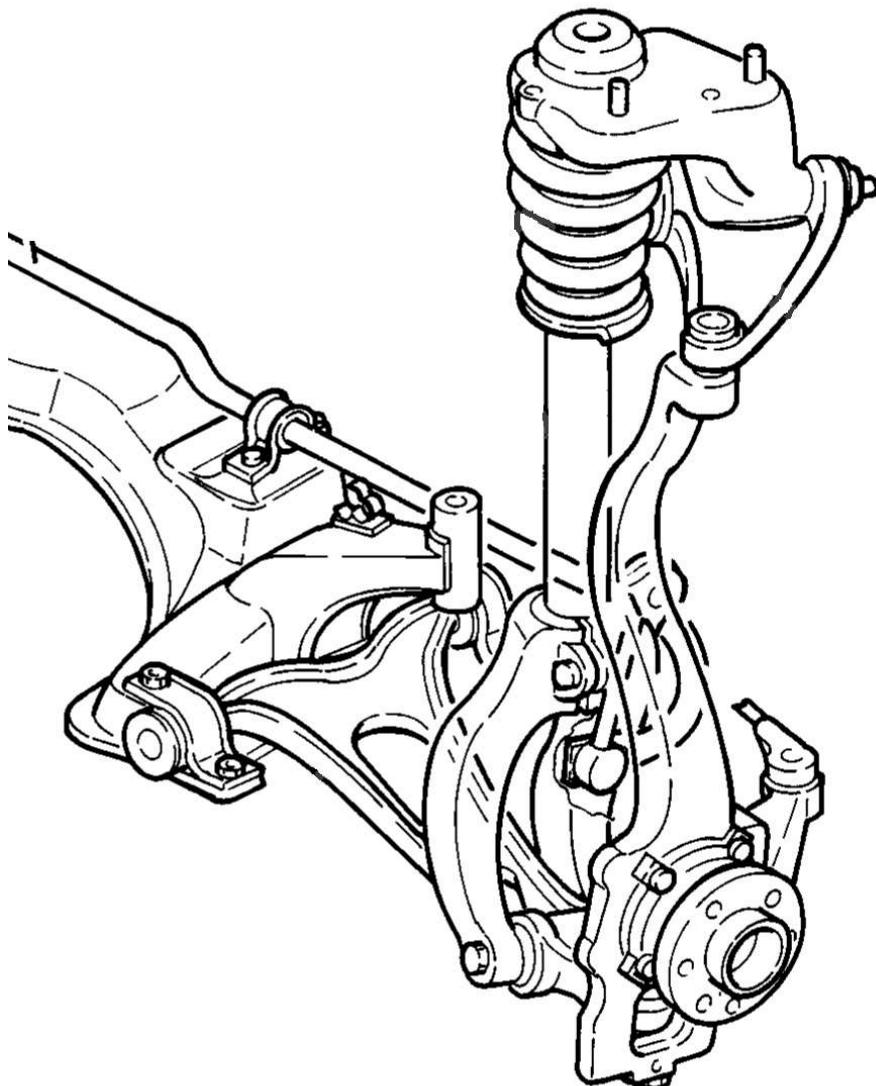
[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### REGULACIÓN DE LA CONVERGENCIA

En el brazo posterior, en el punto de anclaje al travesaño, se ha previsto un dispositivo de leva para regular la convergencia que sustituye al sistema tradicional de tornillo / tuerca. Girando el perno de reglaje, montado sobre una excéntrica, se varía la posición de anclaje del brazo y se puede variar la orientación del portacubo y, en consecuencia, la convergencia.

### SUSPENSIONES DE TRAPECIO



[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### APLICACIONES

Las suspensiones de trapecio se aplican sobre todo en la parte delantera.

### CARACTERÍSTICAS

La rueda está guiada por brazos oscilantes o varillas tanto en la parte inferior como en la superior, mientras que el amortiguador es tradicional y no desempeña la función de órgano portante como en la suspensión McPherson. De ese modo, pudiendo variar tanto la longitud como la inclinación del brazo oscilante superior, se consigue controlar también la variación del ángulo de caída de la rueda. En la suspensión de trapecio no hay funciones integradas, sino que cada elemento tiene su función específica.

### VENTAJAS

- Más confort (ausencia de rozamientos e histéresis en presencia de cargas laterales).
- Rueda guiada de forma óptima.
- Control del ángulo de caída de la rueda modificando la longitud y la inclinación del brazo inferior y superior.

### DESVENTAJAS

- Más peso.
- Mayor coste.
- Más volumen transversal.

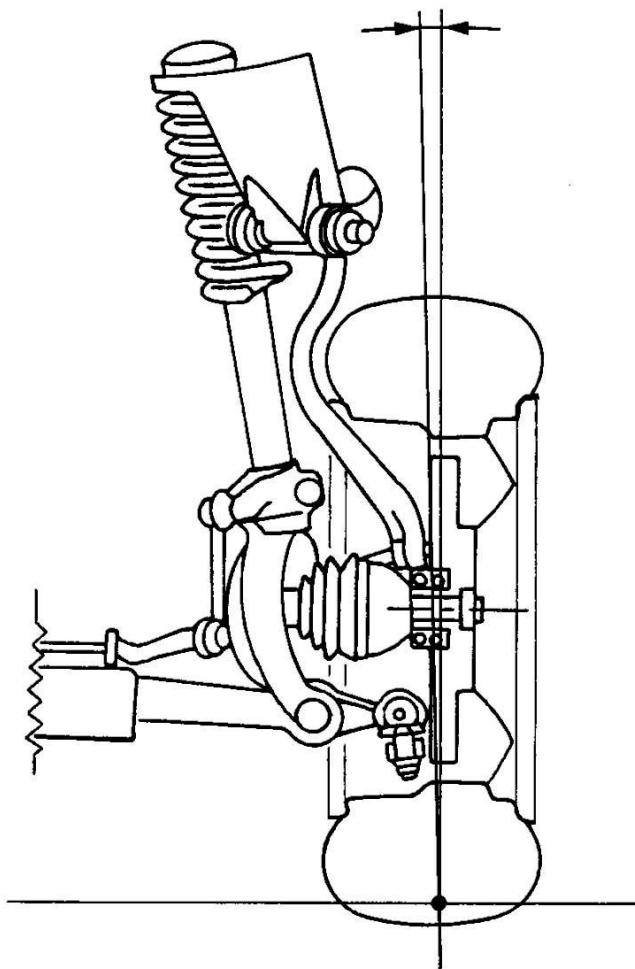
[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### VARIANTE CON TRAPECIO ALTO

El trapecio alto se concibió fundamentalmente para poder adoptar suspensiones delanteras de trapecio en vehículos con motor transversal. De hecho, en ese caso, el esquema de trapecio bajo provocaría una interferencia del brazo superior y de su estructura de sujeción, con el grupo motopropulsor.

### CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS



**Aumento del ángulo de caída negativa de la rueda en fase de compresión:** permite compensar la inclinación del vehículo en curva y hacer trabajar al neumático menos inclinado respecto al terreno. De ese modo aumenta la adherencia del eje delantero y se consigue una mayor aceleración transversal con un equilibrio adecuado con el eje trasero.

 IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

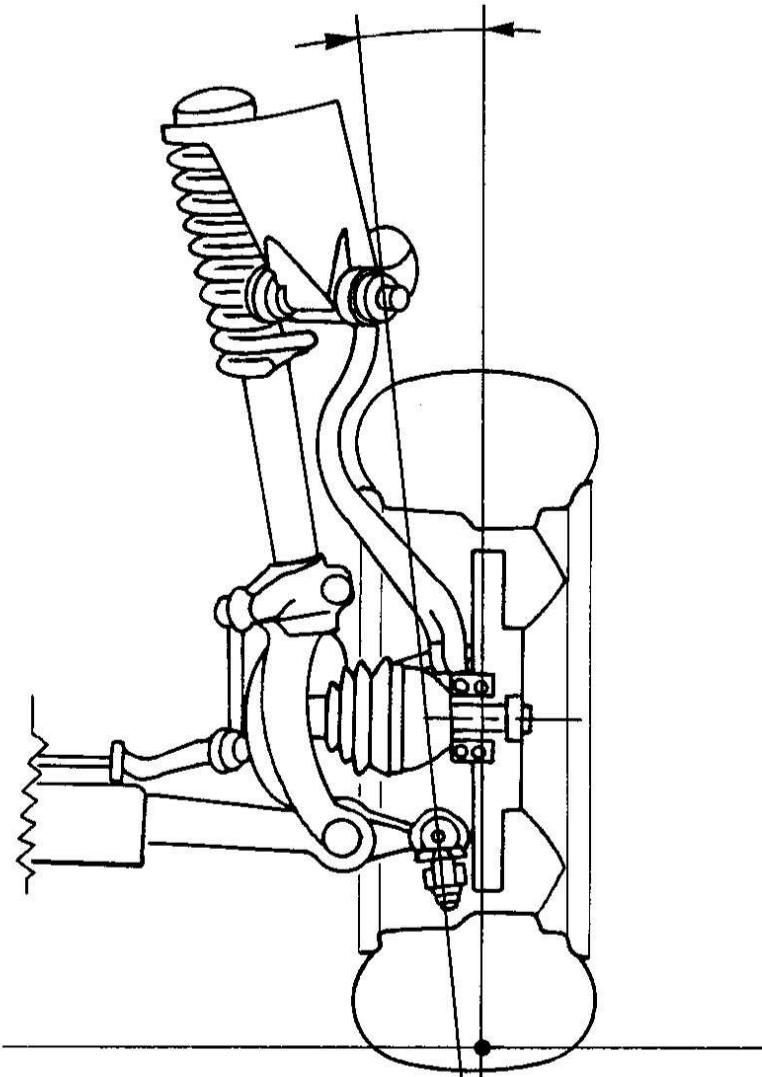
K

ZOOM +

ZOOM -



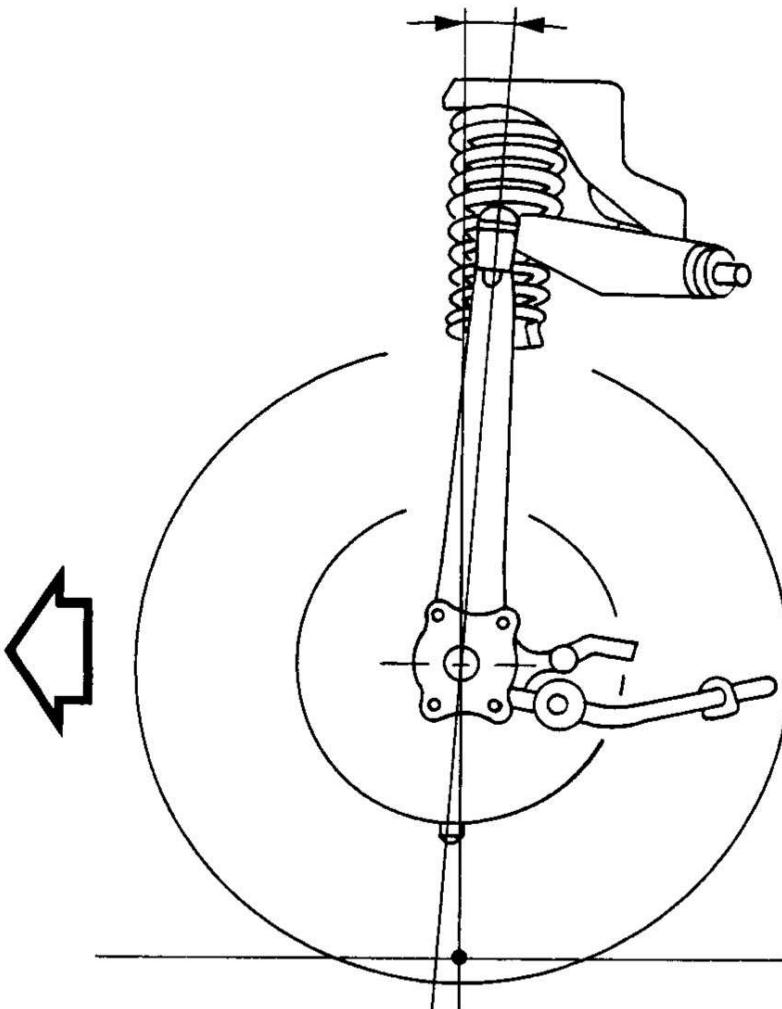
SUSPENSIÓN



**Contención de la inclinación transversal del eje de giro (ángulo de King Pin o ángulo de salida) y del brazo a tierra transversal:** reduce el componente de carga vertical sobre el eje de giro y reduce la influencia del par autoalineante del neumático sobre el eje de giro, disminuyendo el esfuerzo en el volante al girarlo con el vehículo parado y mejorando la progresión de la carga en los giros.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

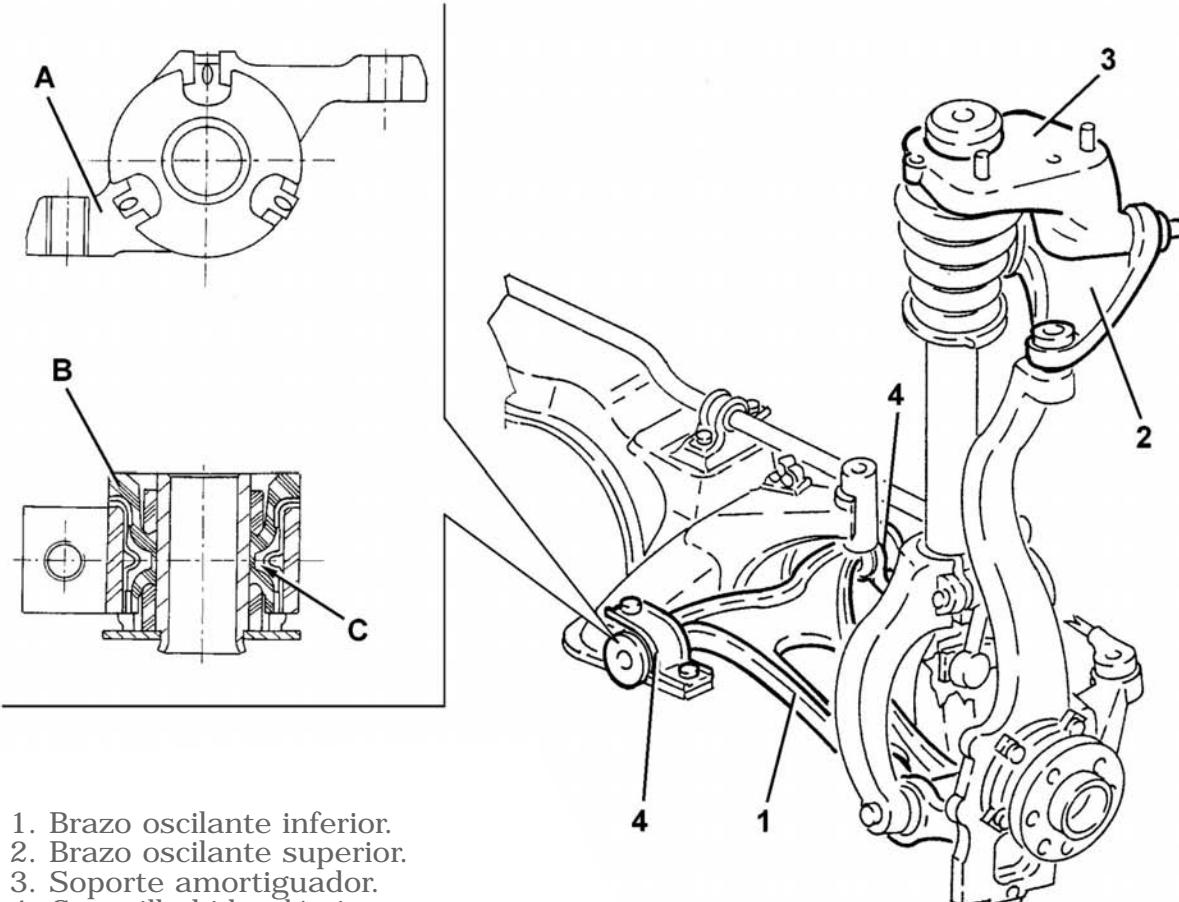


**Elevado ángulo de incidencia del montante:** permite aumentar la inclinación de la rueda, durante el giro, hacia el exterior (ángulo de caída negativo) con la ventaja de compensar la inclinación debida al balanceo sobre todo en curvas estrechas.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### BRAZOS OSCILANTES



1. Brazo oscilante inferior.
2. Brazo oscilante superior.
3. Soporte amortiguador.
4. Casquillo hidroelástico.
- A. Soporte de anclaje.
- B. Taco hidroelástico.
- C. Glycol.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### CARACTERÍSTICAS

Los brazos oscilantes de la suspensión son de triángulo (de ahí el nombre de suspensión de triángulos superpuestos); los dos triángulos están fijados con bisagras al bastidor de la suspensión (el brazo inferior) y al soporte del amortiguador (el brazo superior), mediante dos casquillos elásticos en los puntos que están en la base del triángulo, y al montante portacubo mediante una rótula; el casquillo posterior del brazo inferior es de tipo hidroelástico.

### RIGIDEZ DE LOS CASQUILLOS

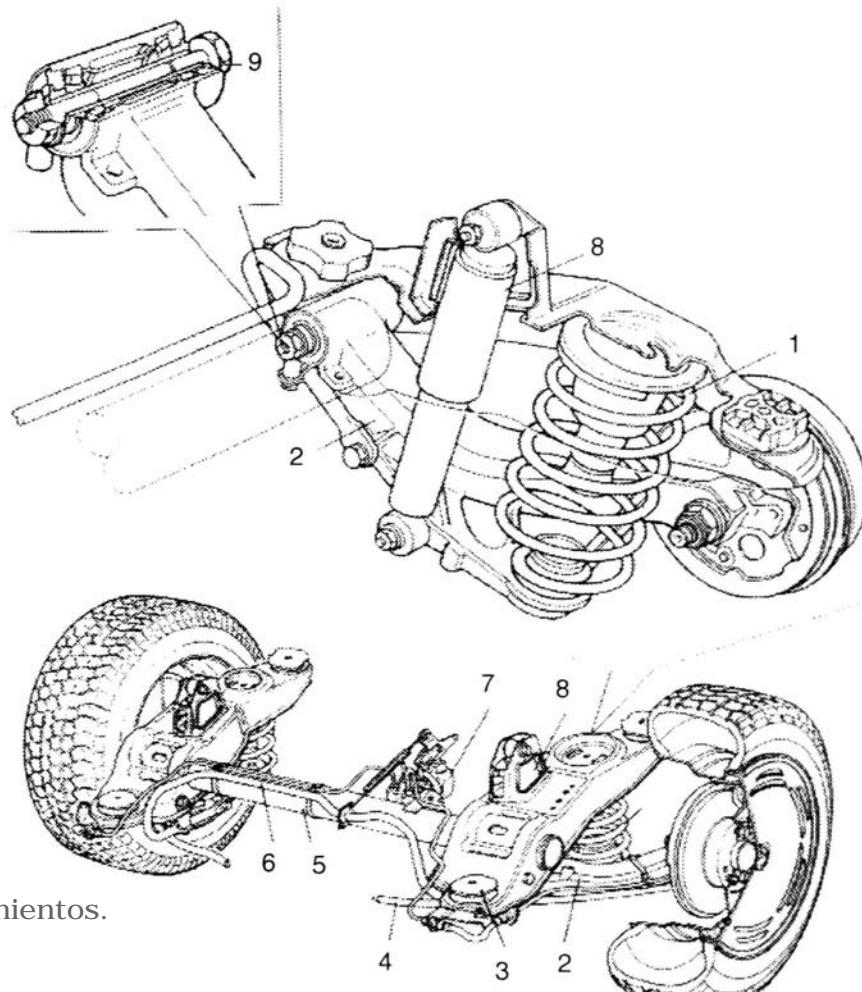
La rigidez de los distintos casquillos permite:

- Aumentar al máximo la precisión del giro anulando el fenómeno del autoviraje por el efecto de la fuerza lateral en curva.
- Limitar la pérdida de inclinación del neumático respecto al terreno al recorrer una curva.
- Conseguir una excelente capacidad de absorción de los golpes causados por las irregularidades de la calzada, limitando al mismo tiempo las vibraciones en la dirección.
- Mantener la dirección del vehículo ya que la geometría de la suspensión permite que retroceda la rueda que no gira.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### SUSPENSIONES DE BRAZOS OSCILANTES TIRADOS



1. Muelle helicoidal.
2. Brazo oscilante de hierro fundido articulado sobre rodamientos.
3. Silent block.
4. Camisa con cable para el freno de estacionamiento.
5. Eje rígido trasero.
6. Barra estabilizadora.
7. Corrector de frenada.
8. Amortiguador.
9. Soporte (rodamiento).

### APLICACIONES

Este sistema sólo se utiliza para el tren trasero por el reducido espacio ocupado, su bajo coste, simplicidad de construcción y buen nivel de confort.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### CARACTERÍSTICAS

Al variar la carga, la geometría de la suspensión garantiza que se mantengan constantes el ángulo de caída y la convergencia, aunque en curva y con fuerte balanceo, la rueda y el terreno no están perpendiculares por la conexión del puente a la carrocería. La simplicidad de construcción permite reducir las masas no suspendidas.

### EFECTO ANTIDIVE

La geometría realiza un efecto Antidive (zambullida) debido a que, al frenar, la fuerza descargada sobre las ruedas provoca la compresión del brazo y del amortiguador, de forma que la parte trasera del cuerpo del vehículo desciende. Sin embargo, el eje trasero tiende al sobreviraje.

IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

K

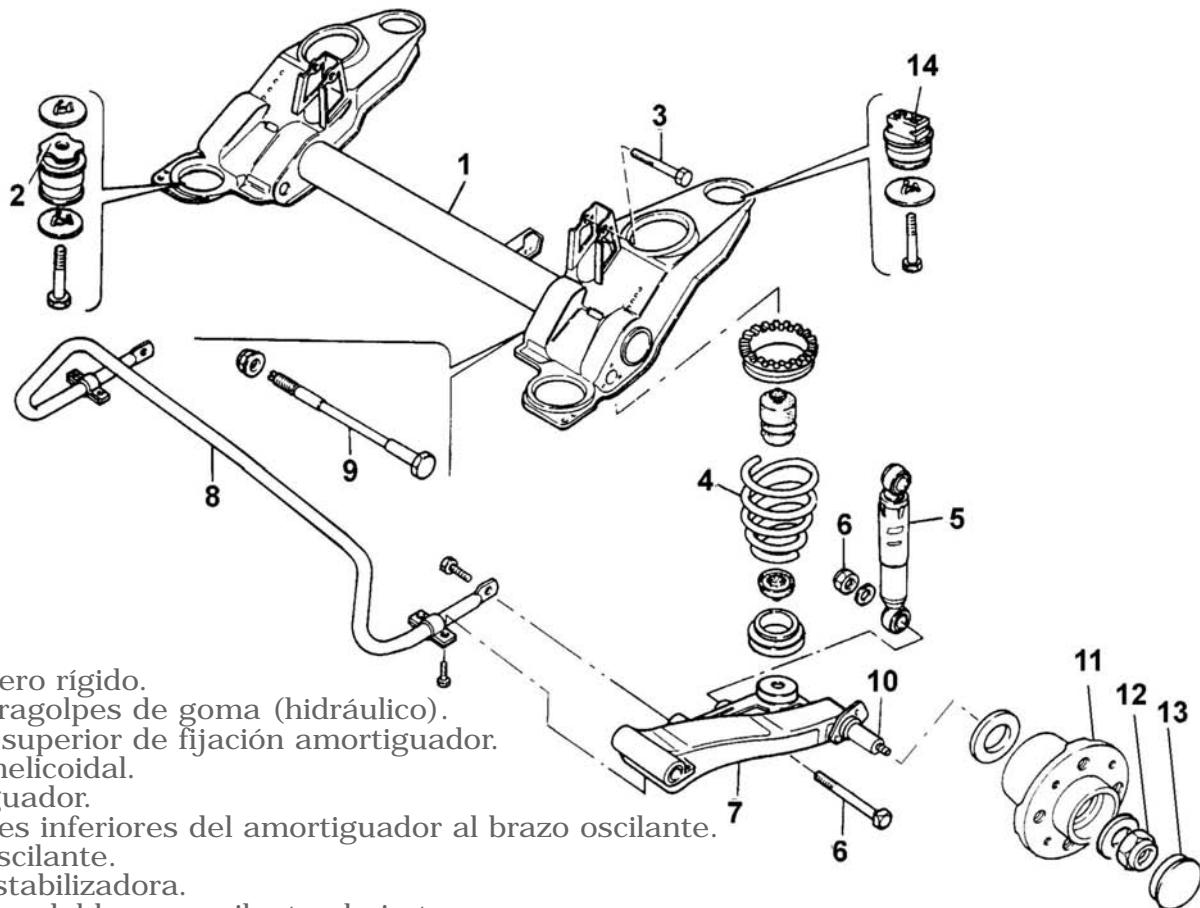
ZOOM +

ZOOM -



SUSPENSIÓN

## COMPONENTES



1. Eje trasero rígido.
2. Taco paragolpes de goma (hidráulico).
3. Tornillo superior de fijación amortiguador.
4. Muelle helicoidal.
5. Amortiguador.
6. Fijaciones inferiores del amortiguador al brazo oscilante.
7. Brazo oscilante.
8. Barra estabilizadora.
9. Fijaciones del brazo oscilante al eje trasero.
10. Bulón mangueta.
11. Cubo rueda.
12. Tuerca fijación cubo rueda.
13. Tapacubos.
14. Tacos paragolpes.

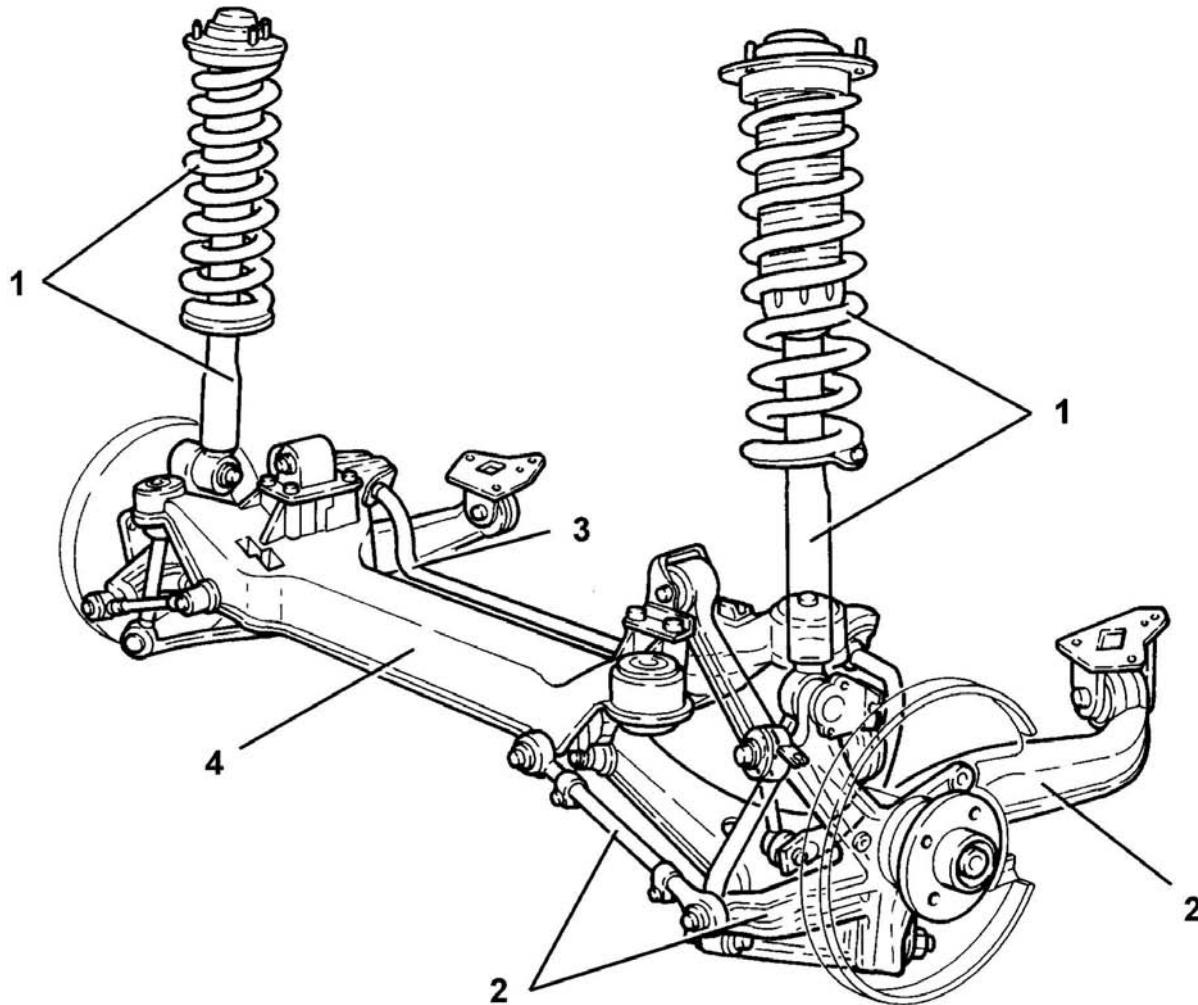
Los componentes principales de la suspensión de brazos tirados son:

- Muelles helicoidales de flexibilidad variable (cónica); los muelles se apoyan en platillos con anillos de goma interpuestos.
- Amortiguadores hidráulicos de doble efecto.
- Tacos de fin de carrera de cellasto.
- Brazos oscilantes fijados con bisagras al travesaño trasero mediante dos rodamientos de rodillos.
- Barra estabilizadora conectada a los brazos oscilantes.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### SUSPENSIONES MULTILINK



1. Amortiguadores y muelles posteriores.
2. Brazos oscilantes suspensión trasera.
3. Barra estabilizadora.
4. Travesaño suspensión trasera.

### APLICACIONES

Las suspensiones de brazos múltiples (multilink) se aplican sobre todo para las ruedas traseras, siendo en la actualidad la solución más evolucionada de suspensión trasera.

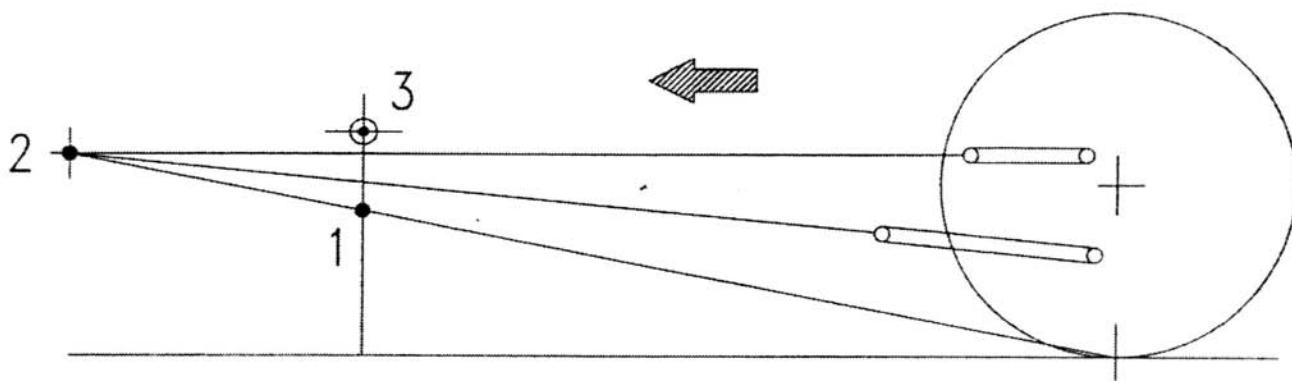
[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### CONSTITUCIÓN

La rueda está unida a la carrocería mediante cinco varillas / brazos independientes, consiguiéndose así la libertad de dirección y regulación más completa. Cada varilla está dedicada a la gestión de un parámetro característico, en principio de forma desvinculada e independiente de las demás varillas; de ese modo se pueden conseguir los aflojamientos elastocinemáticos deseados (variación de convergencia, del ángulo de caída, etc.) actuando sobre un solo componente (varilla, casquillo) sin que esto provoque variaciones no deseadas en los otros parámetros.

### CABECEO



### ACELERACIÓN

Las suspensiones multilink limitan el cabeceo, lo cual, además de aumentar el confort, no provoca el aligeramiento del tren delantero durante la aceleración, con la ventaja de que no disminuye la fuerza de tracción transmisible al terreno.

### CENTRO DE ROTACIÓN INSTANTÁNEA

La posición del centro de rotación instantánea (2) del vehículo depende de la colocación de puntos de anclaje a la carrocería de los brazos de la suspensión. Las suspensiones de brazos múltiples comportan la utilización de numerosos brazos de conexión entre el cubo y la carrocería; los ejes de esos brazos convergen en un único punto (2), centro de la rotación instantánea del vehículo. La posición de ese punto (2) es estudiada para reducir la distancia entre el centro de cabeceo (1) y el centro de gravedad del vehículo (3); así se reduce al máximo el movimiento de cabeceo.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

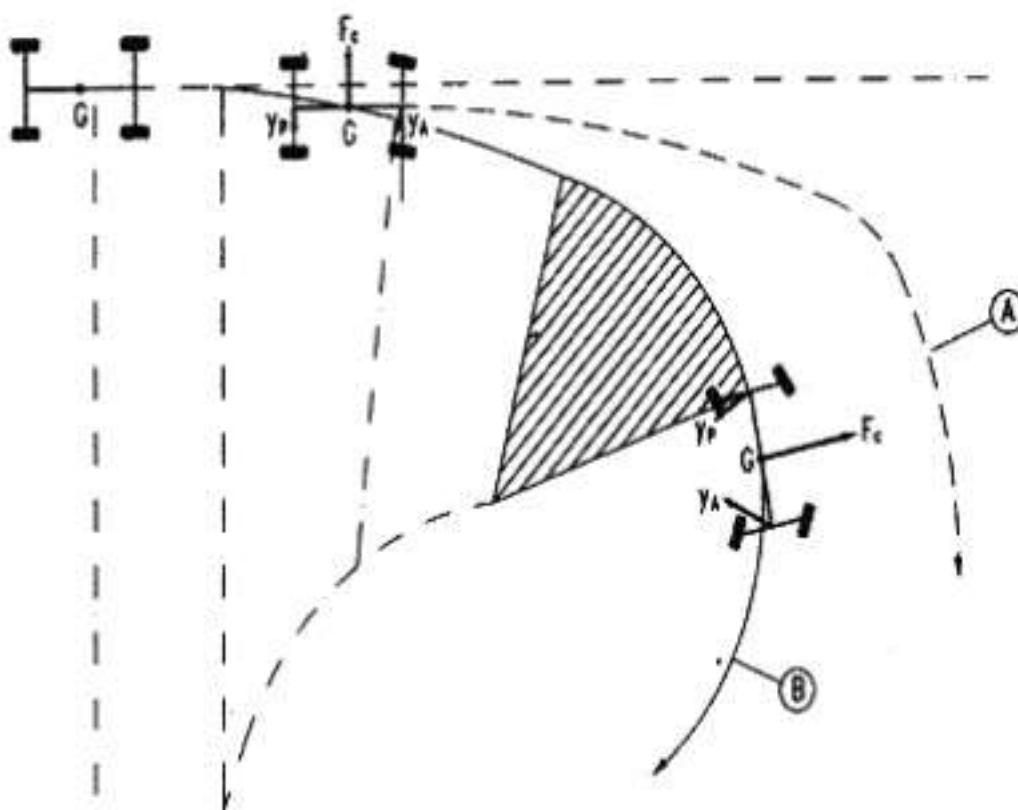
## SUSPENSIÓN

### FRENADA

Al frenar, aunque sólo se adopte en la suspensión trasera, el sistema multilink permite al vehículo mantener una alineación paralela al terreno favorable, reduciendo el cabeceo también en esta fase.

Resumiendo, la suspensión multilink, aunque sólo se utilice en las ruedas traseras, permite obtener, con relación al cabeceo, un comportamiento Antidive y Antisquat (zambullida y antizambullida).

### BALANCEO



### RECUPERACIÓN DEL ÁNGULO DE CAÍDA

Una disposición adecuada de los brazos de la suspensión permite situar el centro de balanceo cerca del centro de gravedad; esto permite limitar el balanceo y las variaciones del ángulo de caída cuando intervienen las fuerzas laterales. El movimiento de la suspensión, generado por el balanceo del vehículo, garantiza incluso en curva la verticalidad de la rueda; así se aprovecha toda la huella del neumático para desarrollar adherencia lateral. El ángulo de caída puede recuperarse durante el balanceo por la acción de retorno del brazo superior durante el recorrido vertical de la rueda.

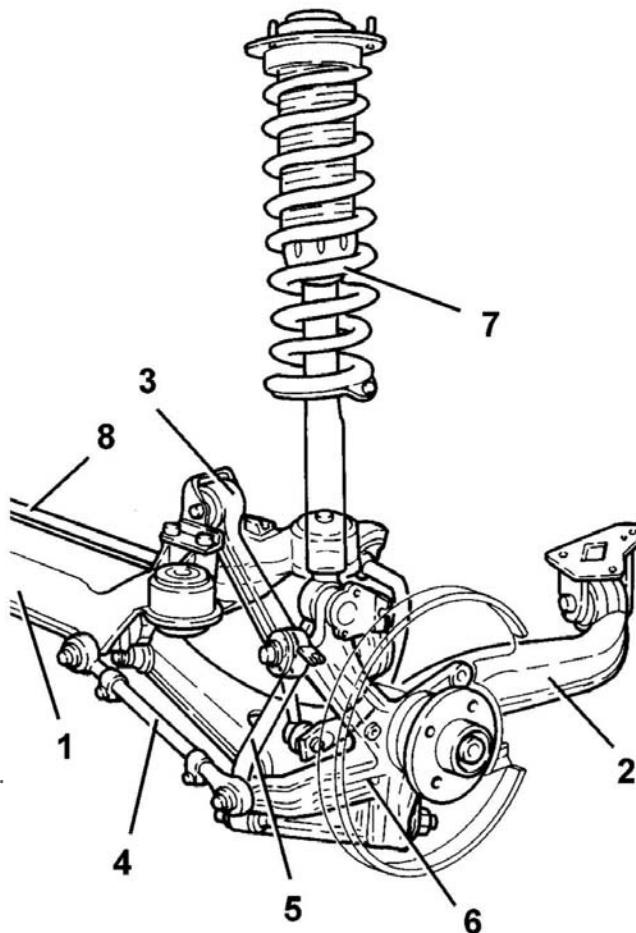
[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### AUTOVIRAJE

Como ya se sabe, los vehículos de tracción delantera, por la predominancia de la deriva en las ruedas motrices, tienden al subviraje en curva. Las suspensiones de brazos múltiples, aprovechando el balanceo, permiten recuperar el efecto de subviraje porque el vehículo entra mejor en la curva, sin necesidad de corregir continuamente el ángulo de giro. De hecho, estas suspensiones hacen que las ruedas traseras en curva adopten una función de viraje con una alineación parecida a la de las ruedas dirigidas por la dirección.

### COMPONENTES DE LAS SUSPENSIONES MULTILINK



1. Travesaño.
2. Brazo oscilante inferior.
3. Varilla de control ángulo de caída.
4. Brazo oscilante superior.
5. Biela vertical.
6. Montante.
7. Grupo muelle amortiguador.
8. Barra estabilizadora.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

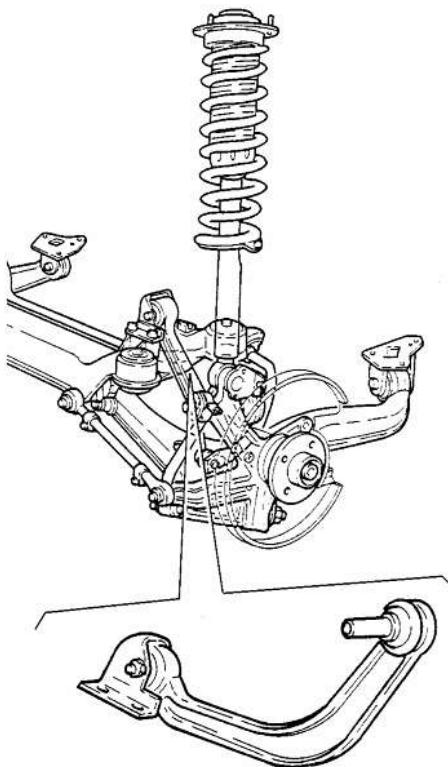
### AMORTIGUADORES Y MUELLES

Los amortiguadores son de tipo hidráulico de doble efecto; los muelles son coaxiales al amortiguador y se apoyan sobre el platillo inferior y superior con un anillo de goma interpuesto para evitar ruido durante el funcionamiento.

### BRAZO OSCILANTE INFERIOR

El brazo oscilante inferior es de aluminio y se obtiene mediante fusión en molde; pesa muy poco porque está realizado con un macho interno, que sin embargo no perjudica su rigidez. Está conectado a la carrocería y al travesaño mediante casquillos de amortiguación elástica (para reducir el ruido); su función es limitar los movimientos de translación del portacubo en dirección longitudinal.

### BRAZO OSCILANTE SUPERIOR

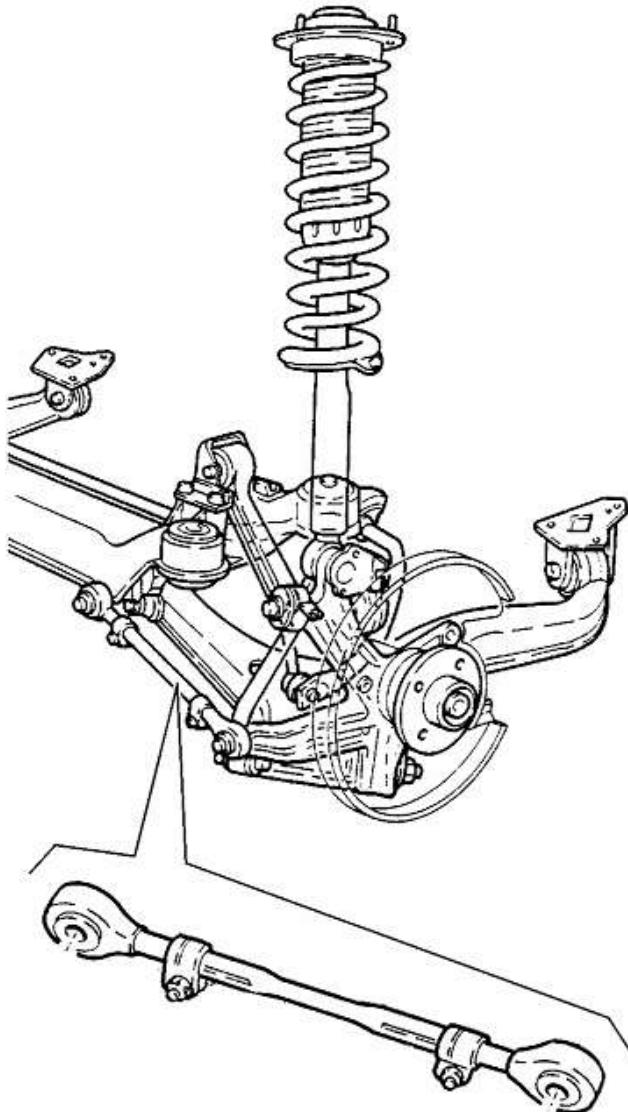


Es de acero forjado para garantizar la rigidez necesaria para un funcionamiento correcto a pesar de su forma de arco por exigencias de espacio; su función es soportar las fuerzas transmitidas a la parte superior de la suspensión y permitir la recuperación del ángulo de caída ante el balanceo.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### VARILLA DE CONTROL DE LA CONVERGENCIA

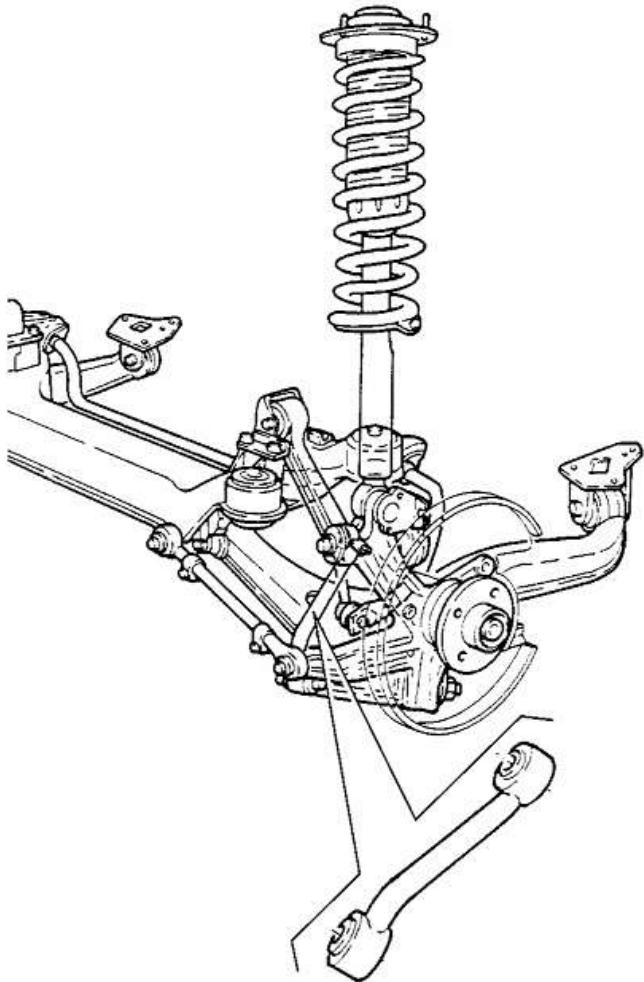


Este componente no está muy sometido a esfuerzo; de hecho no tiene una función estrictamente portante, sino que permite controlar las rotaciones del montante alrededor del eje elastocinemático de giro, permitiendo las variaciones de convergencia que caracterizan el funcionamiento de la suspensión.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### BIELA VERTICAL

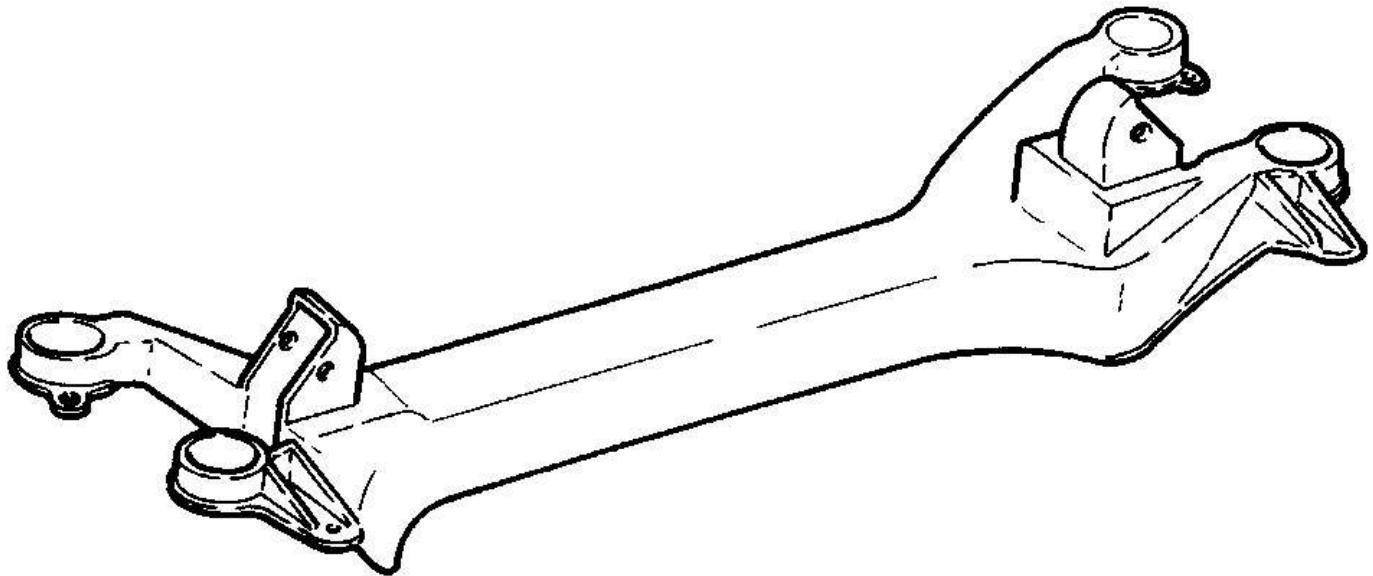


La biela vertical es el elemento de conexión entre el montante y el brazo oscilante inferior; trabaja en tracción y compresión por efecto de las fuerzas longitudinales (por ejemplo al frenar o superar un obstáculo). Las conexiones con el brazo inferior y con el montante están realizadas mediante casquillos elásticos con la flexibilidad adecuada para favorecer el efecto de retroceso elástico del centro de la rueda.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### TRAVESAÑO

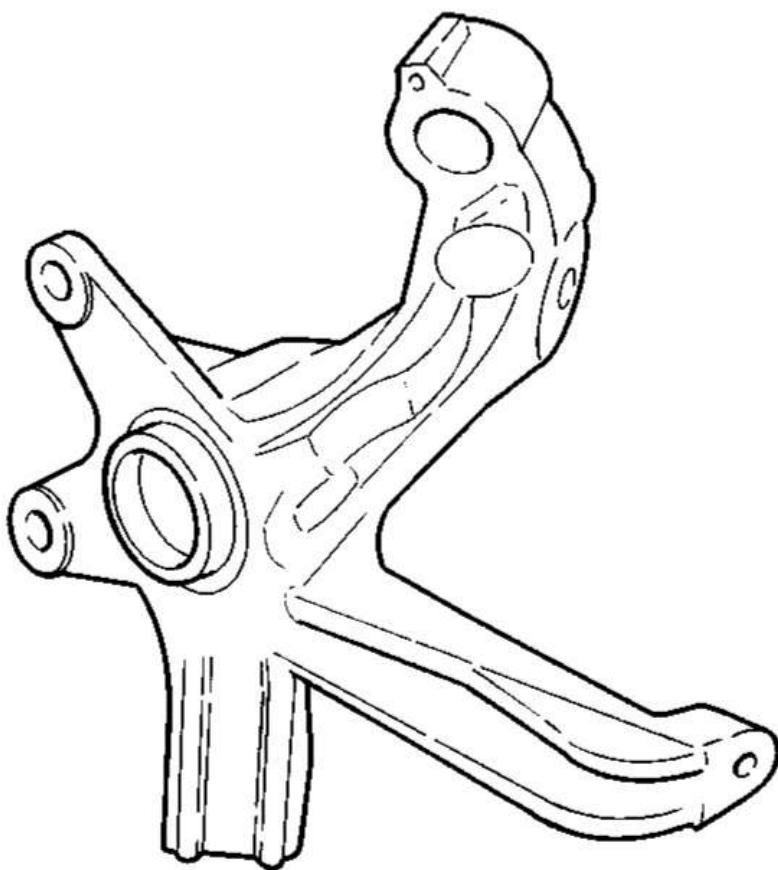


Es el elemento que une la carrocería con los elementos de la suspensión; esta unión se realiza mediante casquillos elásticos. Sobre él se descargan las fuerzas principales que se intercambian entre las ruedas y la carretera, por lo que está hecho de aleación de aluminio, y se ha diseñado para que su forma optimice la distribución de material consiguiendo los requisitos necesarios de resistencia y ligereza.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### MONTANTE



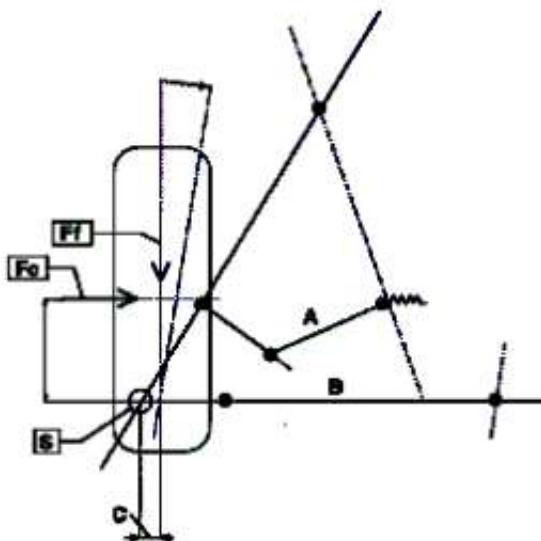
Es el componente más sometido a esfuerzo, ya que une las ruedas y los elementos de la suspensión: de hecho, a través de este componente se transmiten todas las fuerzas que actúan sobre las ruedas y sobre la suspensión. Está hecho de hierro fundido esferoidal; soporta el bulón de mangueta de la rueda y la pinza de freno.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA SUSPENSIÓN MULTILINK

#### CONTROL DEL GIRO EN CURVA Y ESTABILIZACIÓN DE LA FRENADA



- Fc Fuerza lateral.  
Ff Fuerza longitudinal.  
S Centro de rotación instantánea de la rueda.  
A Brazo oscilante inferior.  
B Varilla de control de la convergencia.  
C Brazo (de la fuerza longitudinal).

#### CONTROL DEL GIRO EN CURVA

Bajo la acción de una carga lateral  $F_c$  (debida a las fuerzas centrífugas que actúan sobre el vehículo en curva), se produce un aflojamiento elástico tanto de los casquillos del brazo oscilante inferior de la suspensión como de los casquillos de la varilla de control de la convergencia para la suspensión de la rueda exterior. La diferencia de rigidez entre los casquillos de ambos elementos, mayor para la varilla de control de la convergencia, determina un aflojamiento mayor del brazo oscilante inferior respecto a la varilla de control de la convergencia; de ese modo se provoca la rotación del montante de la rueda alrededor del punto  $S$  con la consiguiente variación de la convergencia de la rueda. Así se realiza una especie de autoviraje de las ruedas traseras que compensa el subviraje del vehículo y mejora la rapidez de respuesta del vehículo.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### ESTABILIZACIÓN DURANTE LA FRENADA

Al frenar, la acción de la fuerza longitudinal  $F_f$  desplazada del brazo C respecto al punto S, determina un momento de rotación de la rueda alrededor del punto S. Este provoca el aflojamiento de los casquillos del brazo inferior y de la varilla de control de la convergencia de acuerdo con las modalidades vistas para el caso anterior; de ese modo aumenta la convergencia de las dos ruedas traseras, produciendo un benéfico efecto de estabilización del tren trasero durante la frenada, cuando las fuerzas longitudinales a tierra son diferentes.

 IMPRIMIR

ÍNDICE



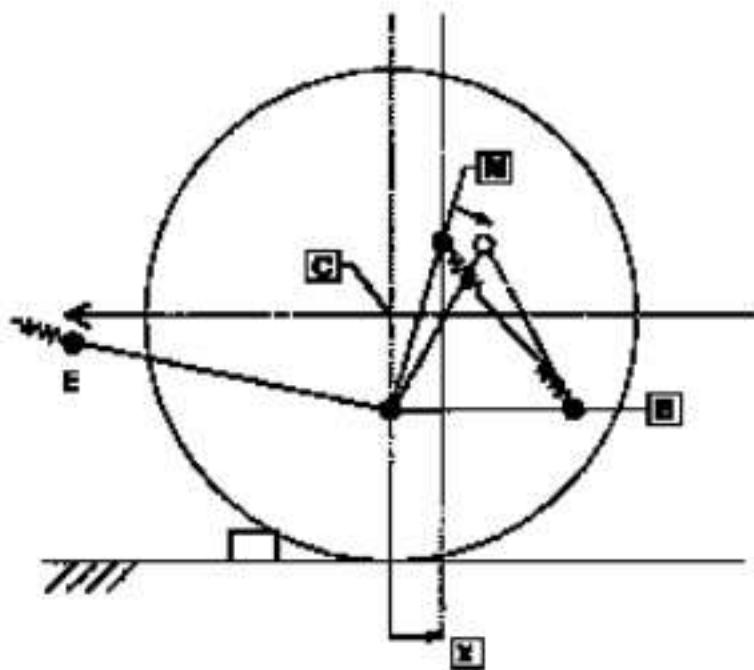
ZOOM +

ZOOM -



SUSPENSIÓN

RETROCESO ELÁSTICO Y CINEMÁTICO DEL CENTRO DE LA RUEDA AL SUPERAR UN OBSTÁCULO

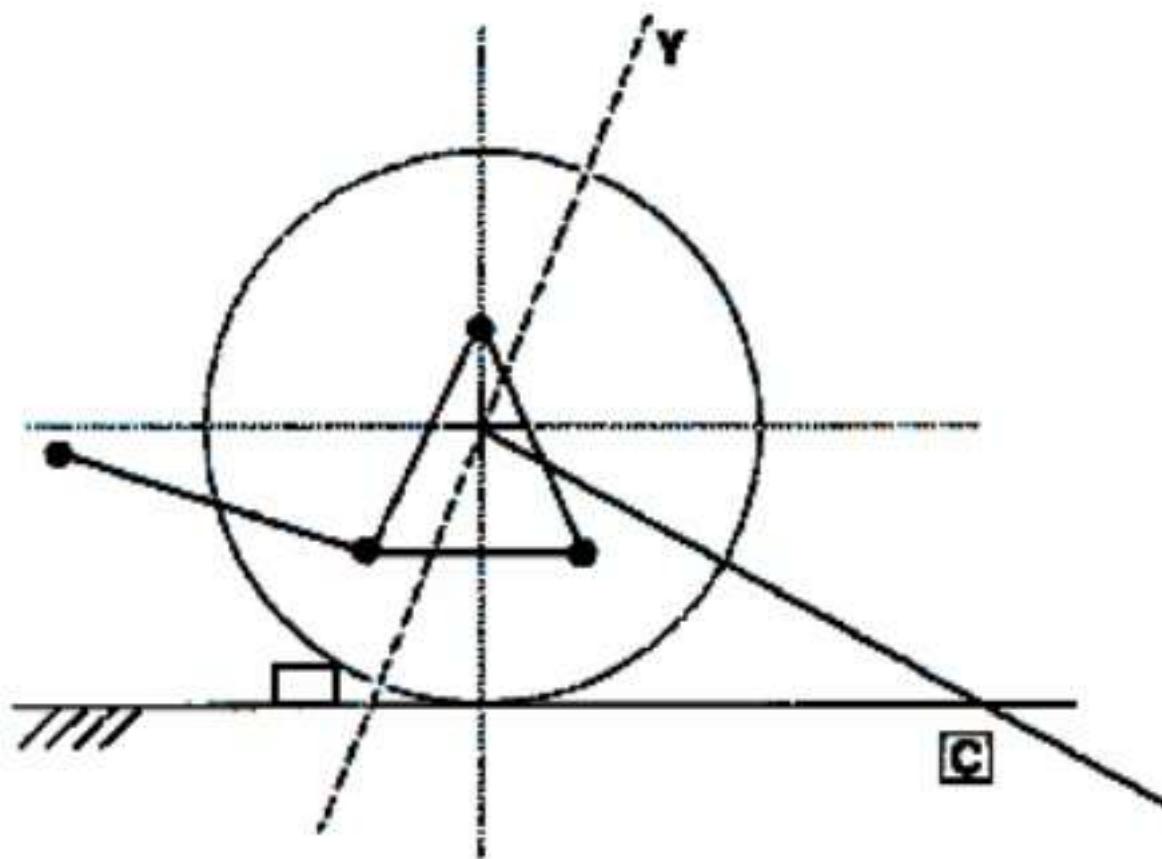


- Fc Fuerza lateral.  
Ff Fuerza longitudinal.  
S Centro de rotación instantánea de la rueda.  
A Brazo oscilante inferior.  
B Varilla de control de la convergencia.  
C Brazo (de la fuerza longitudinal).

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### RETROCESO ELÁSTICO DEL CENTRO DE LA RUEDA AL SUPERAR UN OBSTÁCULO



El retroceso elástico del centro de la rueda permite una absorción óptima de las irregularidades de la calzada, mejorando el confort de marcha. Este efecto se consigue gracias al aflojamiento elástico de los casquillos de articulación brazo – montante y del punto de anclaje (Y) del brazo oscilante inferior. Se produce un desplazamiento (X) de la rueda que mejora la absorción de obstáculos.

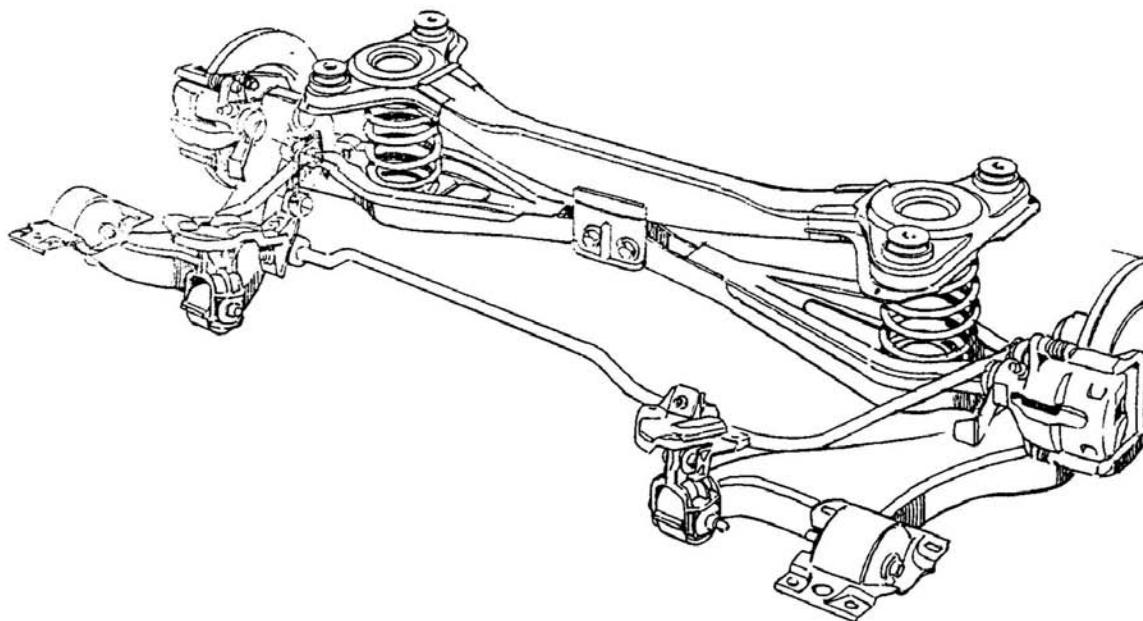
### RETROCESO CINEMÁTICO DEL CENTRO DE LA RUEDA DURANTE EL RECORRIDO VERTICAL

El recorrido vertical de la suspensión, desplaza el centro de la rueda a lo largo del eje (Y) permitiendo el retroceso cinemático (no elástico) de la suspensión para superar los obstáculos longitudinales; actúa en correspondencia al retroceso elástico del centro de la rueda.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### SUSPENSIONES B.L.G. (BRAZOS LONGITUDINALES GUIADOS)



### GENERALIDADES

La suspensión BLG (brazos longitudinales guiados) es una evolución de las suspensiones de brazos tirados. Tiene dos gemelas que unen los respectivos brazos longitudinales que corrigen la geometría de la rueda durante su vibración; así se garantiza la alineación ideal de la rueda durante las sacudidas provocadas por el uso del vehículo. Se utiliza para las ruedas traseras del vehículo Lancia Lybra.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### VENTAJAS RESPECTO A LAS SUSPENSIONES DE BRAZOS TIRADOS

- Comportamiento elastocinemático muy favorable al superar los obstáculos.
- Adopción de un número de casquillos elásticos suficiente para duplicar las funciones de cada rótula (con casquillos para el control de la geometría de la suspensión y casquillos para el filtrado de las vibraciones).
- Relación de trabajo del amortiguador 1:1 (en las suspensiones de brazos tirados la relación de trabajo es aproximadamente de 1:2, valor en desventaja), con la consiguiente reducción del valor de calibrado del amortiguador y de las cargas dinámicas sobre la carrocería.
- Posibilidad de optimizar en fase de proyecto la recuperación de la convergencia y el ángulo de caída.
- Alineación de la suspensión regulable.

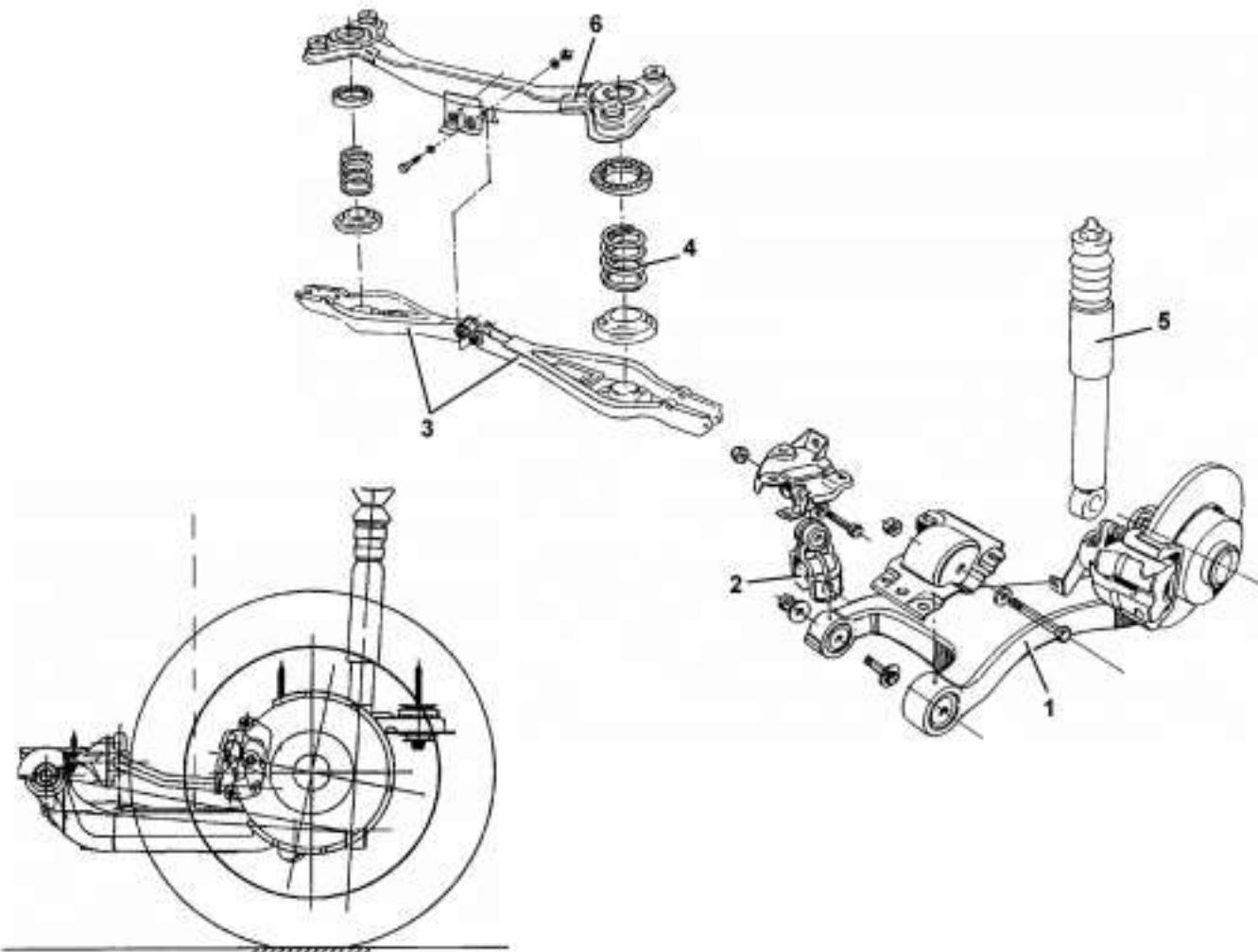
### VENTAJAS RESPECTO A LAS SUSPENSIONES McPHERSON

- Amortiguador sin funciones de soporte.
- Menor transmisión de las vibraciones que se filtran desde los casquillos elásticos entre el travesaño y el piso.
- Menor espacio ocupado ya que la longitud útil entre los paserruedas traseros es mayor, con el consiguiente aumento del espacio en el maletero.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### COMPONENTES



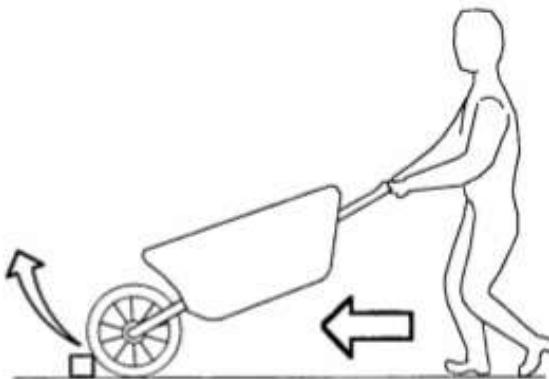
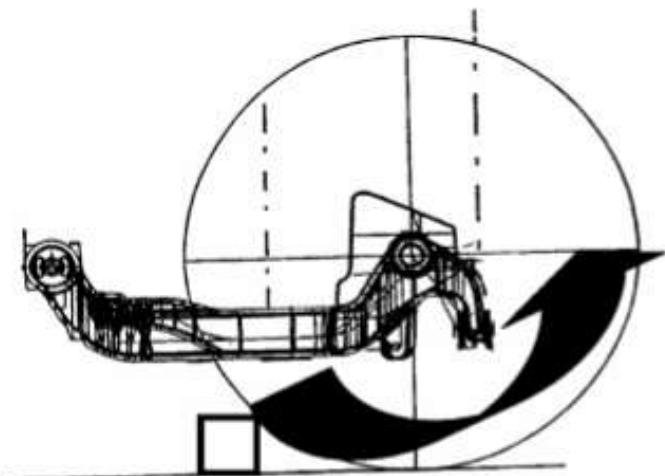
1. Brazo longitudinal.
2. Bieleta de guía del brazo.
3. Brazo transversal.
4. Muelle.
5. Amortiguador.
6. Travesaño de anclaje a la carrocería.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### CARACTERÍSTICAS PECULIARES

- Brazo longitudinal de aluminio para reducir peso.
- Bieleta de aluminio.
- Taco de fin de carrera de CELLASTO.
- Amortiguadores no coaxiales con los muelles, ubicados muy cerca de los cubos de las ruedas para que la relación de palanca esté cerca de la unidad; proporcionalmente se reduce la carga que actúa sobre el amortiguador, permitiendo un calibrado más suave.
- Casquillo hidráulico en correspondencia del anclaje anterior del brazo longitudinal; así se permite el retroceso de la rueda y mejora la absorción de obstáculos.



 IMPRIMIR

ÍNDICE



ZOOM +

ZOOM -



SUSPENSIÓN

## SUPERAR OBSTÁCULOS

### RETROCESO DE LA RUEDA

En las suspensiones BLG, cuando la rueda debe superar un obstáculo en la carretera, además del movimiento vertical de la rueda, también hay un retroceso (de una determinada medida) de ésta gracias a la flexibilidad del casquillo hidráulico ubicado en el anclaje anterior del brazo.

### ANALOGÍA CON LA CARRETILLA

Un fenómeno parecido ocurre cuando se empuja una carretilla: en este caso es muy difícil superar el obstáculo por el empinamiento de la rueda. En cambio, si se tira de la carretilla, el obstáculo se supera más fácilmente gracias a la elevación y al retroceso de la rueda.

### CONSECUENCIAS EN EL CONFORT

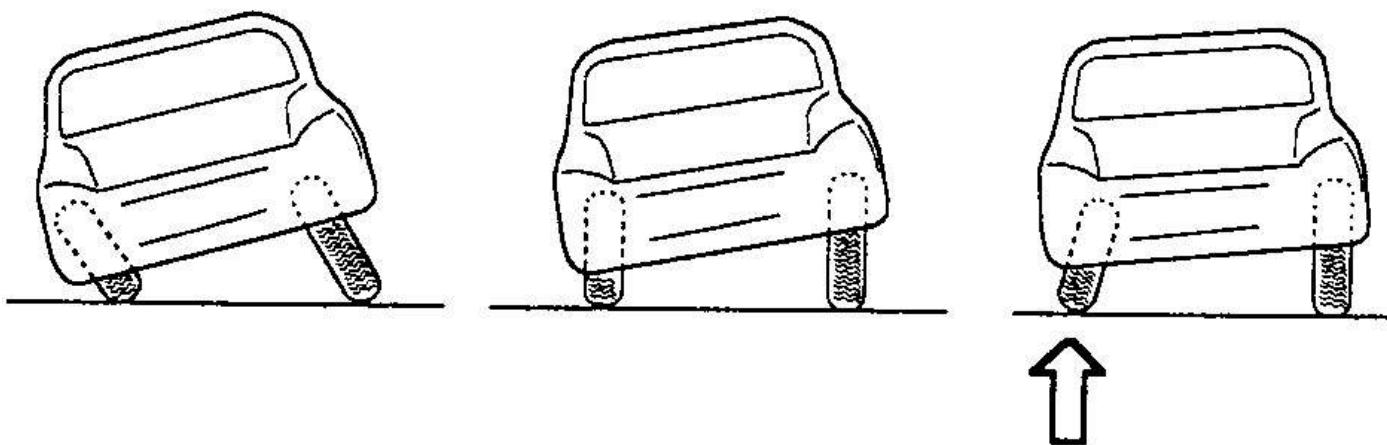
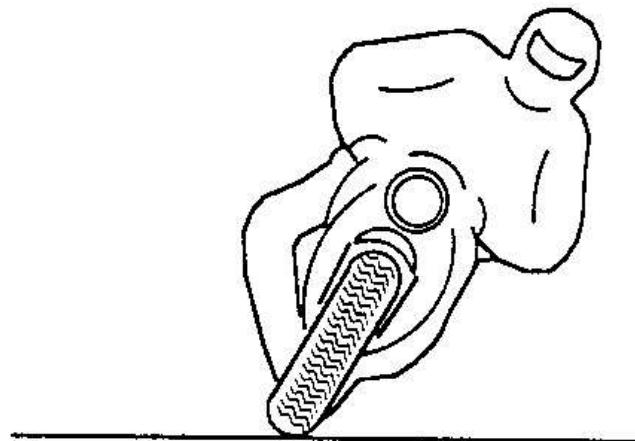
La posibilidad de desplazamientos longitudinales de la rueda minimiza los efectos negativos causados por golpes de obstáculos que se oponen al movimiento, permitiendo así reducir el golpe perceptible en el vehículo, gracias a que parte de la energía asociada al golpe ha sido absorbida por la suspensión. De ese modo, la aceleración transmitida al vehículo se reduce con evidentes ventajas para el confort de marcha.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO SUSPENSIONES B.L.G.

#### VARIACIÓN DE LA ALINEACIÓN GEOMÉTRICA DEL VEHÍCULO



IMPRIMIR

ÍNDICE

ZOOM +

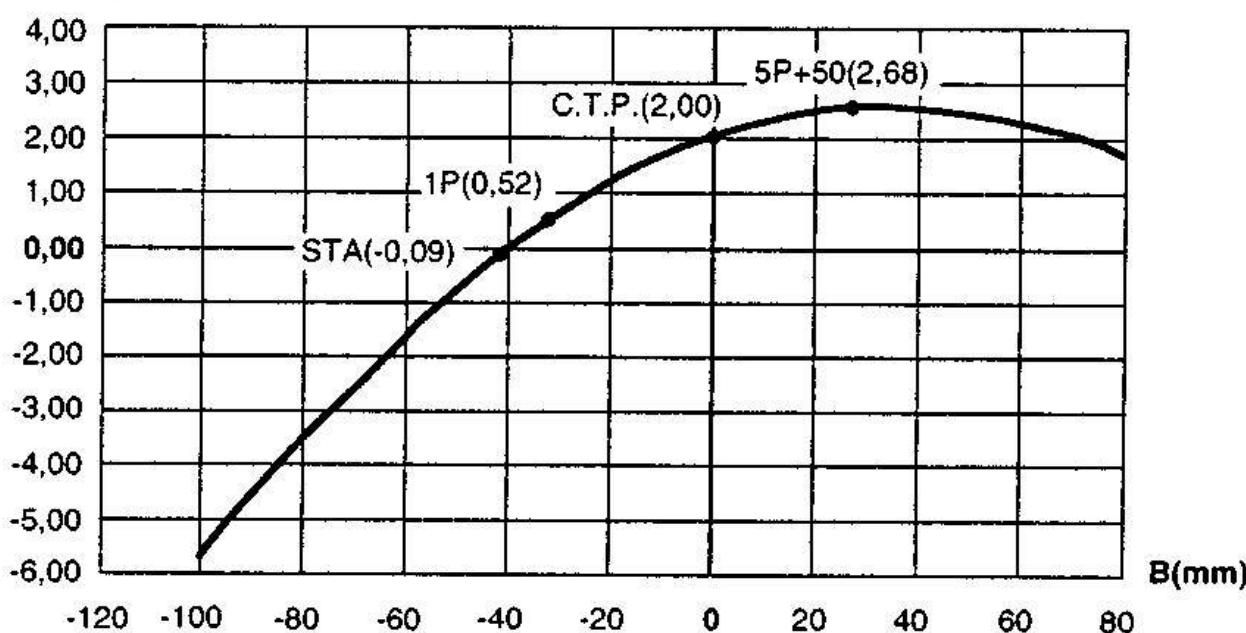
ZOOM -

SUSPENSIÓN

## VARIACIÓN DE LA CONVERGENCIA

$$y = 0,0004571x^2 + 0,0327326x + 1,9998361$$

$$R^2 = 0,9999842$$



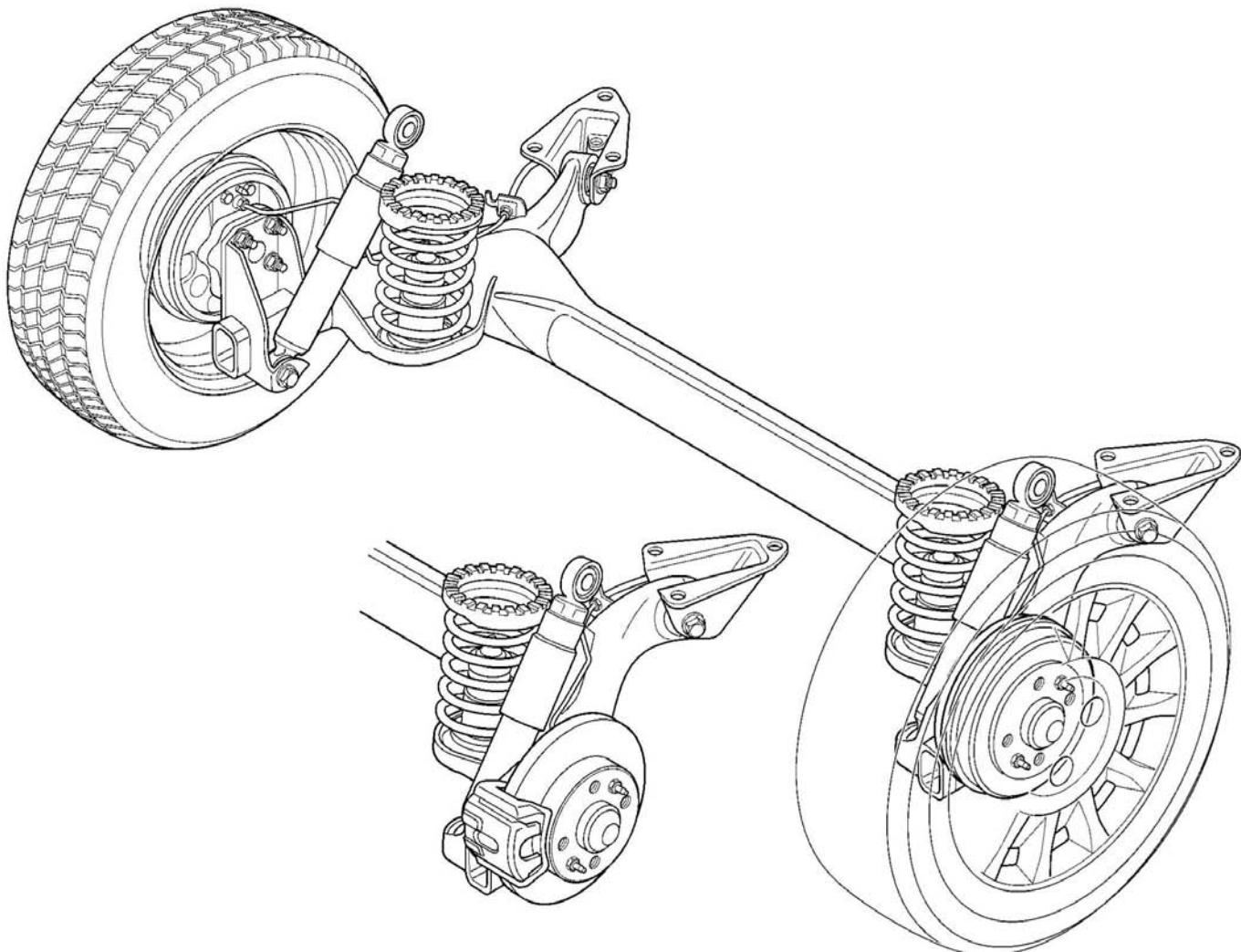
B. Sacudidas  
C. Semiconvergencia

El dimensionado y la ubicación de la bieleta ha permitido optimizar en fase de proyecto la variación del ángulo de caída, consiguiendo al mismo tiempo un buen compromiso por lo que se refiere a la variación del ángulo de semiconvergencia de la rueda. La variación cinemática de la convergencia permite ganar convergencia, mejorando la rapidez de respuesta del vehículo, como sucede con las suspensiones multilink.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### SUSPENSIONES DE RUEDAS SEMI-INDEPENDIENTES



### APLICACIONES

Por su arquitectura, las suspensiones de ruedas semi-independientes sólo se aplican en la parte trasera; también se llaman suspensiones de puente de torsión.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### CARACTERÍSTICAS

Es una suspensión en la que las ruedas están unidas rígidamente a dos brazos longitudinales unidos por un travesaño que los une y que se tuerce durante las sacudidas no simétricas, dando estabilidad al vehículo. Esta configuración da lugar, a causa de la torsión del puente, a una recuperación parcial del ángulo de caída de alto efecto de estabilización, características que junto al bajo peso, al bajo coste y a la disposición ideal de los componentes debajo del piso (depósito de combustible, escape, etc.) han convertido a este tipo de suspensiones en una de las más empleadas en vehículos de gama media-baja.

### VENTAJAS

- Simplicidad constructiva y reducido número de piezas.
- Bajo peso.
- Bajo coste.
- Optimización de la disposición de los componentes debajo de la carrocería.
- Premontaje de la suspensión antes de su instalación en el vehículo.

### DESVENTAJAS

- Limitaciones en cuanto a la maniobrabilidad (handling) y confort.
- Rueda no guiada; sigue las deformaciones y la cesión del eje.

### EJE DE TORSIÓN

### CONSTITUCIÓN

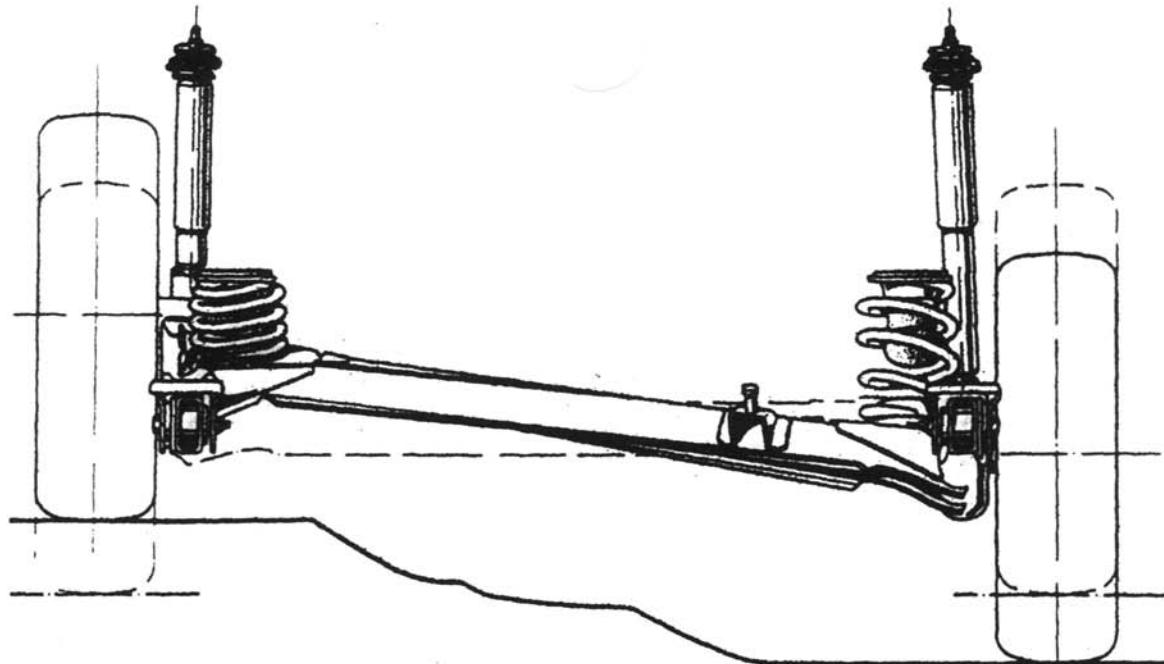
El eje de torsión está constituido por un único componente que une los dos lados de la rueda y está conectado a la carrocería mediante dos grandes casquillos elásticos laterales.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### FUNCIONAMIENTO

Durante las sacudidas verticales el eje oscila alrededor del eje de conjunción de los dos casquillos. En curva (cuando se producen sacudidas asimétricas) el eje central se tuerce provocando un efecto estabilizador. De hecho, muchas veces no hay barra estabilizadora porque sus funciones las realiza el eje de torsión. Además, las ruedas permanecen paralelas entre ellas y casi perpendiculares al suelo, en condiciones de máxima adherencia.

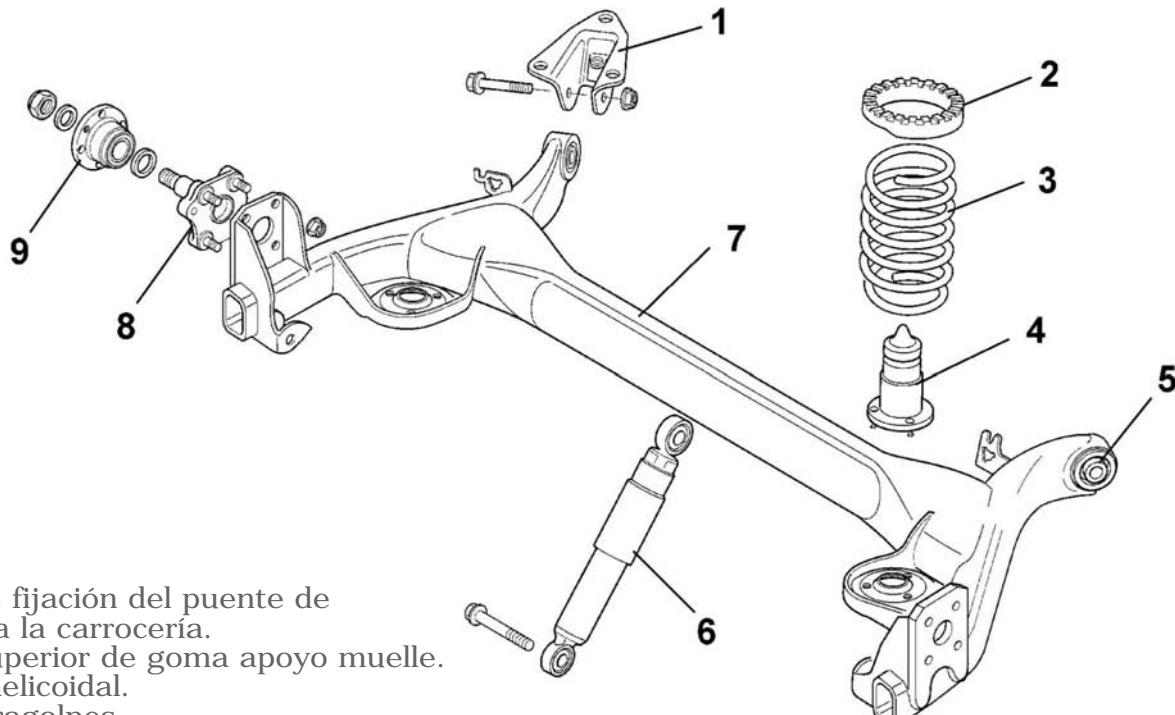


[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### ASPECTOS PROBLEMÁTICOS

Este tipo de suspensión, exteriormente muy sencilla, requiere en realidad una gran sofisticación en fase de proyecto, sobre todo para conseguir altos niveles de maniobrabilidad y confort; especial atención debe prestarse al dimensionado y a la posición del puente de torsión.



1. Brida de fijación del puente de torsión a la carrocería.
2. Anillo superior de goma apoyo muelle.
3. Muelle helicoidal.
4. Taco paragolpes.
5. Casquillo "inteligente".
6. Amortiguador.
7. Puente de torsión trasero.
8. Bulón mangueta.
9. Cubo de la rueda.

La suspensión de "puente de torsión" está fijada a la carrocería con dos bridas y amortiguadores; en los extremos de los brazos hay alojados dos casquillos elásticos llamados inteligentes, reforzados con unos listelos de plástico montados transversalmente.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### RIGIDEZ

Un importante parámetro de proyecto del puente de torsión es el espesor de la chapa con que se realiza; un mayor espesor de la chapa conlleva un aumento de la rigidez estructural, y por tanto, además de aumentar el peso de las masas no suspendidas, hace que la suspensión sea más rígida, sobre todo en condiciones de balanceo. Un atento análisis de dicho parámetro de proyecto ha hecho que en algunos casos se elimine la barra estabilizadora, reduciendo la complejidad estructural pero obteniendo una suspensión más rígida y por tanto menos confortable.

EJEMPLO: en el FIAT PUNTO pueden encontrarse dos tipos de puente de torsión:

- Medio – puente de torsión de 2,8 mm (de espesor) con resistencia a la torsión de 28 kgm.
- Hard – puente de torsión de 3,2 mm (de espesor) con resistencia a la torsión de 37 kgm.

Se realiza con acero de alta resistencia (FE52).

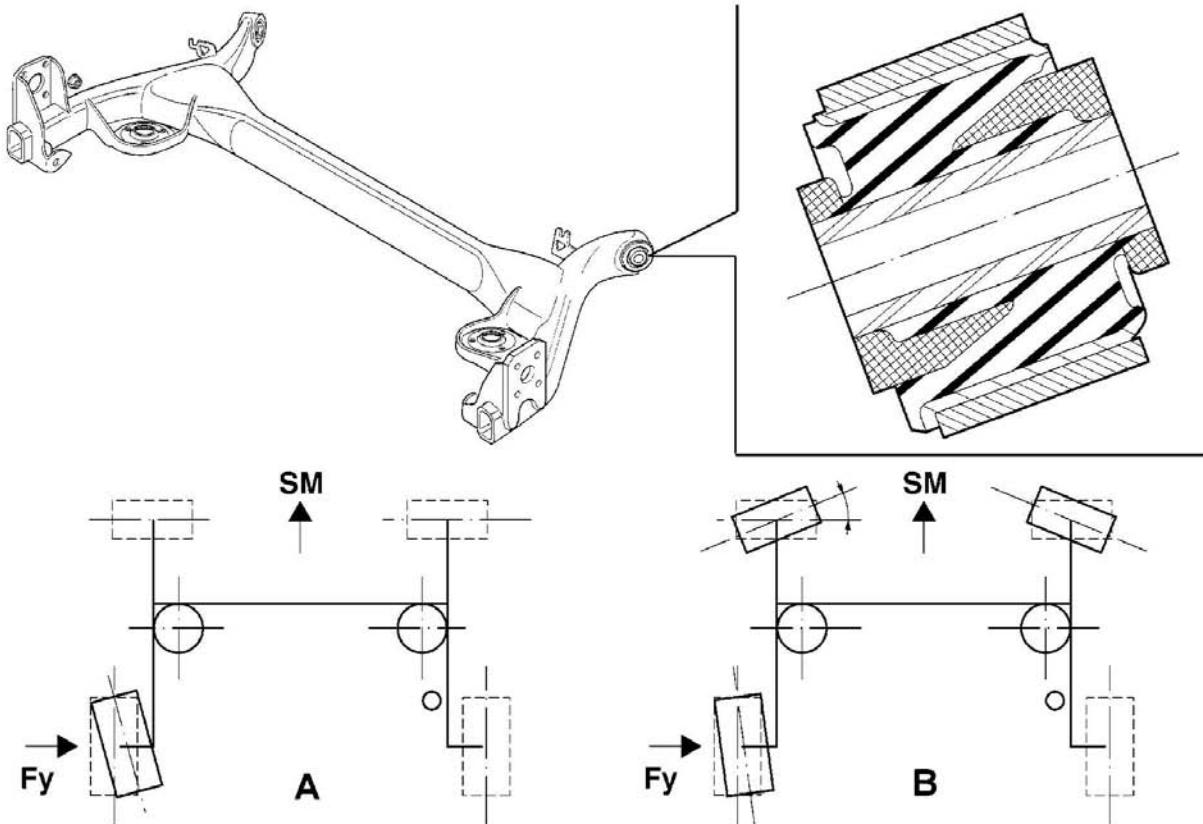
### AMORTIGUADORES

Los amortiguadores traseros son hidráulicos de doble efecto, con anclaje debajo del piso para no reducir la anchura del compartimiento de carga, y llevan casquillos de rigidez dinámica para absorber las fuerzas verticales.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### CASQUILLOS INTELIGENTES (Fiat Punto)



### CARACTERÍSTICAS

Los casquillos que unen el puente de torsión con las ruedas y con la carrocería se llaman inteligentes porque, cuando el vehículo recorre una curva, permiten un “autoviraje” modulado de la rueda trasera exterior que favorece la entrada en la curva sin provocar el sobreviraje del vehículo. Además, estos casquillos han sido optimizados para filtrar el ruido transmitido por la rueda a la carrocería.

### CONSTITUCIÓN

Los casquillos están reforzados con listelos de plástico montados transversalmente y están colocados en los brazos con una fuerza de 600 kg y un ángulo de 25°.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

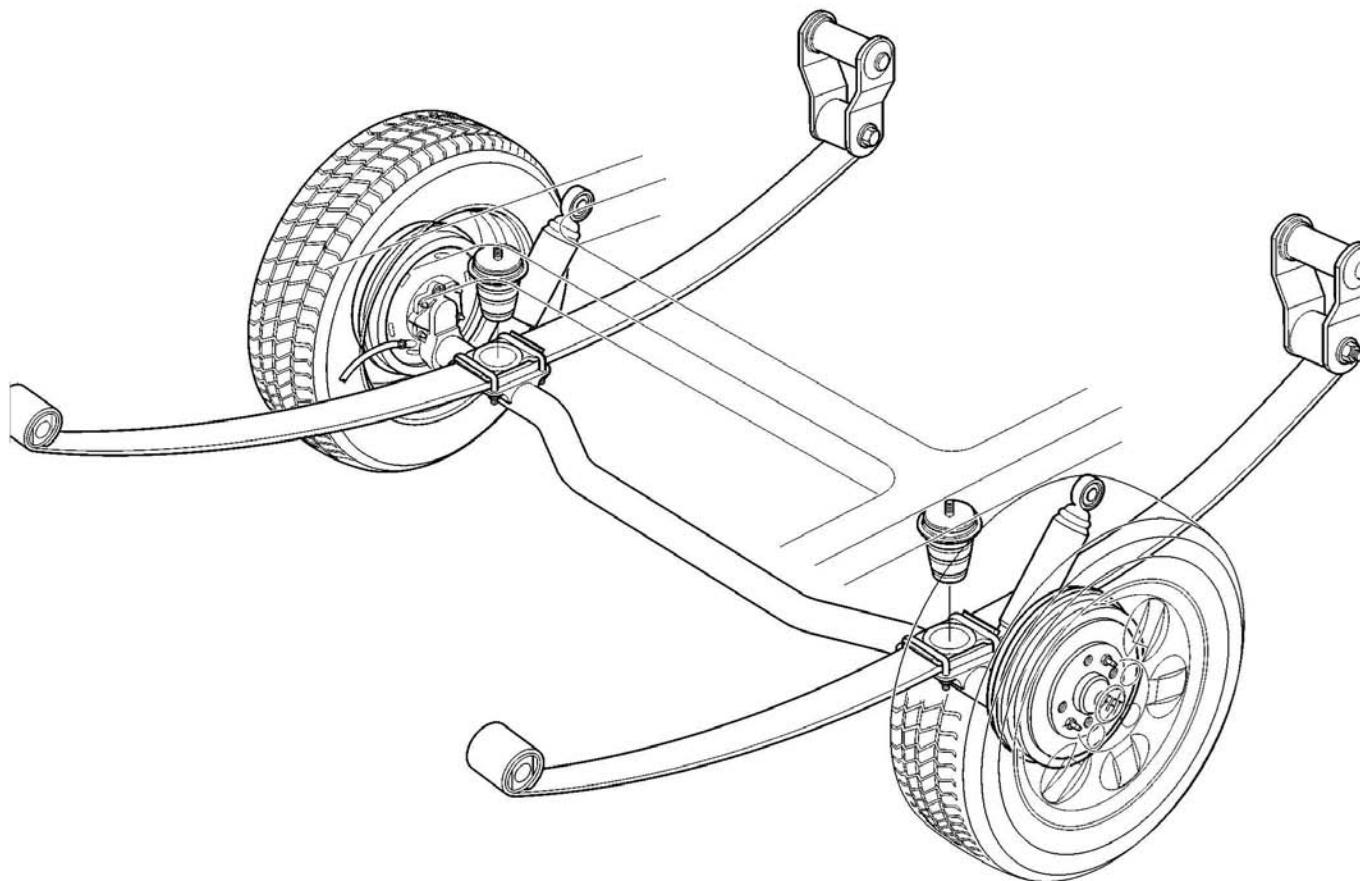
### FUNCIONAMIENTO

En el puente de torsión tradicional (véase figura A), ante una fuerza lateral que actúa sobre la rueda, se produce una deformación exagerada del casquillo que conduce a un sobreviraje acentuado del vehículo, dificultando el control del vehículo en situaciones críticas. Los casquillos inteligentes montados en el FIAT PUNTO han sido calibrados para ofrecer, en presencia de fuerzas laterales (véase B) un efecto de autoviraje modulado, optimizando la maniobrabilidad del vehículo en curva.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### SUSPENSIONES DE RUEDAS INTERCONECTADAS RÍGIDAMENTE



### APLICACIONES

Esta suspensión sólo es adecuada para la parte trasera.

### CARACTERÍSTICAS

El elemento fundamental de este tipo de suspensión es la conexión rígida de las ruedas de un mismo eje. La conexión rígida hace que el movimiento vertical de una rueda provoque la rotación en el plano vertical del eje y de la otra rueda, con evidentes inconvenientes para el agarre a la carretera y para el confort.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

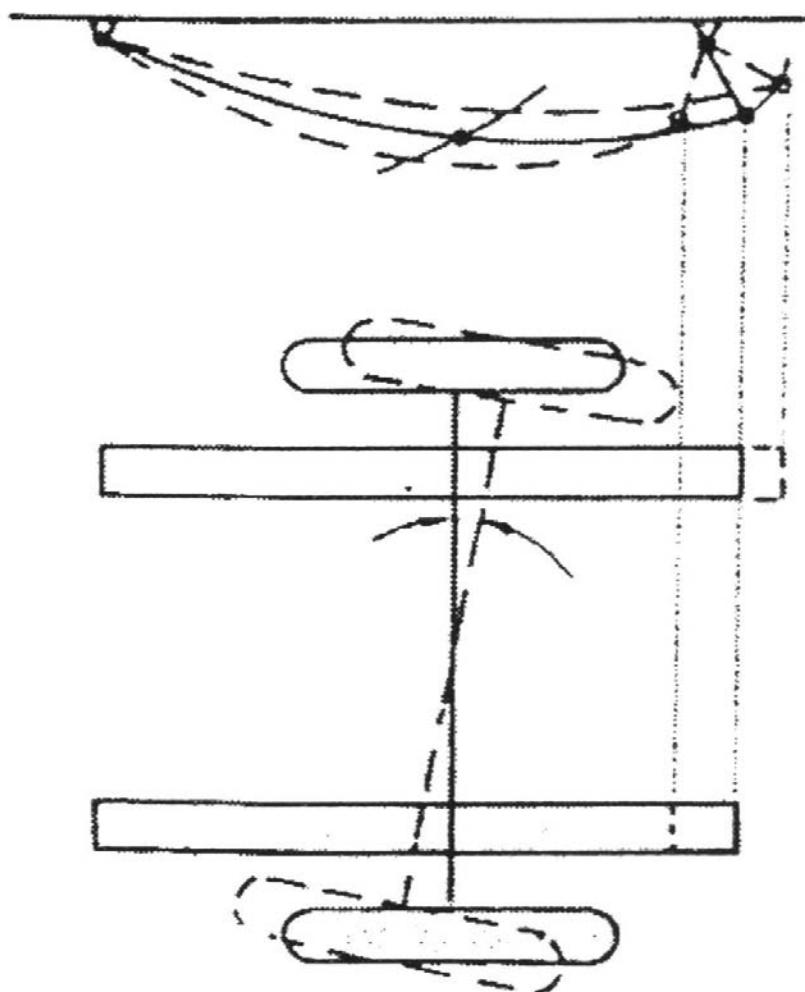
## SUSPENSIÓN

### VENTAJAS

- Ruedas siempre perpendiculares al terreno ya que están conectadas a un eje rígido; independiente de la carga o de la inclinación transversal y longitudinal, mantiene constante el ángulo de caída.
- Bajo coste.
- Bajo peso.

### DESVENTAJAS

- Las ruedas no se guían en variación de convergencia y se resienten de los movimientos del eje completo.
- Masas no suspendidas elevadas.
- Ocupa mucho espacio en dirección vertical.



 IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

K

ZOOM +

ZOOM -



SUSPENSIÓN

## EJE

El eje está formado por un tubo rectilíneo o curvado que une las dos ruedas; el defecto de esta solución constructiva es que el eje forma parte de las masas no suspendidas, con todos los inconvenientes que derivan de ello y que se han descrito anteriormente.

## BALLESTA

El eje está conectado a la carrocería mediante ballestas longitudinales; en esta solución las ballestas también absorben las reacciones longitudinales y transversales aunque con cierta precariedad debido a su elasticidad.

## AUTOVIRAJE

Otra limitación de este esquema es el fenómeno del autoviraje de las ruedas traseras durante el recorrido de las ballestas. En curva, la inclinación del chasis del vehículo, debido al balanceo, provoca una diferencia de recorrido de las dos ballestas: mientras la ballesta de la rueda exterior es aplastada, la interior está levantada. Debido al esquema de unión de la ballesta a la carrocería el eje gira y también las ruedas: un valor excesivo de este autoviraje provoca fenómenos de sobreviraje.

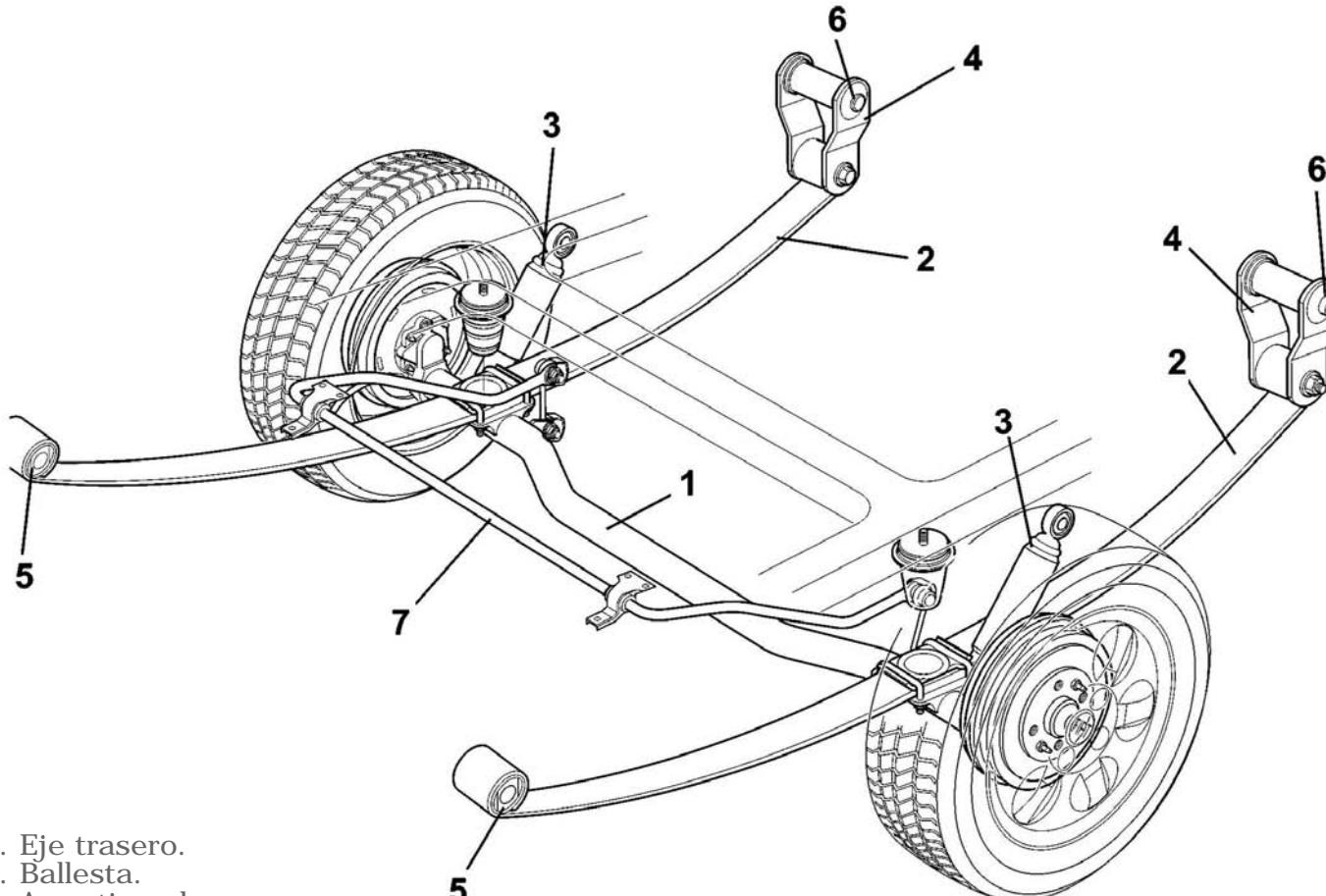
## VARIACIÓN DE LA ALINEACIÓN GEOMÉTRICA

La solución de eje rígido no prevé la posibilidad de regular la geometría de las ruedas. Si durante un control no se miden los valores prescritos, deberá efectuarse el control de la carrocería y del eje y, si es necesario, sustituir el eje.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS (Fiat Doblò)



1. Eje trasero.
2. Ballesta.
3. Amortiguador.
4. Gemela.
5. Soporte anterior (de fijación a la carrocería).
6. Soporte posterior (de fijación a la carrocería).
7. barra estabilizadora (sólo en las versiones de transporte de personas).

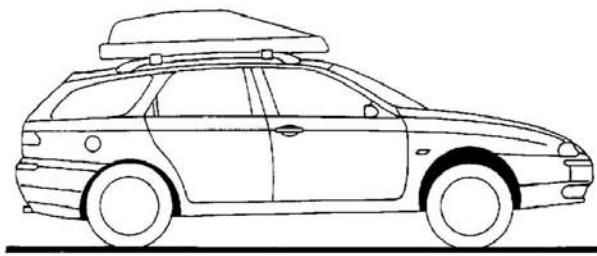
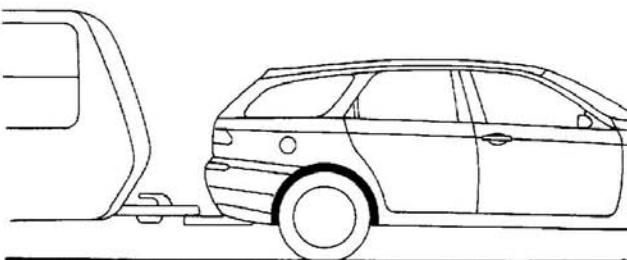
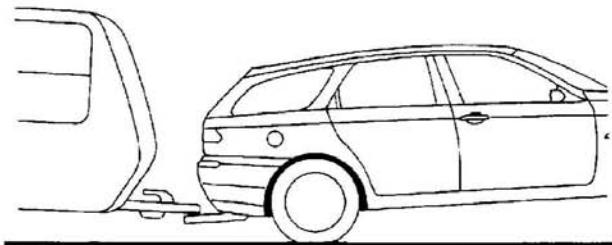
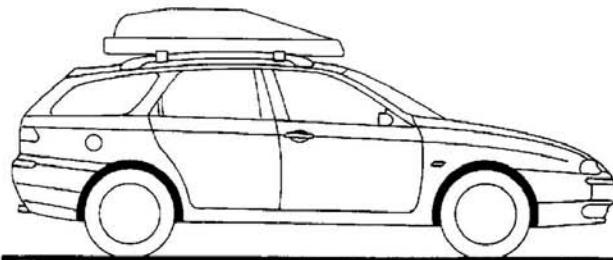
La suspensión trasera montada en el Fiat Doblò para el transporte de personas (versión Panorama), presenta algunas peculiaridades constructivas:

- Adopción de una barra estabilizadora acoplada a la carrocería mediante tacos elásticos y vinculada al eje rígido mediante dos mecanismos de palanca ubicados en los extremos; esta solución reduce el efecto de balanceo de la carrocería, garantizando al mismo tiempo un mejor agarre a la carretera.
- Utilización de hojas con un ahusamiento específico que permite alcanzar valores de flexibilidad de las ballestas más elevados (0,55 m/kg) respecto a las adoptadas en la versión furgón (0,42 m/kg).

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### SUSPENSIONES CON AMORTIGUADORES AUTONIVELANTES NIVOMAT

**A****B**

### REQUISITOS

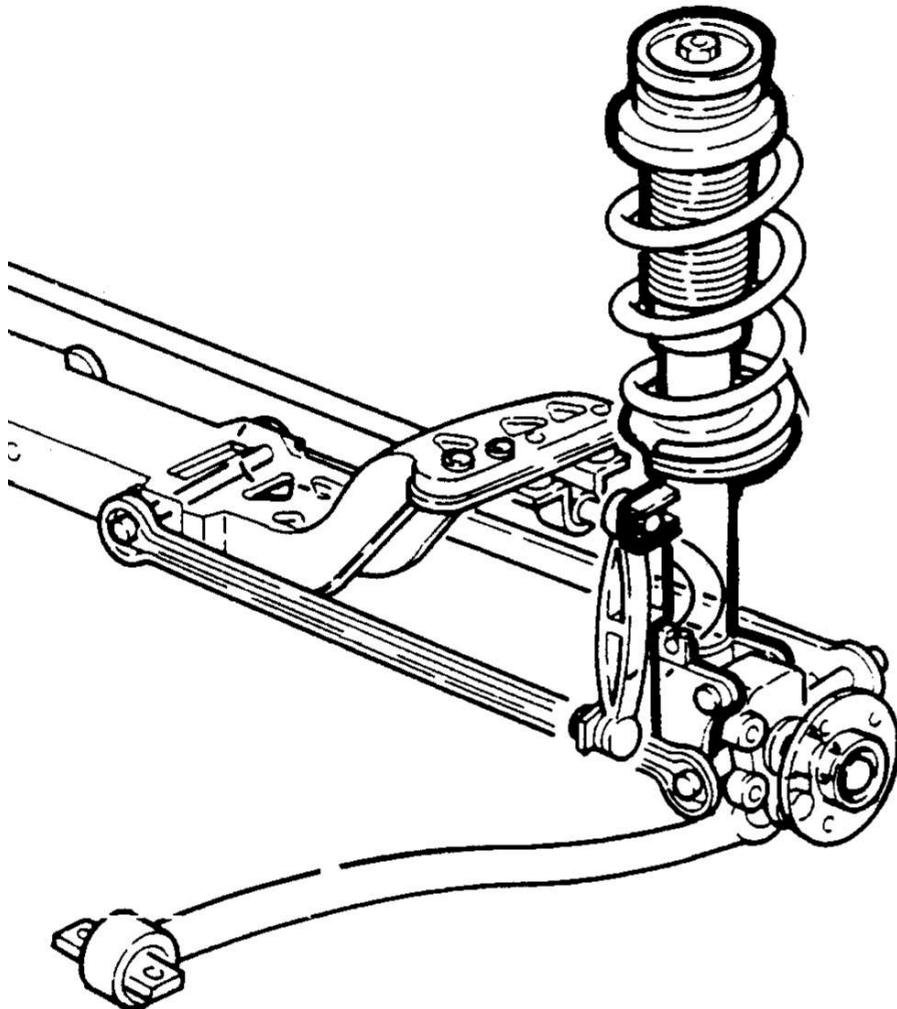
El sistema muelle amortiguador es uno de los elementos más importantes de la suspensión, ya que deben "absorber" las irregularidades de la calzada y controlar el comportamiento de la rueda; todo ello para asegurar un buen nivel de confort y seguridad. Sin embargo las características de la suspensión están supeditadas a la carga que actúa sobre ellas; especialmente en el caso de la suspensión trasera (véase figura A), una carga transportada o el arrastre de una caravana, produce una variación de la suspensión rediciendo la carrera útil del grupo muelle-amortiguador. Esto aleja a la suspensión de las condiciones óptimas, porque varía la frecuencia de los muelles, la amortiguación eficaz de los amortiguadores y la geometría de la suspensión.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### SUSPENSIONES AUTONIVELANTES

Una solución al problema presentado puede ser una suspensión que varíe los parámetros del sistema de resortes y amortiguación al variar la carga, manteniendo constante la distancia entre el eje trasero y la carrocería independientemente de la carga transportada (véase figura B pág. 85). Es el caso de las suspensiones autonivelantes que garantizan la alineación correcta del vehículo en cualquier condición de carga. Un tipo de suspensiones autonivelantes son las suspensiones NIVOMAT, montadas por ejemplo en el ALFA ROMEO 156 SPORT WAGON.





 IMPRIMIR

ÍNDICE









ZOOM +

ZOOM -



SUSPENSIÓN

## UNIDAD NIVOMAT

Para el AR 156 SW se utilizan las unidades autonivelantes BOGE NIVOMAT. Estas unidades exteriormente son exactamente iguales que los amortiguadores normales, y de hecho se montan en lugar de los amortiguadores tradicionales, permitiendo también la modificación en las suspensiones que no las montan originalmente.

## CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Estas unidades mantienen la distancia correcta entre el eje trasero y la carrocería independientemente de la carga (en los límites de la resistencia mecánica de los distintos órganos mecánicos) y la amortiguación depende de la carga. Esta última característica evita el problema de las suspensiones tradicionales que tienden a ser demasiado rígidas cuando el vehículo está vacío y demasiado suaves, o "esponjosas" cuando se viaja a plena carga (esto es así porque el dimensionado de una suspensión tradicional se hace para una carga intermedia de funcionamiento, aceptando variaciones de comportamiento dinámico para las condiciones que se alejan de la carga de proyecto).

## PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

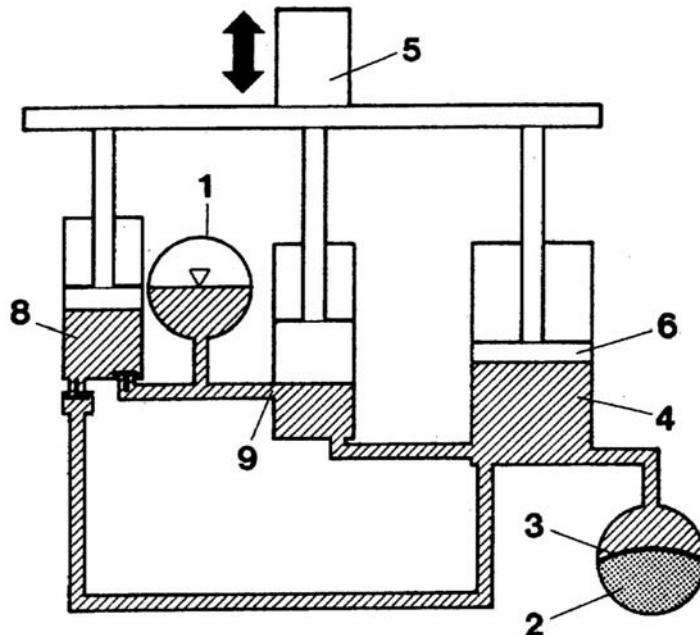
las unidades Nivomat se definen como de energía propia; de hecho trabajan sin energía de ninguna fuente exterior. La fuente de energía utilizada por el amortiguador para corregir la alineación la toma de la energía asociada al movimiento relativo entre la carrocería y la rueda. En otras palabras, la energía que debe disipar cada amortiguador, en los amortiguadores Nivomat, se transforma en parte en energía hidráulica con la presión necesaria para el funcionamiento de la suspensión.

IMPRIMIR

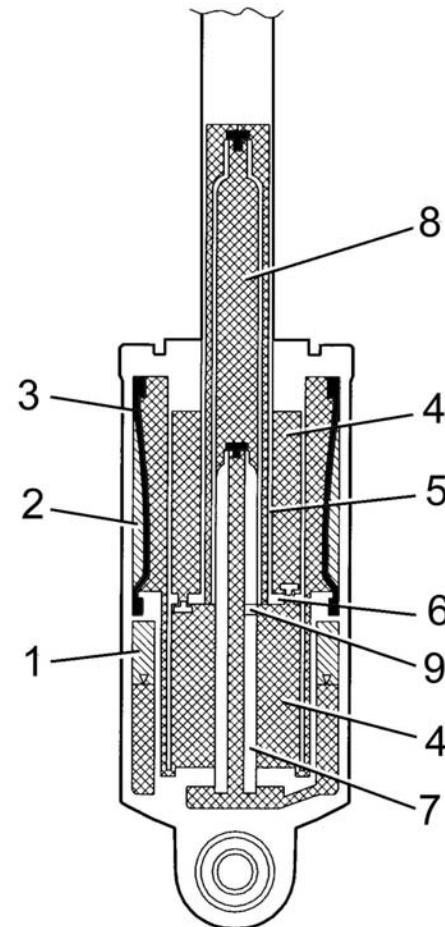
ÍNDICE

SUSPENSIÓN

## CONSTITUCIÓN DEL SISTEMA



1. Cámara de baja presión.
2. Cámara de alta presión.
3. Diafragma.
4. Amortiguador.
5. Vástago del amortiguador.
6. Válvulas amortiguadoras.
7. Vástago de bombeo perforado.
8. Bomba de aceite.
9. Orificio.

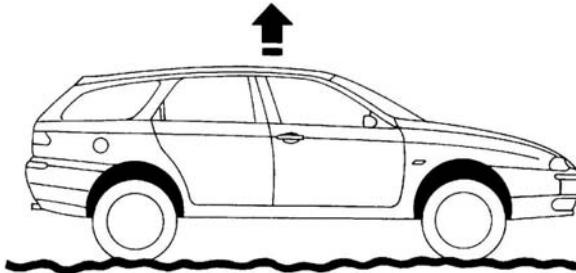
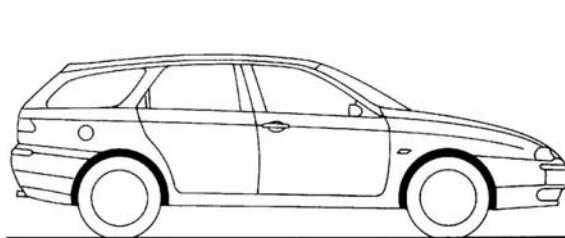


Las unidades Nivomat están formadas por una envoltura exterior en la que hay dos cámaras: la cámara de baja presión (1), situada en la parte inferior de la unidad, que funciona como depósito de aceite y está parcialmente llena de gas a presión, y la cámara de alta presión (2), situada en la parte superior de la unidad dividida en dos por un diafragma (3), llena de aceite en su interior y de gas a presión en el exterior. Sin carga, la presión en el interior de las dos cámaras es idéntica, de unos 25 bares. A plena carga en la cámara de baja presión hay una presión de unos 8 bares, mientras que en la cámara de alta presión se alcanzan los 80 bares. Dentro de la envoltura exterior está el cilindro del amortiguador propiamente dicho (4), a cuyo vástago (5) está conectado el émbolo (6) con las válvulas amortiguadoras. Un vástago de bombeo perforado (7), conectado en la base de la unidad, se desliza por el interior del émbolo hueco, formando la bomba de aceite (8). En la superficie exterior del vástago (7) hay un orificio (9) que funciona como sensor de altura.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA



### ARRANQUE DEL VEHÍCULO

En cuanto el vehículo empieza a moverse, haciendo trabajar a las suspensiones, la bomba del interior de las unidades Nivomat empieza a aspirar fluido desde la cámara de baja presión y lo envía hacia la cámara de alta presión en la que actúa un gas comprimido.

### AUMENTO DE LA PRESIÓN

El aumento de la presión en la cámara de alta presión hace subir el amortiguador, y por lo tanto la carrocería respecto a las ruedas. El procedimiento de ajuste de la altura de la carrocería se completa cuando el vehículo recorre unos 2 km, según el estado de la calzada. En cualquier caso, el tiempo para alcanzar la nivelación depende del estado del firme de la calzada: un firme muy accidentado permite una nivelación más rápida.

### NIVELACIÓN

Cuando el chasis se nivela, el aceite enviado por la bomba se reenvía al depósito; esto se realiza automáticamente gracias al orificio, cuya posición se calibra para que el vástagos lo abra cuando se alcanza la altura deseada. La nivelación se mantiene incluso cuando el vehículo está parado y dura hasta un día. De todas formas, las inevitables pérdidas van disminuyendo lentamente la presión por lo que el vehículo tiende a bajar por la acción de la carga.

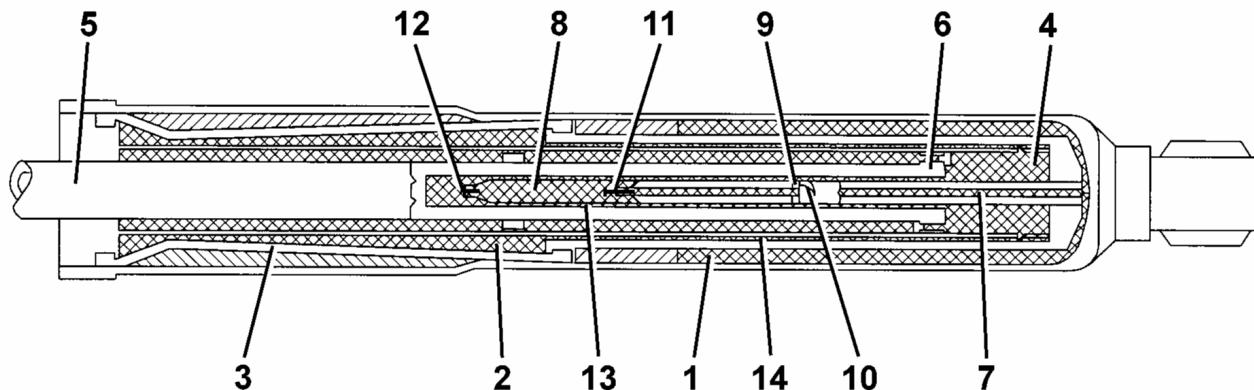
### ELIMINACIÓN DE LA CARGA

Cuando se elimina la carga, el vehículo sube, como si hubiera una suspensión normal. Sin embargo vuelve a nivelarse enseguida, porque el aceite pasa de la cámara de alta presión a la de baja presión.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### FUNCIONAMIENTO

**A**

### CONDICIÓN NO NIVELADA

### AUMENTO DE LA CARGA

Cuando se carga el eje trasero la carrocería baja por el hundimiento de las unidades Nivomat; el descenso de la carrocería es proporcional a la rigidez de los muelles.

### FASE DE BOMBEO DEL ACEITE

Como consecuencia de los movimientos verticales relativos entre la rueda y la carrocería, debidos a las irregularidades de la carretera, el aceite presente en la cámara de baja presión (1) es aspirado, a causa del movimiento del vástagos (7), por la bomba (8), pasando a través de la válvula de entrada (11). El caudal de aceite es enviado a la cámara inferior del amortiguador (4), pasando a través de la válvula de salida (12) y por el conducto (13).

### ELEVACIÓN DEL AMORTIGUADOR

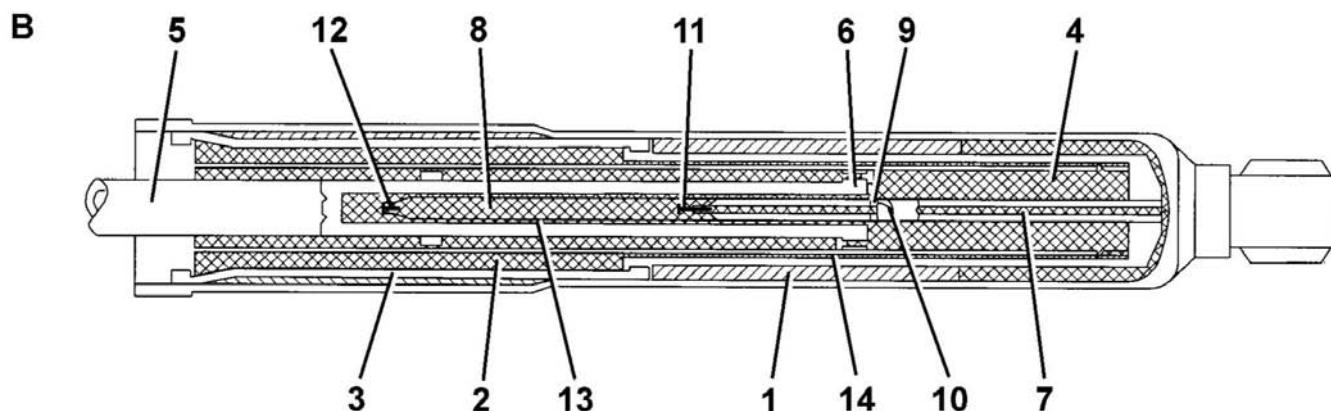
La presión del aceite que actúa sobre la superficie inferior del émbolo (6) hace subir el vástagos (5) y por lo tanto el vehículo. Además, el aceite, al pasar por el conducto (14), llega a la cámara de alta presión (2) y comprime el gas encerrado por el diafragma (3).

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### CÁMARA DE ALTA PRESIÓN

El conjunto cámara de alta presión (2) y diafragma (3) funciona como pulmón de alta presión, manteniendo una reserva de aceite a presión. Además, la cámara de alta presión estabiliza el valor de presión dentro de la unidad, evitando los picos de presión que se producirían por el funcionamiento intrínseco de la propia unidad, tanto en la fase de bombeo del aceite, como durante su funcionamiento como amortiguador tradicional. En este último caso el amortiguador Nivomat desempeña tanto la función de un muelle hidroneumático como la de un amortiguador hidroneumático en el que la acción de amortiguación depende de la carga. Ello es posible gracias a la presencia del "cojinete" de gas comprimido.



### CONDICIÓN NIVELADA

#### POSICIÓN DE NIVELACIÓN

El proceso de subida del amortiguador continúa hasta que la ranura (10) quede cubierta por el émbolo (6); cuando sucede, el aceite bombeado por la bomba (8) fluye hacia el depósito (es decir, hacia la cámara de baja presión) a través del orificio (9) y el vástago perforado (7). La posición de la ranura (10) funciona como referencia para la condición de nivelación de la suspensión.

#### MANTENIMIENTO DE LA NIVELACIÓN

Esta posición se mantiene gracias al equilibrio dinámico que se crea, mientras la suspensión está nivelada, el aceite enviado por la bomba se desvía hacia el depósito; cuando baja la presión (por fugas internas) y por consiguiente también la suspensión, el émbolo (6) cierra poco a poco la abertura (10). Así, el aceite puede volver a la cámara de alta presión; este equilibrio dinámico se mantiene mientras el vehículo está en movimiento.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### PARADA DEL VEHÍCULO

Cuando el vehículo está parado es el pulmón de aceite a presión el que mantiene la suspensión nivelada durante un tiempo. Naturalmente, la presencia de fugas hace descender progresivamente la suspensión, por lo menos mientras se mantenga la carga sobre el eje trasero.

### PRESIÓN SIN CARGA

La presión se mantiene a 25 bares sin carga para que la unidad Nivomat pueda funcionar como un amortiguador normal de doble efecto presurizado. Esta medida es importante en las primeras fases de marcha del vehículo, cuando la unidad Nivomat funciona como un amortiguador tradicional.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### SUSPENSIONES DE AMORTIGUACIÓN CONTROLADA

La exigencia cada vez mayor de comodidad y facilidad de conducción, ha llevado recientemente a desarrollar suspensiones más sofisticadas.

El objetivo de esta innovación es garantizar la máxima facilidad de conducción en cuanto a seguridad y confort, incluso en condiciones de conducción difíciles. En general, para obtener mayor comodidad, es necesario calibrar las piezas empleadas en las suspensiones (muelles y amortiguadores) con características que a menudo se contradice con las que son necesarias para una buena seguridad en carretera: en efecto, calibrados suaves privilegian el confort, mientras que calibrados duros mejoran la estabilidad en carretera.

El fabricante puede elegir, según las características y las prestaciones del modelo, el calibrado más oportuno.

Con el empleo de la electrónica, y gracias a las metas alcanzadas en la tecnología de los componentes, se han abierto nuevas posibilidades para mejorar ulteriormente el confort y la facilidad de conducción del coche, actuando en los siguientes parámetros:

- Características de los elementos atenuantes (amortiguadores).
- Características de los elementos elásticos (rigidez de los muelles, barras estabilizadoras, casquillos, topes de goma).

Según estos elementos se pueden diferenciar dos tipos de suspensiones:

- Suspensiones tradicionales.
- Suspensiones de amortiguación controlada electrónicamente.
- Suspensiones de amortiguación controlada y autoniveladoras electrónicamente.
- Suspensiones autoniveladoras (oleoneumáticas o electroneumáticas).

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

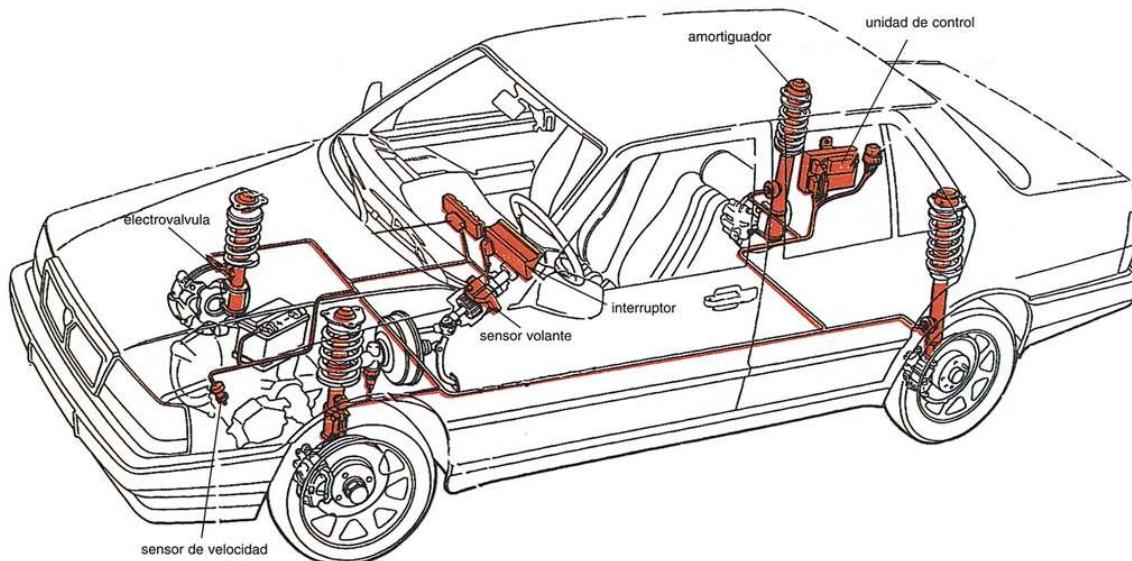
### SUSPENSIONES DE AMORTIGUACIÓN CONTROLADA ELECTRÓNICAMENTE

Este sistema permite la variación del calibrado de los amortiguadores, en función de las condiciones de conducción y del firme de la carretera.

El sistema puede pasar, en tiempo real, el calibrado de los amortiguadores de rígidos a medios y suaves o viceversa, en función de las señales procedentes de los sensores que detectan las condiciones de marcha del coche.

La instalación privilegia una conducción segura y confortable seleccionando los calibrados de los amortiguadores delanteros y traseros, en función:

- Del programa seleccionado (auto - sport).
- Del estilo de conducción adoptado por el conductor.
- Del estado del firme de la carretera.



Sistema de amortiguación controlada

Los componentes del sistema son:

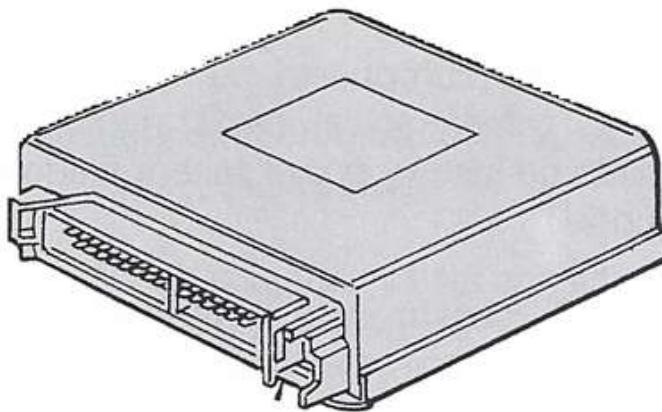
- Unidad electrónica de control.
- Interruptor de selección del programa y testigos luminosos.
- Sensor de velocidad del coche.
- Fusible.
- Sensor óptico de dirección.
- Amortiguadores con los motointerceptadores.
- Señalización de averías en el cuadro de instrumentos si lo lleva (Infocenter).
- Sensor de aceleración vertical.
- Cableado específico del sistema eléctrico.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### UNIDAD ELECTRÓNICA DE CONTROL

La centralita está provista de un circuito de adquisición y codificación de datos; de un microprocesador para la gestión de los datos mismos y de una serie de memorias donde están contenidos todos los programas necesarios para la gestión del sistema; de un conductor de mando de los motointerceptadores y de una toma de diagnosis que permite la conexión del Examiner.



Unidad electrónica de control

Con todos los sensores en funcionamiento, el cableado en buen estado, el interruptor de selección de programa en **AUTO** y el testigo verde encendido, la centralita dirige los cuatro motointerceptadores y selecciona el calibrado de los amortiguadores en **DURÓ**, **MEDIO** o **SUAVE** en función de los parámetros:

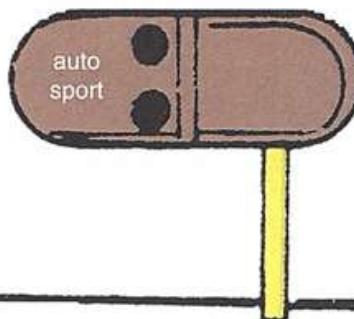
- Velocidad del coche.
- Aceleración / deceleración longitudinal del coche.
- Variación de la aceleración / deceleración del coche en la unidad de tiempo.
- Aceleración vertical del coche.
- Posición angular del volante de dirección.
- Velocidad de rotación del volante.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### INTERRUPTOR DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA

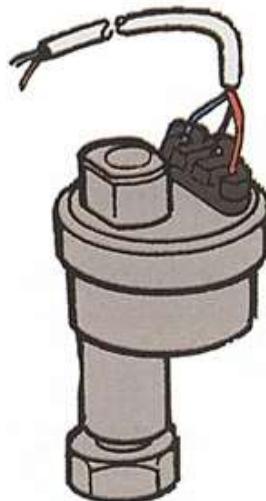
El interruptor situado en el salpicadero permite seleccionar el programa **AUTO** o **SPORT**. Las posiciones del interruptor se visualizan a través del encendido de los testigos de señalización correspondientes. Verde auto y amarillo sport.



Interruptor

### SENSOR DE VELOCIDAD DEL COCHE

Es el elemento que envía la señal de velocidad del vehículo (a través del cuadro de instrumentos) a la unidad de control. Está situado a la salida del cambio de marchas y es de efecto Hall.



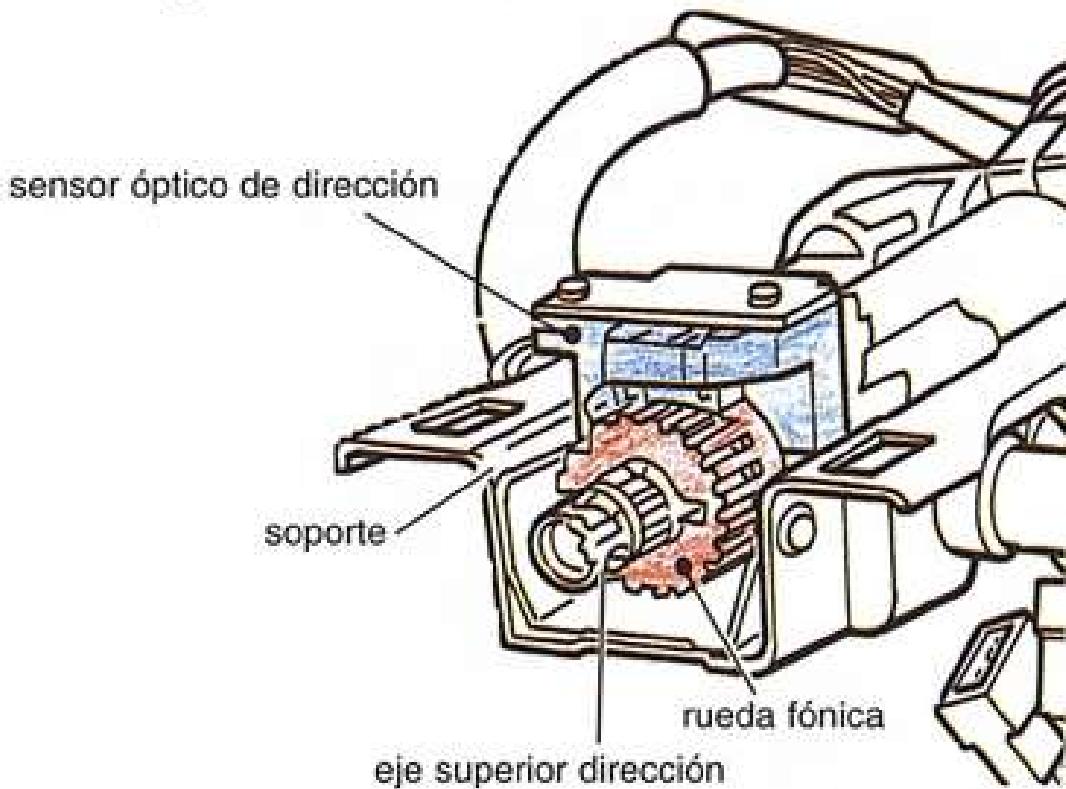
Sensor de velocidad del coche

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### SENSOR ÓPTICO DE DIRECCIÓN

Tiene la función de informar a la unidad de control de la posición angular y de la velocidad con la cual se alcanza dicha posición.



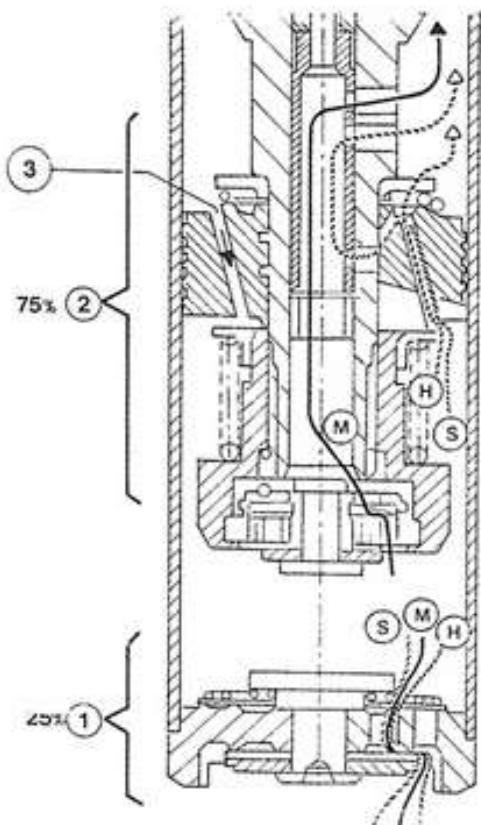
Sensor óptico de dirección

Está compuesto por una rueda fónica, calada en el eje superior del mando de luces y por el sensor fijado al soporte

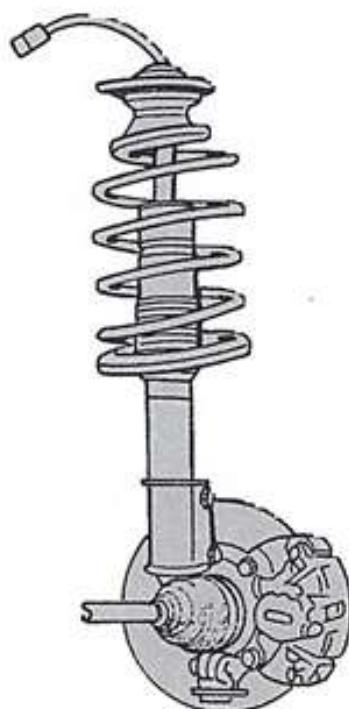
El sensor está compuesto por tres led de frente a tres fotodioides receptores; los led y los fotodioides están situados en dos circunferencias concéntricas respectivamente en el interior y en el exterior de la rueda fónica.

Durante la rotación del volante la rueda fónica, constituida por llenos y vacíos, intercepta los haces luminosos emitidos por los led hacia los fotodioides, traduciéndose en señales dirigidas a la unidad electrónica.

## MOTOINTERCEPTADORES INCORPORADOS EN LOS AMORTIGUADORES



**motointerceptador colocado en el interior del amortiguador**



**amortiguador**

### Amortiguador con motointerceptador incorporado

Es un actuador y está constituido por un motor de corriente continua unidireccional, y por un distribuidor hidráulico.

El amortiguador es de tipo oleodinámico presurizado en el cual las válvulas superiores están sujetas a un Motointerceptador para la regulación de la amortiguación. El calibrado de las válvulas internas se define de forma que:

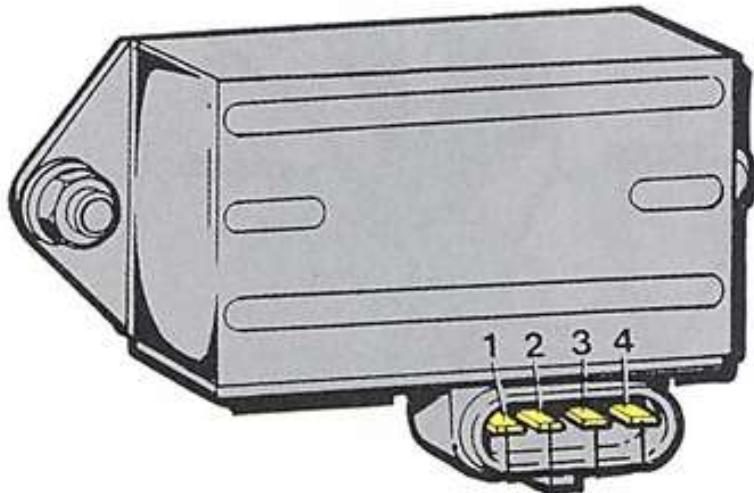
- El 25% del efecto de amortiguación está asegurado por las válvulas inferiores.
- El 75% del efecto de amortiguación está asegurado por las válvulas superiores reguladas a su vez por el motointerceptador.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### SENSOR DE ACCELERACIÓN VERTICAL

El sensor de aceleración vertical detecta y envía a la unidad de control las variaciones de estado que modifican el ajuste vertical del coche.



Sensor de aceleración vertical

La unidad de control filtra los valores de aceleración/deceleración en función de la frecuencia de oscilación de la carrocería y de la frecuencia de oscilación de la rueda. Los valores límite de aceleración son seleccionados por la unidad electrónica en función de la velocidad del coche.

### CABLEADO DEL SISTEMA

Es el conjunto de cables específico que conecta entre sí todos los elementos eléctricos que componen el sistema.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### SUSPENSIONES AUTONIVELANTES

Las suspensiones de control automático de la posición (autoniveladoras) son un sistema automático que, generalmente, es aplicado a las suspensiones posteriores; este sistema garantiza la posición constante respecto al terreno, independientemente de las condiciones de carga.

El eje trasero del coche es el que padece las mayores variaciones de carga y, por consiguiente, de posición, entre las condiciones de vacío y plena carga. Las variaciones que afectan al eje delantero son de entidad mucho menor, es decir de poco superiores al 50% de los valores del eje trasero. Por esta razón, la regulación de la posición encuentra aplicación lógica en el eje trasero.

Los sistemas de control más difundidos son dos:

- Oleoneumático.
- Electroneumático.

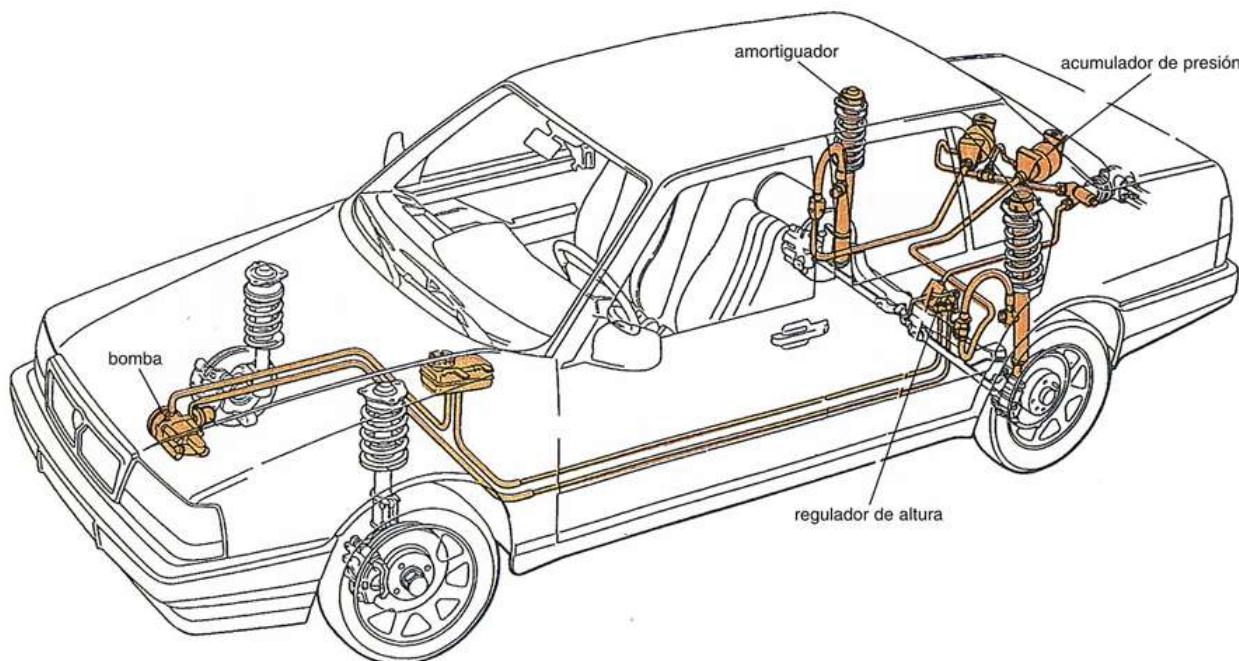
[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### OLEONEUMÁTICO

El sistema de tipo oleoneumático mantiene automáticamente constante la posición del coche en el valor horizontal prefijado, con el coche en condiciones de carga teórica de proyecto.

El peso total que apoya sobre el eje trasero, con suspensiones de tipo oleoneumático, es sostenido sea por los muelles tradicionales sea por la fuerza vertical generada por el aceite bajo presión contenido en los amortiguadores. Por lo tanto, los amortiguadores actúan como elementos parcialmente portantes.



### Suspensión autonivelante oleoneumática

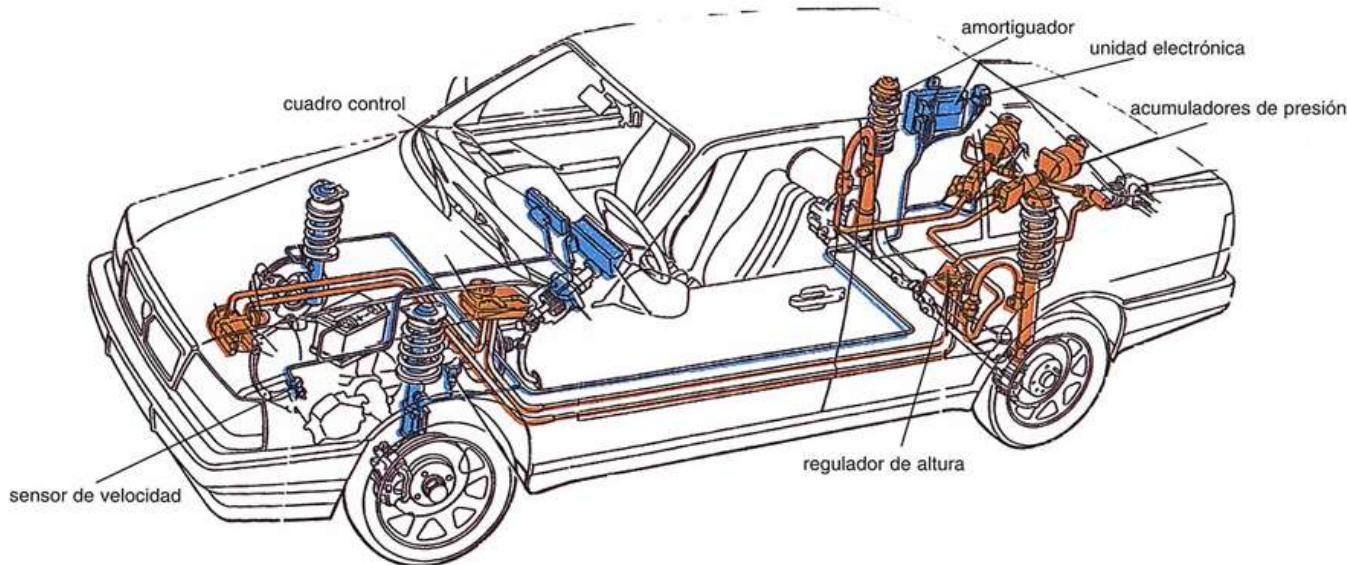
Regulando en modo oportuno la presión del aceite en los amortiguadores, es posible, por lo tanto, bajar o levantar el coche, llevándolo a la posición deseada. El sistema está formado por:

- Amortiguadores.
- Acumuladores.
- Regulador de altura.
- Bomba volumétrica.
- Depósito de aceite.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

También existe en los modelos más sofisticados las suspensiones llamadas inteligentes, que son, la unión de la autonivelante oleoneumática y la de amortiguación controlada electrónicamente.



Suspensión inteligente

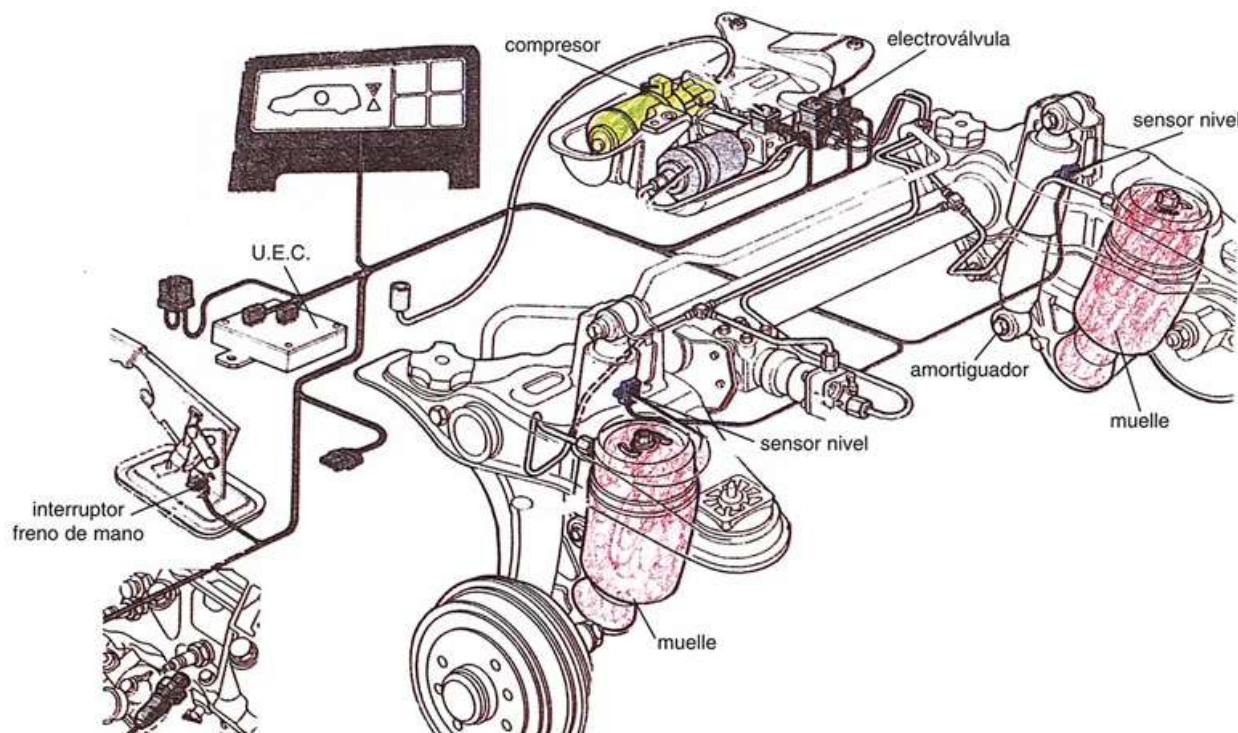
[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### ELECTRONEUMÁTICO

El sistema de tipo electroneumático mantiene, también el, automáticamente constante la posición del coche en el valor horizontal prefijado, en condiciones de carga teórica de proyecto.

El peso total que apoya sobre el eje trasero, equipado con suspensiones de tipo electroneumático, es mantenido totalmente por los muelles, que son de aire.



Suspensión autonivelante electroneumática

Regulando de manera oportuna la presión del aire en los muelles, es posible bajar o levantar el coche, llevándolo a la posición prefijada.

El sistema está formado generalmente por:

- Muelles de aire.
- Amortiguadores con sensores de nivel.
- Electroválvulas.
- Compresor de aire.
- Unidad electrónica.
- Circuito neumático específico.
- Cableado específico.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

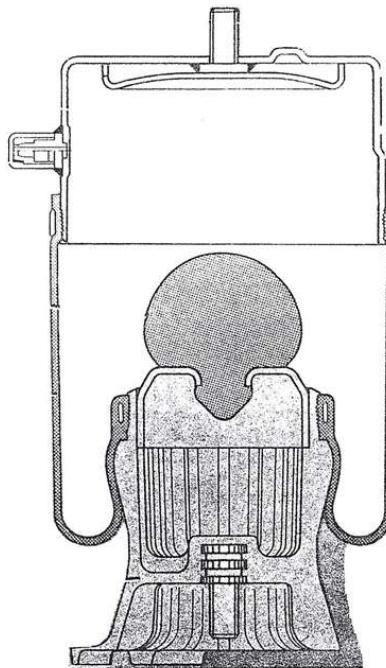
## SUSPENSIÓN

### MUELLE DE AIRE

El principio físico en el que están basados los muelles de aire es el de utilizar, como elemento elástico, la comprimibilidad volumétrica de los gases contenidos en un ambiente indeformable.

Pero, la dificultad de realizar una estanqueidad deslizante y la necesidad de permitir desplazamientos laterales durante el desplazamiento, implican la modificación del esquema básico realizando toda la envoltura en forma de membrana deformable en todas las direcciones y capaz de permitir movimientos sea según el eje principal del muelle que según las direcciones perpendiculares a él, además de distintos ángulos entre los planos de apoyo.

Por lo tanto, la estructura del muelle consiste en una membrana deformable en todas las direcciones, capaz de contener un gas bajo presión sin pérdidas.



Muelle de aire

El muelle de aire está formado por las siguientes partes:

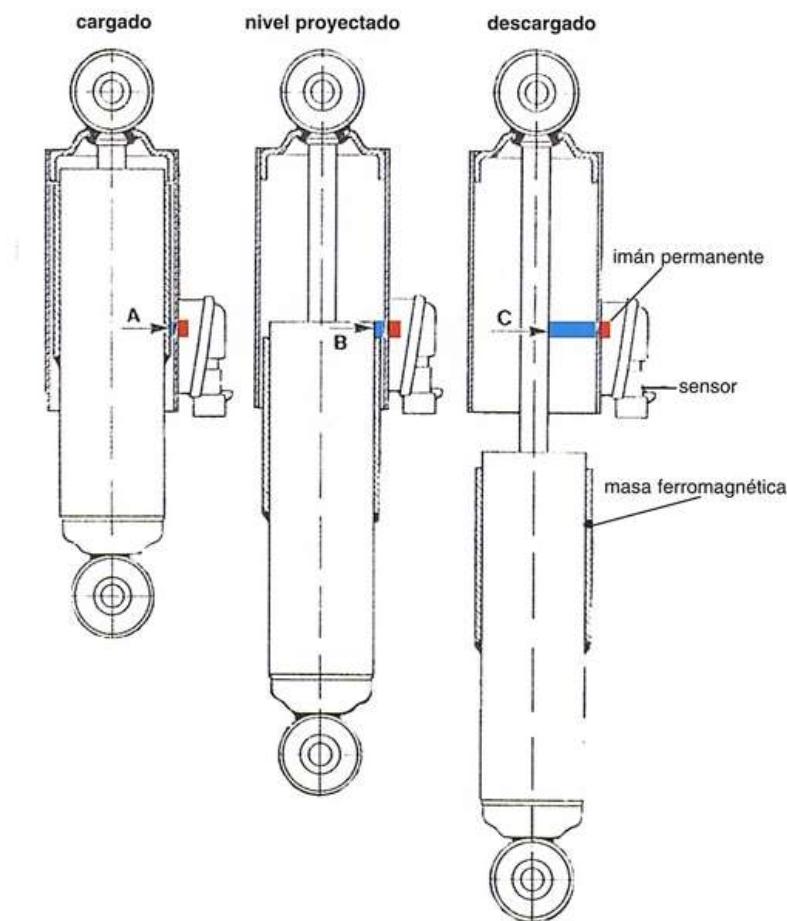
- Membrana.
- Embolo.
- Tope de goma de fin de carrera.
- Cámara de volumen de aire superior.
- Racor de alimentación.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### AMORTIGUADOR CON SENSOR DE NIVEL

El amortiguador es de tipo oleodinámico presurizado descrito anteriormente con válvulas de aspiración de tipo laminar de discos, en el cual se ha incorporado un sensor a efecto Hall.



Amortiguador con sensor de nivel

Los sensores a efecto Hall son unos dispositivos cuya característica es la de aprovechar la propiedad que posee un conductor, recorrido por una corriente eléctrica y dentro de un campo magnético, de suministrar una tensión que es proporcional a la intensidad del campo magnético que lo rodea.

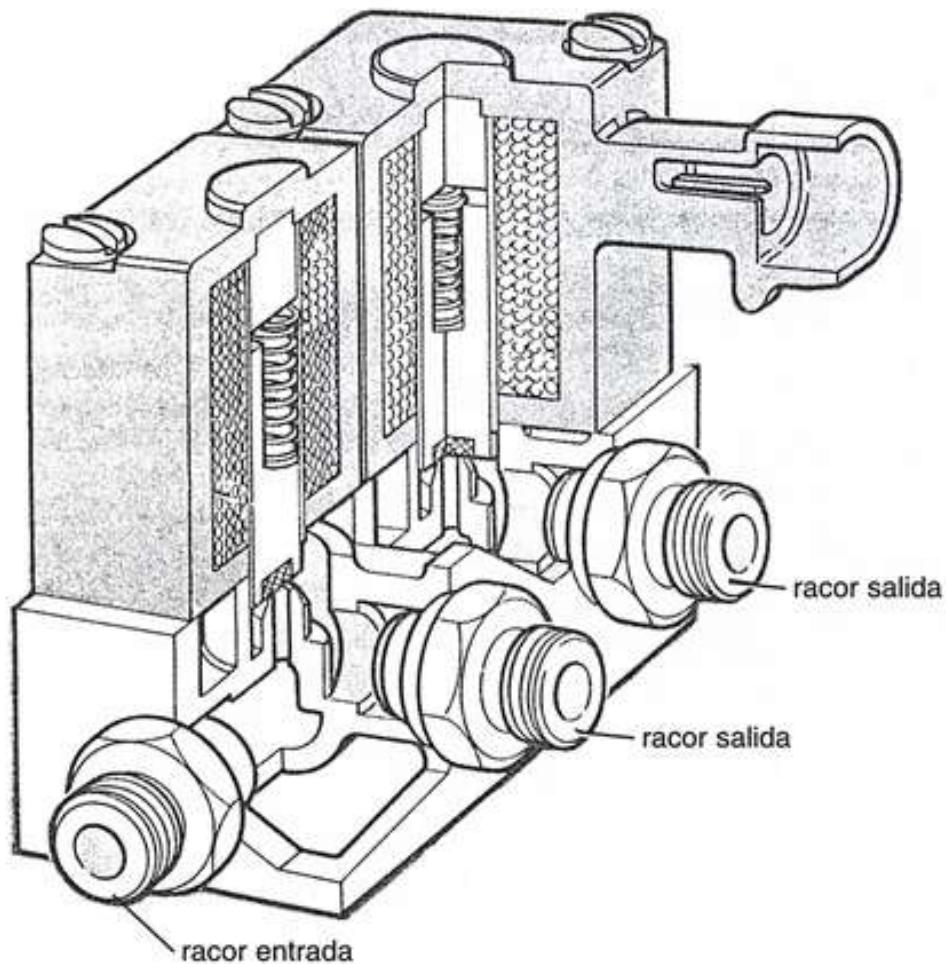
El sensor emitirá a la unidad de control una tensión dependiendo de la distancia entre el imán permanente y la masa ferromagnética.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### ELECTROVÁLVULAS

Tienen la función de poner en comunicación los muelles de aire con el compresor o con la electroválvula de descarga, según el tipo de nivelación requerido.



Electroválvulas de carga/descarga

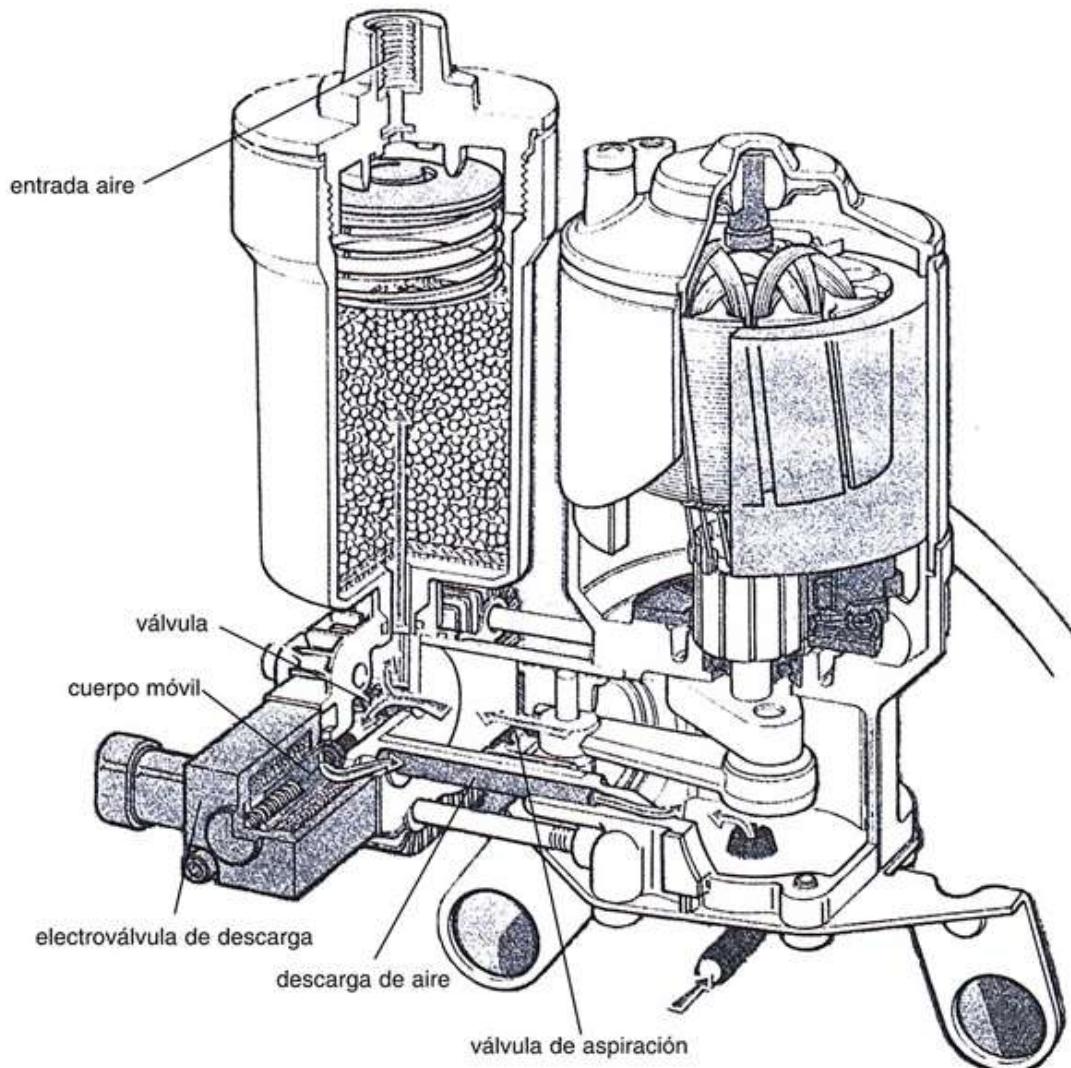
En la etapa de compresión, el aire que llega al racor de entrada y, según cual sea el cuerpo móvil que se encuentre levantado, pasa a través del racor de salida que corresponda llegando a los respectivos muelles derecho o izquierdo.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### COMPRESOR DE AIRE

El motor eléctrico pone en movimiento el compresor, el cual, a través del racor de entrada aspira el aire atmosférico por la válvula de aspiración, lo comprime y lo envía al filtro deshumidificador.



Compresor de aire

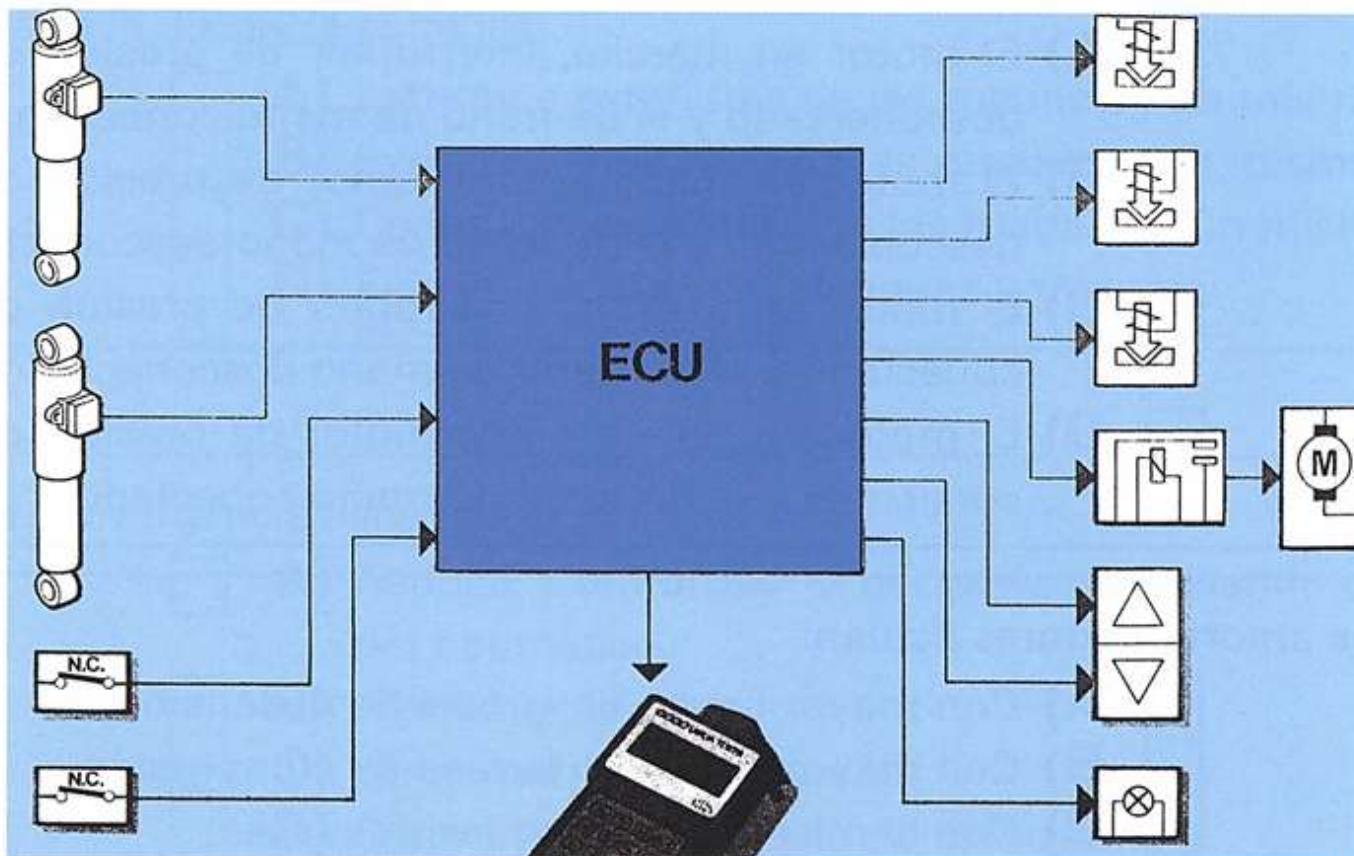
El aire comprimido llegará a través de las electroválvulas de carga/descarga a los muelles de aire.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## SUSPENSIÓN

### UNIDAD ELECTRÓNICA

Funcionamiento: Con el motor en marcha y los “interruptores de presión de aceite y freno de mano” en posición de apertura, La unidad de control en función de las señales que le llegan desde los sensores integrados en los amortiguadores posteriores actúa de la siguiente forma:



Unidad electrónica de control

- Si la posición del coche es alta, pone en funcionamiento la electroválvula de descarga hasta que se consigue la nivelación.
- Si la posición es normal no interviene
- Si la posición es baja pone en funcionamiento el compresor y las electroválvulas de carga, los muelles se llenan y actúa instantáneamente la nivelación.

**NOTA:** Para una buena diagnosis en este tipo de suspensión autonivelante es imprescindible hacer uso del Examiner o el Alfa/Fiat/Lancia tester.

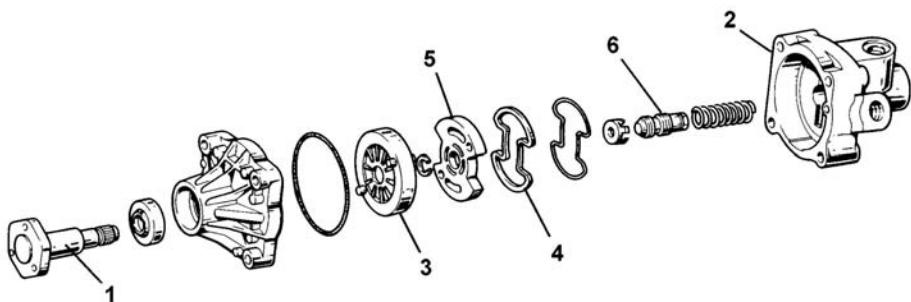


Business Unit

**EVOLUCION-@**  
FORMACIÓN PARA EL FUTURO  
GRUPO FIAT

# AUTOMOCIÓN

⬇ SISTEMAS DE TRANSMISIÓN,  
SEGURIDAD Y CONFORTABILIDAD



[IMPRIMIR](#) [ÍNDICE](#) [<](#) [<](#) [>](#) [>](#) [ZOOM +](#) [ZOOM -](#)

# DIRECCIÓN

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## ÍNDICE

MECANISMO DE LA DIRECCIÓN .....	01
ANÁLISIS DE LAS FUERZAS DE LA RUEDA GIRADA .....	02
REPARTICIÓN DE LAS FUERZAS SOBRE LOS EJES .....	03
RUEDAS DE DIRECCIÓN DELANTERAS Y TRASERAS .....	05
CUATRO RUEDAS DE DIRECCIÓN Y DOS RUEDAS DE DIRECCIÓN .....	06
ÁNGULO DE GIRO DE LAS RUEDAS DIRECTRICES .....	07
CUADRILÁTERO DE ACKERMANN .....	08
CUADRILÁTERO DE JEANTAUD .....	09
INFLUENCIA DE LOS ÁNGULOS DE LAS RUEDAS SOBRE EL C.I.R. ....	10
INFLUENCIA DE LOS ÁNGULOS DE LAS RUEDAS SOBRE EL EJE DE ROTACIÓN DE LAS RUEDAS DE DIRECCIÓN .....	11
TRAYECTORIA TEÓRICA DE UN VEHÍCULO SIN DERIVA .....	12
TRAYECTORIA REAL DE UN VEHÍCULO CON DERIVA .....	13
ÁNGULOS DE LAS RUEDAS .....	15
· ÁNGULO DE CONVERGENCIA (TOE-IN) .....	16
· EFECTOS DE LA CONVERGENCIA .....	17
· CONVERGENCIA POSITIVA .....	17
· CONVERGENCIA NEGATIVA .....	17
· ÁNGULO DE INCIDENCIA O AVANCE DEL PIVOTE (CASTER) .....	18
· EFECTOS DEL AVANCE EN EL NEUMÁTICO .....	20
· EFECTOS DEL AVANCE EN EL VEHÍCULO .....	20
· ÁNGULO DE CAÍDA (CAMBER) .....	20
· EFECTOS EN EL CUBO DE LA RUEDA .....	21
· EFECTOS EN EL NEUMÁTICO .....	21
· EFECTOS EN EL VEHÍCULO .....	21
· ÁNGULO DE SALIDA O INCLINACIÓN DEL PIVOTE DE LA MANGUETA (KING PIN) .....	22
· EFECTOS EN EL NEUMÁTICO .....	23
· EFECTOS EN EL VEHÍCULO .....	23
ALINEACIÓN DE LAS RUEDAS .....	23
· DEFINICIÓN .....	23
· OBJETIVO .....	23
· VARIACIÓN DE LA ALINEACIÓN .....	23
· CONTROL DE LA ALINEACIÓN .....	23



[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## ÍNDICE

· PARÁMETROS DE DEFINICIÓN DE LA ALINEACIÓN .....	24
DIRECCIÓN.....	25
· OBJETIVO.....	25
· REQUISITOS .....	25
· HANDLING .....	25
· COMPONENTES DEL CONJUNTO DE DIRECCIÓN .....	26
· VOLANTE DE DIRECCIÓN.....	27
· COLUMNA DE DIRECCIÓN.....	28
· SISTEMA DE BLOQUEO DE LA DIRECCIÓN POR FRICCIÓN.....	28
· CAJA DE DIRECCIÓN.....	30
· CAJA DE DIRECCIÓN DE TORNILLO SINFÍN .....	30
· CAJA DE DIRECCIÓN DE TORNILLO SINFÍN CON BOLAS DE TRANSMISIÓN.....	31
· CAJA DE DIRECCIÓN DE CREMALLERA.....	32
· CONSTITUCIÓN .....	32
· ASPECTOS PROBLEMÁTICOS.....	33
· CARACTERÍSTICAS .....	33
· CAJA DE DIRECCIÓN DE CREMALLERA DE RELACIÓN VARIABLE.....	34
· CARACTERÍSTICAS .....	34
· FUNCIONAMIENTO .....	34
· RELACIONES DE TRANSMISIÓN .....	35
· DIAGRAMA DE LOS ESFUERZOS APLICADOS AL GIRAR .....	35
· SERVODIRECCIÓN .....	36
· CAJA DE DIRECCIÓN ASISTIDA.....	37
· PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO .....	38
· CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO .....	38
· DISTRIBUIDOR ROTANTE .....	39
· FUNCIONAMIENTO .....	40
· CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO.....	41
· SERVODIRECCIÓN DE EFECTO VARIABLE SERVOTRONIC .....	43
· GENERADOR DE IMPULSOS SEÑAL TACOMÉTRICA .....	43
· MÓDULO ELECTRÓNICO .....	44
· CONVERTIDOR HIDROELÉCTRICO .....	44
· BOMBA DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN ASISTIDA .....	45



 IMPRIMIR

ÍNDICE



ZOOM +

ZOOM -



DIRECCIÓN

## ÍNDICE

· CARACTERÍSTICAS .....	45
· FUNCIONAMIENTO.....	46
· ASPECTOS PROBLEMÁTICOS .....	46
· BARRAS DE DIRECCIÓN .....	47
· CARACTERÍSTICAS .....	47
· RÓTULAS DE DIRECCIÓN.....	48
· DIRECCIÓN ASISTIDA ELECTROHIDRÁULICA.....	49
· PURGA DE LA SERVODIRECCIÓN .....	50
· CONTROL DEL NIVEL DE ACEITE.....	50
· LOCALIZACIÓN DE LAS ANOMALÍAS Y REPARACIONES .....	51
· CONTROLES PRELIMINARES.....	51
· DIRECCIÓN ASISTIDA ELÉCTRICA DELPHI .....	60
· DESCRIPCIÓN.....	60
· PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.....	61
· COMPONENTES DE LA DIRECCIÓN ASISTIDA ELÉCTRICA .....	62
· ESTRATEGIAS DE ACTUACIÓN .....	63
· FUNCIONAMIENTO BÁSICO .....	63
· SERVOASISTENCIA VARIABLE EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD DEL VEHÍCULO .....	64
· SERVOASISTENCIA SELECCIONABLE .....	64
· AMORTIGUACIÓN OSCILACIONES RETORNO DE LA DIRECCIÓN .....	65
· ESQUEMA DE LOS COMPONENTES.....	66
· RETORNO ACTIVO.....	66
· LA ESTRUCTURA DE LA DIRECCIÓN ASISTIDA ELÉCTRICA.....	67
· MOTORREDUCTOR .....	67
· CARACTERÍSTICAS.....	68
· FUNCIONAMIENTO .....	68
· MATERIALES .....	68
· ASPECTOS PROBLEMÁTICOS .....	68
· CENTRALITA ELECTRÓNICA .....	69
· CARACTERÍSTICAS.....	69
· FUNCIONAMIENTO .....	69
· POSICIÓN .....	70
· DESCRIPCIÓN DE LAS SEÑALES.....	70



Business Unit

 IMPRIMIR

ÍNDICE







ZOOM +

ZOOM -



DIRECCIÓN

## ÍNDICE

· LÍNEA SERIAL CAN (PIN 5 Y 10) .....	70
· INTERFAZ CON EL MOTOR.....	70
· INTEFAZ CON LOS SENSORES .....	70
· COMPORTAMIENTO FUNCIONAL .....	71
· MOTOR ELÉCTRICO .....	73
· CARACTERÍSTICAS.....	73
· FUNCIONAMIENTO .....	73
· SONDAS HALL .....	74
· CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO .....	74
· RELÉS DE SEGURIDAD.....	74
· ALIMENTACIÓN DE LAS FASES.....	75
· SENSORES.....	76
· CARACTERÍSTICAS.....	76
· FUNCIONAMIENTO .....	77
· UBICACIÓN .....	77
· ASPECTOS PROBLEMÁTICOS .....	77
· VENTAJAS DE LA DIRECCIÓN ASISTIDA ELÉCTRICA.....	78
· ESQUEMA ELÉCTRICO DE LA DIRECCIÓN ASISTIDA ELÉCTRICA .....	79
· UBICACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA DIRECCIÓN ASISTIDA ELÉCTRICA .....	80

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## MECANISMO DE LA DIRECCIÓN

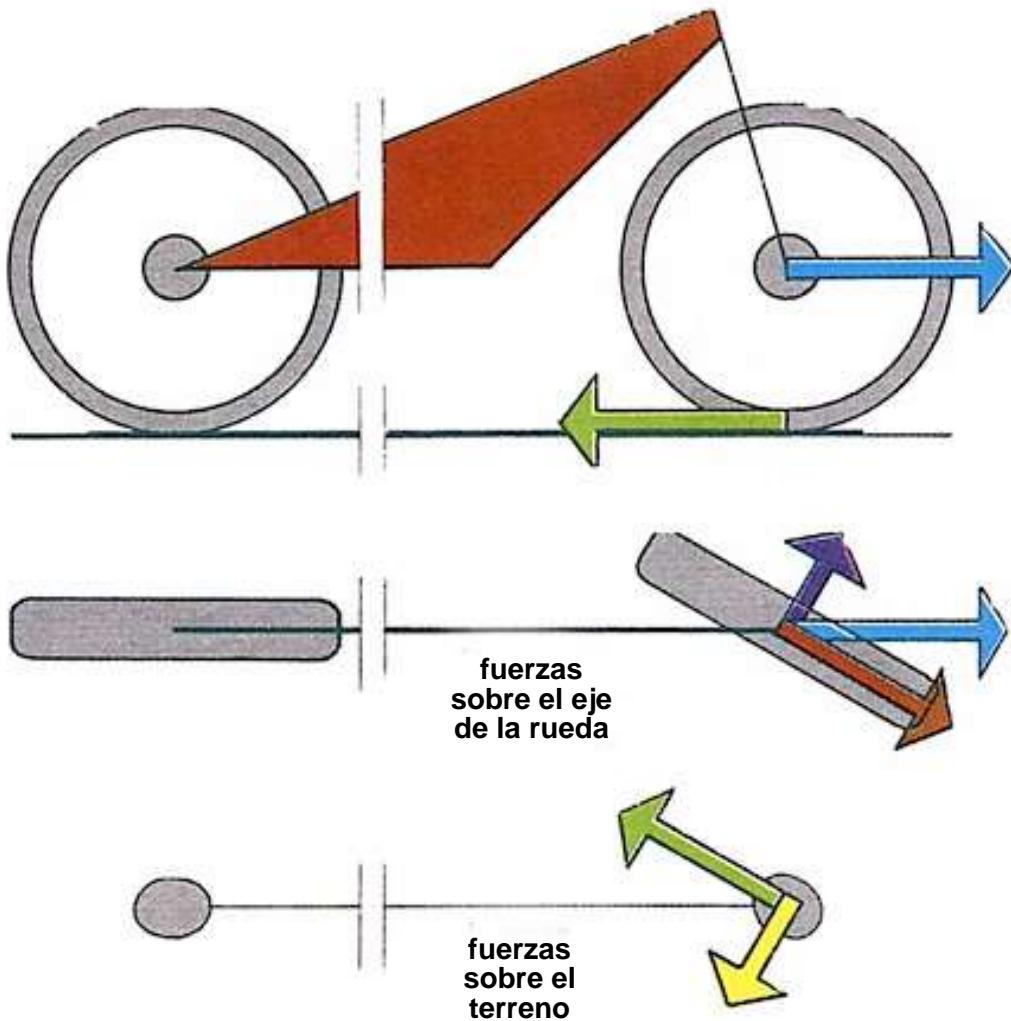
Para hacer girar un vehículo, es decir para cambiar la trayectoria de un cuerpo en movimiento, es necesario aplicar una fuerza desde el exterior dirigida hacia el centro de la curva. Esto significa que, teóricamente, los automóviles no podrían ser conducidos desde su interior. Sin embargo, el fluido en que se desplaza el móvil (el agua para un barco, el aire para un aeroplano) o la superficie sobre la que se apoya (la carretera para un automóvil) ofrecen un contacto caracterizado por un cierto rozamiento; por ello es posible ejercer desde el interior una fuerza que, deformando la superficie del vehículo (para más exactitud, basta con deformar las zonas de contacto con la carretera), crea unas reacciones dirigidas desde el exterior hacia el interior. Es curioso comprobar que la aplicación desde el interior de esta fuerza deformante es posible sólo si existe un punto de apoyo exterior. En la bicicleta, por ejemplo, puede cambiarse la trayectoria por la existencia de la rueda trasera, que transmite a tierra una reacción igual y contraria al par aplicado al manillar. Los acróbatas que se desplazan sobre una sola rueda, para virar deben "apoyarse" en la inercia de su propio cuerpo.

Si el contacto con el exterior es sólo un punto (por ejemplo, bolas de acero), éste no puede ser deformado y el viraje no es posible desde el interior (como los trenes que giran gracias al impulso exterior de los raíles); del mismo modo, es imposible virar si la superficie de contacto no ofrece rozamiento (por ejemplo, en lago helado). Sin embargo, también en este último caso existen sistemas que llegan a crear rozamiento: uno consiste en efectuar un surco en el hielo con una cuchilla y luego girar ésta apoyándola en las paredes del surco (patines para hielo). No obstante, el viraje sería imposible si la cuchilla fuese una punta, puesto que girando sobre sí misma no produce reacciones exteriores, por semejanza, pueden aplicarse las consideraciones anteriores a los automóviles y concluir que el viraje es posible desde el interior, puesto que:

- El apoyo sobre el terreno se produce a través del contacto caucho - asfalto, que puede provocar un notable rozamiento.
- La zona de contacto no es un punto, sino, gracias a una característica del neumático, una superficie amplia.
- La superficie de la huella es deformable y orientable, a voluntad, desde el interior del vehículo; cuanto más alargada es su forma. Mayores son las reacciones que el suelo produce cuando varía la dirección de la superficie.

La diferencia esencial entre un cuerpo que da vueltas (rueda) y otro que desliza (patín) es que el segundo tiene un rozamiento igual en todas las direcciones, mientras que la rueda no.

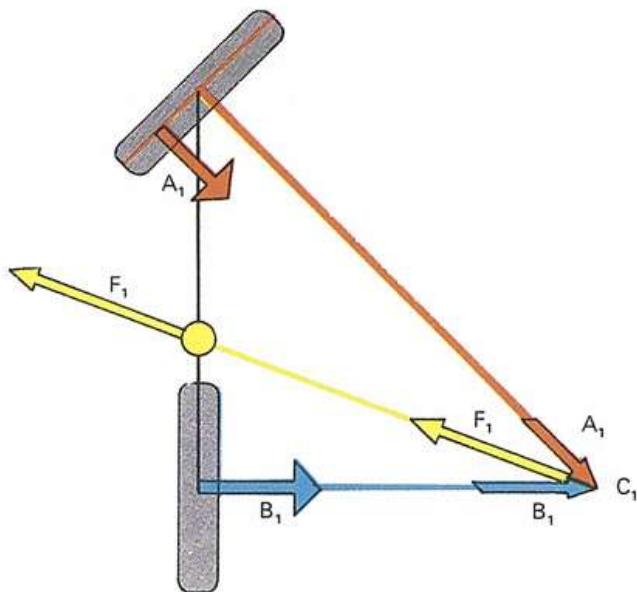
## ANÁLISIS DE LAS FUERZAS DE LA RUEDA GIRADA



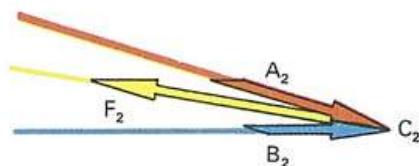
Equilibrio de las fuerzas de una rueda girada, en el caso sencillo de una bicicleta.

Durante la marcha en línea recta, el impulso que es necesario ejercer sobre el eje de la rueda es igual al de los rozamientos de rodadura existentes en la zona de contacto con el terreno. Al girar la rueda, la fuerza aplicada se desdobra en una componente longitudinal y en otra perpendicular a la rueda. La longitudinal es inferior a los rozamientos de rodadura, mientras que la transversal crea en la superficie de la huella una fuerza igual y contraria dirigida hacia el centro de la curva: es la fuerza que hace virar la rueda.

## REPARTICIÓN DE LAS FUERZAS SOBRE LOS EJES



La fuerza centrífuga  $F$  y las dos fuerzas centípetas  $A$  y  $B$  creadas por las ruedas deben pasar todas por el centro instantáneo de rotación  $C$  y combinarse según la regla del paralelogramo. Es curioso comprobar que la repartición de la fuerza centrífuga sobre los dos ejes no depende sólo de la posición del baricentro, sino también de la del centro de rotación, que puede estar más cerca de un eje que del otro.



Repartición de las fuerzas en función de un baricentro y un centro de rotación diferentes.

Cualquier rueda que gire tiene un eje de rotación propio dotado de una característica esencial: si la rueda se mueve sobre el firme en dirección perpendicular al eje de rotación, el rozamiento de giro es el menor posible. En las demás direcciones, el rozamiento aumenta progresivamente (en función del seno del ángulo), hasta alcanzar su máximo cuando el movimiento es en la misma dirección que la del eje de rotación (rueda que patina lateralmente). Esto significa que si se deja que una rueda gire libremente, ésta se coloca siempre en la dirección perpendicular a su eje de rotación, puesto que en todas las demás direcciones se desarrollan fuerzas que tienden a enderezarla. De la misma manera, si se empuja un vehículo con varias ruedas orientadas de diferente manera (con diferentes ejes de rotación), él mismo tenderá a moverse en la dirección en que la resultante de los rozamientos es menor, puesto que en las demás las reacciones sobre el terreno son mayores y orientan las ruedas hacia una trayectoria bien definida. Por tanto, la dirección preferente de un vehículo de varias ruedas montadas sobre ejes diferentes se determina conociendo la posición de los ejes. Si estos son paralelos, el movimiento se realiza según una recta perpendicular a la dirección de los ejes. Si los ejes son dos y convergentes, las ruedas describen arcos de circunferencia que tienen su centro en la intersección de los ejes. Se ha mencionado la dirección preferente, puesto que el movimiento puede efectuarse según otras direcciones, cuando las fuerzas internas de inercia (centrífugas) son superiores a las de rozamiento que la rueda ejerce sobre el terreno.

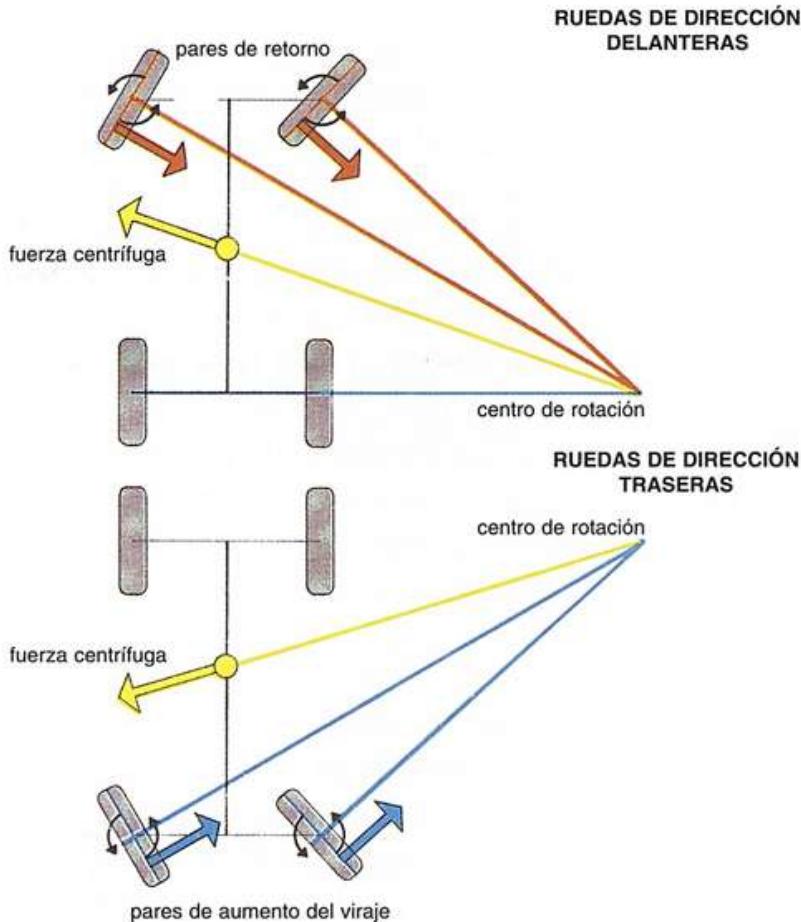
En este caso, el movimiento no es de rodadura sino de fricción.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

Debe tenerse en cuenta que ningún vehículo, dotado de cierta masa, el viraje puede seguir matemáticamente la curva impuesta por los ejes de rotación. En el momento del cambio de trayectoria, la masa y la velocidad del vehículo originan una fuerza de inercia que debe ser contrarrestada por la reacción de las ruedas sobre la calzada. Pero mientras que en cualquier tipo de firme la reacción de las ruedas es constante y puede aumentarse con solo variar el ángulo de giro, la fuerza de inercia depende precisamente del radio da la curva real recorrida.

Si el terreno no ofrece adherencia, no produce reacción ni se origina fuerza centrífuga, con lo que el vehículo no gira aunque se aumente el ángulo de viraje. Éste es el caso de la marcha sobre hielo, donde virar es casi imposible a ciertas velocidades. Si la reacción existe pero no es suficiente para contrarrestar la fuerza centrífuga que se originaría recorriendo una trayectoria cerrada, entonces el vehículo, automáticamente, se desplaza en una trayectoria más ancha: desde que las ruedas permanecen muy viradas, la reacción sobre el terreno no cambia, mientras que la fuerza centrífuga disminuye (puesto que aumenta el radio de la curva) hasta llegar a ser igual a la reacción sobre el terreno. En la práctica, aumentando el ángulo de giro de las ruedas, puede disponerse de un mayor rozamiento sobre el suelo, pero que puede no ser suficiente (por efecto del peso y de la velocidad del vehículo) para recorrer la trayectoria geométrica sin rozamientos, por lo que las ruedas se adaptan a un recorrido intermedio, en donde la fuerza centrífuga y la adherencia son iguales y contrarias.

## RUEDAS DE DIRECCIÓN DELANTERAS Y TRASERAS



Los dibujos muestran los motivos fundamentales que han conducido a la adopción de la dirección en las ruedas delanteras: retorno del volante y centro de rotación desplazado hacia atrás. La reacción sobre el terreno de una rueda que gira sobre un eje durante un viraje parte del centro de la superficie de la huella, pero es desplazada hacia atrás provocando el retorno (enderezamiento de las ruedas) y el aumento del giro según los casos. En lo que se refiere al centro de rotación, esconveniente que éste se encuentre sobre el eje trasero, puesto que así los vehículos tienen tendencia a la estabilidad, mientras que llegarían a ser exageradamente sobreviradores si el centro de rotación estuviese alineado con el eje delantero.

Un vehículo de cuatro ruedas (montadas sobre dos ejes), para virar, puede girar el eje delantero en bloque o bien dividirlo y girar independientemente las dos ruedas delanteras. Existen otras posibilidades: por ejemplo, girar en bloque tanto el eje delantero como el eje trasero, o bien girar independientemente cada una de las ruedas.

 IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

K

ZOOM +

ZOOM -

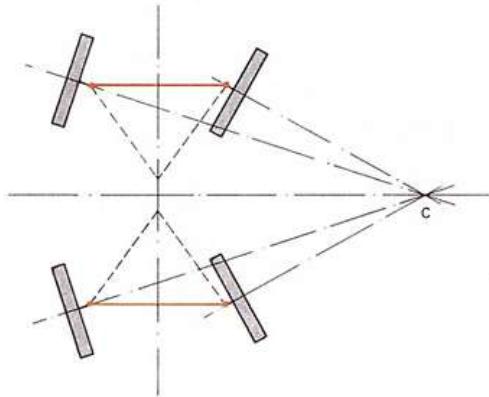


DIRECCIÓN

## CUATRO RUEDAS DE DIRECCIÓN Y DOS RUEDAS DE DIRECCIÓN

### CUATRO RUEDAS DE DIRECCIÓN

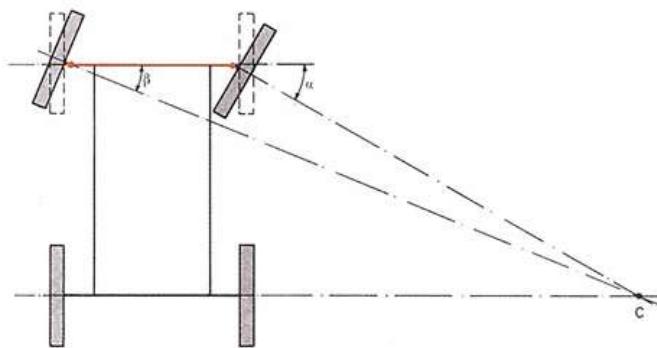
con cuatro ruedas de dirección, de ángulos iguales, el centro de rotación se encuentra en la mitad del paso o batalla.



### DOS RUEDAS DE DIRECCIÓN

con el centro de rotación C, la rueda derecha debe girar un ángulo  $\alpha$  mayor que  $\beta$  y tal que:

$$\cot \alpha - \cot \beta = \frac{\text{vía}}{\text{paso}}$$



Para girar un vehículo se pueden orientar sobre un único centro las cuatro ruedas o mantener un eje fijo y virar las de otro eje. De todas formas, para obtener un viraje correcto los ejes deben converger en un punto.

En los vehículos rápidos, el giro se obtiene orientando las 2 ruedas delanteras independientemente.

La solución más simple del problema del viraje de un vehículo de 2 ejes es, sin duda, la de girar rígidamente el eje delantero alrededor de un eje vertical. Dicho sistema se empleaba en los carros de tracción animal y en algunos vehículos de motor de principios de siglo.

Para obtener un viraje correcto y recorrer una curva en poco espacio, el eje de dirección presenta algunos inconvenientes graves:

- Aumento de la batalla en el lado interior de la curva y estrechamiento del perímetro de apoyo en las curvas poco amplias, con el consiguiente peligro del vuelco del vehículo.
- Fuertes reacciones en el volante, provocadas por los choques de las ruedas contra las asperezas de la carretera; las fuerzas por dichos choques tiene, respecto al eje vertical, un brazo muy grande (igual a la mitad de la anchura de la vía) y, por tanto, los pares de giro provocados, que repercuten en el volante, son grandes.
- Suspensiones delanteras de construcción difícil; debería adoptarse una rótula esférica, o bien montar el eje delantero sobre un bastidor o estructura giratoria respecto a la caja del vehículo; por estas razones el eje de dirección fue abandonado en los vehículos, mientras que permanecen en los remolques, por su sencillez y por la carencia de consecuencia de las reacciones sobre el grupo de giro.

 IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

K

ZOOM +

ZOOM -



DIRECCIÓN

## ÁNGULO DE GIRO DE LAS RUEDAS DIRECTRICES

Aparte de algunos ejemplos de vehículos con ruedas de dirección traseras (únicamente o junto con las delanteras), en la historia de la motorización, para la mayoría de los automóviles se ha elegido el sistema que consiste en girar independientemente las ruedas delanteras alrededor de su eje vertical. Con esta solución, para cumplir la regla geométrica fundamental de que las ruedas sean tangentes a 4 arcos de circunferencia concéntricos, es necesario disponer de un dispositivo que permita girar las 2 ruedas delanteras según 2 ángulos progresivamente diferentes.

De consideraciones geométricas se deduce que, para cualquier curva, la razón que relaciona entre sí esos 2 ángulos,  $\alpha$  y  $\beta$ , es:

$$\cot \alpha - \cot \beta = \frac{\text{anchura de vía}}{\text{batalla}}$$

**NOTA:** Vía es la distancia entre los centros de las huellas de las ruedas de un mismo eje de un vehículo. Aumentando la sección de los neumáticos esta no varía.

Batalla es la distancia que existe entre los ejes delantero y trasero que unen las ruedas de un vehículo.

Relación que debe cumplirse para cualquier posición del volante. Aunque esta regla es fundamental, su validez resulta teórica, puesto que existen, al menos, 4 motivos por los que no puede ser respetada en los automóviles:

- No existe un dispositivo simple que permita cumplirla totalmente.
- Las ruedas de los automóviles no giran alrededor de su eje vertical (incidencia e inclinación de los pivotes).
- Las ruedas de los automóviles no giran alrededor de su eje horizontal (camber).
- La rueda con neumático tiene una forma característica de girar y de adherirse en las curvas, que crea una trayectoria diferente de la impuesta (deriva); este punto es quizá el más importante.

 IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

K

ZOOM +

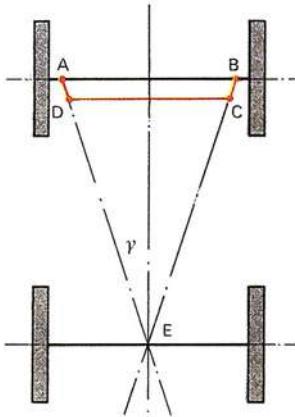
ZOOM -



DIRECCIÓN

## CUADRILÁTERO DE ACKERMANN

En la actualidad y universalmente se aplica en todos los automóviles el cuadrilátero de Ackermann o de Jeantaud. Es el sencillo mecanismo que realiza la unión entre los ejes de las ruedas directrices del vehículo. A fin de que pueda producirse un cambio de dirección sin que exista deslizamiento de las ruedas sobre el suelo, es necesario que los ejes de todas las ruedas pase por un mismo punto. El cuadrilátero de Ackermann permite que esta condición se cumpla con una aproximación bastante buena. Con las ruedas en posición recta, los brazos de dirección deben cortarse en el centro del eje trasero.

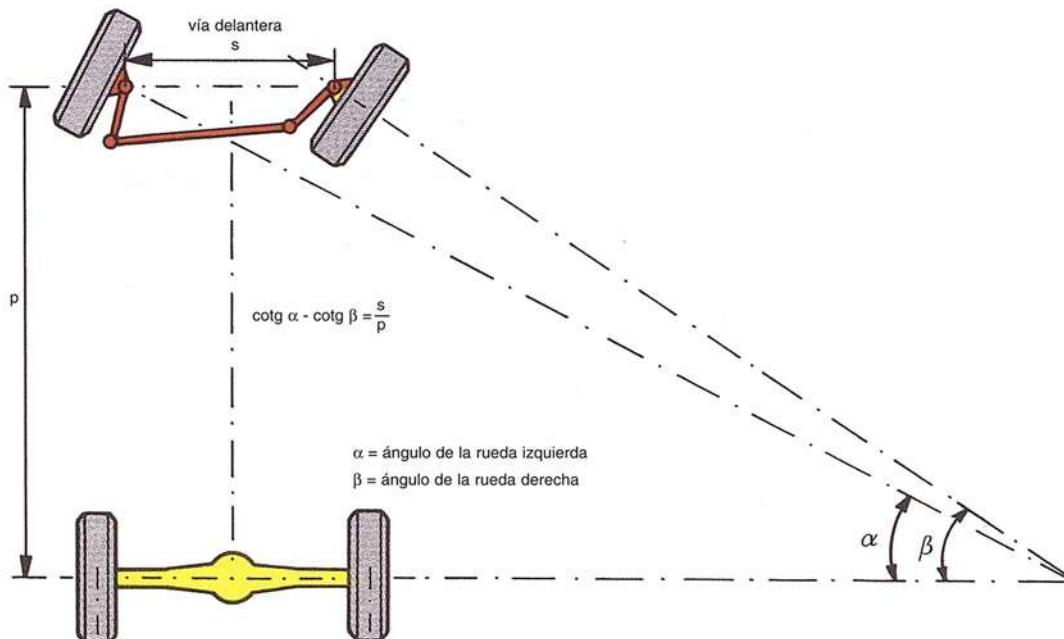


Cuadrilátero de Ackermann

El cuadrilátero de dirección con los brazos A D y B C convergentes sobre el eje trasero representa un sistema aproximado y sencillo para obtener un viraje con un ángulo mayor en la rueda interior de la curva. Si la intersección E se encuentra delante del eje trasero, los errores se hacen sensibles a alta velocidad; si se encuentra detrás, estos se notan más a baja velocidad. La teoría del cuadrilátero presupone que los dos ejes de las ruedas delanteras y el eje único de las ruedas traseras pueden encontrarse en un punto. Por desgracia, esto ocurre raramente: incluso admitiendo que las ruedas son verticales, hay que tener en cuenta que existe una cierta convergencia o divergencia que no las hace completamente paralelas entre sí. Sin embargo, incluso suponiendo despreciable la influencia de la convergencia, permanece el hecho de que los ejes de rotación de las ruedas son coplanarios solamente cuando las ruedas están derechas, puesto que, durante el viraje, la existencia de la incidencia de los pivotes (hacia delante) y su inclinación lateral hace que el eje de rotación se eleve o descienda a lo largo de una superficie cónica inclinada hacia atrás, mientras que el eje trasero permanece en un plano horizontal.

Además de esto, en las curvas se produce otro fenómeno que mantiene los ejes de rotación de las ruedas alejados del paralelismo con el terreno. Al principio, se ha supuesto que las ruedas están completamente verticales. En la práctica, esta condición se verifica solamente en las suspensiones traseras de eje rígido, mientras que para todas las demás suspensiones, incluso en la marcha rectilínea, las ruedas tienen una pequeña inclinación. En las curvas, las cosas empeoran, y el balanceo del vehículo tiende a inclinar todas las ruedas de manera diferente.

## CUADRILÁTERO DE JEANTAUD



Cuadrilátero de Jeantaud

Mecanismo cuya finalidad consiste en conseguir el cambio de dirección de los vehículos. Recibe el nombre del francés Jeantaud, quien en 1878, lo construyó sobre la base de la realizada 60 años antes por el alemán Ackermann.

El cuadrilátero de Jeantaud consiste en un sistema articulado que une las ruedas directrices, permitiendo que giren según ángulos que cumplan la condición de giro correcto.

Ésta impone que, con el fin de que el vehículo pueda cambiar de dirección sin que se produzcan deslizamientos en una o más ruedas, las prolongaciones de los ejes de rotación de las mismas deben encontrarse en un punto que constituye el centro instantáneo de rotación de todo el vehículo.

Ello se obtiene mediante la orientación de las ruedas directrices, con el eje delantero articulado en tres partes, de las que las extremas puedan girar en torno a ejes verticales. La regla de Jeantaud para la determinación de un cuadrilátero que permita un giro lo más cercano posible a la condición correcta, es decir, con errores de giros mínimos, dice que hay que configurarlo de forma que las prolongaciones de los brazos inclinados se encuentren en el punto medio del eje trasero.

Las actuales realizaciones del cuadrilátero de Jeantaud se apartan de la regla, a causa de la deriva de los neumáticos y de la posición efectiva de las ruedas. La denominación de cuadrilátero de Jeantaud se atribuye más propiamente al mecanismo en que la barra de unión se halla por detrás del eje de las ruedas. Cuando ésta se halla por delante, el cuadrilátero se llama de Panhard.

 IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

]

ZOOM +

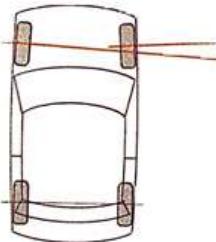
ZOOM -



DIRECCIÓN

## INFLUENCIA DE LOS ÁNGULOS DE LAS RUEDAS SOBRE EL C.I.R.

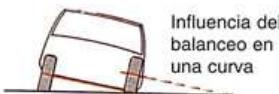
### INFLUENCIA DE LOS ANGULOS DE LAS RUEDAS



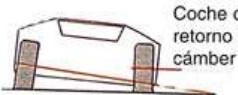
La convergencia o la divergencia es una de las características que hace que los ejes de las ruedas no sean paralelos ya desde un principio



Influencia del  
cámbier en  
una recta



Influencia del  
balanceo en  
una curva



Coche con  
retorno del  
cámbier

Los 3 esquemas muestran las posiciones, diferentes de las teóricas, adoptadas por los ejes de rotación de las ruedas traseras en recorridos rectilíneo y en curva

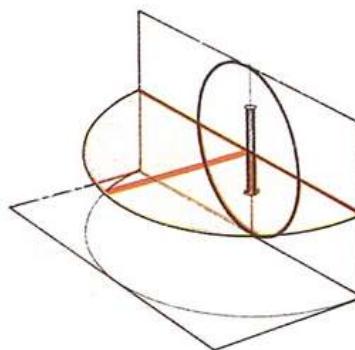
Cada tipo de suspensión tiene una manera característica de disminuir el ángulo de inclinación de las ruedas interiores en la curva y de aumentar el de las ruedas exteriores. De esta manera, los ejes de rotación se levantan y descienden, permaneciendo desnivelados respecto al eje trasero y, por tanto, no pueden tener ningún punto coincidente. El efecto de todos estos desplazamientos del paralelismo y de la verticalidad no es otro que un centro instantáneo de rotación (C.I.R.), mal definido pero determinable solamente en la vista en planta. De hecho, desde el momento en que las ruedas deben rodar sobre un plano común, el centro de rotación estará situado sobre el plano de la carretera. En la práctica debe hablarse de una zona y no de un punto como centro instantáneo de rotación. Como consecuencia, las ruedas sufren un gran rozamiento incluso girando a baja velocidad.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

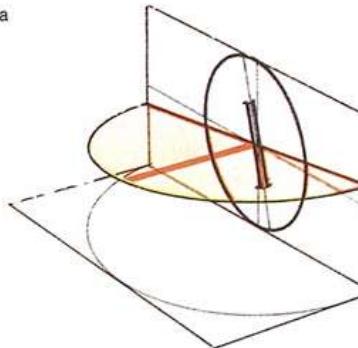
## DIRECCIÓN

### INFLUENCIA DE LOS ÁNGULOS DE LAS RUEDAS SOBRE EL EJE DE ROTACIÓN DE LAS RUEDAS DE DIRECCIÓN

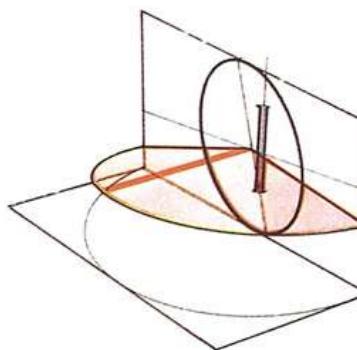
pivote vertical



efecto de la incidencia



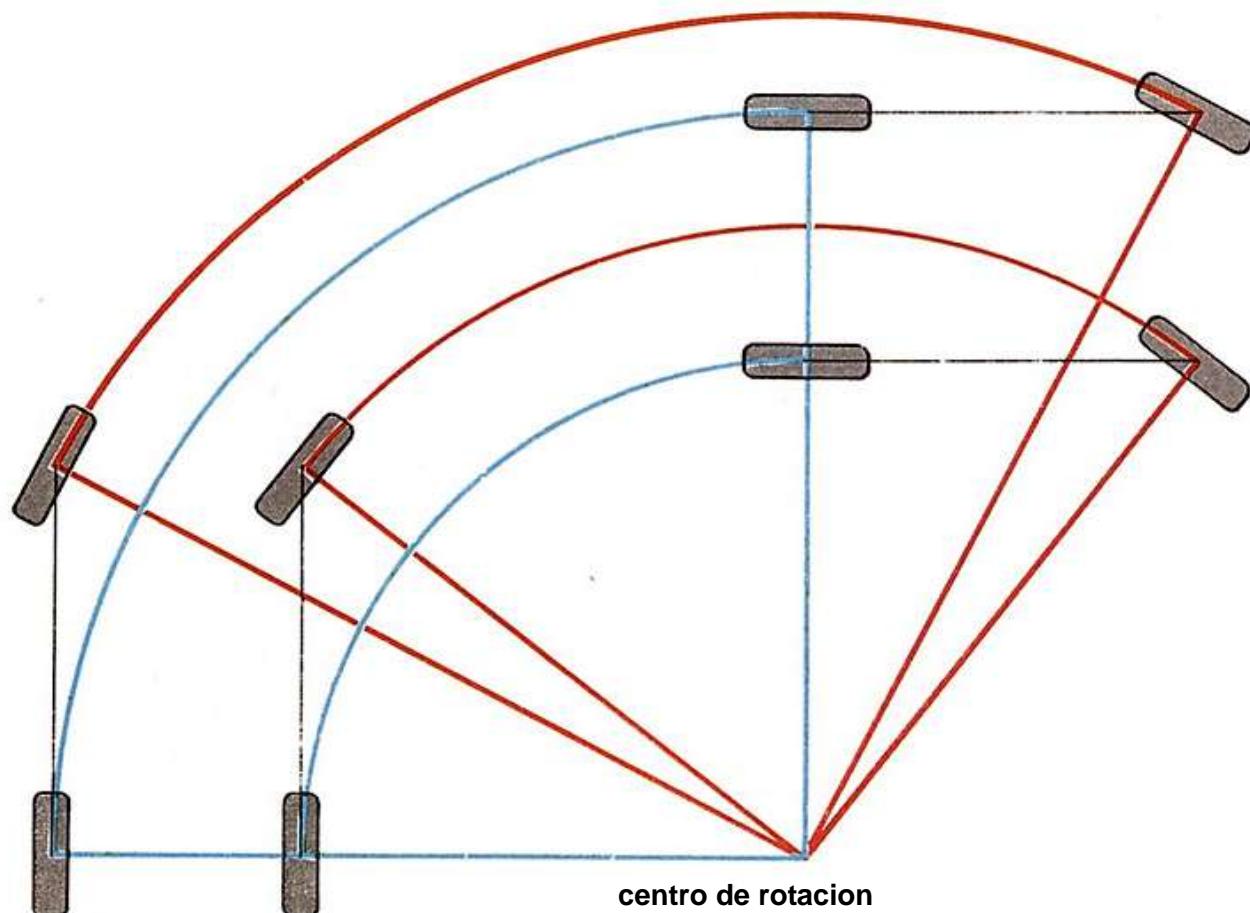
incidencia  
e inclinación  
del pivote



Si el pivote fuese vertical, el eje de rotación de las ruedas se movería en un plano horizontal, paralelo al terreno, y en el mismo plano de los ejes de las otras ruedas, en la práctica esto no es así, ya que la incidencia y la inclinación del pivote hacen desplazar el eje de rotación de las ruedas sobre una superficie cónica con el eje inclinado hacia atrás

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## TRAYECTORIA TEÓRICA DE UN VEHÍCULO SIN DERIVA



Huellas de las cuatro ruedas en el caso ideal de ausencia de deriva y con centro instantáneo de rotación en la prolongación del eje trasero. La circunferencia mayor corresponde a la rueda delantera exterior.

 IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

K

ZOOM +

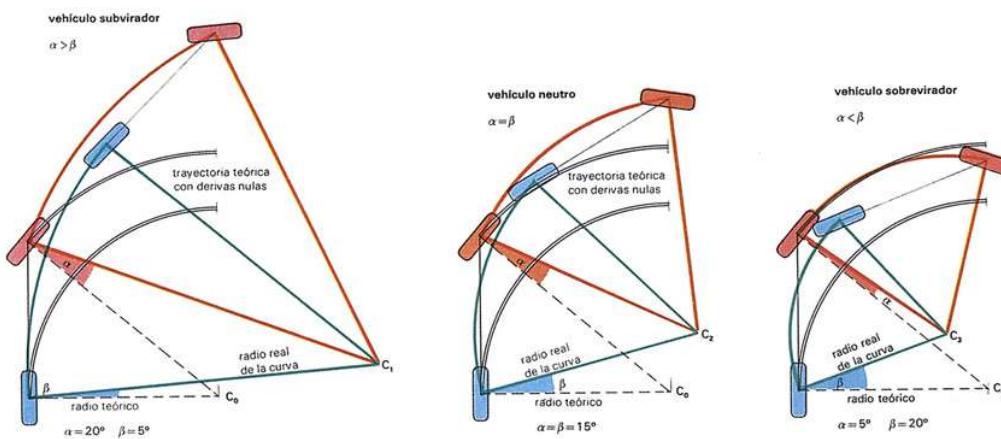
ZOOM -



DIRECCIÓN

## TRAYECTORIA REAL DE UN VEHÍCULO CON DERIVA

El vehículo subvirador es aquel en que la deriva delantera es mayor que la trasera. Su comportamiento es análogo al de un vehículo neutro con pequeñas derivas: es decir, tiene el eje delantero siempre sometido a valores elevados de la fuerza centrífuga, y las trayectorias de las ruedas delanteras son siempre exteriores respecto a las traseras. Respeto al vehículo neutro recorre, a igualdad de ángulo de giro, una trayectoria mucho más ancha y, como los vehículos neutros, requiere entrar en las curvas virando con cierta anticipación y con un elevado ángulo. Esto es lo que se hace normalmente con los vehículos de tracción delantera. El comportamiento subvirador es considerado por los técnicos como el más natural y seguro en la conducción media, pues requiere solamente una corrección instintiva, como la de cerrar más la curva si la trayectoria resulta demasiado exterior. Además, permite una cierta libertad de maniobra, puesto que si se deja ligeramente el acelerador, el comportamiento puede, como máximo, llegar a ser neutro, evitando sorpresas desagradables. En un vehículo neutro, especialmente si está equipado con neumáticos convencionales, con grandes derivas, la curva resulta igualmente retrasada, pero las ruedas traseras pueden encontrarse más exteriores provocando un trompo cuando se intente cerrar la curva accionando la dirección. El vehículo sobrevirador es aquel en que la deriva trasera es mayor que la delantera. En este caso, el centro instantáneo de rotación se traslada a un punto muy próximo al vehículo. Por tanto, la curva se cierra gradualmente durante la fase permanente, aunque el conductor mantenga quieto el volante, los neumáticos traseros deben soportar una mayor fuerza centrífuga: esto aumenta su deriva y desplaza nuevamente hacia delante el centro instantáneo de rotación. De esta manera, se crea una reacción en cadena que encuentra su equilibrio solamente cuando la elevada fuerza centrífuga, que se ha acumulado en la parte trasera, se descarga en un trompo.



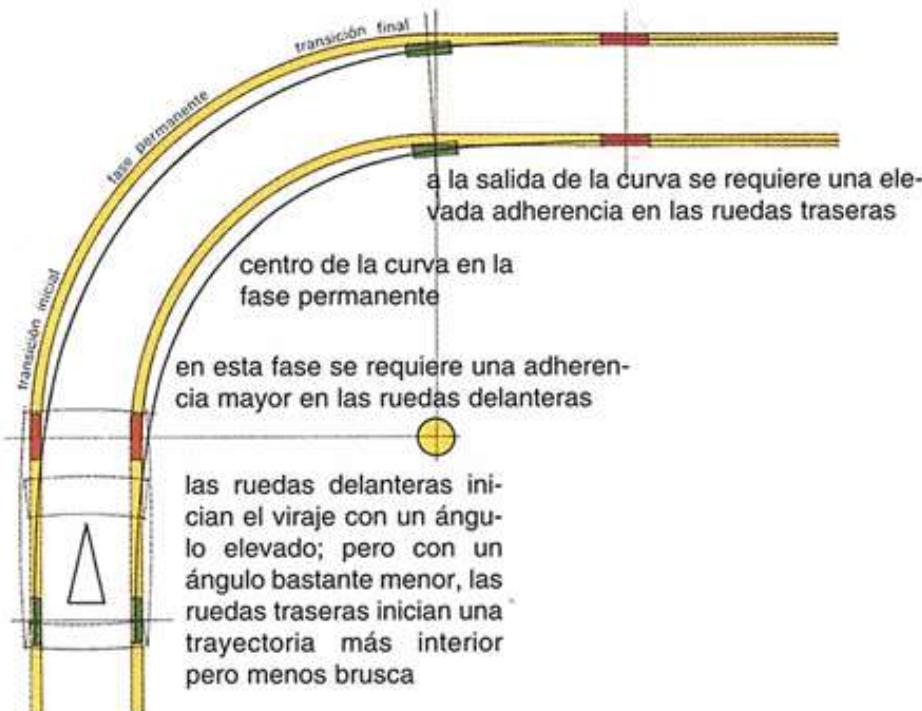
## Trayectorias reales

Comportamiento durante la fase permanente de tres vehículos que viran en el mismo ángulo, pero que poseen derivas diferentes. El vehículo está esquematizado con dos ruedas solamente, en color rojo las trayectorias delanteras y en azul las traseras.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

las ruedas delanteras inician en este punto la trayectoria rectilínea, pero aún están giradas respecto al cuerpo del vehículo.

las ruedas delanteras siguen la trayectoria rectilínea, mientras que las traseras efectúan el tramo de adaptación de sus recorridos.



## Trayectoria del vehículo estable ideal

En rojo están marcadas las ruedas delanteras, y en amarillo están trazadas sus trayectorias; en verde están indicadas las ruedas traseras, mientras que su trayectoria está señalada con una línea negra. Este gráfico muestra las trayectorias seguidas por las ruedas de un vehículo con derivas nulas. Las ruedas delanteras realizan un arco de circunferencia más exterior, más corto y con un radio mayor. Las ruedas traseras siguen una trayectoria cada vez más interior con los radios mayores, y en la fase permanente recorren un arco de circunferencia con radios menores. En ausencia de derivas, las ruedas traseras no podrían alinearse con las delanteras, teóricamente, pero sería necesario un leve giro en sentido contrario.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## ÁNGULOS DE LAS RUEDAS

Como se ha dicho anteriormente las ruedas de los automóviles no están completamente verticales, ni paralelas, al eje longitudinal del coche. En particular, las ruedas de la dirección no giran alrededor de un eje vertical, sino en torno a un eje inclinado. Los ángulos que las ruedas y los ejes de las manguetas forman con los planos horizontales y verticales sirven para obtener las mejores condiciones de conducción, es decir, para evitar arrastres y los consiguientes desgastes de los neumáticos, para mejorar la estabilidad, para obtener un esfuerzo suave y progresivo en la dirección y para facilitar el retorno de la misma después de una curva.

 IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

KI

ZOOM +

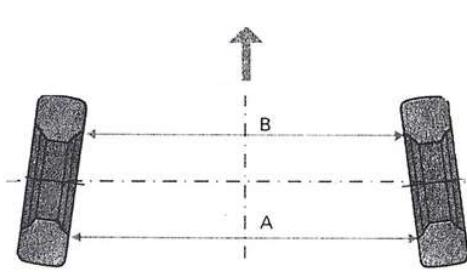
ZOOM -



DIRECCIÓN

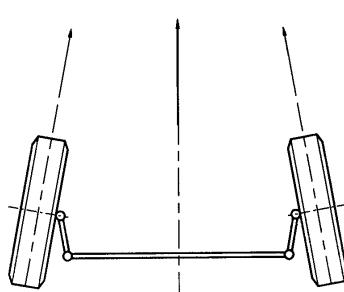
## ÁNGULO DE CONVERGENCIA (TOE-IN)

Se llama convergencia al ángulo formado por la proyección sobre el terreno del plano medio de la rueda (en posición de marcha rectilínea) con el eje longitudinal del vehículo. Sumando los valores de convergencia de cada rueda (+) se obtiene la convergencia total. Cuando la prolongación de los planos que pasan por la mitad de las ruedas tienden a encontrarse delante al sentido de marcha del vehículo la convergencia se dice positiva; si tienden a encontrarse detrás del sentido de marcha del vehículo la convergencia se dice negativa o, más brevemente, divergencia.

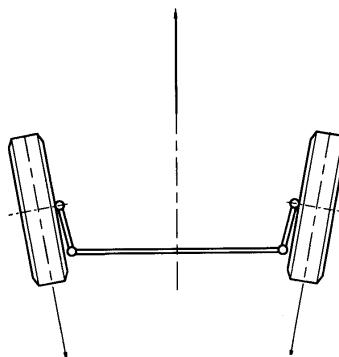


Los ángulos de convergencia son muy pequeños, por lo cual se prefiere medir la convergencia como diferencia A - B entre las distancias de los bordes de las llantas, correspondientes a los extremos de un diámetro horizontal

Convergencia A - B



Convergencia



Convergencia negativa  
o divergencia

El valor de la convergencia raramente se proporciona en grados; cuando se efectúa el control de la convergencia se expresa como la diferencia (en milímetros) entre las distancias de los bordes de las llantas de las ruedas, medidas en los extremos de un mismo diámetro horizontal. La convergencia en las ruedas anteriores tiene por objeto uniformar y reducir el desgaste de la banda de rodadura, limitando los deslizamientos causados en la superficie de huella por los ángulos de caída (cámbier). Con caída positiva las ruedas, que giran en torno a un cono, tenderían a diverger, desgastándose por el lado exterior. En tal caso la convergencia hace rectilínea y sin deslizamientos la trayectoria del punto de contacto con los neumáticos. La convergencia de las ruedas la establece el fabricante a un determinado valor que viajando, en las condiciones medias de empleo de un vehículo, se sitúa en un valor cercano a cero. De hecho, bajo el efecto de la carga que deforma los paralelogramos de las suspensiones, bajo el efecto del empuje del motor y bajo el efecto de la resistencia de la calzada al avance, la convergencia puede sufrir considerables variaciones.

En el caso de automóviles de tracción delantera, las ruedas motrices pueden presentar convergencia nula o una ligera divergencia. Esta solución se adopta porque las ruedas directrices, por efecto del par motor que se les aplica, tienden a converger.

En algunos automóviles con suspensiones traseras independientes se adopta cierta convergencia para las ruedas posteriores, para aumentar la estabilidad del tren trasero en marcha rectilínea o para obtener un efecto subvirador en las curvas (o disminuir el efecto sobrevirador),

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## EFFECTOS DE LA CONVERGENCIA

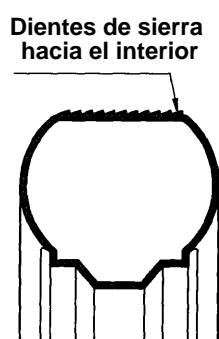
Los efectos de una convergencia errónea se manifiestan principalmente en el neumático, como un desgaste irregular y acentuado de la banda de rodadura que se aprecia en sentido transversal al de arrastre y se define "en diente de sierra".

### CONVERGENCIA POSITIVA

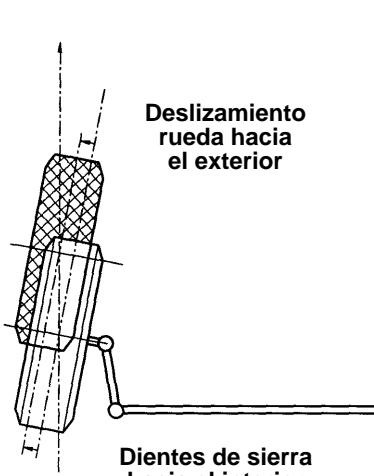
La rueda con una excesiva convergencia positiva tiende a arrastrar de dentro a fuera; luego tras pocos kilómetros se producen unos dientes de sierra transversales en el perfil de la banda de rodadura.

### CONVERGENCIA NEGATIVA

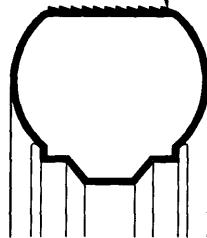
La rueda con una excesiva convergencia negativa (o divergencia) tiende a arrastrar de fuera hacia adentro produciendo en la banda de rodadura unos dientes de sierra con sentido contrario al anterior, con convergencia positiva.



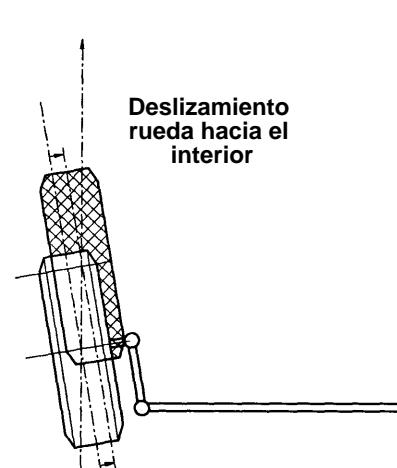
Rueda excesivamente convergente



Dientes de sierra hacia el interior



Rueda excesivamente divergente



Deslizamiento rueda hacia el interior

 IMPRIMIR

ÍNDICE







ZOOM +

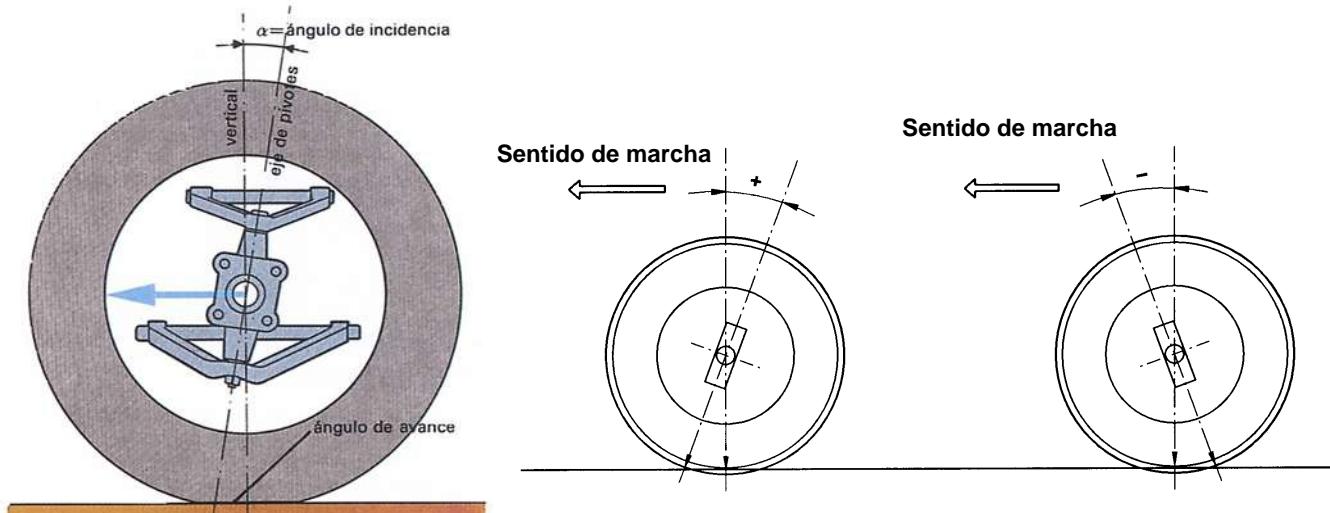
ZOOM -



DIRECCIÓN

## ÁNGULO DE INCIDENCIA O AVANCE DEL PIVOTE (CASTER)

Es el ángulo formado por el eje de pivote de la mancueta con la vertical, mirando el vehículo por la parte lateral; se mide en grados y se toma como positivo cuando la prolongación del pivote encuentra el terreno en un punto situado delante de la huella del neumático. Un valor positivo del ángulo de incidencia hace que el eje de giro de la rueda se encuentre delante del centro de la huella, creando al moverse un par que endurezca la dirección; dicho fenómeno contribuye a mantener el vehículo en línea recta, garantizando una conducción más fácil y segura.



Ángulo de incidencia (caster)

La condición indispensable para evitar fenómenos de deriva es que los valores de incidencia de las ruedas delanteras sean iguales; en caso contrario, el vehículo, especialmente en las aceleraciones y en los frenados, tendería a desviarse de la trayectoria rectilínea por el lado de la rueda que tiene menor incidencia.

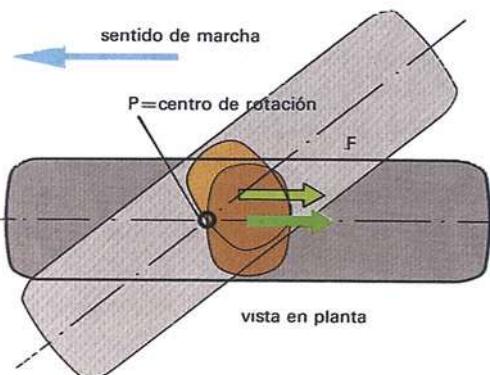
En las curvas, por efecto de la incidencia positiva, la rueda exterior toma una caída negativa (lo contrario que la rueda interior), mejorando la estabilidad del vehículo. El efecto del ángulo de incidencia se manifiesta de varias maneras, según que el vehículo esté parado o circulando. Cuando el vehículo está parado su efecto es negativo, pues, al girar el volante, se obliga al neumático a rozar sobre el terreno más intensamente que si el ángulo de incidencia fuese nulo. Por tanto, la dirección es más dura. Por otra parte, durante el cambio de dirección, el ángulo de incidencia provoca una disminución de la altura de la parte delantera del vehículo. Esto hace menos duro el cambio de dirección cuando el vehículo ha adquirido velocidad.

IMPRIMIR

ÍNDICE

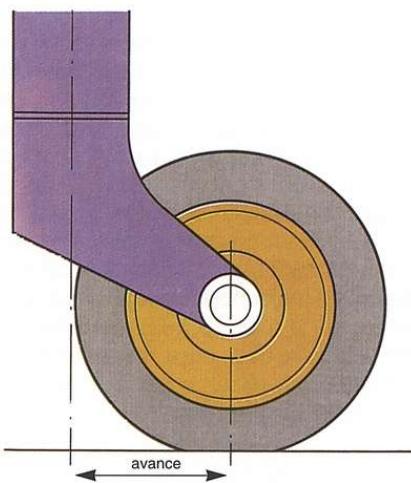
ZOOM +

DIRECCIÓN



### Anulación de la desviación de la rueda

En cambio, durante la marcha normal el efecto del ángulo de incidencia es fundamental para volver a alinear las ruedas después de una curva o tras leves variaciones debidas a las asperezas del terreno. En realidad, la resistencia que el neumático encuentra durante su giro actúa como un par que tiende a enderezar la rueda.



### Rueda de un carrito de taller

Para tener una idea del efecto del ángulo de incidencia basta pensar en el comportamiento de las ruedas de un carrito de camarero. Puesto que el empuje es aplicado en un punto diferente del de la resistencia, se crea un par alrededor del punto P que tiende a enderezar la rueda; lo contrario ocurre en la marcha atrás; tanto es así, que la dirección tiende a determinarla inicialmente la rueda.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[>>](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## EFFECTOS DEL AVANCE EN EL NEUMÁTICO

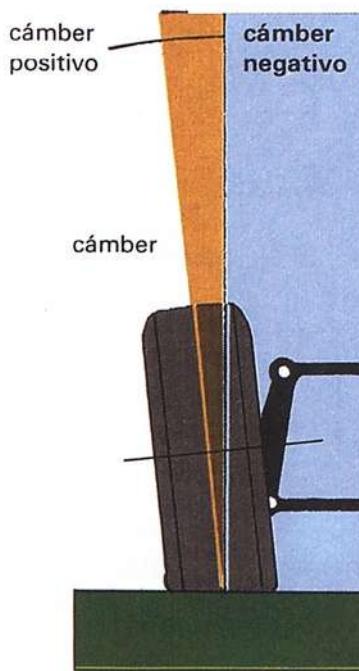
No suele manifestarse ningún tipo de desgaste característico.

## EFFECTOS DEL AVANCE EN EL VEHÍCULO

Un valor insuficiente de avance produce un escaso retorno del volante y un posible escorado del vehículo; un valor excesivo provoca una dirección fatigosa (inestabilidad en curva) y un retorno violento del volante; valores mal distribuidos tiran hacia el lateral del vehículo donde el ángulo es menor.

## ÁNGULO DE CAÍDA (CAMBER)

Es el ángulo en grados que forma el plano que pasa por la mitad de la rueda y la vertical al suelo observando el vehículo frontalmente. Si la parte superior de la rueda tiende hacia fuera, la caída se dice positiva, si tiende hacia dentro se dice negativa.



Ángulo de caída (camber)

En los vehículos actuales, al reducir por otra causa el radio de rodadura, se adoptan generalmente valores de ángulo de caída próximos a cero, para evitar desgastes asimétricos del neumático.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[>>](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## EFFECTOS EN EL CUBO DE LA RUEDA

La caída de las ruedas reduce la carga sobre la maneta y el rodamiento exterior del cubo de la rueda: esto permite transferir el peso sobre el rodamiento interior de la rueda que es el más resistente.

## EFFECTOS EN EL NEUMÁTICO

Un ángulo de caída erróneo determina un desgaste irregular, con surcos profundos, que aumenta de un hombro a otro en sentido transversal al perfil de la banda de rodadura. Una caída excesiva produce un desgaste acentuado en el hombro de la banda de rodadura (exterior si es positiva, interior si es negativa).

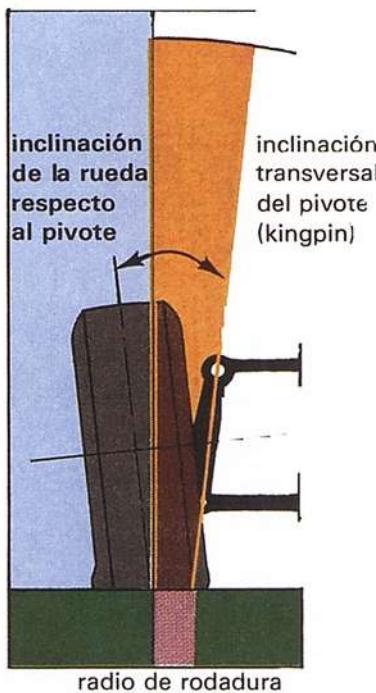
## EFFECTOS EN EL VEHÍCULO

Un ángulo de caída distribuido diferentemente produce una desviación del sentido de marcha hacia la parte donde se monta la rueda que presenta un ángulo de caída menor (en el caso de caída negativa).

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## ÁNGULO DE SALIDA O INCLINACIÓN DEL PIVOTE DE LA MANGUETA (KING PIN)

Es el ángulo, en grados, que forma la línea que pasa por el eje del montante (eje de pivote) y la vertical al suelo. Este ángulo se considera con signo positivo cuando la prolongación del eje del montante se acerca a la rueda en el punto de contacto con el suelo (sentido contrario al ángulo de caída de la rueda).



Inclinación del pivote de la mangueta (king pin)

Con este ángulo se consiguen dos objetivos: al igual que el ángulo de caída, determina una aproximación del centro de apoyo del neumático a la intersección del eje del pivote con el suelo (disminuyendo el esfuerzo de conducción); además, determina la estabilidad en la trayectoria del movimiento del vehículo, en el sentido de que por cada movimiento de la dirección se crean fuerzas estáticas que tienden a llevar el coche a la posición de marcha rectilínea.

Reduce el radio de rodadura sin recurrir a la caída; favorece el retorno de la dirección a la posición en línea recta.

NOTA: Todos estos ángulos tienen en general valores moderados, pero es suficiente que uno de ellos sea incorrecto para provocar inconvenientes en la estabilidad direccional del coche, en el frenado, en la estabilidad sobre carretera y en el desgaste de los neumáticos. Incluso es posible que se produzcan vibraciones anormales en el volante de dirección. Es buena norma, durante el empleo del vehículo efectuar controles periódicos.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## EFFECTOS EN EL NEUMÁTICO

No muestra desgastes típicos si este ángulo está desajustado.

## EFFECTOS EN EL VEHÍCULO

Un ángulo de caída excesivo determina una dirección fatigosa y un retorno violento de la dirección. Un valor insuficiente comporta un retorno insuficiente del volante y una dirección sensible.

## ALINEACIÓN DE LAS RUEDAS

### DEFINICIÓN

Por alineación de un vehículo se entiende la condición geométrica de todos los órganos que contribuyen a determinar la simetría, la ortogonalidad de los ejes y la posición de las ruedas en movimiento en el suelo, tanto en recta como en curva.

### OBJETIVO

La correcta definición de la alineación de un vehículo tiene como objetivo otorgarle buenas propiedades de giro y a los neumáticos un desgaste regular.

## VARIACIÓN DE LA ALINEACIÓN

Cuando el vehículo está en marcha, con cualquier condición de carga que pueda darse, intervienen multitud de fuerzas, creadas por la resistencia al avance, por el peso, el empuje en aceleración y deceleración generado por el motor, la fuerza centrífuga de los frenos, que tienden a modificar la alineación geométrica.

## CONTROL DE LA ALINEACIÓN

En los procedimientos de control de la alineación geométrica del vehículo es indispensable observar estas condiciones:

- Vehículo cargado.
- Suprimir posibles holguras en la suspensión y la tirantería de la dirección.
- Colocar el vehículo sobre una superficie bien nivelada.
- Ajustar cuidadosamente la presión de los neumáticos.
- Respetar la distribución de la carga.
- Suprimir posibles cesiones irregulares de los órganos elásticos de las suspensiones o el endurecimiento de las articulaciones.

 IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

K

ZOOM +

ZOOM -



DIRECCIÓN

## PARÁMETROS DE DEFINICIÓN DE LA ALINEACIÓN

Los parámetros con los que se define la alineación geométrica de un vehículo son los ángulos característicos que asumen el eje delantero y trasero respecto al suelo.

Los ángulos para el eje delantero (o eje de dirección) y el trasero son:

- Ángulo de caída de la rueda .
- Convergencia de las ruedas (toe-in) .

Los ángulos característicos del montante son:

- Ángulo de caída transversal del montante o caída montante (king pin angle).
- Ángulo de caída longitudinal montante o avance montante (caster).

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## DIRECCIÓN

### DIRECCIÓN

### OBJETIVO

El sistema de dirección permite al conductor poder cambiar de dirección de marcha y maniobrar el vehículo con seguridad.

### REQUISITOS

El sistema de dirección debe cumplir los siguientes requisitos:

- Maniobrabilidad (handling).
- Radio mínimo de giro lo más contenido posible.
- Respuesta inmediata a las órdenes del conductor.
- Ausencia de vibraciones en la dirección ("shimmmy").
- Ángulos de giro iguales a la derecha e izquierda.
- Realización del giro cinemáticamente correcto.

### HANDLING

Los parámetros que caracterizan la dirección desde el punto de vista del handling (maniobrabilidad) son:

**Pesadez:** depende de la geometría de la suspensión delantera, de los neumáticos (características y parámetros), de la presencia o no de la dirección asistida.

**Inmediatez:** indica la velocidad de respuesta del sistema al input de dirección; puede entenderse como el tiempo que pasa entre la acción en la dirección y el establecimiento de la aceleración lateral.

**Precisión:** indica la aptitud del vehículo a recorrer curvas de radio constante sin o con mínimas intervenciones de corrección de la dirección aun en caso de irregularidades del firme.

**Centrado:** o precisión en recta, se entiende como el mantenimiento de la trayectoria rectilínea sin la necesidad de efectuar muchas correcciones y/o demasiado amplias.

**Reversibilidad:** concierne el retorno automático de las ruedas a la posición recta con vehículo en movimiento; una correcta reversibilidad evita que las irregularidades del firme repercutan demasiado en el volante.

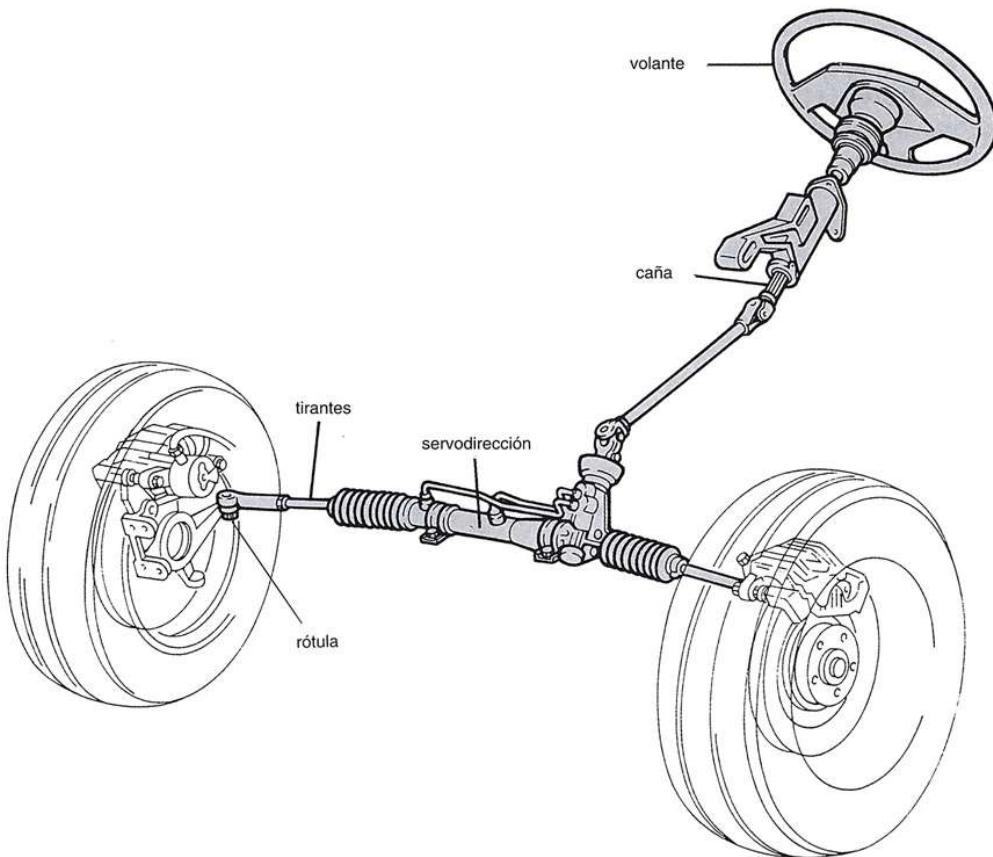
[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[>>](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## DIRECCIÓN

### COMPONENTES DEL CONJUNTO DE DIRECCIÓN

Los elementos que componen el conjunto de la dirección son:

- Volante de dirección.
- Caña o columna de dirección.
- Caja de dirección (mecánica o servodirección y esta a su vez puede ser controlada electrónicamente)
- Rótulas de dirección
- Tuberías en sistemas de servodirección



Componentes de la dirección

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[>>](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

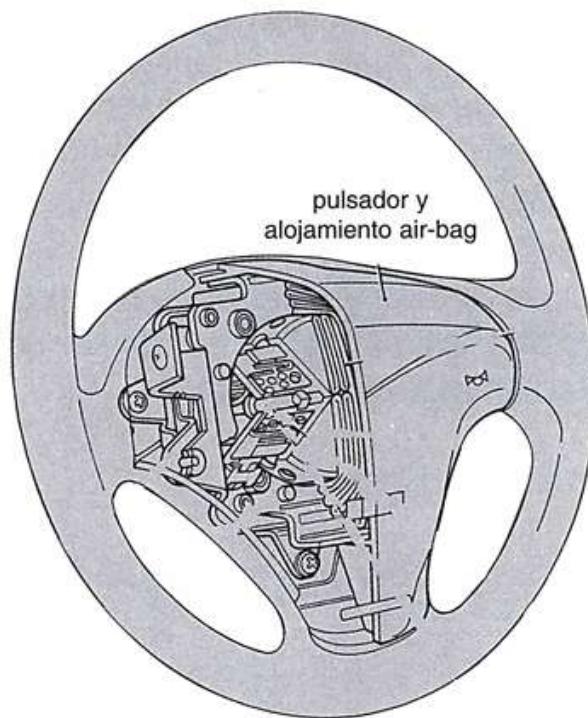
## VOLANTE DE DIRECCIÓN

Es el órgano mediante el cual el conductor transmite a las ruedas el movimiento de la dirección.

En su forma moderna, el volante está constituido por la corona, accionada por el conductor, un cubo unido al eje y una serie de radios que unen la corona y el cubo. La fijación a la columna de dirección se obtiene mediante un cono acanalado. Suele estar construido interiormente de acero o aluminio revestido de plástico acolchado. El revestimiento tiene las funciones de facilitar el agarre, evitar reflejos perjudiciales y amortiguar el impacto del conductor en caso de golpe.

El volante se proyecta de forma que reduzca las consecuencias del choque del tórax del conductor contra el mismo. Una solución es realizar un volante con los radios muy anchos y un cubo muy ancho de gran diámetro, eventualmente dotado de acolchamiento, de manera que constituya casi un apoyo para el tórax del conductor. En resumen, el volante debe ser flexible, sin resaltos, acolchado y deformable plásticamente, que no se rompa formando peligrosos punzones. La posición del volante se estudia cuidadosamente para que, ergonómicamente, sea lo menos fatigosa, la posición del volante puede regularse en función de la corpulencia del conductor.

En la actualidad el volante dispone de un alojamiento para el airbag.



Volante de dirección

IMPRIMIR

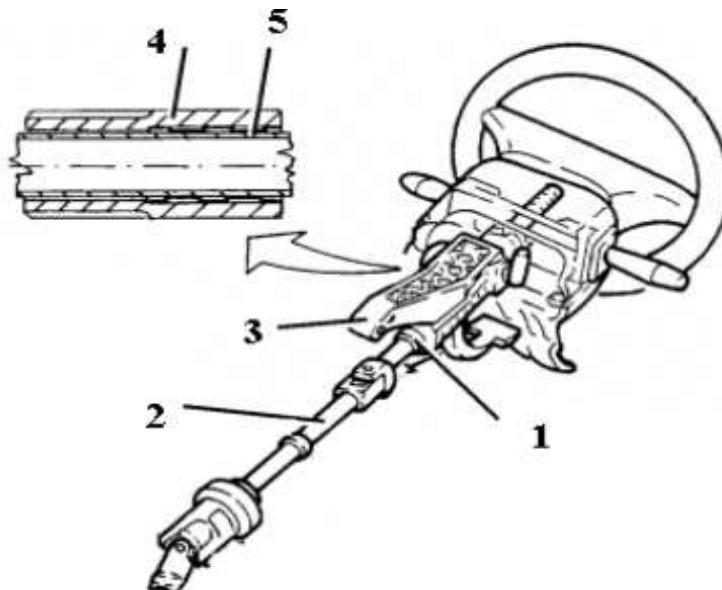
ÍNDICE

ZOOM +



DIRECCIÓN

## COLUMNA DE DIRECCIÓN



1. Columna superior.
2. Columna inferior.
3. Soporte de magnesio.
4. Casquillo de fricción.
5. Muelle de anillo.

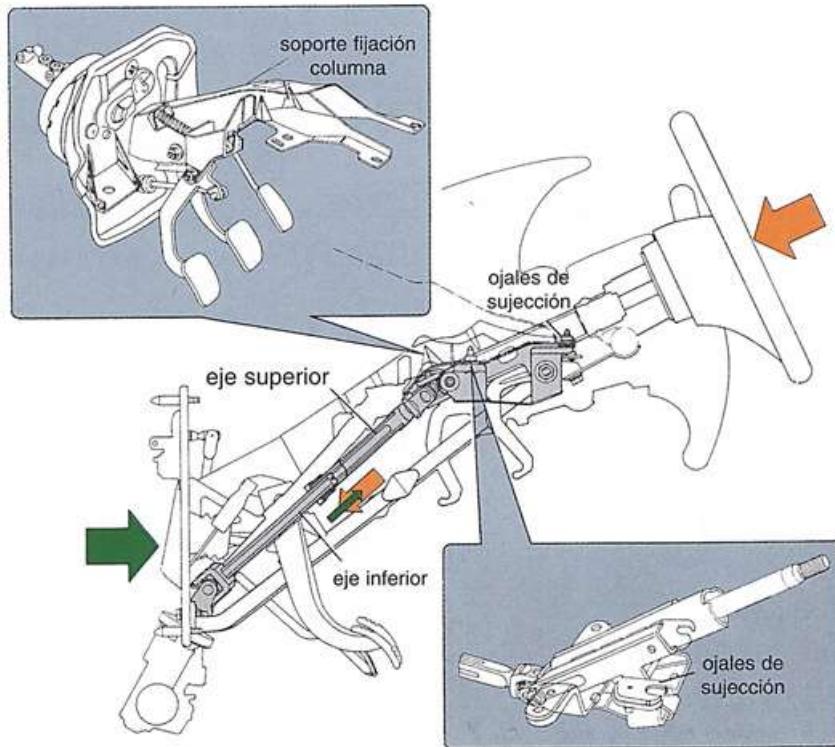
Es un cuerpo generalmente cilíndrico dentro del cual gira el eje de la dirección. La columna de dirección está normalmente compuesta por un tubo de acero, fijado al bastidor o a la carrocería del vehículo y por dentro de la cual pasa el eje, que se une a la caja de la dirección. El eje de la dirección gira en el interior de la columna, que está fija, constituyendo un órgano de soporte y protección; para reducir el rozamiento, en los dos extremos de la columna se colocan dos casquillos, de bajo rozamiento, que soportan el eje.

La columna de dirección lleva alojado el dispositivo de bloqueo del eje de la dirección. Con la evolución de la forma de la carrocería y la progresiva disminución en altura de los vehículos, la columna de dirección se ha ido inclinando, pasando de una posición casi vertical a otra casi horizontal.

Un cuidadoso examen de los accidentes en carretera ha puesto de manifiesto el peligro del conjunto columna - eje, que en caso de choque frontal es una auténtica lanza, contra la cual va a chocar el pecho del conductor. Tanto en América como en Europa han sido emitidas normas tendentes a reducir este peligro.

Los sistemas adoptados por los fabricantes para atenerse a dichas normas son diversos, y la misma columna de dirección tiene una función importante de amortiguamiento del choque, como:

- Retrasar lo más posible la caja de dirección.
- Realizar el eje de la columna en distintos trozos unidos por articulaciones tipo cruceta, que permitan la libre deformación sin causar un deslizamiento del volante.
- Garantizar en cada circunstancia la "distancia vital" entre asiento y volante, distancia que queda salvaguardada mediante la indeformabilidad del habitáculo y la inmovilidad del asiento.
- Insertar en el eje, o en la estructura a la cual está vinculado, elementos de deformación, para disipar la energía derivada del choque del conductor contra el volante.



Columna de dirección pivotante

Lancia realizó un proyecto innovador cuyo concepto básico es:

- La subdivisión de la columna en dos elementos tubulares que tienen la posibilidad de deslizarse uno dentro del otro en caso de choque.
- El soporte de fijación de la columna de dirección, con doblez establecido previamente, permite a la columna efectuar un movimiento hacia abajo; este movimiento permite que los tornillos se salgan de los alojamientos de fijación, evitando así el peligroso movimiento hacia arriba de la columna en caso de choque.

## SISTEMA DE BLOQUEO DE LA DIRECCIÓN POR FRICCIÓN

El sistema de bloqueo de la dirección, en los vehículos más modernos, es del tipo por fricción. Previene la rotura de los mecanismos de bloqueo de la dirección y garantiza la incolumidad de la columna en caso de robo. De hecho, este mecanismo está formado por un muelle de anillo con la parte interior dentada que engrana en la columna y se acopla a la misma, y por una parte exterior lisa que engrana en un casquillo de fricción. El muelle de anillo puede girar respecto al casquillo acoplado al mecanismo de bloqueo, aplicando al volante un par que varía entre 10 y 24 daNm. En caso de robo, girando el volante, para romper el bloqueo de la dirección, se producirá una rotación del volante, por otra parte muy difícil, pero que impide romper el bloqueo de la dirección.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[I](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

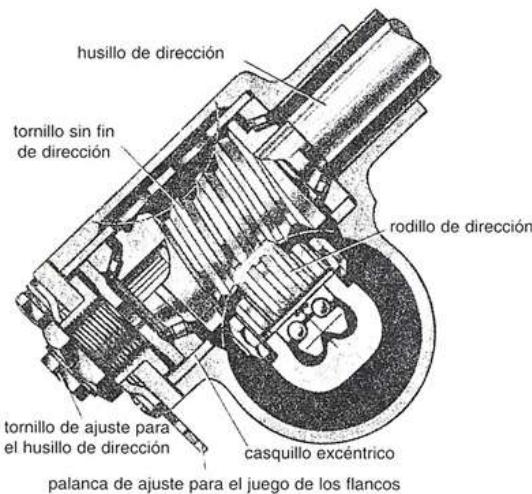
## DIRECCIÓN

### CAJA DE DIRECCIÓN

Es el conjunto de mecanismos cinemáticos que, en el sistema de dirección, tiene por misión transformar la rotación del volante en un movimiento de traslación que luego transmite a los brazos de dirección.

Tanto el material como la forma y dimensiones de este órgano varían mucho en función del mecanismo empleado (tornillo sinfín y rodillo, bolas circulantes, cremallera) y de las solicitudes a que se halla sometido. Sin embargo, con vistas a la seguridad, es importante que se encuentre situado en una posición retrasada y lo más protegida posible con el fin de evitar que, en caso de choques, haga penetrar peligrosamente el volante en el interior del habitáculo.

### CAJA DE DIRECCIÓN DE TORNILLO SINFÍN

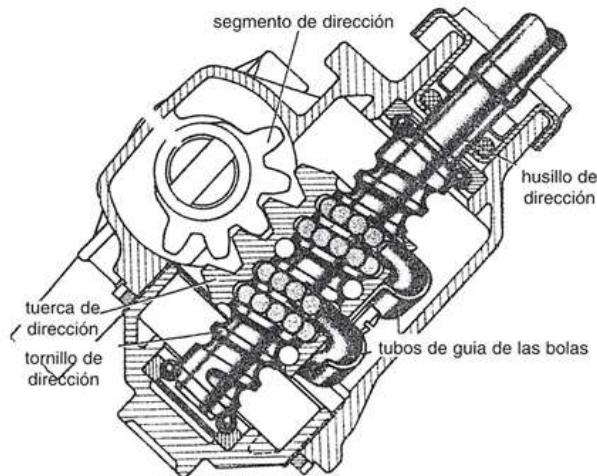


Caja de dirección de tornillo sinfín y rodillo

El tornillo sinfín de dirección no es cilíndrico sino que hacia su mitad queda reducido de diámetro, estrangulado con objeto de que al girar el volante de dirección, el rodillo accionado por el husillo sinfín pueda realizar un movimiento oscilante alrededor de su centro. Con ello el eje de dirección es girado y lo mismo el brazo de la dirección.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## CAJA DE DIRECCIÓN DE TORNILLO SINFÍN CON BOLAS DE TRANSMISIÓN

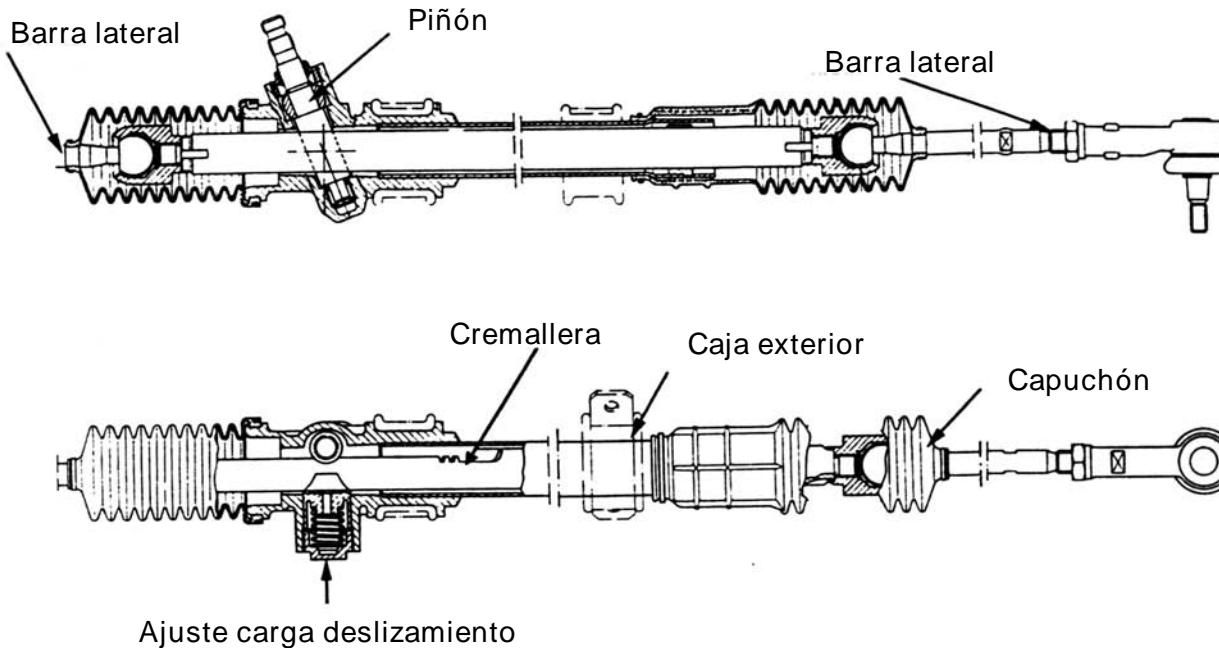


### Caja de dirección mediante circulación de bolas

Esta caja lleva el husillo como rosca exterior y la tuerca como rosca interior, una rosca denominada de bolas circulantes. Ambas roscas no se mueven como es costumbre, sino que forman entre sí una especie de pista de bolas. En primer lugar están unidas entre sí por medio de las bolas. Si el husillo es girado pone en movimiento de circulación a las bolas, las cuales a su vez desplazan a la tuerca en dirección axial del husillo de dirección. La tuerca hace girar al segmento de dirección que está unido al brazo de dirección. La circulación de las bolas se realiza a lo largo de dos tubos de guía de las bolas. La tuerca de dirección es empujada por el husillo de dirección por rozamiento de rodadura, con lo cual el gasto de fuerza es menor.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## CAJA DE DIRECCIÓN DE CREMALLERA



Es el sistema más difundido, sencillo y seguro, montado en la mayoría de los automóviles modernos.

## CONSTITUCIÓN

La caja de dirección está formada por los siguientes componentes:

- Piñón, movido por el volante, montado sobre rodamientos de bolas (capaz de mantener los empujes axiales) con dientes helicoidales que engranan con la cremallera.
- Cremallera con movimiento axial, apoyada en dos casquillos de baja fricción, uno bajo el piñón y otro lateral.
- Barras laterales conectadas con rótulas por un lado a la cremallera y por otro directamente a las palancas de dirección.
- Sistema de apoyo varilla cremallera y de ajuste de la carga de deslizamiento.

Para permitir los movimientos de la oscilación de la suspensión, la barra de acoplamiento se halla partida en tres piezas, unidas entre sí por medio de rótulas: la central comprende la cremallera propiamente dicha y las extremas tienen como finalidad transformar las traslaciones axiales de la cremallera en desplazamientos angulares de las ruedas

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## ASPECTOS PROBLEMÁTICOS

El cinematismo de la dirección debe seleccionarse y dimensionarse atentamente, según el tipo de cinematismo de la suspensión delantera, para evitar que los desplazamientos verticales de las ruedas puedan inducir pequeños giros no deseados por el conductor.

## CARACTERÍSTICAS

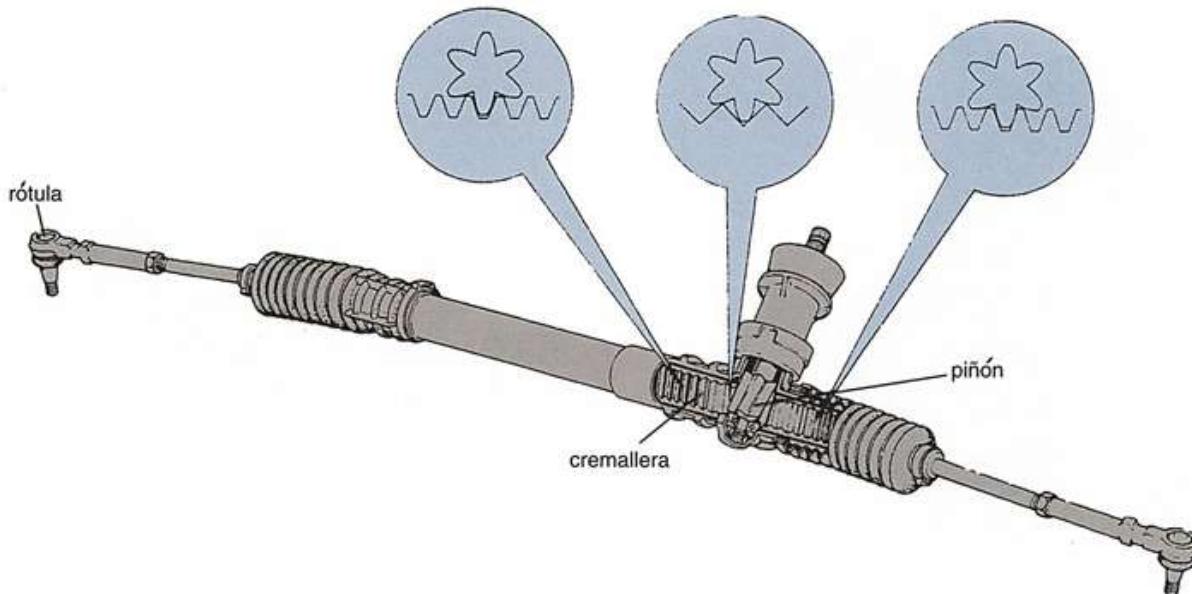
El acoplamiento piñón y cremallera realiza la transformación del movimiento rotatorio entrante en movimiento de traslación de la cremallera; ese acoplamiento realiza una multiplicación del par aplicado al volante, para así reducir el esfuerzo del conductor. En las cajas de dirección mecánicas se utiliza un acoplamiento de relación variable con el ángulo de giro; en las cajas hidráulicas se utilizan acoplamientos más directos, puesto que el suministro de la potencia necesaria para el giro es realizado por el aceite a presión, y no por el conductor.

Las cajas mecánicas de cremallera con relación constante obligan siempre al constructor a un compromiso. En las maniobras de aparcamiento sería necesaria una dirección con relación de reducción elevada para disminuir el esfuerzo al volante; esto comporta una disminución de la sensibilidad de conducción durante la marcha en línea recta. Con una relación de reducción inferior se evitaría la falta de sensibilidad, penalizando sin embargo la maniobrabilidad en parado. Estos problemas se resuelven adoptando una caja de dirección de cremallera con relación variable.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## CAJA DE DIRECCIÓN DE CREMALLERA DE RELACIÓN VARIABLE

### CARACTERÍSTICAS



Caja de dirección de cremallera de relación variable

Su característica innovadora consiste en la posibilidad de reducir la diferencia entre el esfuerzo máximo aplicado al volante, cuando el vehículo está en curva o realizando maniobras con ángulos de giro elevados, y el esfuerzo mínimo aplicado cuando el volante está en posición de marcha recta o casi recta.

### FUNCIONAMIENTO

La caja de dirección de relación variable está formada por una cremallera dotada de dientes con forma especial, capaz de determinar una relación de transmisión variable en el acoplamiento con el piñón. Los dientes de la cremallera están cortados con módulo y ángulo de presión variables del centro hacia el extremo, en consecuencia el piñón engrana con dientes de paso diferentes según el ángulo de giro realizado.

IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

ZOOM +

ZOOM -

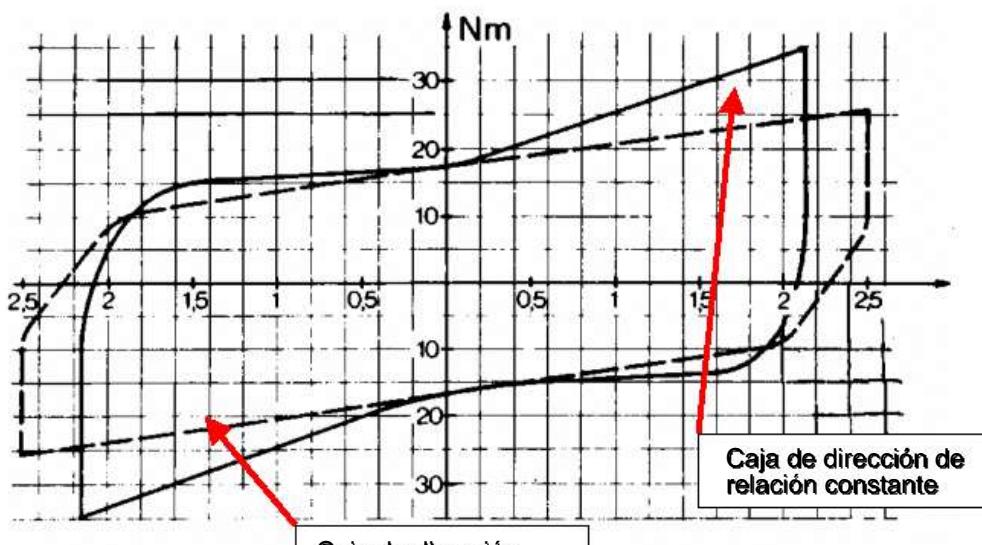


DIRECCIÓN

## RELACIONES DE TRANSMISIÓN

Cuando el piñón trabaja en la parte central de la cremallera se consigue una relación más directa; a medida que el piñón engrana cerca de los dos extremos de la cremallera se consigue una relación más desmultiplicada, con la consiguiente disminución del esfuerzo requerido al conductor.

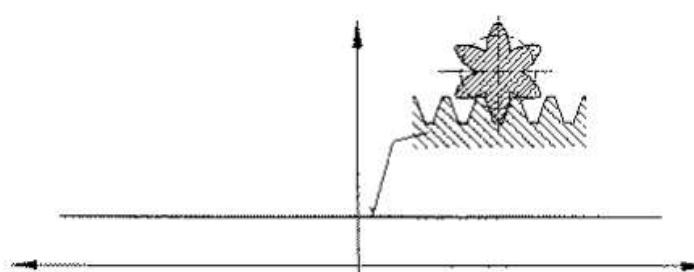
## DIAGRAMA DE LOS ESFUERZOS APLICADOS AL GIRAR



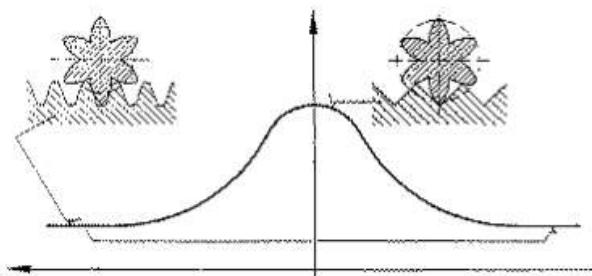
Caja de dirección de relación constante

Caja de dirección de relación variable

ESFUERZO APLICADO AL VOLANTE EN FUNCIÓN DEL ÁNGULO DE GIRO PARA CREMALLERA DE RELACIÓN CONSTANTE



ESFUERZO APLICADO AL VOLANTE EN FUNCIÓN DEL ÁNGULO DE GIRO PARA CREMALLERA DE RELACIÓN VARIABLE



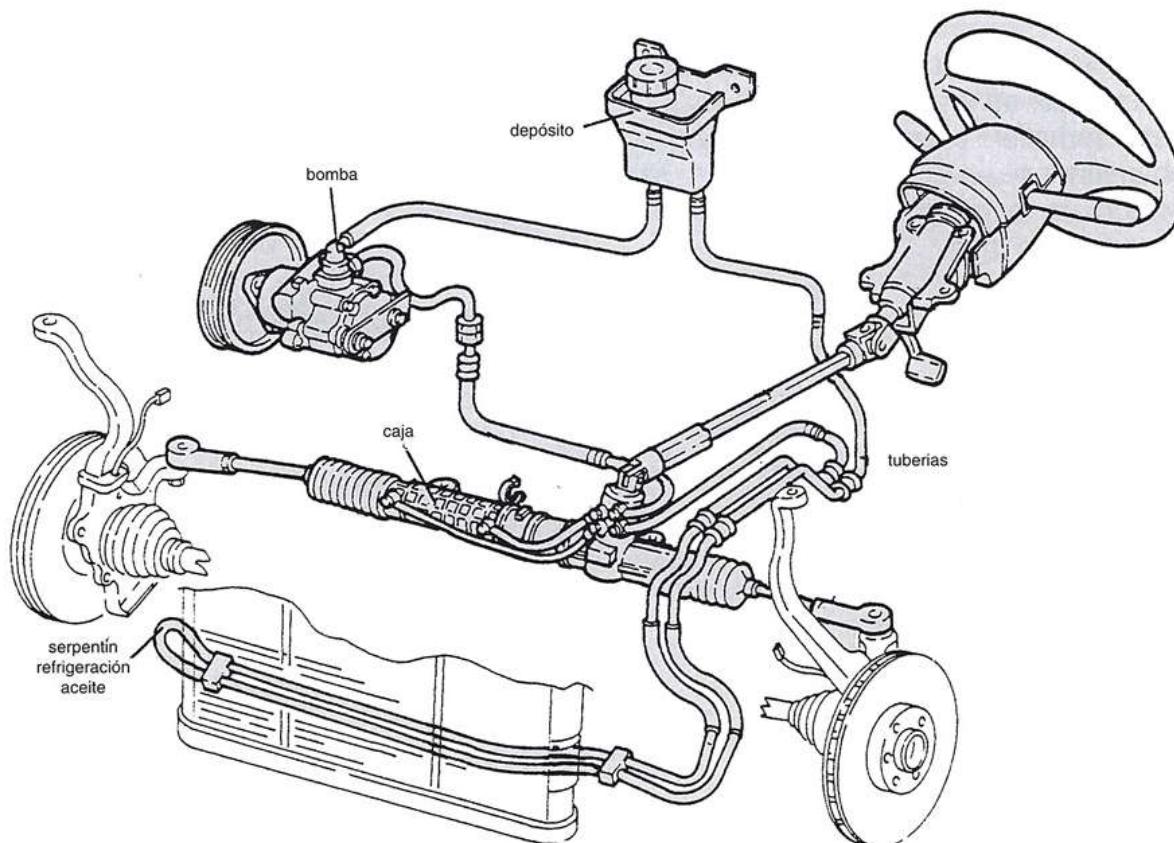
[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## SERVODIRECCIÓN

Los automóviles modernos son mayores y más pesados que los primitivos; además, los neumáticos son más anchos, están más separados y se inflan a presiones más bajas. Por otra parte, ha habido la tendencia a hacer gravitar más de la mitad del peso sobre las ruedas anteriores, en especial el peso del motor.

La servodirección consiste en un dispositivo que facilita la maniobra de viraje, actuando sobre la dirección mecánica normal, en el momento en que el conductor acciona el volante, garantizando seguridad y precisión de conducción a altas velocidades, maniobrabilidad y esfuerzo limitado durante las maniobras de estacionamiento y a baja velocidad. Está compuesta por:

- Caja de dirección.
- Bomba de dirección asistida.
- Depósito de líquido para el sistema.
- Tubos de unión hidráulica de los elementos.



Componentes de la servodirección

IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

K

ZOOM +

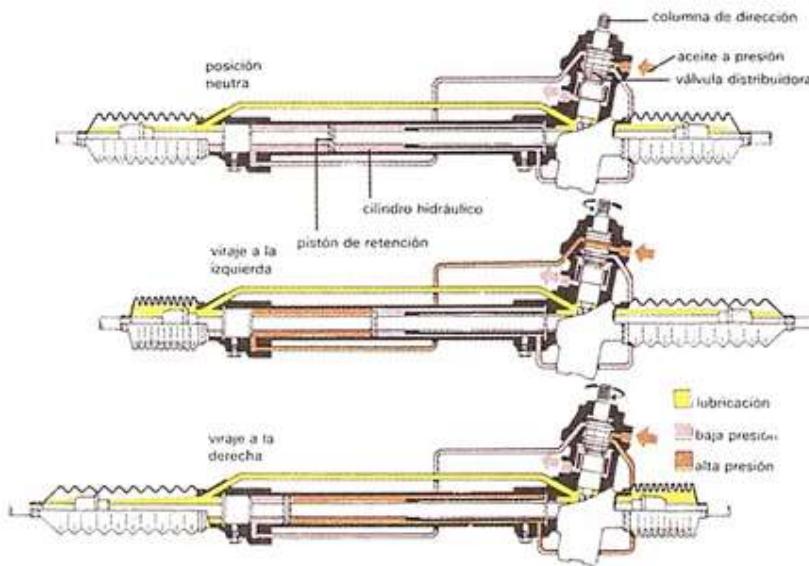
ZOOM -



DIRECCIÓN

## CAJA DE DIRECCIÓN ASISTIDA

La servoasistencia se obtiene enviando (por medio de la bomba) el aceite a presión en una cámara del cilindro hidráulico y vaciando al mismo tiempo la otra.



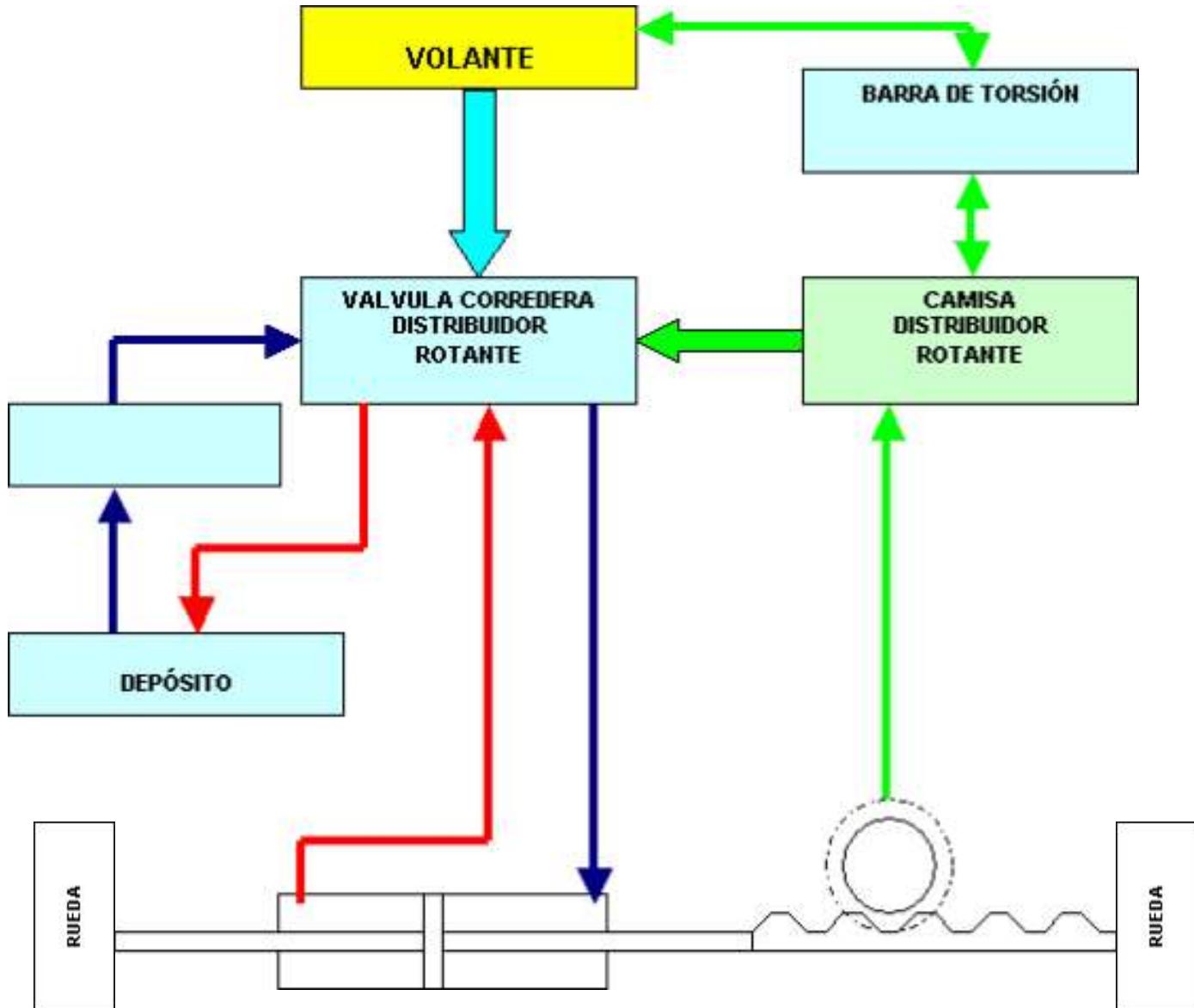
### Servodirección

La alimentación de una u otra cámara del cilindro hidráulico se realiza cuando el par aplicado al volante de dirección tuerce la barrita de torsión, que une elásticamente el eje de mando con el piñón; en esta condición se pone en comunicación los orificios del eje de mando con los orificios de la caja distribuidora en función del sentido de rotación del volante de dirección.

Si el par aplicado al volante no es capaz de provocar la torsión de la barrita, el servomando no interviene y el conjunto funciona como una dirección mecánica.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO



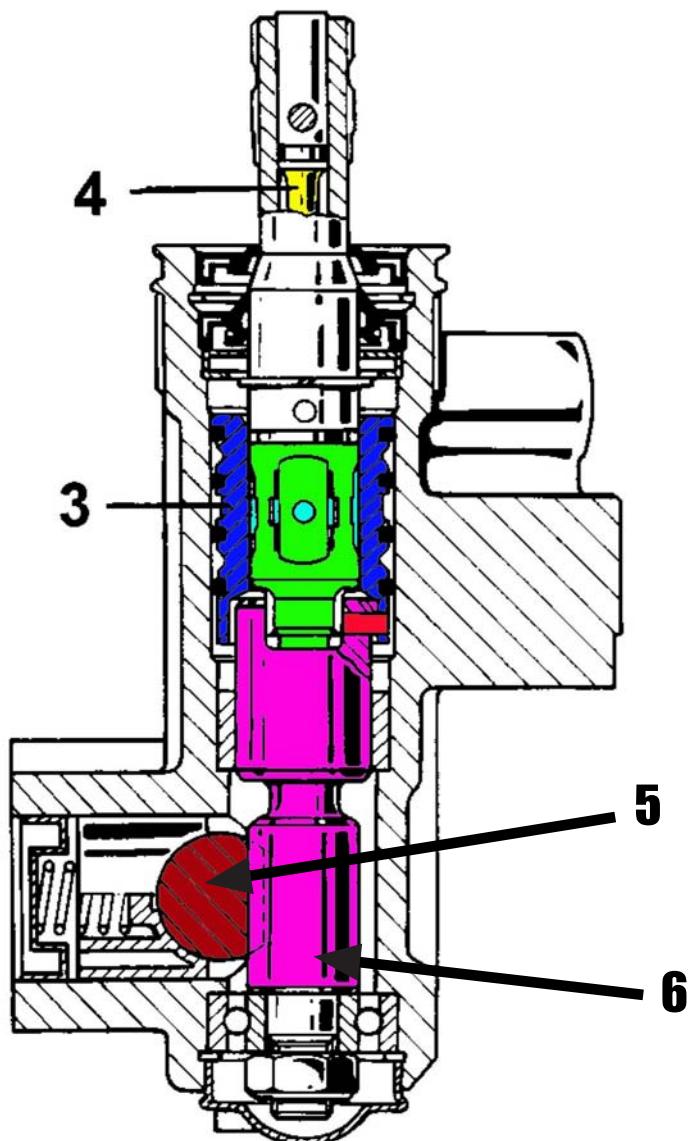
## CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

Con el volante en posición neutral las cámaras del cilindro actuador están abiertas, manteniendo la misma presión de aceite; al girar, una de las dos cámaras del cilindro se comunica con la línea de presión mediante el distribuidor rotante, la otra se comunica con el depósito mediante la línea de escape.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## DISTRIBUIDOR ROTANTE

3. Distribuidor rotante.
4. Barra de torsión.
5. Piñón.
6. Cremallera.



IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

I

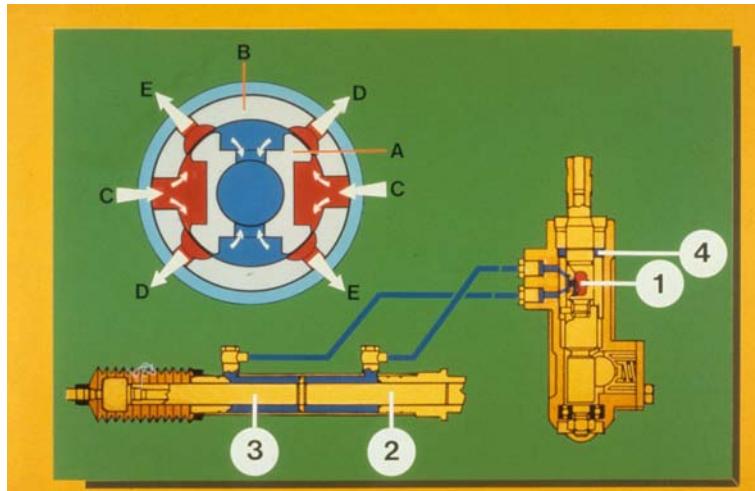
ZOOM +

ZOOM -



DIRECCIÓN

## FUNCIONAMIENTO

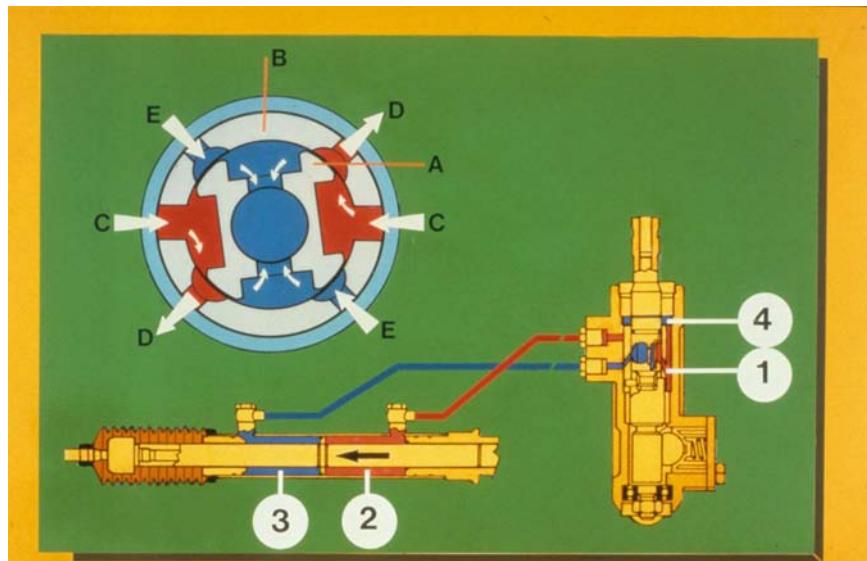


Girando el volante conectado a la válvula corredera del distribuidor mediante una doble junta cardán se consigue una rotación relativa entre la válvula corredera (A) y la camisa (B) que permite alimentar una de las dos cámaras del cilindro de la dirección (2-3). El consiguiente desplazamiento de la cremallera hace girar el piñón que vuelve a centrar la camisa respecto a la válvula corredera.

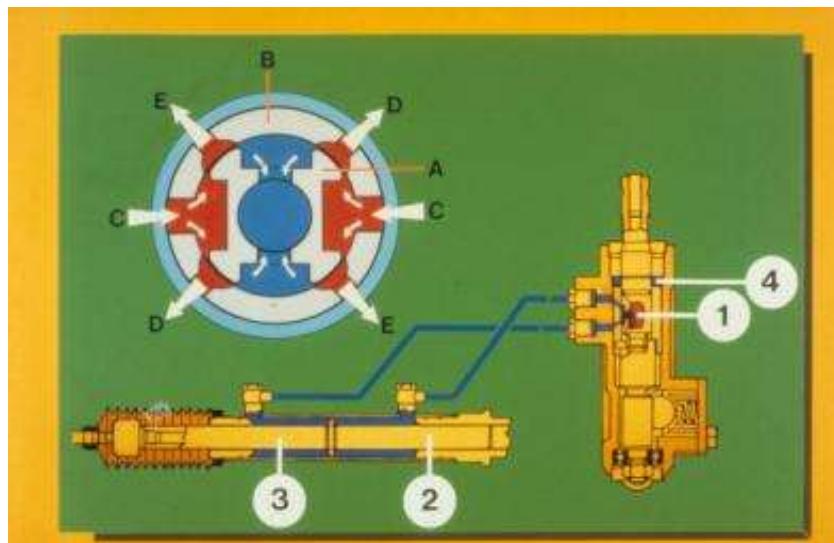


La columna se conecta directamente al piñón (4) mediante una barra de torsión (3). En la fase de giro ese dispositivo se mantiene en torsión; al terminar el giro la torsión desaparece. La presencia de torsión en el dispositivo es indicativa de la apertura de las lumbрeras entre el distribuidor rotante (1) y la camisa (2). La apertura de las lumbрeras est  vinculada por la acción de giro a través del cilindro actuador (2).

## CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

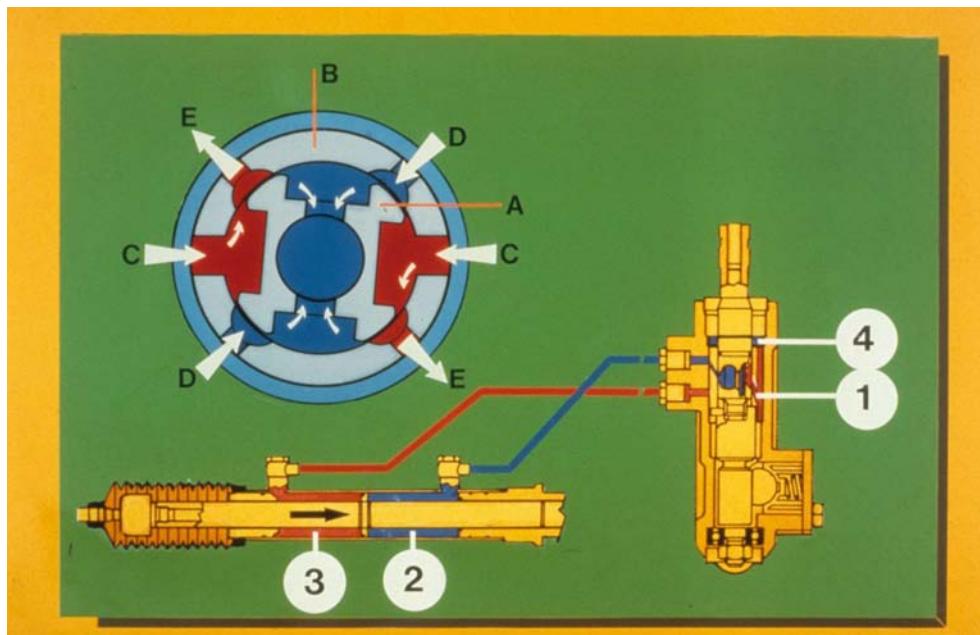


En caso de mando activo de dirección en el volante la válvula corredera del distribuidor forma un ángulo relativo respecto a la camisa (B), mientras que en el cilindro actuador estamos en presencia de un caudal de entrada (1→2) en la cámara activa y de un caudal de salida (3→4) en la otra.



[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

En posición de fin de mando de giro desaparece el ángulo formado por la válvula corredera y la camisa; en el pistón de doble efecto (2-3) ya no existe acción alguna de potencia por parte del aceite.



El signo del par de torsión transmitido determina la cámara del cilindro actuador que recibe el aceite a presión y la cámara del mismo de la que sale el aceite hacia el depósito.

 IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

K

ZOOM +

ZOOM -

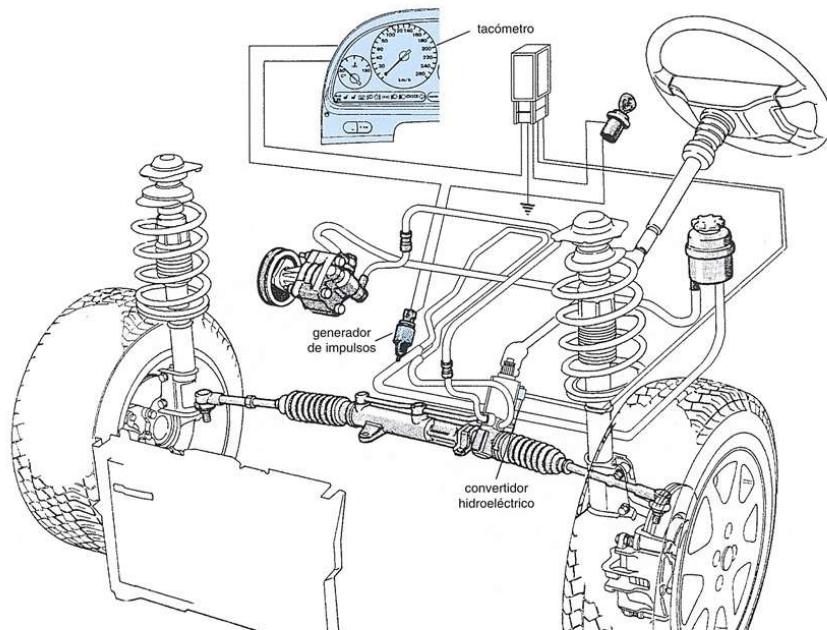


DIRECCIÓN

## SERVODIRECCIÓN DE EFECTO VARIABLE SERVOTRONIC

La servodirección de efecto variable está compuesta por una caja de dirección de cremallera hidráulica con efecto controlado electrónicamente en función de la velocidad del vehículo.

El porcentaje del control hidráulico que a bajas velocidades asume es del 95%, para disminuir progresivamente hasta el 65% a 150 km/h y después mantenerse constante. Esto garantiza un esfuerzo mínimo durante las maniobras realizadas a baja velocidad (aparcamiento) y un óptimo control del vehículo a velocidades altas, por tanto cuando el vehículo viaja a altas velocidades no se advierte la sensación de excesiva suavidad en la dirección, que permanece siempre sujeta y bajo control.



Instalación de la servodirección Servotronic

Los elementos que la componen además de la parte hidráulica son:

- Generador de impulsos.
- Módulo electrónico (centralita).
- Convertidor hidroeléctrico.

## GENERADOR DE IMPULSOS SEÑAL TACOMÉTRICA

Es el encargado de enviar la señal de velocidad, procedente de cambio de marchas, al tacómetro electrónico del cuadro de instrumentos, siendo filtrada y aprovechada esta señal por el módulo electrónico de la Servotronic.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## MÓDULO ELECTRÓNICO

El módulo electrónico elabora la señal recibida del tacómetro y alimenta al convertidor hidroeléctrico con los valores de corriente adecuados.

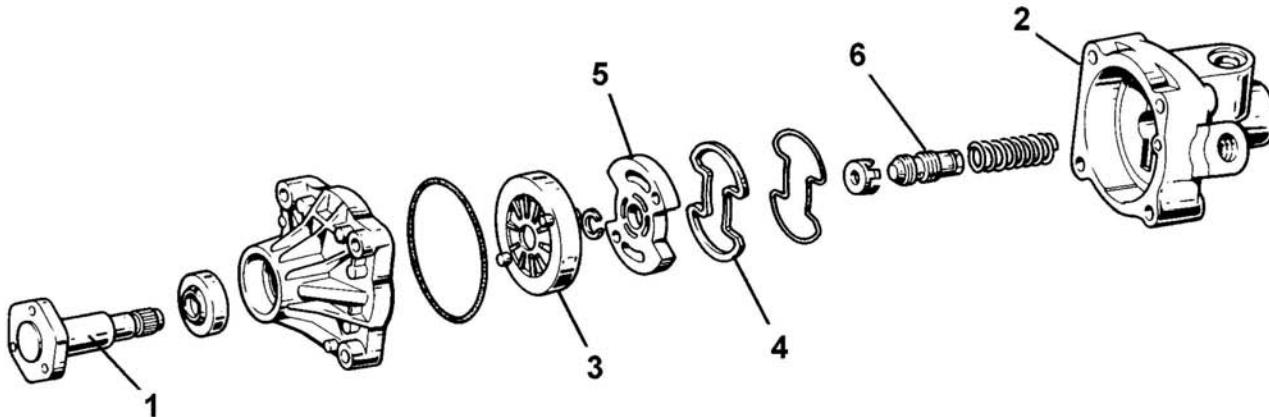
## CONVERTIDOR HIDROELÉCTRICO

Es el elemento que recibiendo la corriente enviada por el módulo, descarga más o menos, la presión de aceite de la parte del cilindro de la caja de dirección que no recibe presión enviada por la bomba.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## DIRECCIÓN

### BOMBA DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN ASISTIDA



1. Eje de transmisión.
2. Cuerpo bomba.
3. Rotor de paletas.
4. Junta de estanqueidad.
5. Placa lateral del rotor.
6. Válvula reguladora.

### Bomba de la servodirección

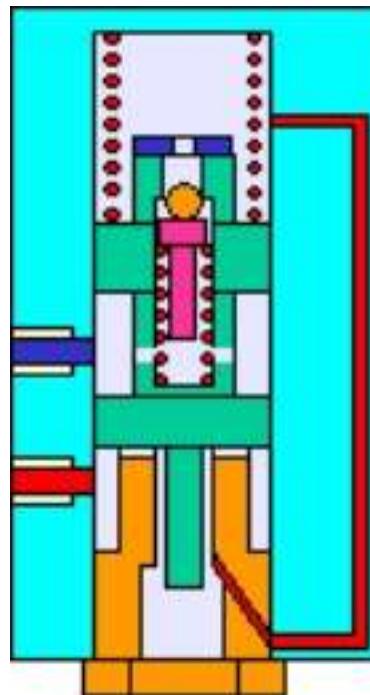
#### CARACTERÍSTICAS

La bomba, de tipo volumétrico de paletas, desempeña la función de enviar el aceite de la línea de aspiración a la línea de envío, determinando así un caudal de flujo en el sistema que varía según el número de revoluciones de la bomba.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## FUNCIONAMIENTO

Es accionada directamente por el motor mediante una correa y la polea acoplada al eje de mando. Con dirección en posición neutral, la bomba está accionada y todo el caudal de aceite se envía al depósito (siempre mediante el distribuidor rotante). Al girar, el caudal de aceite de envío se regula mediante la válvula reguladora.



Válvula reguladora

La instalación funciona con una presión de alimentación variable entre 3,5 bares (con dirección en posición neutral) y 85 bares (con dirección al máximo).

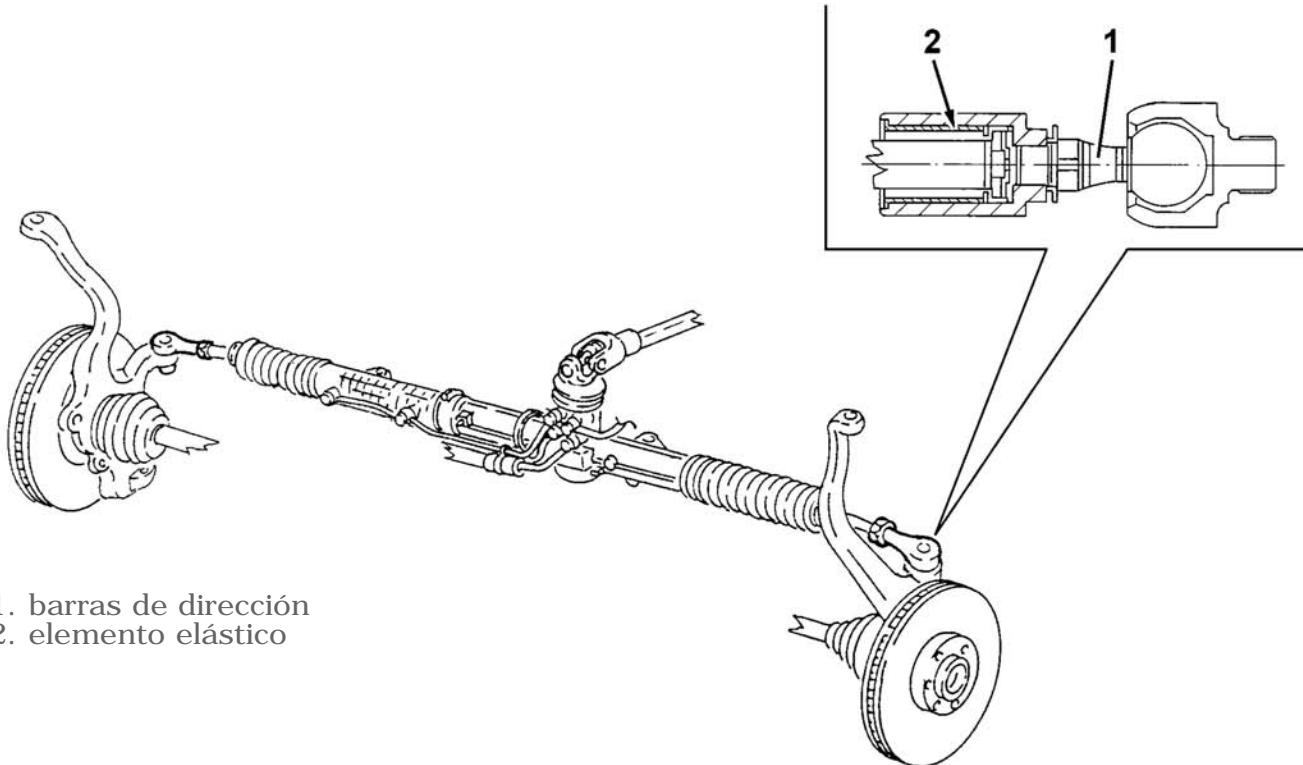
## ASPECTOS PROBLEMÁTICOS

Fenómenos de cavitación debido a la alta temperatura, al escaso nivel de líquido, a las burbujas de aire, etc., excesivas filtraciones, deterioro de las juntas.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## DIRECCIÓN

### BARRAS DE DIRECCIÓN



1. barras de dirección  
2. elemento elástico

### CARACTERÍSTICAS

Las barras de dirección, acopladas a la cremallera, accionan las palancas de dirección que efectúan la rotación de las ruedas alrededor del eje de giro. Estas barras están dotadas de un elemento elástico de conexión con las palancas de dirección para así amortiguar las vibraciones que son inducidas en las barras de dirección por el cinematismo de la suspensión y por las irregularidades de la calzada; ello mejora el confort de marcha.

 IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

K

ZOOM +

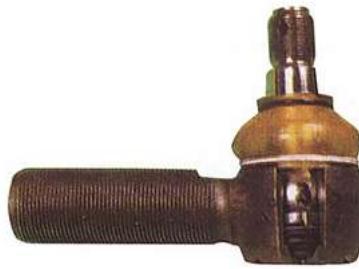
ZOOM -



DIRECCIÓN

## RÓTULAS DE DIRECCIÓN

Es el elemento propio del sistema de palancas de la dirección que consiste en una articulación con tres tipos de movimientos. Permite rotaciones de los brazos unidos a la misma, alrededor de tres ejes perpendiculares entre sí.



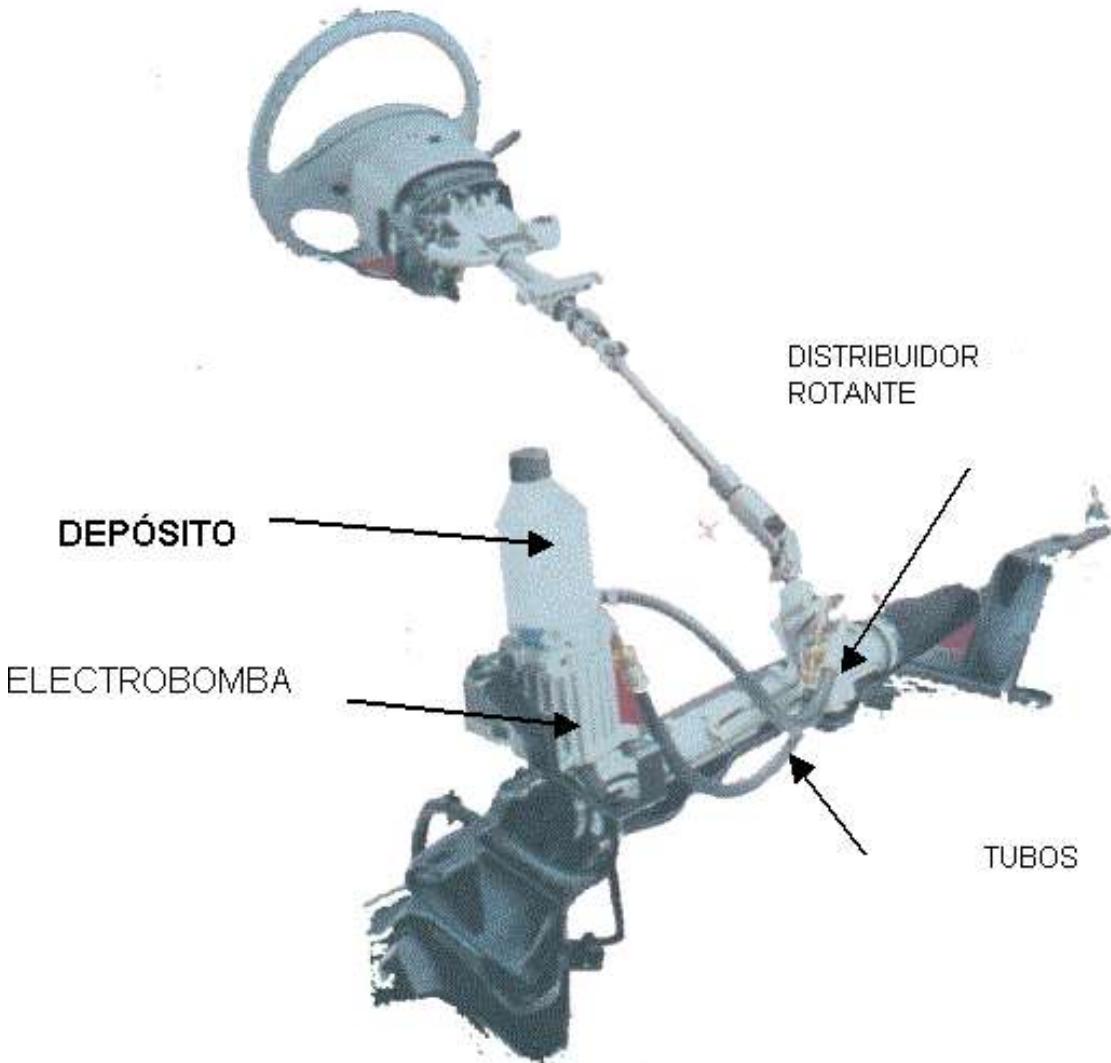
Rótula de dirección

La rótula consta de una semiesfera con un vástago cónico roscado por un extremo. La parte esférica está encerrada en un casquillo, también esférico, y es lubricada por una capa fina de material autolubricante.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## DIRECCIÓN ASISTIDA ELECTROHIDRÁULICA

La dirección asistida electrohidráulica desempeña la misma función que la dirección asistida hidráulica, es decir reduce el esfuerzo de giro del volante, con la diferencia de que, en este tipo de aplicación, el accionamiento de la bomba hidráulica se efectúa mediante un motor eléctrico. Una consecuencia positiva es la posibilidad de accionar la bomba sólo cuando se gira evitando un consumo inútil de energía como en el caso tradicional de conexión del mando al motor del vehículo.



[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[>>](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## PURGA DE LA SERVODIRECCIÓN

La purga de la servodirección es automática; para purgar el sistema sólo hay que girar completamente a la derecha y a la izquierda con el motor en marcha y el coche parado. Esta operación debe realizarse cada vez que se desmonten y monten los tubos de conexión o cualquier otro componente de la instalación.

## CONTROL DEL NIVEL DE ACEITE

Se debe realizar en frío y con el motor en marcha, añadiendo aceite si hace falta para restablecer el nivel correcto.



Business Unit

 IMPRIMIR

ÍNDICE









ZOOM +

ZOOM -



DIRECCIÓN

## LOCALIZACIÓN DE LAS ANOMALÍAS Y REPARACIONES

### CONTROLES PRELIMINARES

- \* Controlar la presión y el desgaste de los neumáticos.
- \* Colocar el coche en una superficie plana y seca manteniendo las revoluciones del motor al mínimo.

INCONVENIENTES Y SINTOMAS	COMPROBACIÓN	VÉASE LA PRUEBA
Nivel del líquido del deposito insuficiente / pérdidas.	Pérdidas visibles a la altura de los componentes o de los tubos del sistema de la servodirección con consiguiente disminución del nivel del líquido en el depósito.	A
Endurecimiento gradual de la dirección	Al aumentar el ángulo de giro se endurece la dirección	B
Endurecimiento repentino de la dirección	Durante el empleo normal de la dirección se endurece repentinamente la dirección	C
Ruidos / golpeteos durante el accionamiento de la dirección.		D
Ruidos continuos		E
Fuelles de la caja de la dirección dañados.		F
Ruidos del eje intermedio		G
Ruidos de la columna de la dirección		H
La columna de la dirección no se desliza bien o no se bloquea		I

 IMPRIMIR

ÍNDICE









ZOOM +

ZOOM -



DIRECCIÓN

## NIVEL DEL LÍQUIDO DEL DEPOSITO INSUFICIENTE/PÉRDIDAS (Prueba A)

PASO DE LA PRUEBA		RESULTADO	REPARACIÓN
A1	ANILLOS DE RETENCIÓN DE LA CAJA DE LA DIRECCIÓN		
	Comprobar que los segmentos de compresión de la caja de la dirección no estén desgastados o dañados	 	Efectuar el paso A2  Sustituir la caja de la dirección.
A2	CONTROL VISUAL DE LAS PERDIDAS DE ACEITE		
	Comprobar que no haya pérdidas de aceite por la caja de la dirección, por la bomba o por el depósito	 	Efectuar el paso A3  Apretar los racores al par prescrito; en caso necesario sustituir las juntas de los racores.
A3	ANILLOS DE RETENCIÓN DE LA BOMBA		
	Comprobar que los segmentos de compresión en el eje de la bomba no estén desgastados o dañados.		Sustituir la bomba de la servodirección.



 IMPRIMIR

ÍNDICE









ZOOM +

ZOOM -



DIRECCIÓN

## ENDURECIMIENTO GRADUAL DE LA DIRECCIÓN (Prueba B)

PASO DE LA PRUEBA		RESULTADO	REPARACIÓN
B1	CONTROL DE LA VÁLVULA DE DISTRIBUCIÓN		
	- Comprobar la integridad y la eficiencia de los retenes de la válvula de distribución	<input type="radio"/> OK <input checked="" type="radio"/> <del>OK</del>	Efectuar el paso B2 Sustituir la caja de la dirección.
B2	CONTROL DE LAS PÉRDIDAS DE ACEITE		
	- Comprobar que no haya pérdidas de aceite por la caja de la dirección.	<input type="radio"/> OK <input checked="" type="radio"/> <del>OK</del>	Efectuar el paso B3 Sustituir la caja de la dirección.
B3	CONTROL DE LA PRESIÓN EN EL CIRCUITO		
	- Comprobar que la presión de envío de la bomba no baje de 49.7 psi (3.5 bar) en posición neutra de la dirección - Con dirección forzada debe alcanzar 85 bar	<input type="radio"/> OK <input checked="" type="radio"/> <del>OK</del>	Efectuar el paso B4 Sustituir la bomba de la servodirección.
B4	CONTROL DE LA CORREA DE LA BOMBA		
	- Comprobar que la correa de arrastre de la polea de la bomba no esté aflojada, dañada o rota.	<input checked="" type="radio"/> <del>OK</del>	Restablecer la tensión correcta de la correa; en caso necesario sustituirla.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## ENDURECIMIENTO REPENTINO DE LA DIRECCIÓN (Prueba C)

PASO DE LA PRUEBA	RESULTADO	REPARACIÓN
C1   CONTROL DE LOS TUBOS		
- Comprobar que los tubos no estén rotos. - Rotura correa.	 	Sustituir los tubos dañados

IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

K

ZOOM +

ZOOM -



DIRECCIÓN

## RUIDOS / GOLPETEOS DURANTE EL ACCIONAMIENTO DE LA DIRECCIÓN (Prueba D)

PASO DE LA PRUEBA		RESULTADO	REPARACIÓN
D1	CONTROL DEL NIVEL DEL ACEITE		
	- Comprobar el nivel del aceite en el sistema.	<input checked="" type="radio"/> OK <input type="radio"/> <del>OK</del>	Efectuar el paso D2. Restablecer el nivel correcto de aceite.
D2	COMPROBACIÓN DE PRESENCIA DE AIRE EN EL SISTEMA		
	- Comprobar que no haya aire en el sistema.	<input checked="" type="radio"/> OK <input type="radio"/> <del>OK</del>	Efectuar el paso D3. Purgar el sistema girando varias veces el volante en los dos sentidos hasta el tope; si el ruido permanece sustituir la caja de la dirección.
D3	CONTROL DEL FILTRO DEL DEPOSITO		
	- Comprobar que el filtro del depósito no esté particularmente sucio u obstruido.	<input checked="" type="radio"/> OK <input type="radio"/> <del>OK</del>	Efectuar el paso D4. Sustituir el depósito.
D4	CONTROL DE LAS FIJACIONES		
	- Comprobar que los tornillos de fijación de los componentes de la servodirección no estén flojos	<input checked="" type="radio"/> OK <input type="radio"/> <del>OK</del>	Efectuar el paso D5. Apretar los tornillos al par prescrito.
D5	CONTROL DE LAS VARILLAS Y DE LAS RÓTULAS		
	- Comprobar que las varillas o las rótulas de la dirección no estén dañados o desgastadas.	<input type="radio"/> <del>OK</del>	Sustituir las varillas o las rótulas. .

 IMPRIMIR

ÍNDICE









ZOOM +

ZOOM -



DIRECCIÓN

## RUIDOS CONTINUOS (Prueba E)

PASO DE LA PRUEBA		RESULTADO	REPARACIÓN
E1	CONTROL DE LA BOMBA		
-Comprobar, desacoplando la correa de la bomba, si permanece el ruido.			Sustituir la bomba.

## FUELLES DE LA CAJA DE LA DIRECCIÓN DAÑADOS (Prueba F)

PASO DE LA PRUEBA		RESULTADO	REPARACIÓN
F1	CONTROL DE LOS FUELLES		
-Comprobar que los fuelles de la caja de la dirección no estén dañados o viejos.			Sustituir los fuelles.



 IMPRIMIR

ÍNDICE



ZOOM +

ZOOM -



DIRECCIÓN

## RUIDOS DEL EJE INTERMEDIO (Prueba G)

PASO DE LA PRUEBA		RESULTADO	REPARACIÓN
G1	CONTROL DE LAS JUNTAS CARDAN		
	- Comprobar que la cruceta, de las juntas cardán del eje intermedio, no tenga una holgura excesiva	 	Efectuar el paso G2 Sustituir el eje intermedio.
G2	CONTROL DEL ACOPLAMIENTO RANURADO		
	- Comprobar que el acoplamiento ranurado de la columna-eje intermedia no presente una holgura excesiva		Sustituir los componentes dañados.



 IMPRIMIR

ÍNDICE









ZOOM +

ZOOM -



DIRECCIÓN

## RUIDOS DE LA COLUMNA DE LA DIRECCIÓN (Prueba H)

PASO DE LA PRUEBA		RESULTADO	REPARACIÓN
H1	CONTROL DE LOS RODAMIENTOS		
	- Comprobar que los rodamientos del soporte de la columna no estén desgastados o dañados.	<input checked="" type="radio"/> OK <input type="radio"/> <del>OK</del>	Efectuar el paso H2 Sustituir los rodamientos dañados.
H2	CONTROL DE LA COLUMNA		
	- Comprobar que la columna no presente interferencias con las dos carcasa del conmutador de mando de las luces.	<input checked="" type="radio"/> OK <input type="radio"/> <del>OK</del>	Efectuar el paso H3 Montar correctamente las dos carcasa.
H3	CONTROL DE LAS FIJACIONES DE LAS JUNTAS		
	- Comprobar que las tuercas de fijación de las juntas cardán en los extremos de los ejes estén apretadas correctamente.	<del>OK</del>	Apretar correctamente las tuercas.

 IMPRIMIR

ÍNDICE







ZOOM +

ZOOM -



DIRECCIÓN

LA COLUMNA DE LA DIRECCIÓN NO SE DESLIZA BIEN O NO SE BLOQUEA (Prueba I)

PASO DE LA PRUEBA		RESULTADO	REPARACIÓN
I1	CONTROL DE FIJACIÓN DEL SOPORTE DE LA COLUMNA		
	- Comprobar que el tornillo de fijación del soporte de la columna de dirección a la carrocería no esté apretado excesivamente.	 	Efectuar el paso I2 Apretar correctamente.
I2	CONTROL DE FIJACIÓN DE LA PALANCA DE REGULACIÓN		
	- Comprobar que la tuerca de fijación de la palanca de regulación axial del volante no esté apretada excesivamente	 	Efectuar el paso I3 Apretar correctamente.
I3	CONTROL DE LUBRICACIÓN DEL ACOPLAMIENTO RANURADO		
	- Comprobar que el acoplamiento ranurado de la columna de la dirección-eje intermedio esté lubricado adecuadamente.		Lubrificar adecuadamente el acoplamiento ranurado.

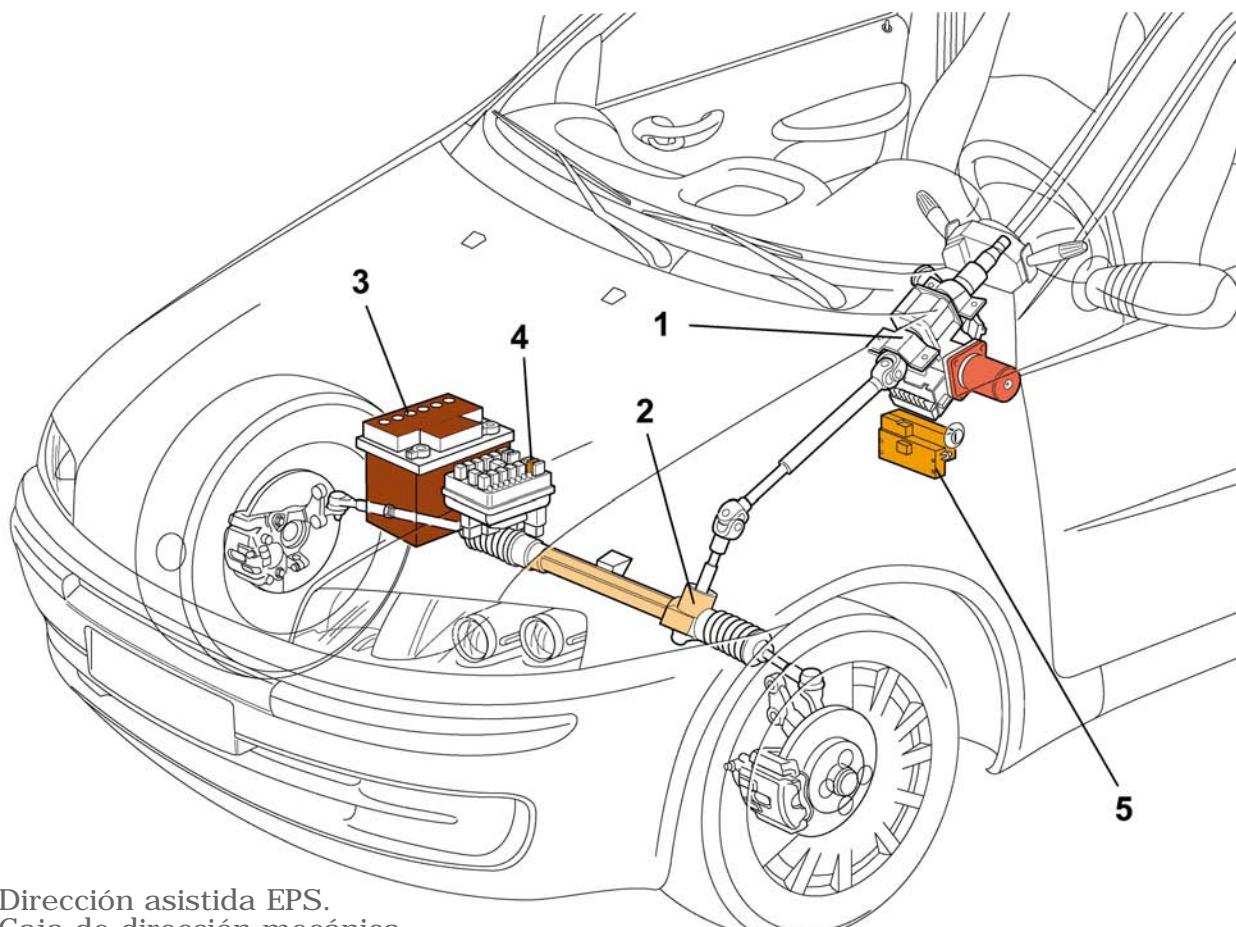
[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

## DIRECCIÓN

### DIRECCIÓN ASISTIDA ELÉCTRICA DELPHI

#### DESCRIPCIÓN

La dirección asistida EPS (Electrical Power Steering) fabricada por DELPHI es un dispositivo de servoasistencia de la dirección que aligera el esfuerzo necesario para accionar el volante en la fase de giro, sobre todo en las maniobras a baja velocidad.



1. Dirección asistida EPS.
2. Caja de dirección mecánica.
3. Batería.
4. Centralita de derivación en el motor.
5. Centralita de derivación bajo el salpicadero.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO:

La acción de giro se produce mediante el mecanismo piñón-cremallera. Al girar, a la fuerza del conductor sobre el volante se añade la acción de un motor eléctrico que, mediante un acoplamiento tornillo sin fin-rueda helicoidal que lo acopla a la columna de dirección, suministra un cierto par que aligera el esfuerzo del conductor. Una centralita dirige el dispositivo de servoasistencia de la dirección, que, midiendo el par que se ejerce sobre el volante, la posición angular del mismo y la velocidad del vehículo, decide qué cantidad de par debe suministrar el motor eléctrico, alimentándolo con una corriente eléctrica proporcional.

 IMPRIMIR

ÍNDICE



ZOOM +

ZOOM -



DIRECCIÓN

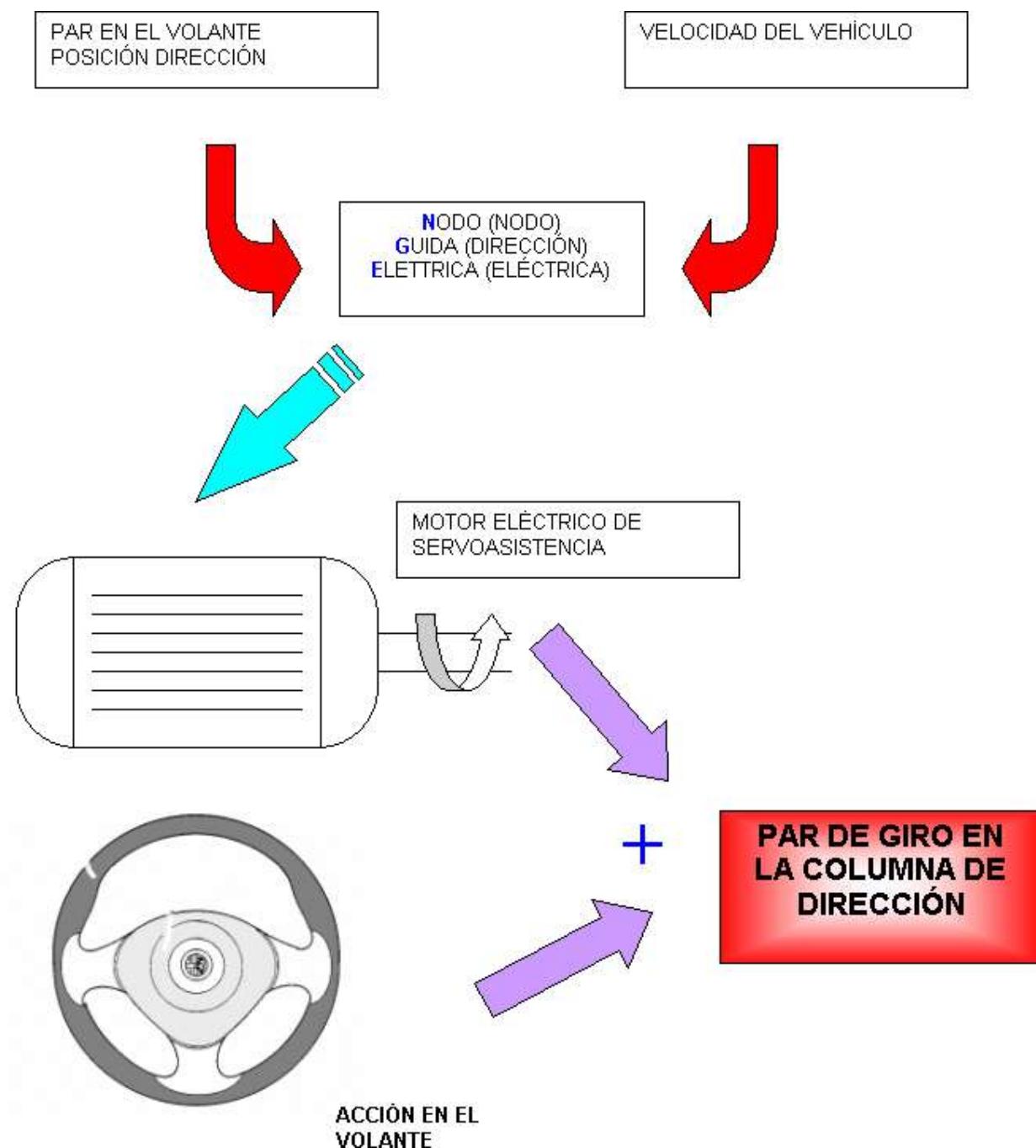
## COMPONENTES DE LA DIRECCIÓN ASISTIDA ELÉCTRICA

COMPONENTE	FUNCIÓN	CONEXIONES PRINCIPALES
VOLANTE	Transmite el mando del conductor a la columna de dirección	Mecánicamente con la columna de dirección y con los dos sensores de posición y par
COLUMNA DE DIRECCIÓN	Recibe el mando del volante; transfiere el par suministrado por el conductor sumado al suministrado por el motorreductor a la caja piñón-cremallera	Al volante, al motorreductor y al piñón
MOTOR ELÉCTRICO	Es el elemento de potencia que suministra el par de asistencia	Mecánicamente al reductor mecánico, eléctricamente con la centralita electrónica
REDUCTOR	Acopla el motor eléctrico a la columna de dirección, efectuando una reducción de velocidad (y, contextualmente, una multiplicación del par)	El tornillo sin fin está acoplado al eje de salida del motor eléctrico, mientras que la rueda helicoidal es coaxial a la columna de dirección
CENTRALITA ELECTRÓNICA	Dirige la alimentación del motor eléctrico en función de las entradas recibidas	Eléctricamente con el motor eléctrico, los sensores, el body computer y la batería
SENSORES	Son de tipo potenciométrico, con la función de establecer la posición angular de la dirección (sensor de posición) y el par aplicado al volante (sensor de par).	Mecánicamente están acoplados, mediante una barra de torsión, al volante y a la columna de dirección; eléctricamente con la centralita
PIÑÓN Y CREMALLERA	Transfieren el movimiento recibido de la columna a las palancas de dirección para realizar el giro	Mecánicamente con la columna de dirección y las palancas de dirección

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## ESTRATEGIAS DE ACTUACIÓN

### FUNCIONAMIENTO BÁSICO



 IMPRIMIR

ÍNDICE



ZOOM +

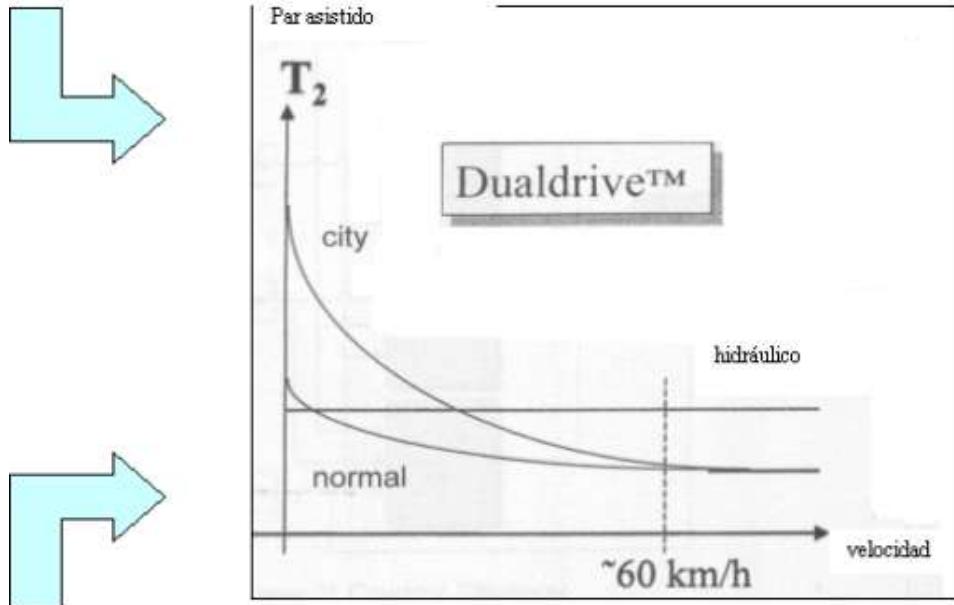
ZOOM -



DIRECCIÓN

## SERVOASISTENCIA VARIABLE EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD DEL VEHÍCULO

Al aumentar la velocidad del vehículo, disminuye la fuerza a aplicar al volante, también porque la fuerza esistente en las ruedas disminuye al aumentar la velocidad. En consecuencia, utilizando la señal de velocidad vehículo, el NGE (nodo dirección eléctrica) establece un menor grado de asistencia de la dirección

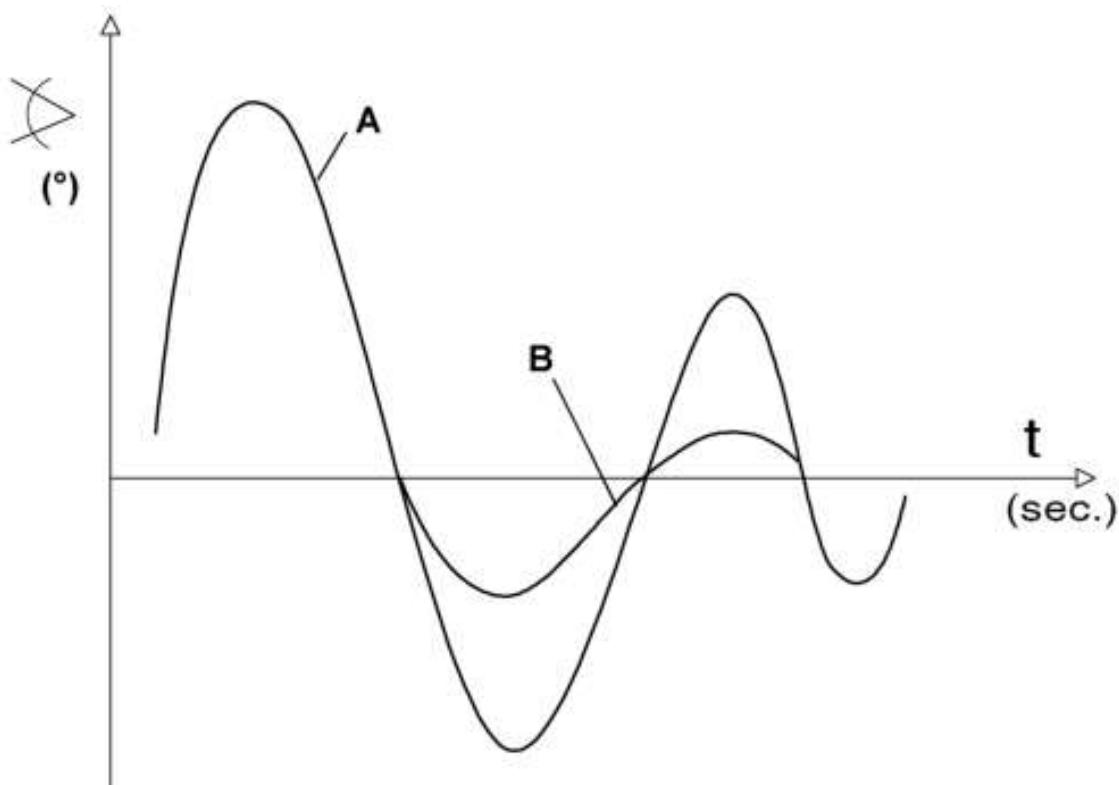


## SERVOASISTENCIA SELECCIONABLE

Con el pulsador situado en el panel de mandos, el usuario puede seleccionar dos formas de conducir:

- "Normal" para una servoasistencia normal a media y alta velocidad.
- "City" para una dirección más blanda al aparcar y a baja velocidad, mediante una mayor servoasistencia.

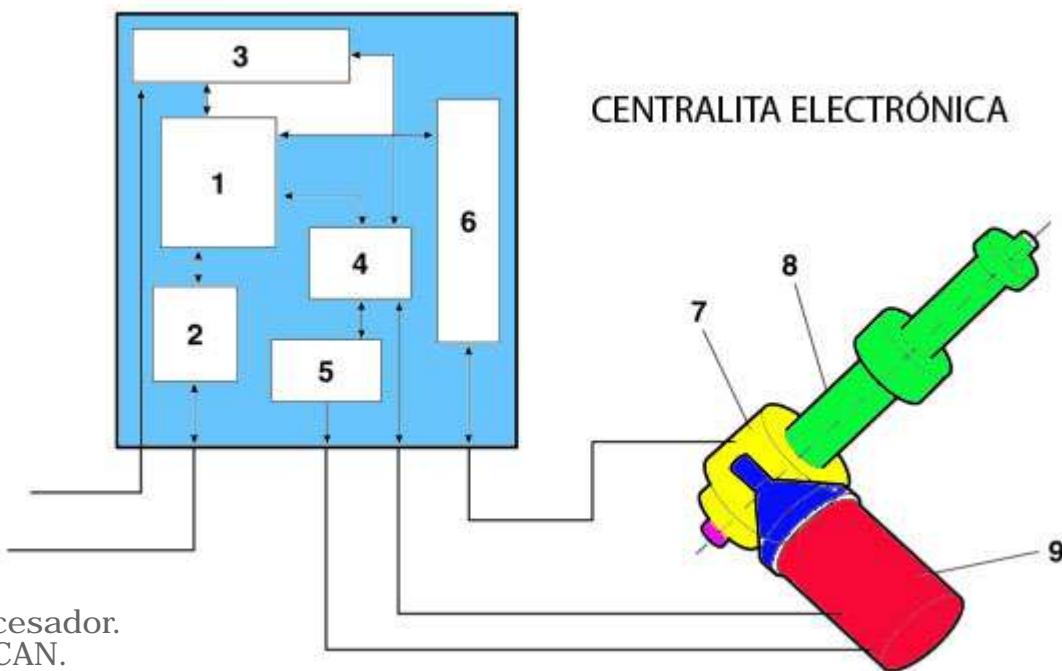
## AMORTIGUACIÓN OSCILACIONES RETORNO DE LA DIRECCIÓN



Después de soltar el volante, tras girar, el chasis genera unas oscilaciones que, perdurando durante un cierto período de tiempo, pueden resultar molestas. En ese caso el dispositivo amortigua estas oscilaciones actuando en el motor eléctrico.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## ESQUEMA DE LOS COMPONENTES



1. Microprocesador.
2. Interfaz CAN.
3. Circuitos de alimentación.
4. Circuito control fases motor.
5. Electrónica de potencia (FET).
6. Interfaz señales analógicas.
7. Sensor de posición y par.
8. Servomecanismo.
9. Motor eléctrico.

## RETORNO ACTIVO

En un giro mecánico, en la fase de retorno, con el vehículo en marcha, las ruedas tienden a realinearse solas debido a las fuerzas que se establecen en la zona de contacto rueda - pavimento; en la dirección asistida eléctrica, el motor eléctrico interviene en la fase de retorno de la dirección, contribuyendo a realinear las ruedas, como ayuda al efecto normal geométrico. La corrección de retorno activo es máxima a baja velocidad y mínima a alta velocidad.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

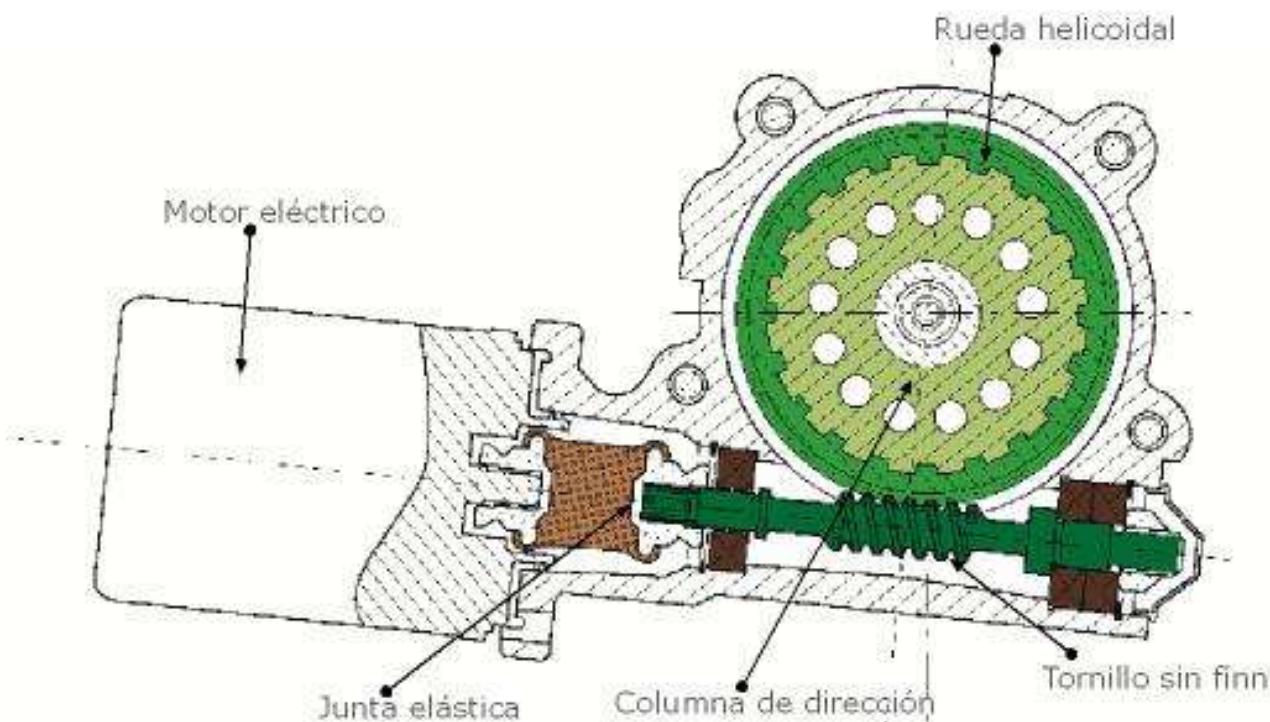
## DIRECCIÓN

### LA ESTRUCTURA DE LA DIRECCIÓN ASISTIDA ELÉCTRICA

La estructura de la dirección asistida eléctrica puede dividirse en tres partes:

- Una parte de control electrónico: la centralita electrónica y los sensores de par y posición controlan el sistema y alimentan el motor eléctrico.
- Una parte de actuación electro-mecánica: el motor eléctrico y el reductor, bajo control de la centralita, suministran el par necesario para el giro; constituyen la interfaz entre la parte de control electrónico y la parte mecánica.
- Una parte mecánica: el volante (en el que actúa el conductor), la columna de dirección, la cadena cinemática que transfiere el movimiento hasta las ruedas.

### MOTORREDUCTOR



[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## CARACTERÍSTICAS

El grupo motorreductor está formado básicamente por un motor eléctrico, un engrane tornillo sin fin-rueda helicoidal con relación de servoasistencia de 22:1 (el par suministrado por el motor eléctrico es multiplicado 22 veces por el reductor) y por dos sensores de par y posición ángulo de giro.

## FUNCIONAMIENTO

Los ejes de entrada y salida del motorreductor están fijados entre ellos mediante una barra de torsión que permite un movimiento angular de más o menos 7 grados. Cuando el conductor gira el volante se deforma elásticamente la barra de torsión, desfasando los dos ejes con un cierto ángulo, proporcional al par aplicado al volante por el conductor. Un sensor de par, montado dentro del motorreductor, mide la desviación del ángulo y proporciona una señal a la centralita que acciona, adecuadamente, el motor para realinear el eje de salida con el de entrada.

## MATERIALES

El grupo motorreductor está fabricado con una fusión de aluminio unida al chasis del vehículo. El engranaje del motorreductor es de acero y la corona exterior de plástico.

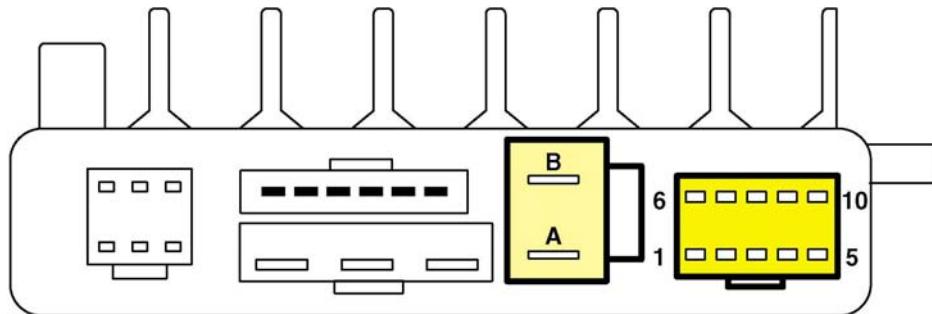
## ASPECTOS PROBLEMÁTICOS

El acoplamiento tornillo sin fin-rueda helicoidal se realiza para permitir la reversibilidad del movimiento; en caso de avería del motor eléctrico sigue siendo posible girar, mediante el volante, arrastrando los engranajes y el motor eléctrico.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## CENTRALITA ELECTRÓNICA

- A. Positivo batería.
- B. Masa.
- 1. Llave en marcha.
- 2. No utilizado.
- 3. No utilizado.
- 4. Input señal selección forma conducir.
- 5. Can L.
- 6. No utilizado.
- 7. No utilizado.
- 8. No utilizado.
- 9. No utilizado.
- 10. Can H



## CARACTERÍSTICAS

La centralita:

- Procesa las señales de entrada recibidas de los sensores y acciona el motor eléctrico, suministran la corriente adecuada para conseguir el par de asistencia deseado.
- Controla la comunicación por la red CAN y efectúa una autodiagnosis continua del sistema.

## FUNCIONAMIENTO

Los valores correspondientes a la velocidad del vehículo y del alternador se obtienen de la red CAN; las señales de posición y par procedentes de los sensores representan los valores básicos con los que el microprocesador procesa los datos de salida en términos de corriente suministrada al motor.

 IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

K

ZOOM +

ZOOM -



DIRECCIÓN

## POSICIÓN

La centralita que controla la servoasistencia de la dirección se fija al cuerpo de la dirección eléctrica y se conecta al cableado mediante dos conectores separados: uno de 10 pin y otros de 2 pin.

## DESCRIPCIÓN DE LAS SEÑALES

Input señal selección forma de conducir (normal / city) (pin 4).

La función normal / city cambia el par de servoasistencia según la velocidad del vehículo, mediante un botón situado en el panel de mandos.

## LÍNEA SERIAL CAN (PIN 5 Y 10)

La centralita es capaz de recibir / transmitir información por la red CAN; las señales recibidas por la red CAN por la centralita NGE son:

- Velocidad vehículo.
- Estado lámpara de avería.
- Señal motor en marcha (D+).
- Diagnosis.
- Error señal velocidad vehículo.

Las señales enviadas por la red CAN por la centralita NGE son:

- Estado sistema (avería).
- Señal de dirección asistida activada.
- Lámpara de selección forma de conducir.
- Diagnosis.

## INTERFAZ CON EL MOTOR

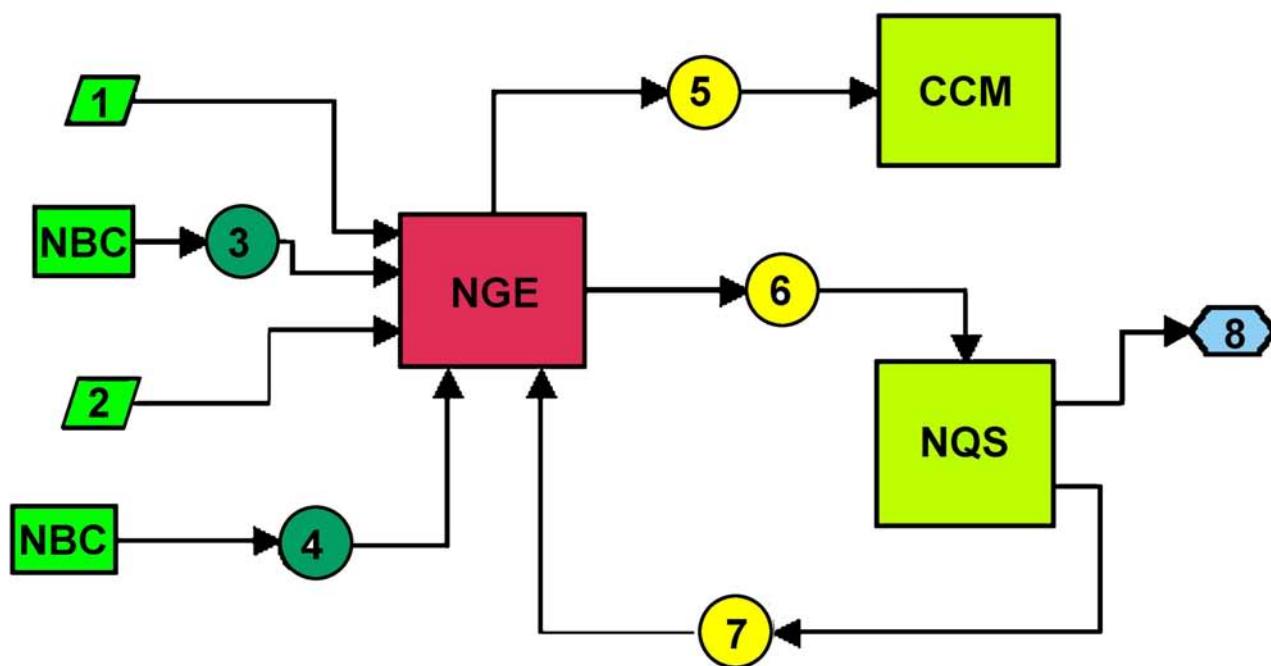
La centralita se conecta al motor eléctrico mediante dos conectores: un conector de tres pin sirve para alimentar las fases del motor eléctrico y el otro de 6 pin sirve para conectar las 3 sondas Hall, situadas dentro del motor eléctrico.

## INTERFAZ CON LOS SENSORES

La centralita recibe en entrada, mediante un tercer conector, las señales procedentes de los dos sensores potenciómetros de par y posición, montados en la columna de dirección.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## COMPORTAMIENTO FUNCIONAL





 IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

K

ZOOM +

ZOOM -

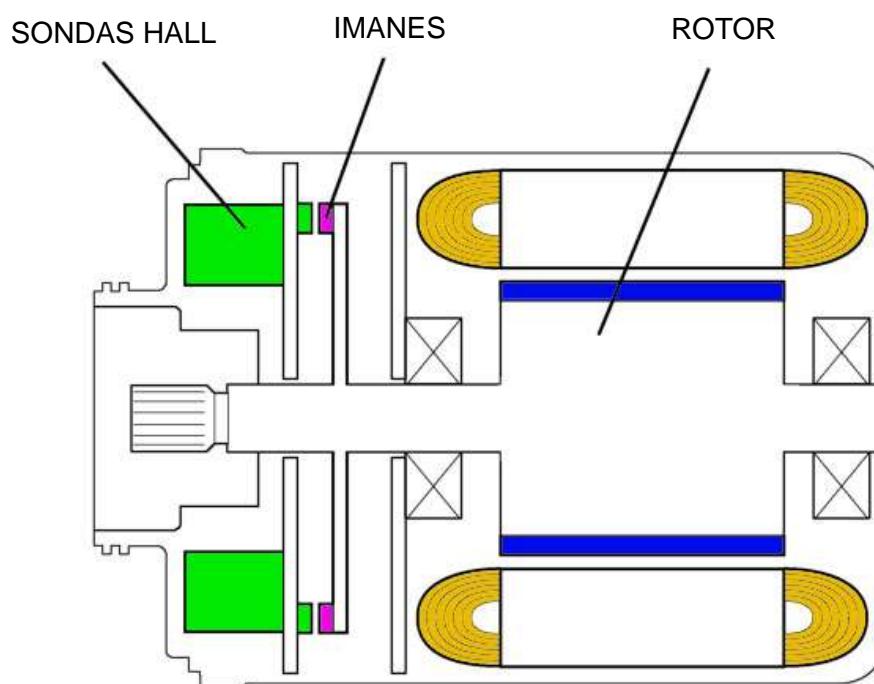


DIRECCIÓN

INPUT	OUTPUT	ACCIÓN
1. SELECTOR CITY		La centralita recibe la señal sobre la modalidad seleccionada
2. LLAVE DE CONTACTO		La centralita recibe la señal de llave en ON
3. TENSIÓN DEL ALTERNADOR		La centralita recibe, mediante el Nudo Body Computer (NBC), la señal del alternador sabiendo si el motor térmico está puesto en marcha
4. VELOCIDAD VEHÍCULO		A través del NBC, la centralita recibe la señal de velocidad del vehículo
	5. CARGA DIRECCIÓN	La centralita envía al módulo de mando motor (CCM) la información acerca de la carga utilizada por la dirección; el CCM ajusta, en consecuencia, el ralentí del motor térmico
	6. ENVÍO ESTADO TESTIGO ANOMALÍA Y/O CITY	
7. RETORNO TESTIGO ANOMALÍA Y/O CITY		Mediante estas entradas y salidas la centralita envía la señal de encendido del testigo de anomalía y/o City al Nudo tablero de instrumentos (NQS) y detecta si este testigo está efectivamente encendido
	8. ENCENDIDO TESTIGO ANOMALÍA Y/O CITY	

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## MOTOR ELÉCTRICO



## CARACTERÍSTICAS

El motor eléctrico es de tipo brushless (sin escobillas); el rotor es de imanes permanentes y los devanados del estator son de cobre. La distribución de la potencia y el control de las fases están regulados por la centralita de control NGE.

## FUNCIONAMIENTO

Los tres devanados estatóricos se conectan entre sí en forma de estrella. La conmutación de las tres fases (es decir de los tres devanados) genera un campo magnético rotativo que induce al rotor (que incorpora imanes permanentes) a girar en sincronía con el campo magnético. La comunicación de esas fases la efectúa la centralita electrónica que determina la posición del rotor mediante tres sondas Hall.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[>>](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## SONDAS HALL

Acoplado al rotor se monta un disco con imanes, en cambio en la parte fija, se montan tres sondas Hall (semiconductores de efecto Hall) que indican a la centralita la posición angular del rotor; de ese modo la centralita puede establecer fases correctas.

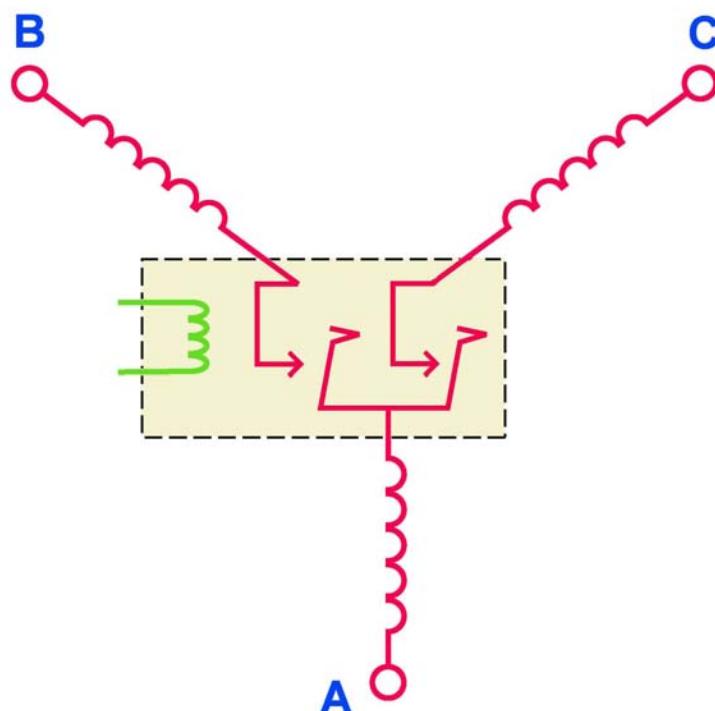
## CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

El par suministrado por el motor eléctrico es proporcional a la corriente con la que se alimentan las fases del motor; la centralita controla el par, controlando la corriente proporcionada.

## RELÉS DE SEGURIDAD

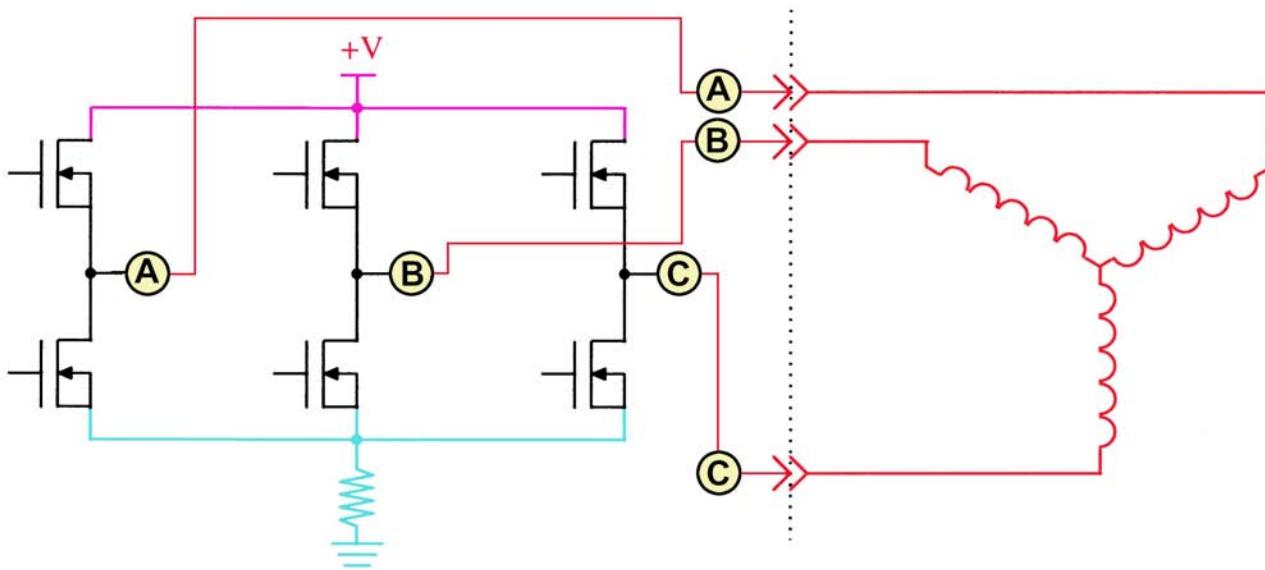
Abren el centro de la estrella de las fases del motor para evitar endurecimientos magnéticos inducidos por el motor en la dirección. En condiciones normales están cerrados.

Esos endurecimientos magnéticos están causados por la inducción de corrientes en los devanados estatóricos por parte de los imanes del rotor cuando éste es puesto en rotación desde el exterior (por ejemplo en caso de avería).



## ALIMENTACIÓN DE LAS FASES

Cada fase del motor eléctrico es accionada con una corriente establecida por la centralita: el accionamiento de cada espira se efectúa mediante un puente FET (un tipo de transistor) alimentado con la técnica del PWM (Pulse Width Modulation).



[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## SENSORES

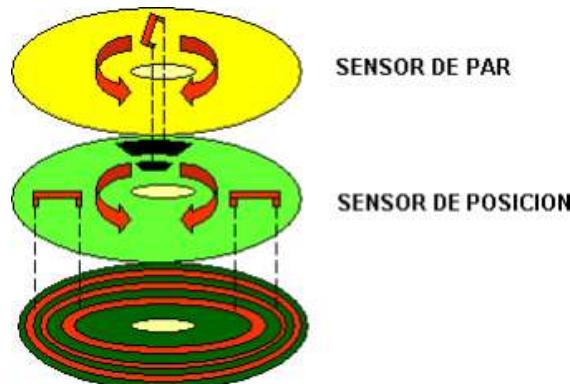
## CARACTERÍSTICAS



Los dos sensores de par y posición angular son de tipo potenciométrico, es decir la magnitud medida (par o posición) se traduce en una variación de la resistencia eléctrica leída por la centralita.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

## FUNCIONAMIENTO



El sensor de par mide la diferencia angular entre los dos ejes de entrada y salida y mediante esa diferencia obtiene el par proporcionado por el conductor. El sensor de posición determina la posición del volante accionado por el conductor.

## UBICACIÓN

Los dos sensores (par y posición) se agrupan en una caja fijada a la fusión del motorreductor.



## ASPECTOS PROBLEMÁTICOS

No pueden comprobarse directamente los sensores: la diagnosis debe realizarse mediante la centralita de la dirección eléctrica.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[K](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)[DIRECCIÓN](#)

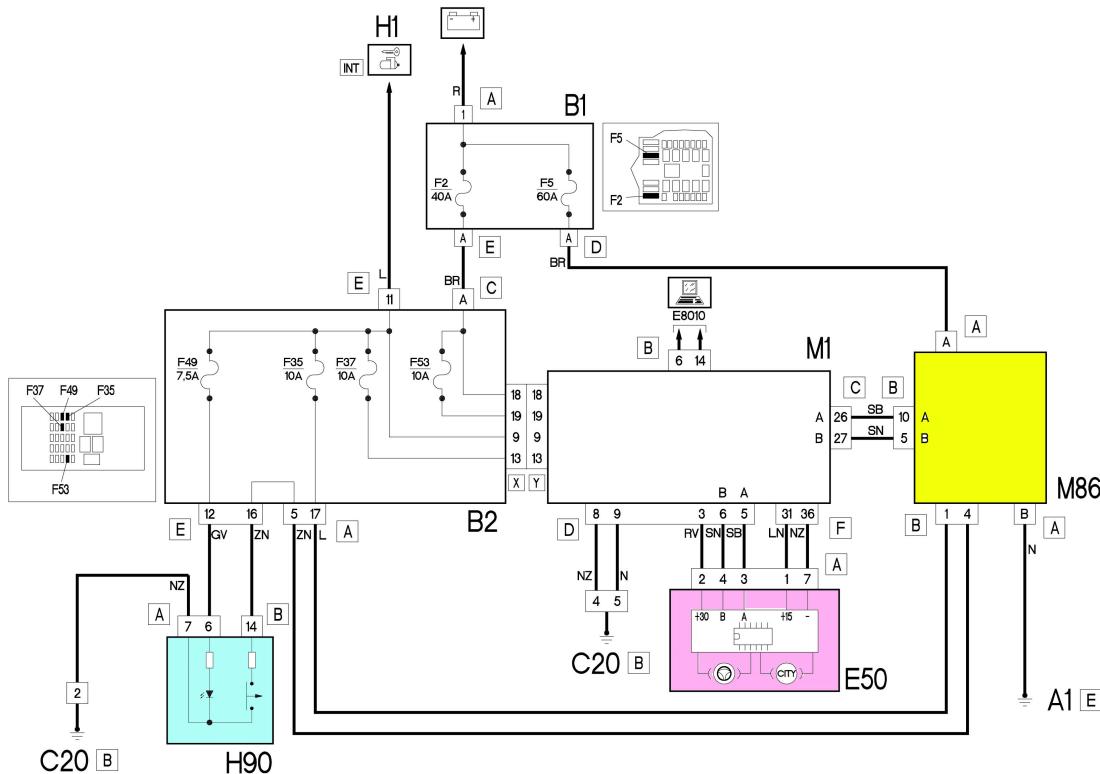
## VENTAJAS DE LA DIRECCIÓN ASISTIDA ELÉCTRICA

La dirección asistida eléctrica, respecto a las hidráulicas, ofrece las siguientes ventajas:

CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS:
Independencia del motor	<ul style="list-style-type: none"><li>- consume energía sólo cuando se gira</li><li>- reducción del consumo de combustible (0,3 – 0,6 l para 100 km)</li><li>- mejores prestaciones del motor en términos de potencia disponible</li><li>- poco ruido de funcionamiento</li></ul>
Ausencia de bomba, tubos, cilindros oleodinámicos	<ul style="list-style-type: none"><li>- la instalación tiene un menor número de componentes y, por lo tanto, un menor peso</li><li>- es más sencillo el mantenimiento de la unidad</li></ul>
Centralita de gestión con controller integrado, presencia de sensores de par y posición	<ul style="list-style-type: none"><li>- Variación de la servoasistencia en función de la velocidad del vehículo</li><li>- Retorno de la dirección “Retorno activo”</li><li>- Amortiguación oscilaciones retorno de la dirección</li><li>- Servoasistencia seleccionable (Normal /City)</li></ul>



## ESQUEMA ELÉCTRICO DE LA DIRECCIÓN ASISTIDA ELÉCTRICA



Código componente	Denominación
A01	Batería (-)
B01	Centralita de derivación en el motor
B02	Centralita de derivación bajo el salpicadero
C20	Masa salpicadero lado pasajero
E50	Tablero de instrumentos
H90	Grupo mandos interruptores
M01	Body computer
M86	Centralita de la dirección eléctrica

IMPRIMIR

ÍNDICE

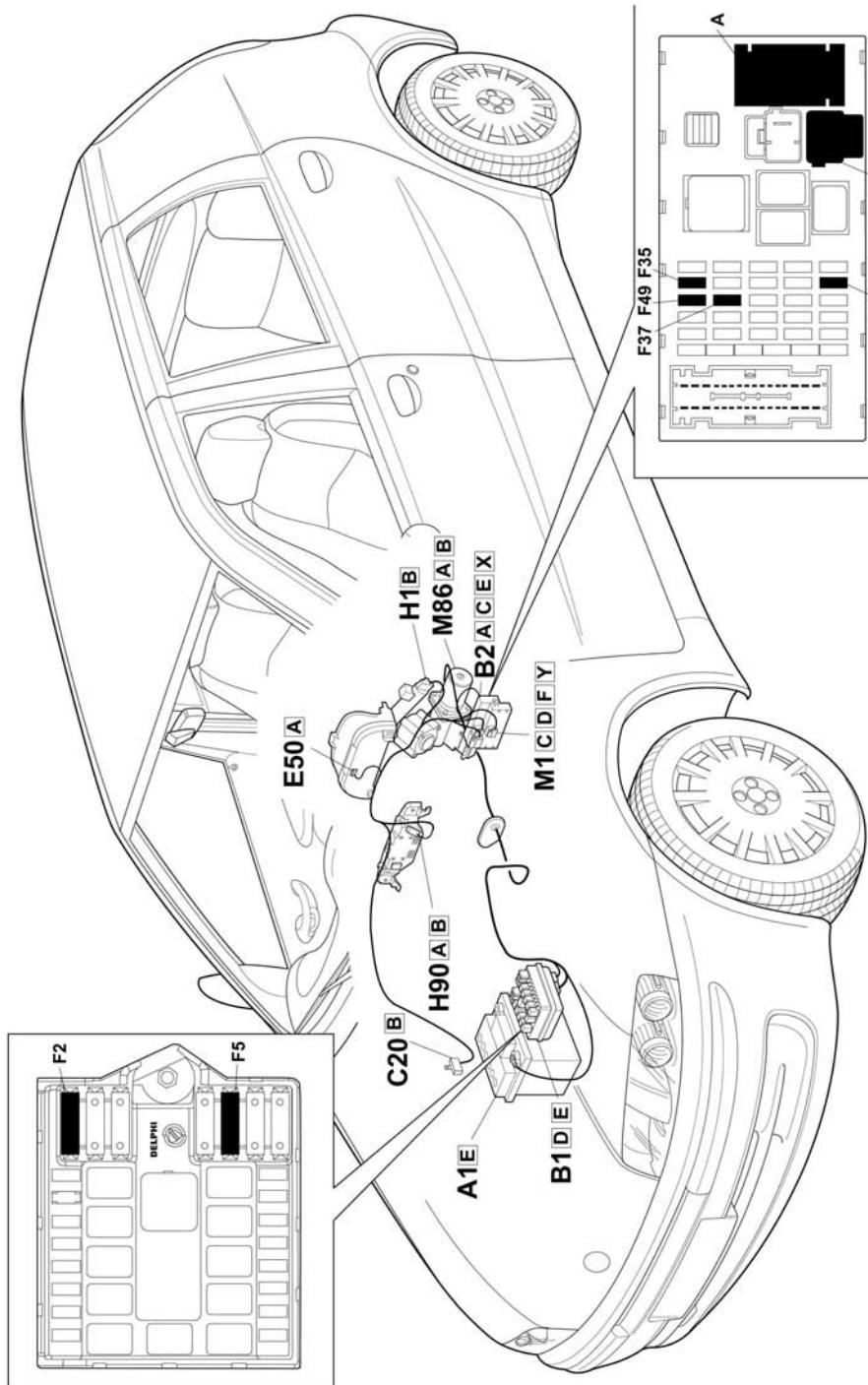
ZOOM +

ZOOM -



DIRECCIÓN

## UBICACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA DIRECCIÓN ASISTIDA ELÉCTRICA



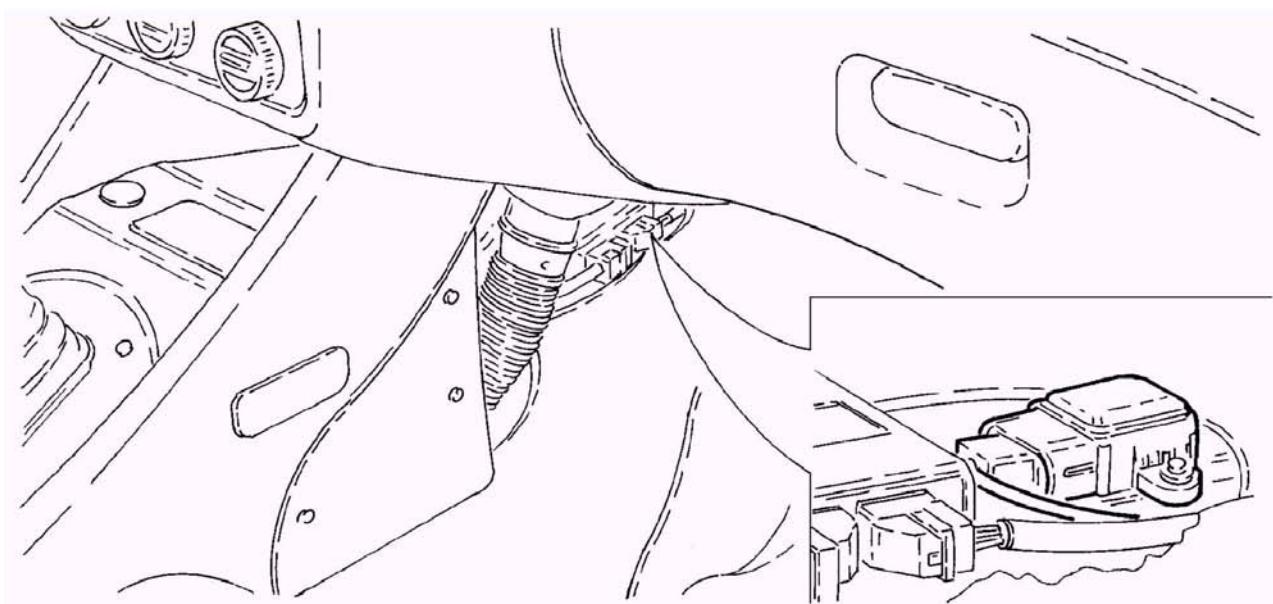


Business Unit

**EVOLUCION-@**  
FORMACIÓN PARA EL FUTURO  
GRUPO FIAT

# AUTOMOCIÓN

⬇ SISTEMAS DE TRANSMISIÓN,  
SEGURIDAD Y CONFORTABILIDAD



[IMPRIMIR](#) [ÍNDICE](#) [<](#) [<](#) [>](#) [>](#) [ZOOM +](#) [ZOOM -](#)

**GESTIÓN ELECTRÓNICA  
ABS-EBD-ASR-VDC**

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[>](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

**GESTIÓN ELECTRÓNICA**  
ABS-EBD-ASR-VDC

## ÍNDICE

REFERENCIAS SOBRE LA FRENADA Y SU GESTIÓN ELECTRÓNICA .....	01
·LA FRENADA .....	01
·LA GESTIÓN ELECTRÓNICA .....	01
·EL CONTROL ELECTRÓNICO DE LA FRENADA .....	02
·INTRODUCCIÓN .....	02
·CRITERIO DE ACTUACIÓN .....	02
·NOTAS DE FUNCIONAMIENTO .....	03
·COMPONENTES DEL SISTEMA DE GESTIÓN ELECTRÓNICA .....	04
·SENSORES DE VELOCIDAD .....	04
·SENSORES INDUCTIVOS .....	04
·DESVENTAJAS .....	04
·SENSORES MAGNETORRESISTIVOS .....	05
·FUNCIONAMIENTO .....	05
·ALIMENTACIÓN DEL SENSOR .....	05
·CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA SEÑAL .....	06
·VENTAJAS .....	07
·DESVENTAJAS .....	07
·CABLEADO .....	07
·SENSOR DE ÁNGULO DE GIRO .....	08
·INTRODUCCIÓN .....	08
·FUNCIONAMIENTO .....	08
·CONEXIÓN ELÉCTRICA .....	09
·MONTAJE .....	09
·SENSOR DE ACELERACIÓN LATERAL Y DE DERRAPE .....	10
·DESCRIPCIÓN .....	10
·FUNCIONAMIENTO .....	10
·CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS .....	10
·SEÑAL DE SALIDA .....	11
·MONTAJE .....	12
·CABLEADO DEL SENSOR .....	13
·SEÑAL DE COMPROBACIÓN .....	13
·INTERRUPTOR LUCES DE FRENO .....	14
·CARACTERÍSTICAS .....	14
·GRUPO ELECTROHIDRÁULICO .....	15

 **IMPRIMIR**

**ÍNDICE**







**ZOOM +**

**ZOOM -**



**GESTIÓN ELECTRÓNICA  
ABS-EBD-ASR-VDC**

## ÍNDICE

·INTRODUCCIÓN .....	15□
·CARACTERÍSTICAS .....	16□
·UNIDAD ELECTRÓNICA DE MANDO .....	18□
·CARACTERÍSTICAS .....	18□
·PIN OUT .....	19□
·ESQUEMA ELÉCTRICO FUNCIONAL .....	20□
·ACCIONAMIENTO DE LAS ELECTROVÁLVULAS .....	21□
·VENTAJAS .....	21
·POSIBLES CONFIGURACIONES DEL SISTEMA .....	22
·SIGNIFICADO DE LAS SIGLAS .....	22
·TÉCNICAS DE ACTUACIÓN DEL CONTROL ELECTRÓNICO .....	22□
·INTRODUCCIÓN .....	23□
·DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DEL VEHÍCULO .....	24□
·DESCRIPCIÓN .....	24□
·ACTIVACIÓN DE LA FASE DE AUMENTO DE LA PRESIÓN DEL ABS .....	25□
·DESCRIPCIÓN .....	25□
·ACTIVACIÓN DE LA FASE DE REDUCCIÓN DE LA PRESIÓN DEL ABS .....	26□
·DESCRIPCIÓN .....	26□
·ACTIVACIÓN DE LA FASE DE MANTENIMIENTO DE LA PRESIÓN DEL ABS .....	27□
·DESCRIPCIÓN .....	27□
·ACTIVACIÓN DE LA FUNCIÓN EBD .....	28□
·DESCRIPCIÓN .....	28□
·ACTIVACIÓN DE LA FUNCIÓN ASR .....	29□
·DESCRIPCIÓN .....	29□
·ACTIVACIÓN DE LA FUNCIÓN TCS .....	30□
·DESCRIPCIÓN .....	30□
·ACTIVACIÓN DE LA FUNCIÓN VDC .....	31□
·DESCRIPCIÓN .....	31□
·AUTODIAGNOSIS DE LAS ANOMALÍAS Y RECOVERY .....	32□
·INDICACIONES DE ANOMALÍAS DE LOS SISTEMAS ABS Y EBD .....	32□
·AUTODIAGNOSIS DE LOS SENSORES ACTIVOS .....	33□
·DESCRIPCIÓN .....	33□
·AUTODIAGNOSIS DE LAS ELECTROVÁLVULAS Y DE LA BOMBA □ DE RECUPERACIÓN .....	34



[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[I](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

**GESTIÓN ELECTRÓNICA**  
ABS-EBD-ASR-VDC

## ÍNDICE

· DESCRIPCIÓN .....	34
· AUTODIAGNOSIS DEL SENSOR DE DERRAPE .....	35
· DESCRIPCIÓN .....	35
· AUTODIAGNOSIS DE LA UNIDAD ELECTRÓNICA .....	36
· DESCRIPCIÓN .....	36
· INDICACIÓN DE LAS ANOMALÍAS .....	37
· DESCRIPCIÓN .....	37
ESQUEMA ELÉCTRICO ABS BOSCH 5.7 EN EL ALFA 147 .....	38
ESQUEMA ELÉCTRICO ASR/TCS BOSCH 5.7 EN EL ALFA 147 .....	39
ESQUEMA ELÉCTRICO VDC BOSCH 5.7 EN EL ALFA 147 .....	40
APÉNDICE: GLOSARIO DE LOS TÉRMINOS TÉCNICOS Y DE LAS SIGLAS .....	41



[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

**GESTIÓN ELECTRÓNICA**  
ABS-EBD-ASR-VDC

## REFERENCIAS SOBRE LA FRENADA Y SU GESTIÓN ELECTRÓNICA

### LA FRENADA

El sistema de frenos aminora el vehículo y lo detiene en un determinado límite de espacio, en cualquier condición de carga y de velocidad.

Por lo tanto, éste tiene una importancia primordial desde el punto de vista de la seguridad activa y preventiva.

Su actuación se realiza mediante las ruedas, aplicando fuerzas resistentes capaces de neutralizar, en el ámbito de un cierto espacio, la energía cinética del vehículo y, eventualmente, el trabajo motor residual.

### LA GESTIÓN ELECTRÓNICA

La gestión electrónica del sistema de frenos permite optimizar la actuación del sistema de frenos tradicional sin perturbar el funcionamiento.

La convicción común de que un vehículo dotado de sistema de frenos con ABS utiliza menos espacio para frenar respecto a un vehículo que no lo lleva, es incorrecta y peligrosa. Efectivamente, los sistemas de gestión electrónica de la frenada, no pueden nunca detener el vehículo en un espacio reducido en caso de pavimento deslizante. Sólo pueden corregir los errores de frenada del conductor inexperto o agarrotado por el pánico en caso de peligro. En estos casos, puede intervenir la gestión electrónica para compensar la actuación demasiado brusca en el pedal del freno por parte del conductor y evitar el bloqueo de las ruedas con la consiguiente pérdida de direccionalidad del vehículo.

 IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

I

ZOOM +

ZOOM -



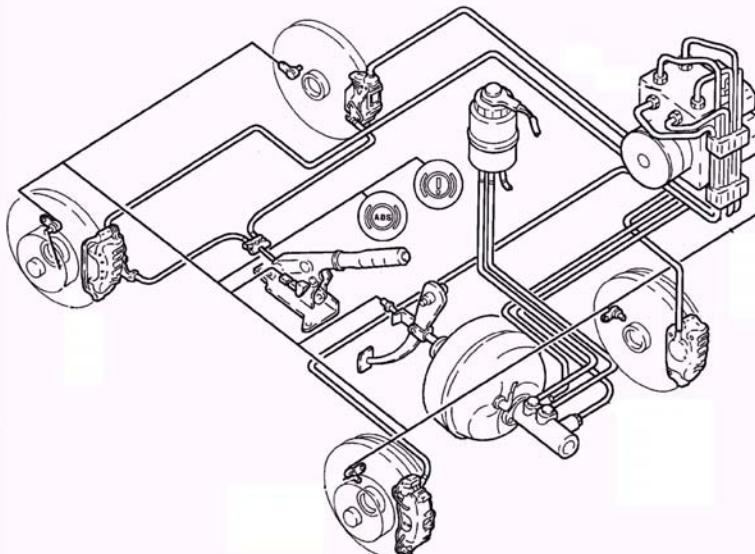
GESTIÓN ELECTRÓNICA  
ABS-EBD-ASR-VDC

## EL CONTROL ELECTRÓNICO DE LA FRENADA

### INTRODUCCIÓN

El sistema de control de la frenada impide la pérdida o la disminución de la adherencia del neumático y garantiza así las condiciones para detener el vehículo en el menor espacio posible. Es decir, mantiene las condiciones de deslizamiento del neumático dentro del intervalo idóneo del 10%-30%.

No se le puede considerar un sistema de frenada sino solamente un equipamiento destinado a regular la actuación cuando, una vez comparados los datos de deceleración con otros preestablecidos, se considera probable la pérdida de adherencia debido al deslizamiento de los neumáticos sobre el pavimento.



Esquema general de un sistema de frenos con control electrónico

### CRITERIO DE ACTUACIÓN

No existiendo la posibilidad de calcular preventivamente las condiciones de adherencia, estamos obligados a controlar la eficacia de la frenada sólo tras haber medido los posibles efectos del deslizamiento.

Esto se obtiene midiendo el valor de deceleración del neumático durante la aminoración y comparándolo con los datos de una frenada óptima pre-memorizados. Esto permite identificar desde el comienzo el fenómeno de bloqueo y actuar lo antes posible para reducir la presión en los actuadores que están aplicando una frenada excesiva.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[>](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

**GESTIÓN ELECTRÓNICA**  
ABS-EBD-ASR-VDC

## NOTAS DE FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento del sistema compara los datos de medida con los datos de umbral ya memorizados, por lo tanto es necesario no alterar las condiciones del sistema. Por ejemplo, cambiando las llantas se pueden alterar los valores de inercia de rodaje que el sistema guarda en la memoria, con el consiguiente mal funcionamiento general de la asistencia a la frenada.

También variar las características de los frenos (discos, zapatas, etc.) puede comprometer el buen funcionamiento del sistema ya que éste utiliza los valores de máxima potencia de frenada pre-memorizados para estimar la posible actuación. En caso de potencia de frenada sobredimensionada, el sistema erróneamente podría decidir aplicar la máxima fuerza de frenada cuando ésta no es necesaria.



Business Unit

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[>I](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

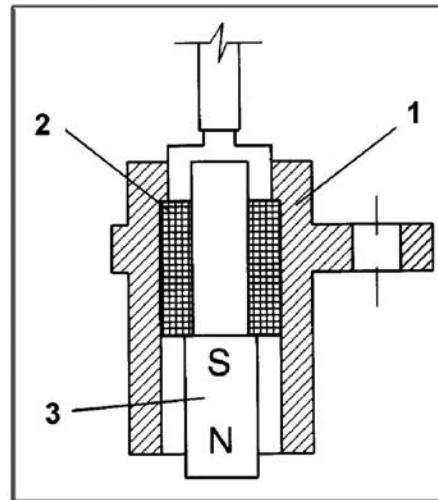
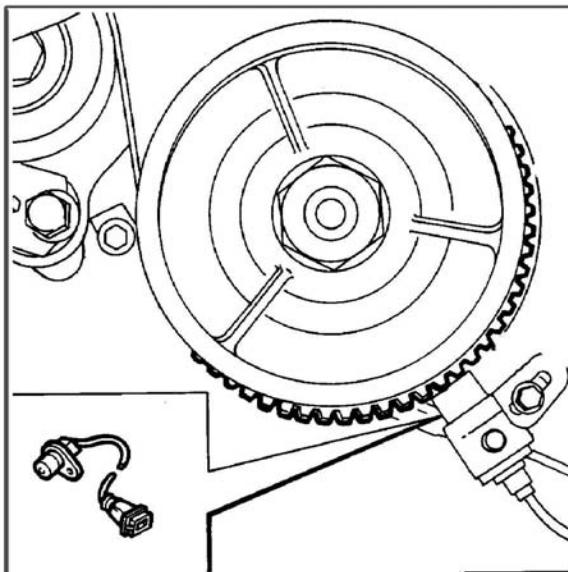
GESTIÓN ELECTRÓNICA  
ABS-EBD-ASR-VDC

## COMPONENTES DEL SISTEMA DE GESTIÓN ELECTRÓNICA

### SENSORES DE VELOCIDAD

#### SENSORES INDUCTIVOS

El sistema clásicamente utilizado para medir la velocidad del vehículo está formado por una rueda o corona dentada, acoplada al cubo o al eje de la rueda, y por el relativo sensor de reluctancia variable. Este conjunto que compone lo que se define "rueda fónica", genera una señal eléctrica con una frecuencia proporcional a la velocidad de rotación.



1. Cuerpo del sensor.
2. Devanado eléctrico.
3. Imán permanente.

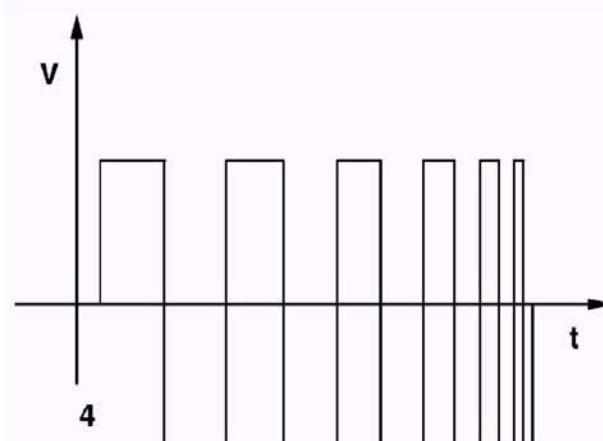
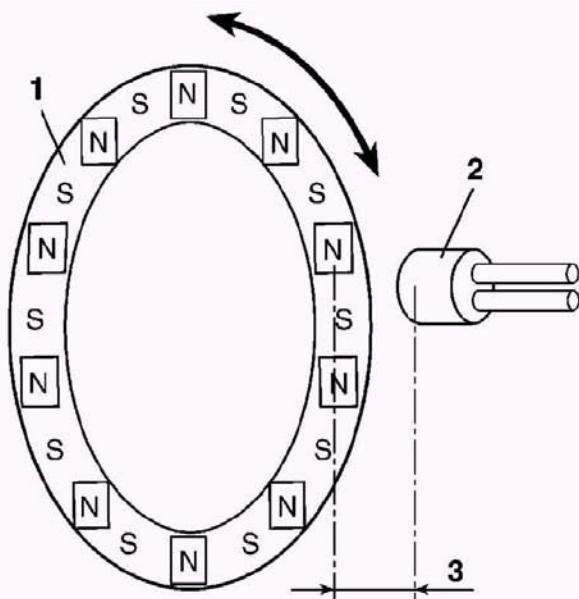
Sensor inductivo y rueda fónica.

### DESVENTAJAS

La desventaja principal de este sensor deriva de sus características de funcionamiento. Para que el sensor produzca una señal es necesario que el paso de los dientes de la rueda fónica se produzca con una cierta velocidad, por lo tanto, no se pueden medir velocidades demasiado bajas. Además, la señal producida tiene una intensidad muy baja (pocos milivoltios) y se verá muy influida por las interferencias electromagnéticas y la distancia entre el sensor y la rueda dentada.

## SENSORES MAGNETORRESISTIVOS

En los vehículos de fabricación más reciente, el sensor de reluctancia variable y la corona dentada se han sustituido por un sensor magnetorresistivo y por un corona magnética.



1. Corona magnética.
2. Sensor.
3. Entrehierro.
4. Señal

Sensor magnetorresistivo y señal producida.

## FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento se basa en la variación de resistencia interna del material magnetorresistivo al cambiar la intensidad y la orientación de un campo magnético externo. De ese modo, se genera una señal de onda cuadrada cuya frecuencia indica la velocidad de rotación de la corona magnética y por lo tanto del neumático.

## ALIMENTACIÓN DEL SENSOR

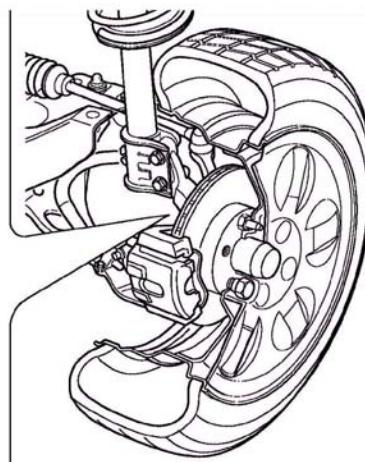
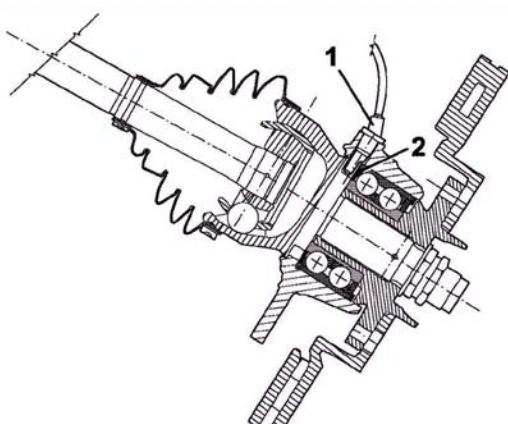
La centralita electrónica alimenta el sensor con una corriente constante (I) y el sensor mide la caída de tensión (V) que cambia al variar la resistencia (R). Por lo tanto, no puede medirse la resistencia del sensor fuera del sistema como sucede con los sensores inductivos.

## CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA SEÑAL

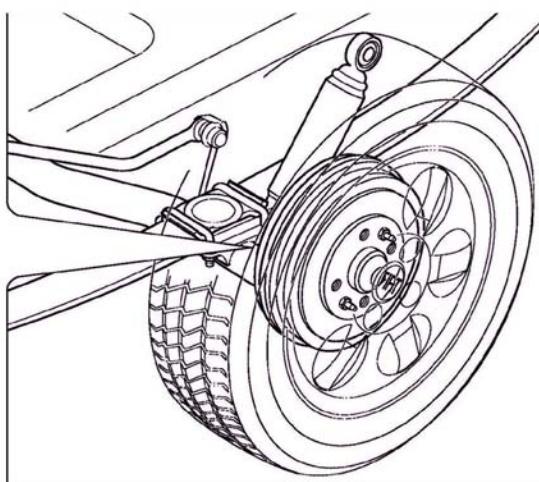
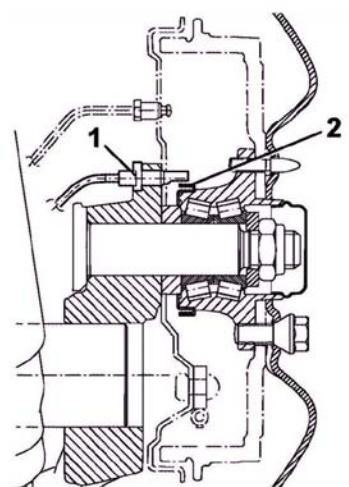
La señal de onda cuadrada que suministra el sensor tiene las características siguientes, según la extensión polar que tiene delante:

- □ Polo Norte: 10,2V
- □ Polo Sur: 9,4V

Es evidente que con una señal que varía unos 0,8V ya no se producen los problemas de interferencia electromagnética que sufrían los sensores inductivos. Además, con este tipo de sensor, se pueden realizar medidas también con la rueda parada o con movimiento casi nulo.



A



B

Ejemplo de montaje del sensor activo (1) y de la corona magnética (2) en la rueda delantera (A) y en la trasera (B).

 **IMPRIMIR**

**ÍNDICE**

**K**

**<**

**>**

**>I**

**ZOOM +**

**ZOOM -**



**GESTIÓN ELECTRÓNICA  
ABS-EBD-ASR-VDC**

## VENTAJAS

Las ventajas técnicas ofrecidas por el uso de este tipo de sensor definido "sensor activo" son de:

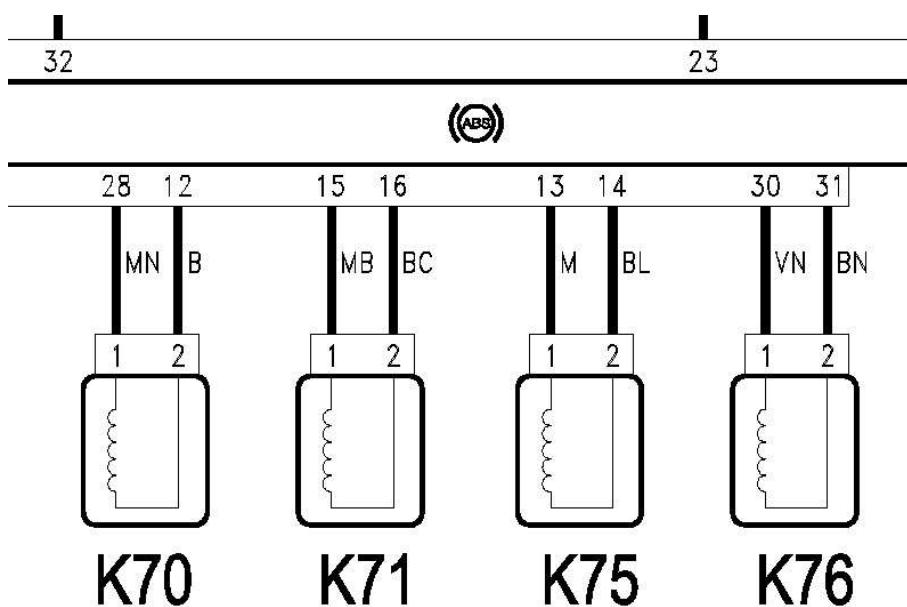
- Reducir la sensibilidad a las interferencias electromagnéticas.
- Capacidad de medir velocidades angulares de hasta 0 rps. (revoluciones por segundo)
- Menor sensibilidad a la distancia entre el sensor y la rueda magnética.
- Ahorro de peso y dimensiones exteriores.
- Mayor sencillez de las juntas de transmisión al suprimir la rueda fónica.

## DESVENTAJAS

El sensor necesita alimentarse, por lo tanto para realizar las medidas de control es necesario disponer de un conector en forma de T que permita recoger la señal sin desconectarlo del resto del sistema.

## CABLEADO

Como ejemplo, se indica el cableado de los cuatro sensores ABS montados en el Alfa 147. Para otros sistemas, consulten los manuales de asistencia técnica.



Cableado de los cuatro sensores activos de velocidad en el Alfa 147.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[>](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

GESTIÓN ELECTRÓNICA  
ABS-EBD-ASR-VDC

## SENSOR DE ÁNGULO DE GIRO

### INTRODUCCIÓN

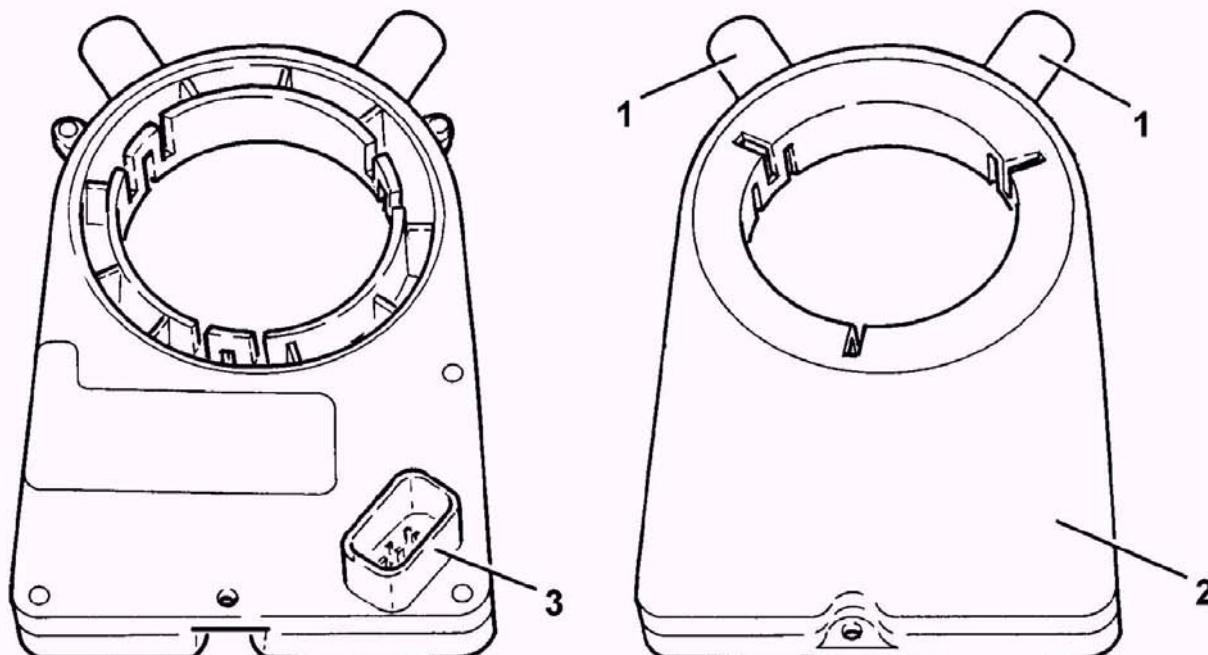
El sensor de ángulo de giro mide los grados angulares y la velocidad de rotación del volante y vuelca los datos en la red CAN.

### FUNCIONAMIENTO

El sensor, a través de su electrónica interna, puede medir:

- □ La posición angular de la columna de dirección.
- □ La velocidad de rotación de la columna.

El rango de funcionamiento es de 1560° (es decir, de más de 4 vueltas completas de izquierda a derecha) con una resolución de 0,1°.



1. Espiga para adaptación a los vehículos con volante a la dcha. e izda.
2. Cuerpo del sensor.
3. Conector.

Sensor de ángulo de giro.

 **IMPRIMIR**

**ÍNDICE**

**K**

**<**

**>**

**I**

**ZOOM +**

**ZOOM -**

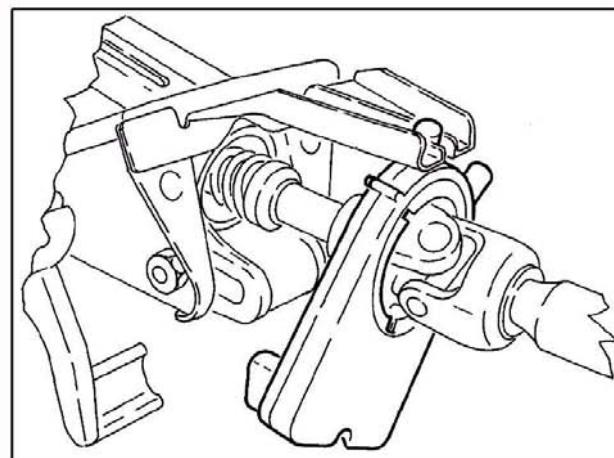
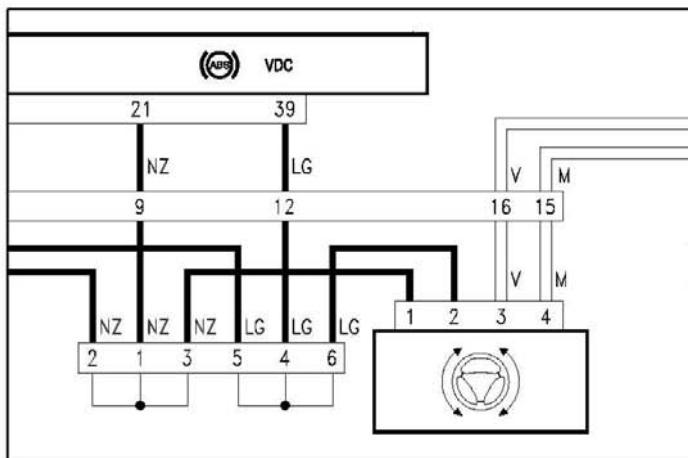


**GESTIÓN ELECTRÓNICA  
ABS-EBD-ASR-VDC**

## CONEXIÓN ELÉCTRICA

El sensor está dotado de un conector de cuatro polos, dos para la alimentación y otros dos para la conexión con la red C-CAN:

Pin 1 = masa (pin 21 centralita ABS)  
Pin 2 = positivo (pin 39 centralita ABS)  
Pin 3 = Línea C-CAN H  
Pin 4 = Línea C-CAN L



Conexión eléctrica y montaje del sensor de ángulo de giro en el Alfa 147

## MONTAJE

El sensor está montado en la columna de dirección y está dotado de una espiga que se acopla en un soporte dotado de una ranura que permite el movimiento axial de la columna.

La segunda espiga del dispositivo, sirve para montarlo en un vehículo con volante a la derecha en lugar de a la izquierda.

En caso de intervenciones en el sensor, en el volante o en la columna de dirección, para el funcionamiento correcto del sensor es necesario realizar el procedimiento de calibrado mediante el equipo de diagnosis.

 **IMPRIMIR**

**ÍNDICE**

**K**

**<**

**>**

**>I**

**ZOOM +**

**ZOOM -**



**GESTIÓN ELECTRÓNICA  
ABS-EBD-ASR-VDC**

## SENSOR DE ACCELERACIÓN LATERAL Y DE DERRAPE

### DESCRIPCIÓN

El sensor de derrape y de aceleración mide las rotaciones en el eje vertical del vehículo (derrape) y los empujes laterales.

### FUNCIONAMIENTO

El sensor está alimentado por la centralita electrónica ABS y suministra una tensión proporcional al empuje lateral y una tensión proporcional a la velocidad de rotación alrededor del eje vertical a través de los elementos piezoelectricos.

### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Tensión de alimentación: 8,2V (mín.) – 12V (nominal) – 16V (máx.)

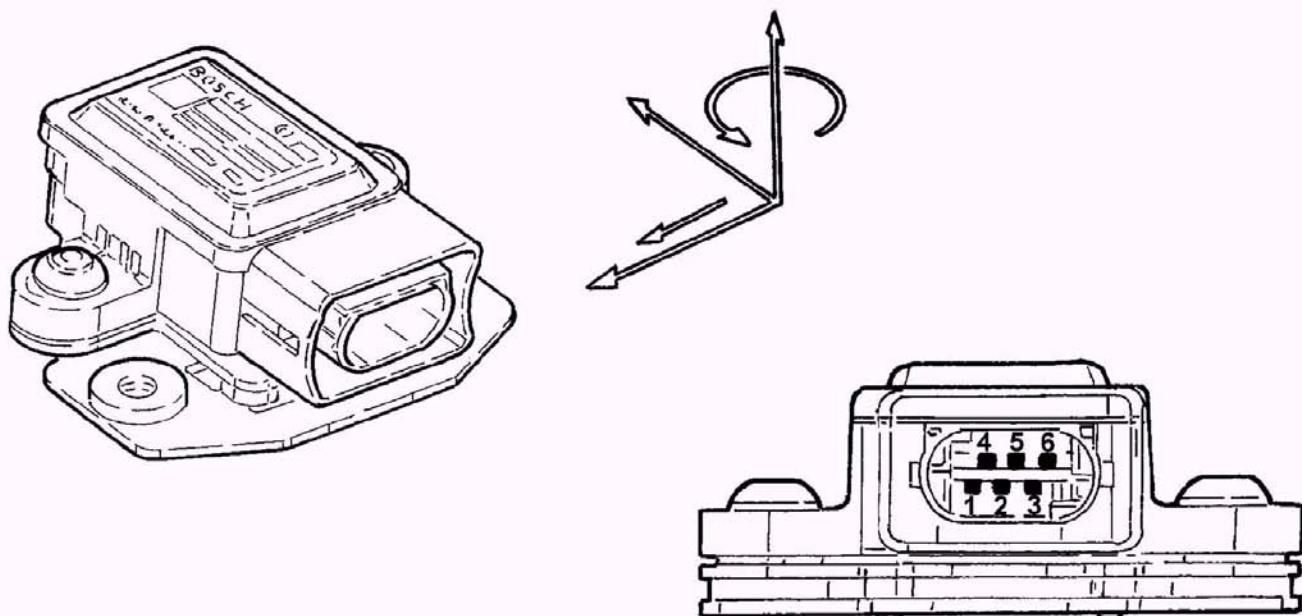
Temperatura de funcionamiento: -40°C (mín.) – +85°C (máx.)

Consumo nominal (a 12V): 70mA

Rango del sensor de derrape:  $\pm 100$  °/s

Resolución del sensor de derrape:  $\pm 0,3$  °/s

Rango del sensor de aceleración lateral:  $\pm 1,8$  g



Sensor de aceleración lateral y de derrape.

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[>I](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

GESTIÓN ELECTRÓNICA  
ABS-EBD-ASR-VDC

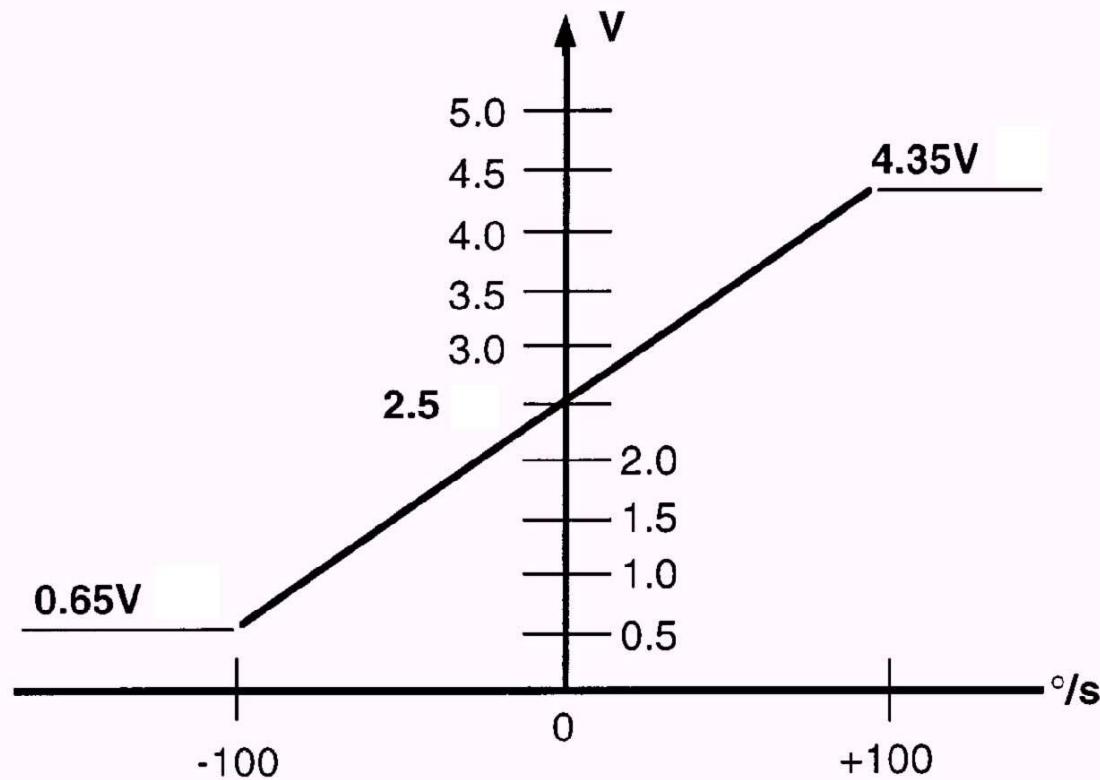
## SEÑAL DE SALIDA

El sensor de derrape suministra en salida una tensión proporcional a la velocidad de rotación del vehículo alrededor de su eje vertical.

Analicemos dos casos extremos:

- En reposo, es decir, con el vehículo en marcha rectilínea o en la fase de curvatura de radio constante, se dispone de una tensión de referencia equivalente a 2,5V.
- Durante una rotación violenta del vehículo, que por ejemplo gira 90° respecto a la dirección de marcha en el plazo de 1 segundo, se puede disponer de una tensión de 4V ó de 1V, según la dirección de la rotación.

Para todos los casos intermedios de velocidad de rotación, consulten el gráfico indicado en la figura.



Señal de salida del sensor de derrape.

 **IMPRIMIR**

**ÍNDICE**

**K**

**<**

**>**

**>I**

**ZOOM +**

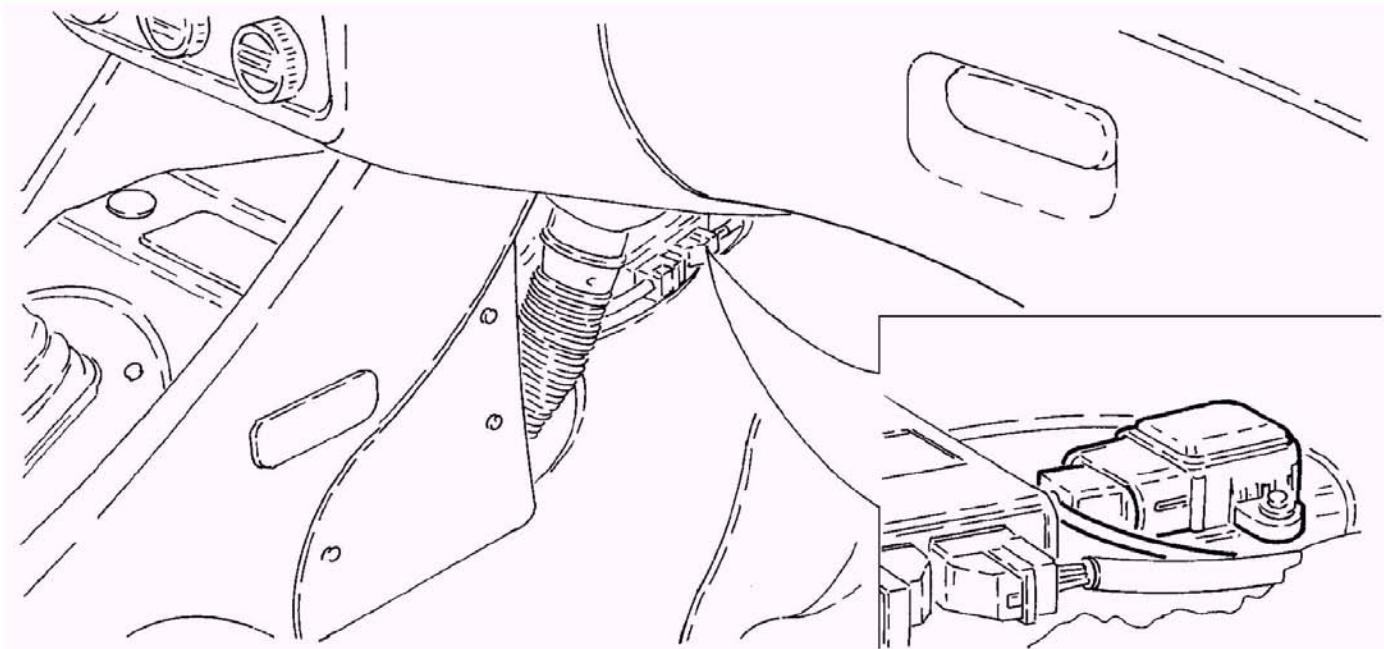
**ZOOM -**



**GESTIÓN ELECTRÓNICA  
ABS-EBD-ASR-VDC**

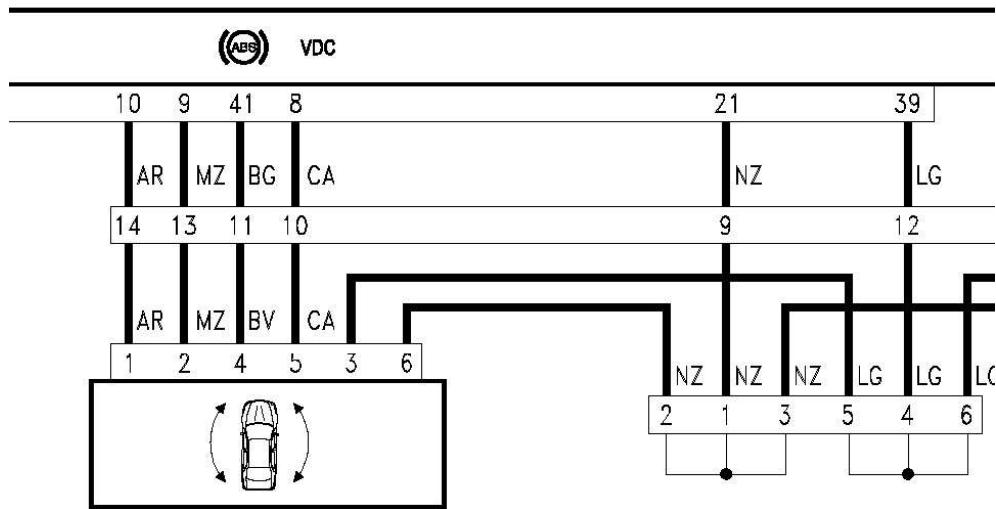
## MONTAJE

El sensor ha de colocarse en una zona lo más cerca posible del centro de gravedad del vehículo. Por ejemplo, en el Alfa 147 está colocado bajo la consola central cerca de la centralita del AirBag.



Montaje del sensor de derrape en el Alfa 147.

## CABLEADO DEL SENSOR



Cableado del sensor de derrape y aceleración lateral en el Alfa 147.

El sensor está conectado directamente a la centralita electrónica ABS de la que recibe la alimentación y a la que envía las señales de medida. Normalmente los pin del sensor tienen las funciones siguientes:

1. Señal de referencia del sensor de derrape.
  2. Señal de comprobación del sensor de derrape desde la centralita ABS.
  3. Alimentación 12V.
  4. Señal de derrape en °/s.
  5. Señal de aceleración lateral en g.
  6. Masa.

## SEÑAL DE COMPROBACIÓN

La electrónica integrada en el sensor de derrape recibe de la centralita electrónica una señal alterna de comprobación que sirve para las funciones de autodiagnóstico del dispositivo y para las de seguridad.

 **IMPRIMIR**

**ÍNDICE**

**K**

**<**

**>**

**ZOOM +**

**ZOOM -**

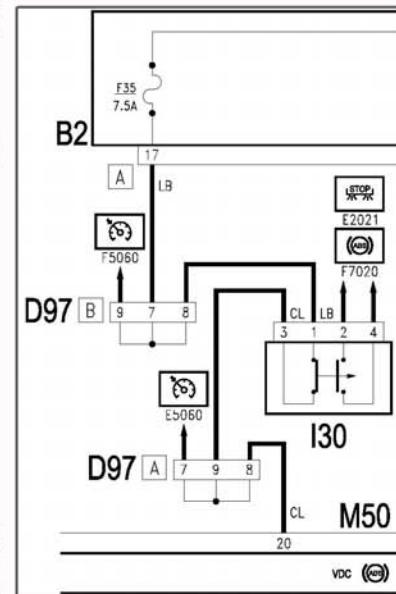
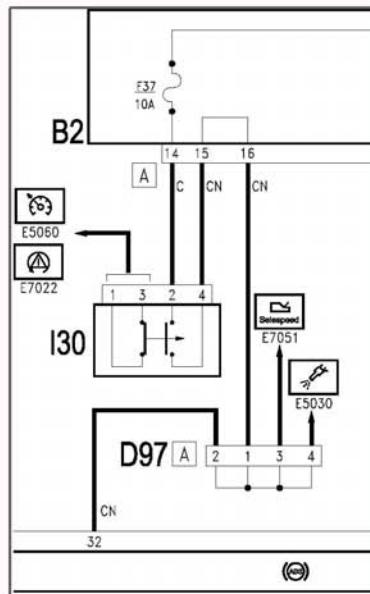
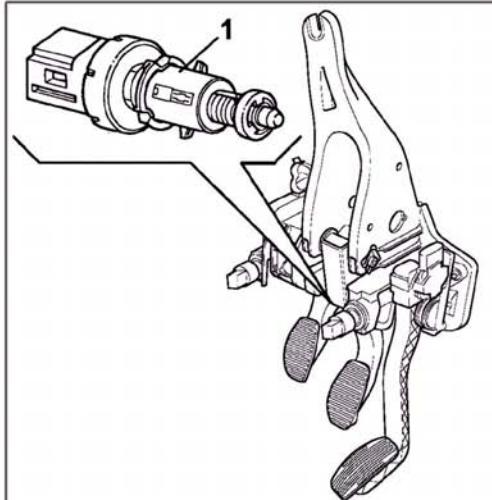


**GESTIÓN ELECTRÓNICA  
ABS-EBD-ASR-VDC**

## INTERRUPTOR LUCES DE FRENO

### CARACTERÍSTICAS

El interruptor colocado en el pedal freno, además de la función tradicional de encender los pilotos de freno tiene, en estos sistemas, numerosas funciones. En los ejemplos de cableado indicados en la figura, relativos al sistema ABS del Alfa 147, se puede ver como interactúa el interruptor (I30) con la centralita ABS, con la de control del motor y la de control del cambio automático. Además, también hay conexiones con los sensores de derrape y de ángulo de giro.



Interruptor de las luces de freno en el pedal freno y ejemplos de cableado en el Alfa 147.

IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

I

ZOOM +

ZOOM -



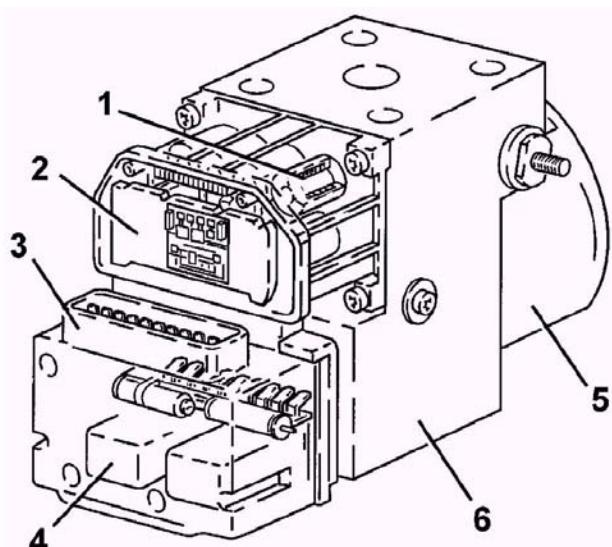
GESTIÓN ELECTRÓNICA  
ABS-EBD-ASR-VDC

## GRUPO ELECTROHIDRÁULICO

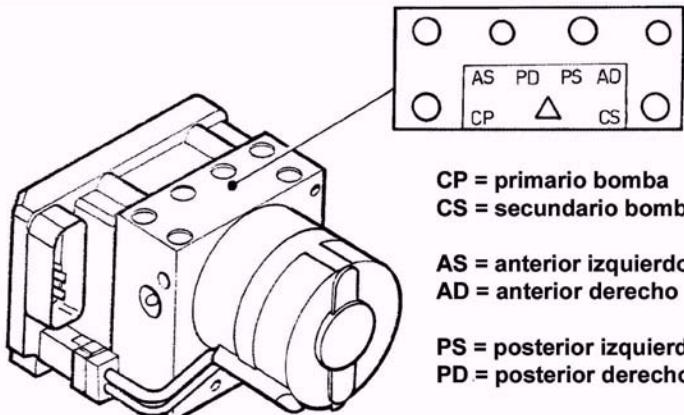
### INTRODUCCIÓN

El único elemento que caracteriza un sistema de gestión electrónica del sistema de frenos es el grupo electrohidráulico. En este dispositivo están concentrados:

- □ La centralita electrónica de mando.
- □ Las electroválvulas que controlan las presiones de los circuitos del sistema de frenos.
- □ Todos los actuadores indispensables para el funcionamiento del sistema.



1. Electroválvulas  
2. Centralita electrónica  
3. Conexión eléctrica  
4. Telerruptor  
5. Motor eléctrico  
6. Cuerpo del grupo electrohidráulico



CP = primario bomba  
CS = secundario bomba  
AS = anterior izquierdo  
AD = anterior derecho  
PS = posterior izquierdo  
PD = posterior derecho

Grupo electrohidráulico del sistema ABS Bosch 5.7 y del sistema ABS Teves MK20

IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

I

ZOOM +

ZOOM -



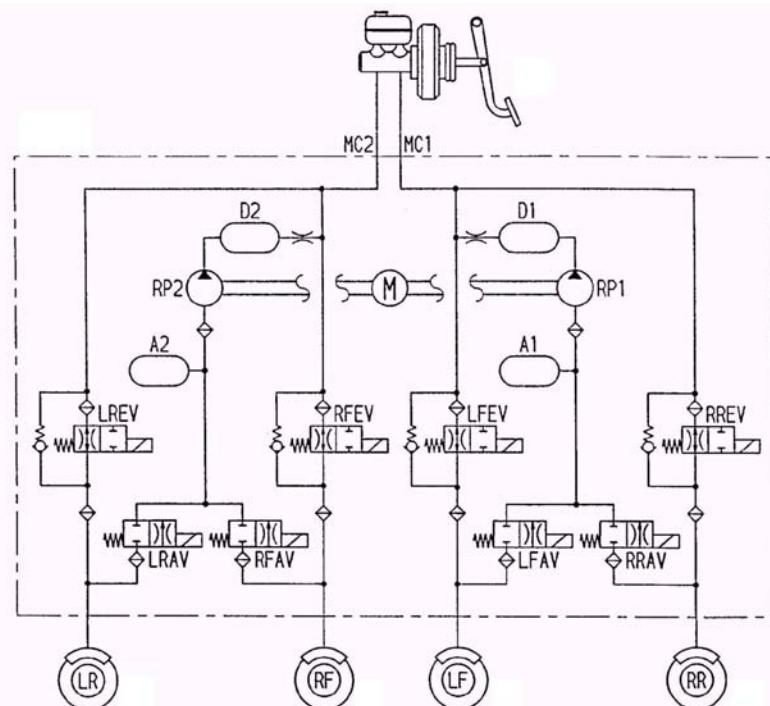
GESTIÓN ELECTRÓNICA  
ABS-EBD-ASR-VDC

## CARACTERÍSTICAS

Además de las diferencias de realización entre modelos de distintos fabricantes, la única característica verdaderamente importante de estos grupos electrohidráulicos que los divide en dos clases es la siguiente:

- Grupo con 8 electroválvulas.
- Grupo con 12 electroválvulas.

Las diferencias y el funcionamiento de estos dispositivos se explicarán más adelante al hablar de las lógicas de actuación del sistema.



Esquema hidráulico del grupo electrohidráulico con 8 electroválvulas.

MC: Envío desde la bomba del servofreno.

EV: 4 Electroválvulas de carga.

AV: 4 Electroválvulas de descarga.

RP: 2 Electrobombas de recuperación.

A: 2 Depósitos de baja presión.

D: 2 Depósitos de alta presión.

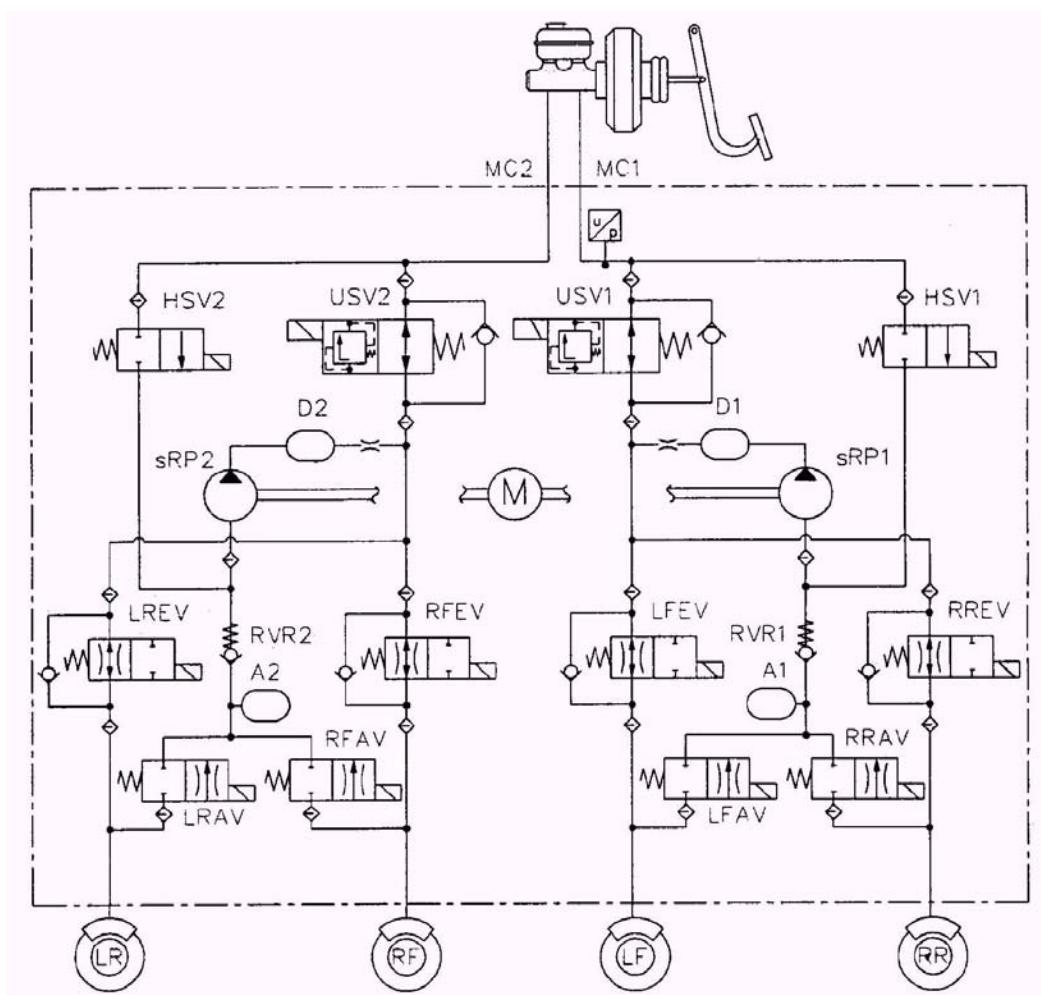
M: Motor eléctrico.

RR: Right rear (posterior derecha).

LF: Left front (anterior izquierda).

RF: Right front (anterior derecha).

LR: Left rear (posterior izquierda).



Esquema hidráulico del grupo electrohidráulico con 12 electroválvulas.

MC: Envío desde la bomba del servofreno.

EV: 4 Electroválvulas de carga.

AV: 4 Electroválvulas de descarga.

HS: 2 Electroválvulas de aspiración.

US: 2 Electroválvulas piloto.

RP: 2 Electrobombas de recuperación.

A: 2 Depósitos de baja presión.

D: 2 Depósitos de alta presión.

M: Motor eléctrico.

RR: Right rear (posterior derecha).

LF: Left front (anterior izquierda).

RF: Right front (anterior derecha).

LR: Left rear (posterior izquierda).

[!\[\]\(702b0678a2544b22c6e8cc49ed601dc4\_img.jpg\) IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[>I](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

**GESTIÓN ELECTRÓNICA**  
ABS-EBD-ASR-VDC

## UNIDAD ELECTRÓNICA DE MANDO

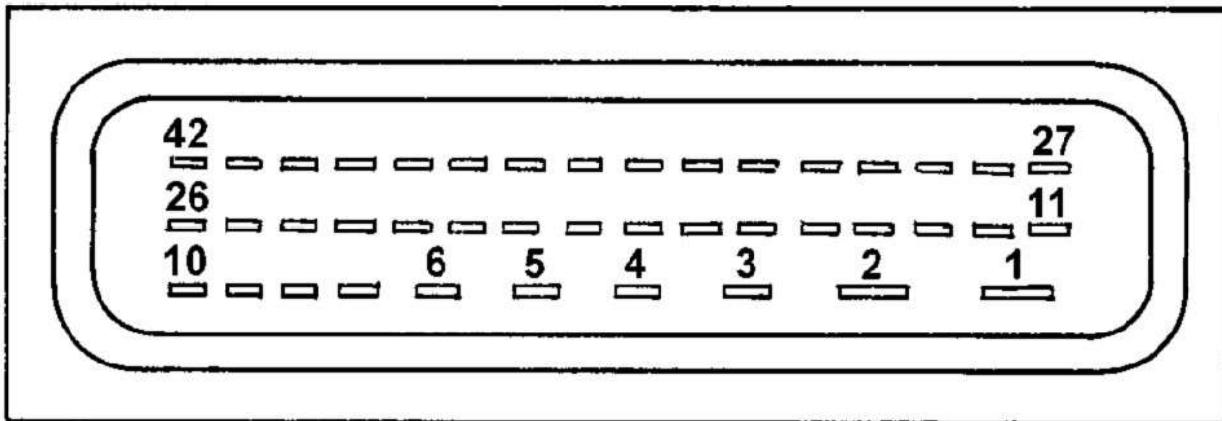
### CARACTERÍSTICAS

La centralita electrónica de mando:

- Adquiere los datos procedentes de los sensores de vueltas de las ruedas.
- Memoriza los parámetros de control definidos durante la experimentación del vehículo.
- Procesa los datos adquiridos para controlar el proceso de frenada.
- Detecta las averías de los componentes mediante la autodiagnosis.
- Memoriza las anomalías encontradas.
- Aplica las estrategias de diagnosis, cuando se necesite.
- Dialoga con la centralita de control motor.

## PIN OUT

Se indica como ejemplo los pin de la centralita ABS Bosch 5.7.



- 1 -  Masa de potencia.
  - 2 -  Alimentación +30 potencia.
  - 3 -  N.C.
  - 4 -  N.C.
  - 5 -  Masa de señal.
  - 6 -  Alimentación +30.
  - 7 -  N.C.
  - 8 -  Lateral sensor de aceleración/derrape.
  - 9 -  Test sensor de aceleración/derrape.
  - 10 -  Referencias sensor de aceleración/derrape.
  - 11 -  Línea de diagnosis K.
  - 12 -  Señal sensor del. Izdo.
  - 13 -  Positivo sensor tras. izdo.
  - 14 -  Señal sensor tras. izdo.
  - 15 -  Positivo sensor del. dcho.
  - 16 -  Señal sensor del. dcho.
  - 17 -  N.C.
  - 18 -  Testigo ASR pasivo.
  - 19 -  N.C.
  - 20 -  Pulsador de freno N.C.
  - 21 -  Masa del sensor de aceleración/derrape.
  - 22 -  N.C.
  - 23 -  Alimentación +15.
  - 24 -  Línea CAN H.
  - 25 -  Masa del sensor de presión.
  - 26 -  Señal del sensor de presión aceite frenos.
  - 27 -  Interruptor ASR pasivo.
  - 28 -  Positivo sensor del. izdo.
  - 29 -  N.C.
  - 30 -  Positivo sensor tras. dcho.
  - 31 -  Señal sensor tras. dcho.
  - 32 -  Pulsador de freno N.A.
  - 33 -  N.C.
  - 34 -  N.C.
  - 35 -  N.C.
  - 36 -  N.C.
  - 37 -  VSO velocidad vehículo (recovery).
  - 38 -  N.C.
  - 39 -  Alimentación del sensor de derrape/aceleración lateral.
  - 40 -  Línea CAN L.
  - 41 -  Señal del sensor de aceleración/derrape.
  - 42 -  Positivo del sensor de presión aceite frenos

Conecotor de la centralita electrónica ABS Bosch 5.7

 **IMPRIMIR**

**ÍNDICE**

**K**

**<**

**>**

**ZOOM +**

**ZOOM -**

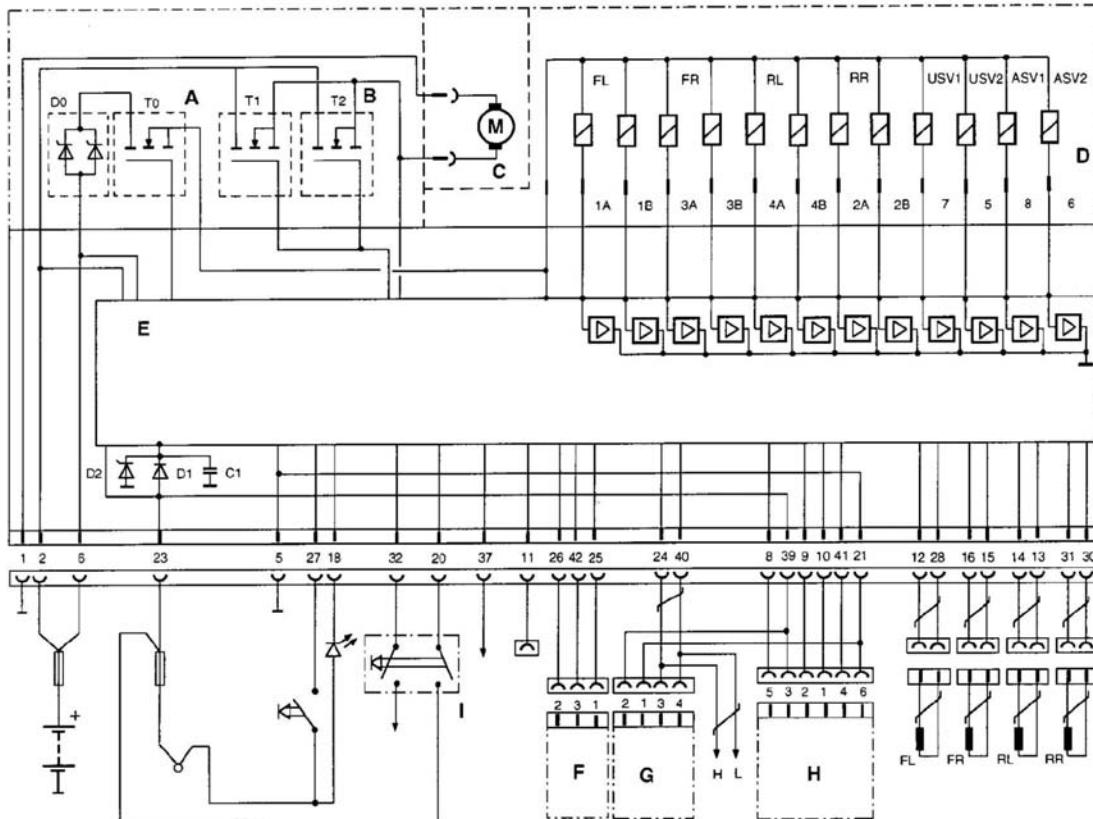


**GESTIÓN ELECTRÓNICA  
ABS-EBD-ASR-VDC**

## ESQUEMA ELÉCTRICO FUNCIONAL

Se cita, como ejemplo, el esquema eléctrico interno de la centralita electrónica del sistema ABS Bosch 5.7.

Observe el accionamiento de las electroválvulas que se explicará más detalladamente a continuación.



A -  Relé de las electroválvulas.

B -  Relé del motor de la bomba.

C -  Motor de la bomba.

D -  Grupo de válvulas.

E -  Centralita electrónica de mando.

F -  Sensor de monitorización de la presión  aceite frenos.

G -  Sensor de ángulo de giro.

H -  Sensor de derrape / aceleración lateral.

I -  Sensor del pedal freno NA/NC.

FL -  Sensor delantero izquierdo.

FR -  Sensor delantero derecho.

RL -  Sensor trasero izquierdo.

RR -  Sensor trasero derecho.

1A-1B -  Electroválvulas de la rueda  delantera izquierda.

3A-3B -  Electroválvulas de la rueda  delantera izquierda.

4A-4B -  Electroválvulas de la rueda trasera  izquierda.

2A-2B -  Electroválvulas de la rueda trasera  derecha.

5 -  Electroválvula piloto 2.

6 -  Electroválvula de aspiración 2.

7 -  Electroválvula piloto 1.

8 -  Electroválvula de aspiración 1.

Esquema eléctrico funcional de la centralita electrónica ABS Bosch 5.7

## ACCIONAMIENTO DE LAS ELECTROVÁLVULAS

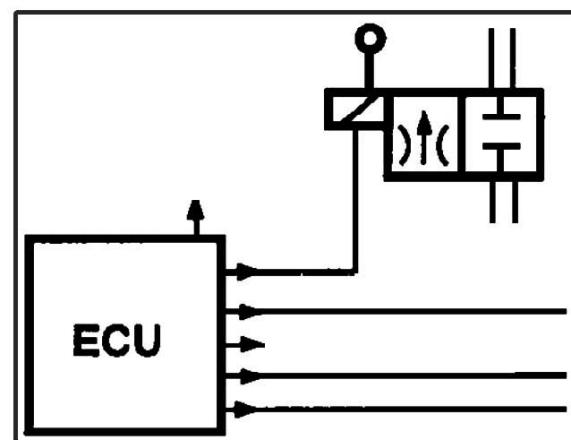
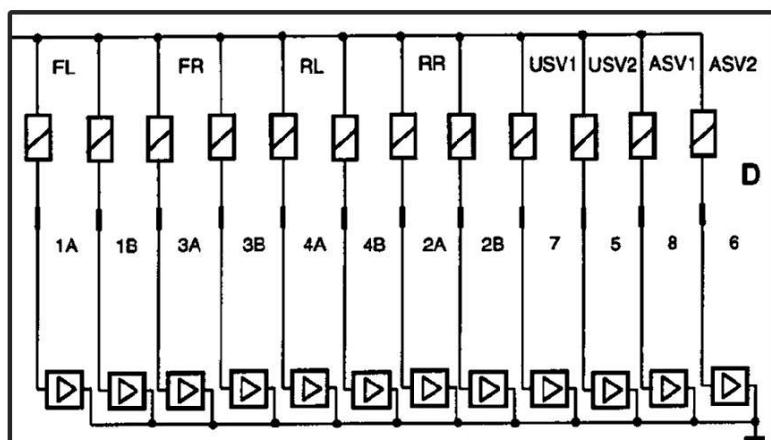
El accionamiento de las electroválvulas presentes en el grupo electrohidráulico por parte de la unidad electrónica se produce con un comando a masa.

Eso quiere decir que uno de los terminales del devanado de la electroválvula está conectado constantemente a la tensión de la batería (12V) mientras el otro espera el contacto a masa.

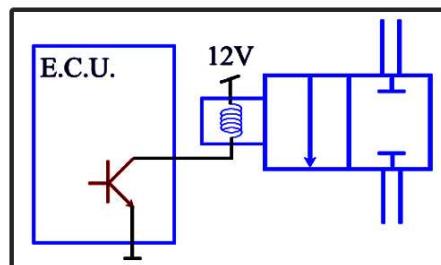
Este contacto a masa no se realiza mediante órganos mecánicos o electromecánicos (relé) sino mediante transistores de potencia.

## VENTAJAS

El sistema del contacto a masa evita mantener bajo tensión directa piezas internas de la unidad electrónica, cuando no es necesario mantener excitadas las electroválvulas.



## Comando a masa de las electroválvulas.



### Esquema eléctrico del comando mediante el transistor.



 **IMPRIMIR**

**ÍNDICE**



**ZOOM +**

**ZOOM -**



**GESTIÓN ELECTRÓNICA**  
**ABS-EBD-ASR-VDC**

## POSIBLES CONFIGURACIONES DEL SISTEMA

El sistema electrónico de gestión del sistema de frenos puede realizar una serie muy amplia de funciones tanto en base a la composición física del grupo electrohidráulico como en base a las funciones software memorizadas en el mismo. Generalmente, el sistema puede tener los grupos de funciones siguientes:

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| ABS + EBD                   | (gestión de la frenada).  |
| ABS + EBD + ASR             | (gestión de la frenada y la motricidad).                            |
| ABS + EBD + ASR + TCS       | (gestión de la frenada y la tracción).                              |
| ABS + EBD + ASR + TCS + VDC | (gestión de la frenada, la tracción y la estabilidad del vehículo). |

Ahora analizaremos estos equipamientos tanto desde el punto de vista de su composición física como desde el punto de vista de las lógicas de actuación programadas.

## SIGNIFICADO DE LAS SIGLAS

A.B.S. : Anti Block System

E.B.D. : Electronic Brake force Distribution

A.S.R. : Anti Slip Regulation

T.C.S. : Traction Control System

V.D.C. : Vehicle Dynamic Control

*NOTA: Generalmente, la función TCS incluye también la función ASR, mientras la función VDC incluye tanto la TCS como la ASR.*

*Entre la configuración ABS+EBD y todas las demás existe una diferencia sustancial del grupo electrohidráulico ya que se pasa del tipo con 8 electroválvulas al de 12.*

## TÉCNICAS DE ACTUACIÓN DEL CONTROL ELECTRÓNICO

La unidad electrónica de control y accionamiento del sistema puede adquirir las magnitudes eléctricas procedentes de los sensores, comunicarse con otras unidades presentes en el vehículo y accionar adecuadamente los actuadores en función de los valores memorizados en la misma.



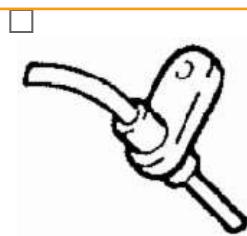
Business Unit

[IMPRIMIR](#)[ÍNDICE](#)[K](#)[<](#)[>](#)[I](#)[ZOOM +](#)[ZOOM -](#)

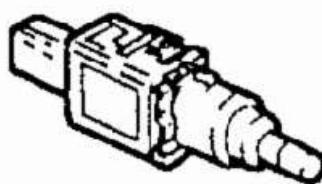
**GESTIÓN ELECTRÓNICA**  
ABS-EBD-ASR-VDC

## INTRODUCCIÓN

Resumimos brevemente los símbolos gráficos y los esquemas hidráulicos que se utilizarán para exponer las distintas técnicas de actuación del control electrónico.



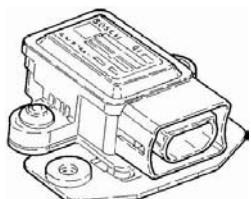
Sensor activo de vueltas de la rueda



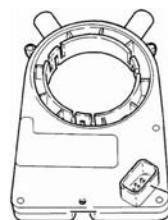
Interruptor en el pedal freno



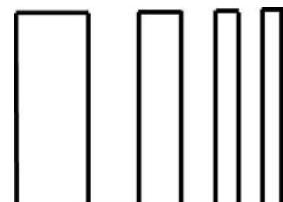
Unidad electrónica de cálculo



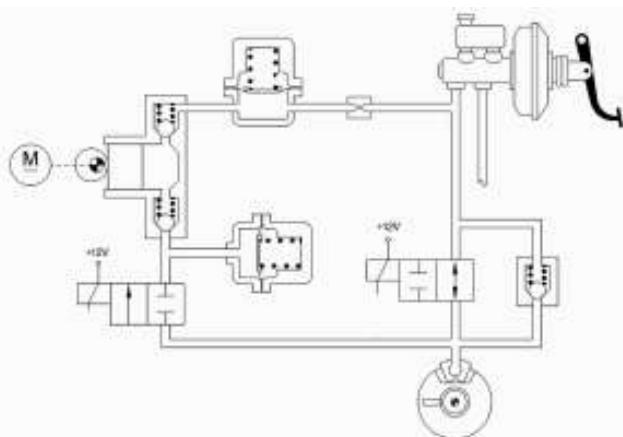
Sensor de derrape



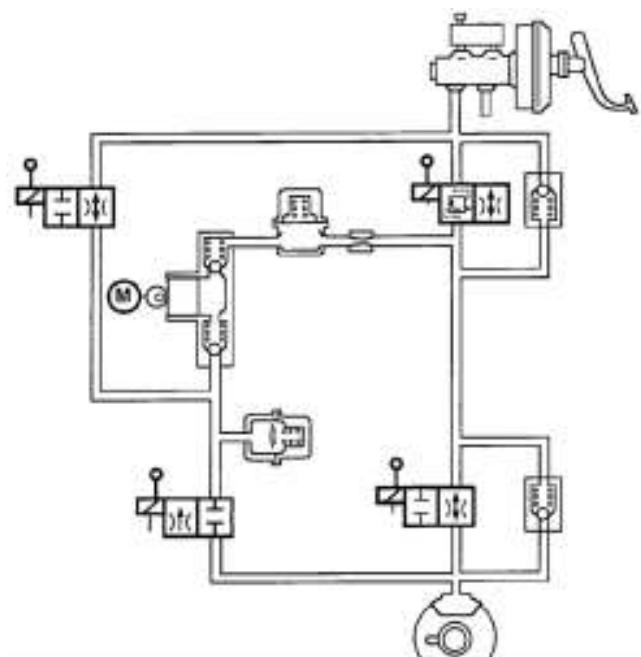
Sensor de ángulo de giro



Señal del sensor activo



Esquema hidráulico para sistemas



Esquema hidráulico para sistemas



Business Unit

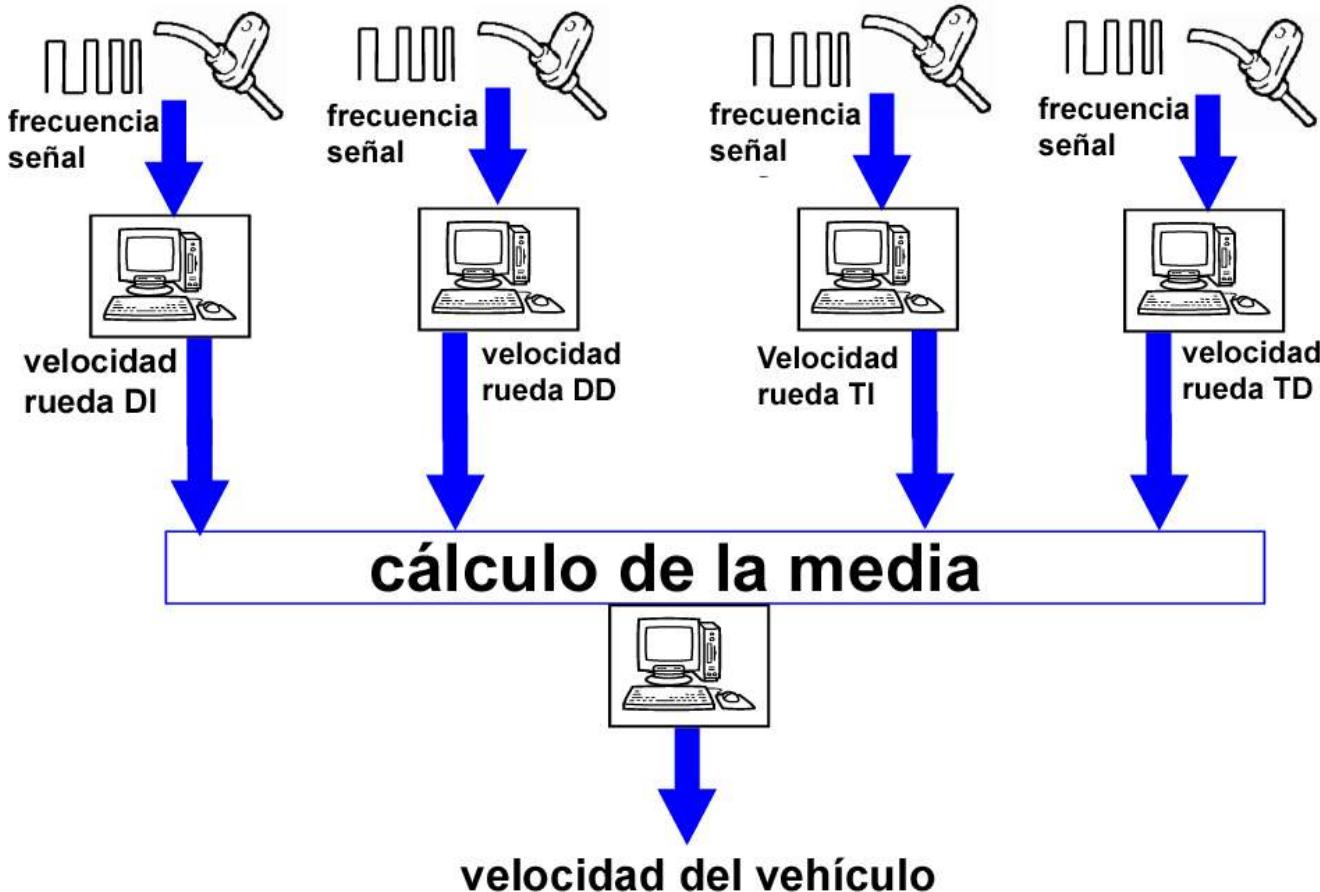
## DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DEL VEHÍCULO

### DESCRIPCIÓN

La velocidad del vehículo se mide adquiriendo las señales de los cuatro sensores activos. La magnitud eléctrica que interesa estimar para calcular la velocidad de rotación de una rueda es la frecuencia de esta señal.

Tras haber interpretado la frecuencia como velocidad de rotación de las ruedas, la unidad electrónica de mando realiza la media de las cuatro medidas, obteniendo de este modo una estimación muy precisa de la velocidad del vehículo.

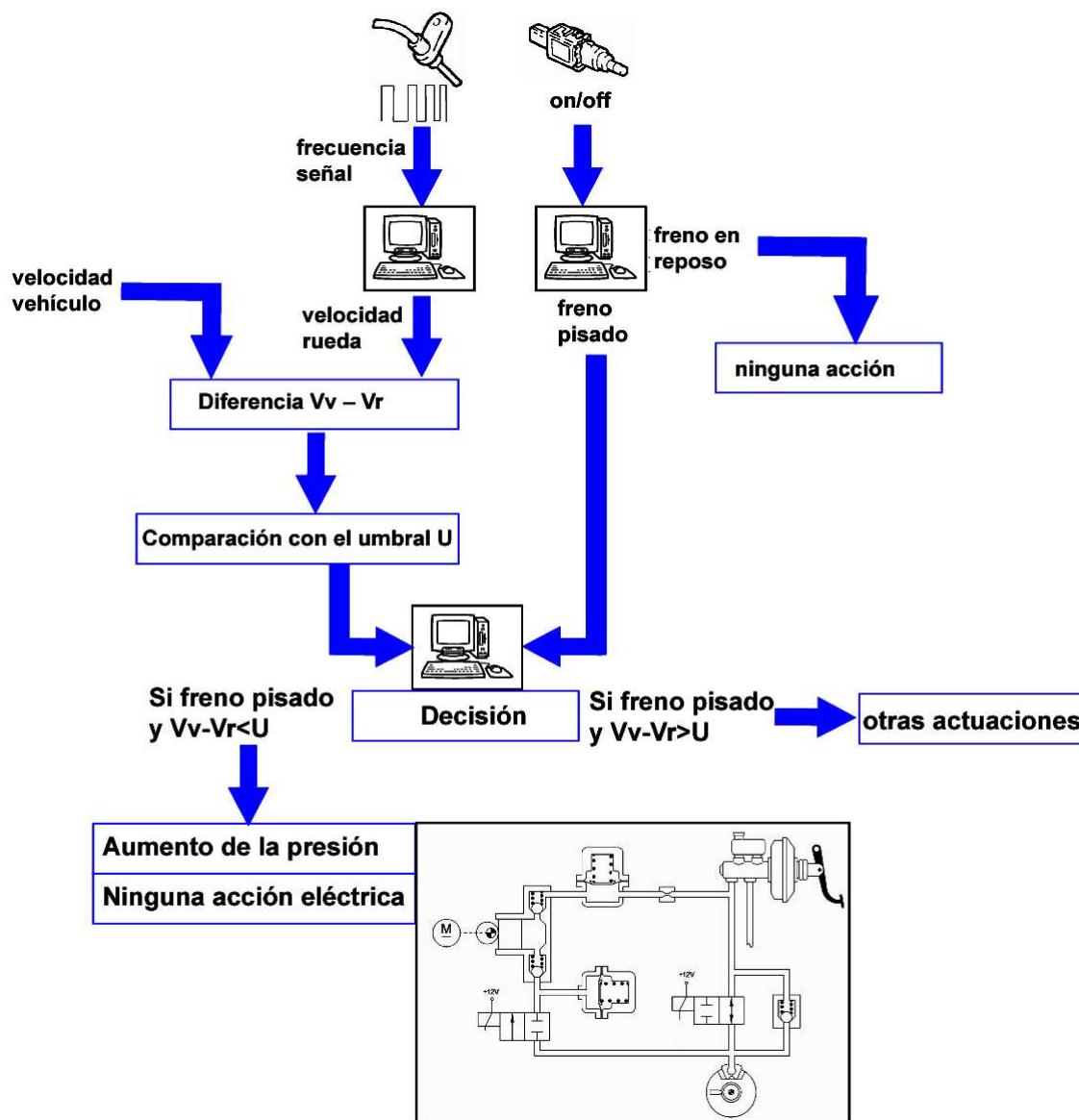
*NOTA: En los vehículos que no montan de serie el sistema ABS, la determinación de la velocidad del vehículo se realiza con un único sensor colocado en el eje después del cambio.*



## ACTIVACIÓN DE LA FASE DE AUMENTO DE LA PRESIÓN DEL ABS

### DESCRIPCIÓN

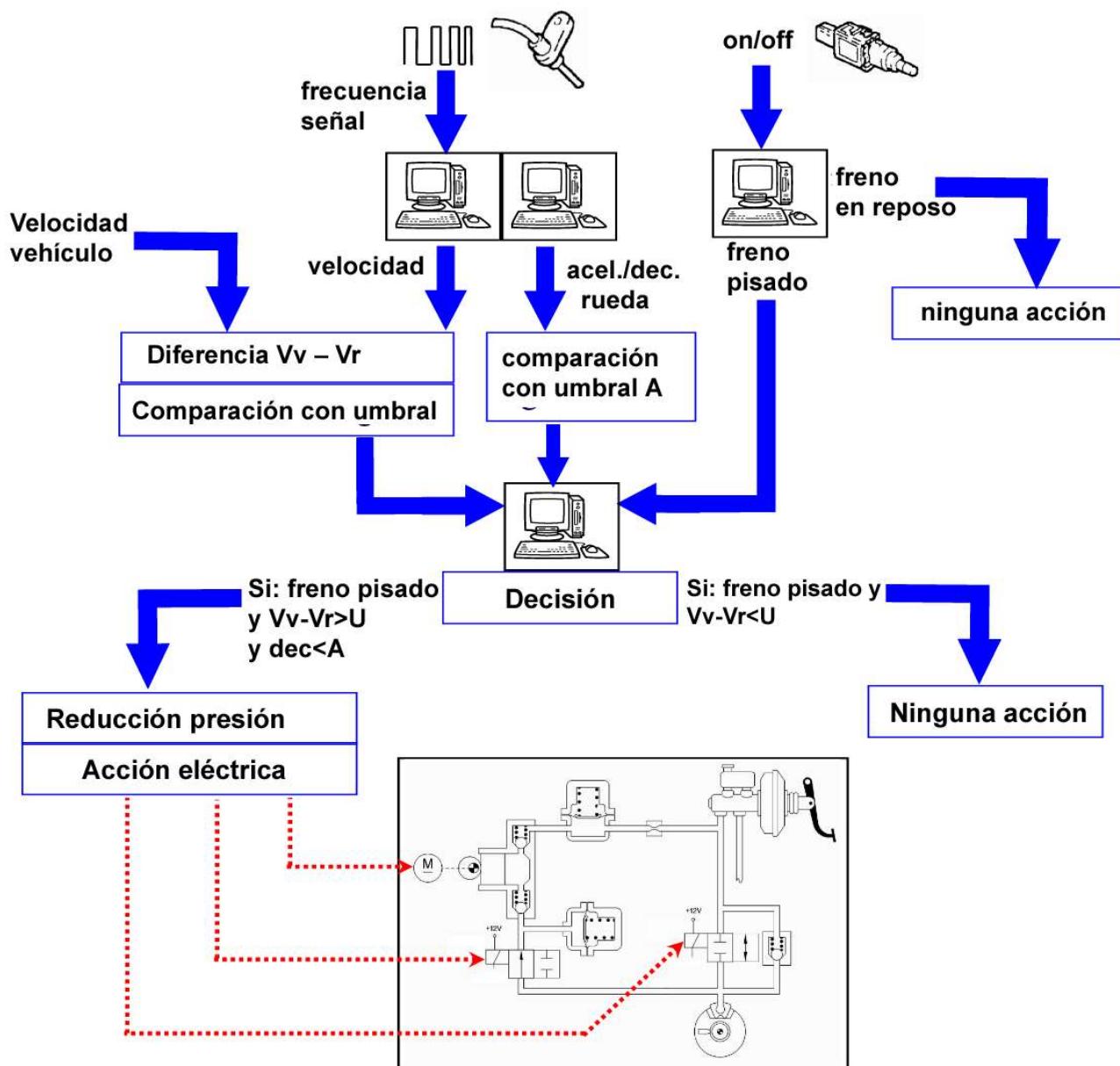
Al frenar (interruptor en el pedal freno activo), la unidad electrónica controla constantemente la diferencia de velocidad entre el vehículo y cada rueda. Cuando esta diferencia de velocidad entra en un intervalo preestablecido, la centralita se coloca en la fase de aumento de la presión de frenada que consiste en no enviar comandos eléctricos a los actuadores.



## ACTIVACIÓN DE LA FASE DE REDUCCIÓN DE LA PRESIÓN DEL ABS

### DESCRIPCIÓN

Al frenar, si la diferencia entre la velocidad del vehículo y la velocidad de una rueda es superior a un cierto umbral predefinido y si la deceleración de dicha rueda es superior a otro umbral, la U.E. reduce la presión de frenada en dicha rueda enviando comandos adecuados a los actuadores eléctricos.



IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

ZOOM +

ZOOM -

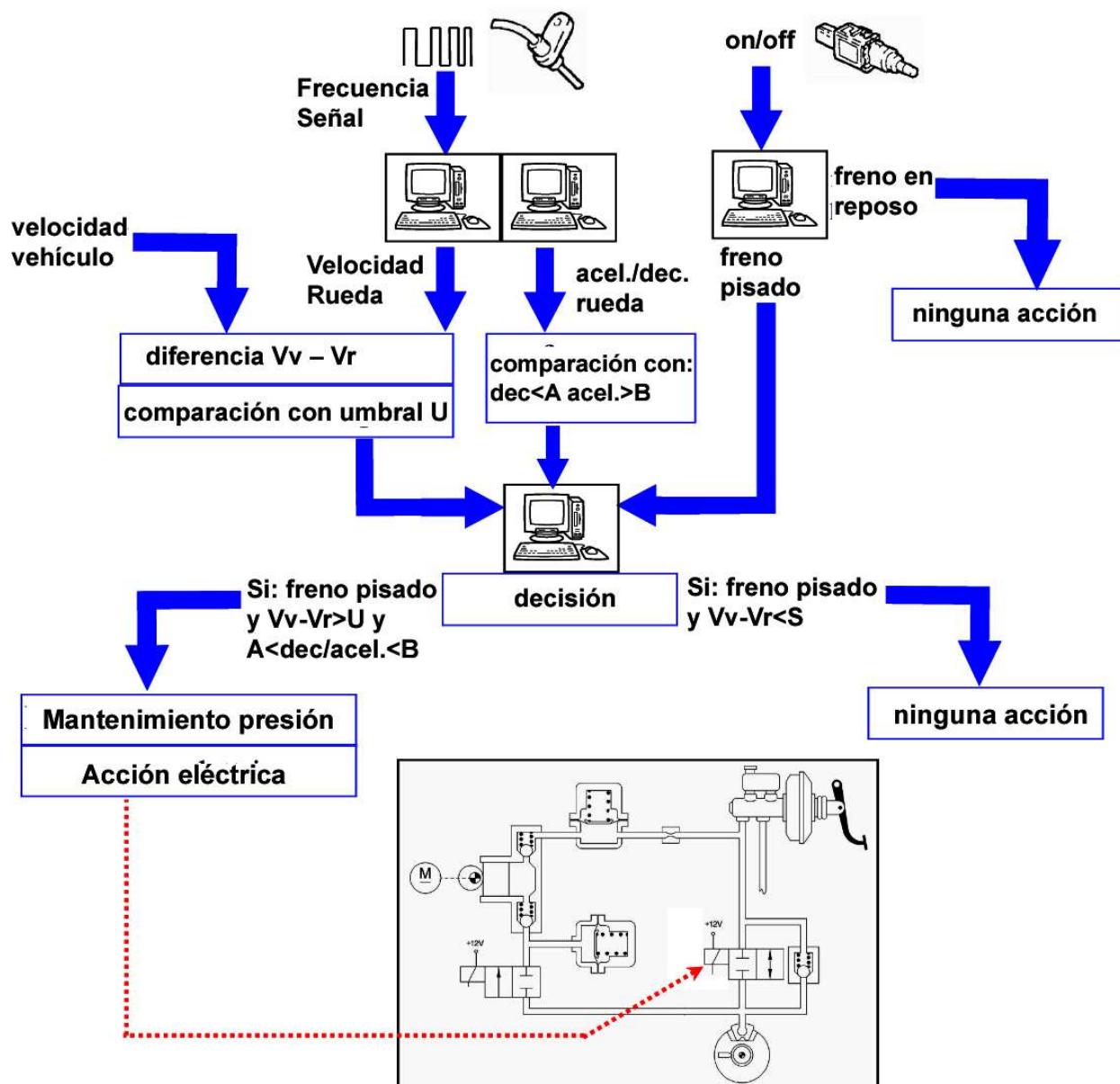


GESTIÓN ELECTRÓNICA  
ABS-EBD-ASR-VDC

## ACTIVACIÓN DE LA FASE DE MANTENIMIENTO DE LA PRESIÓN DEL ABS

### DESCRIPCIÓN

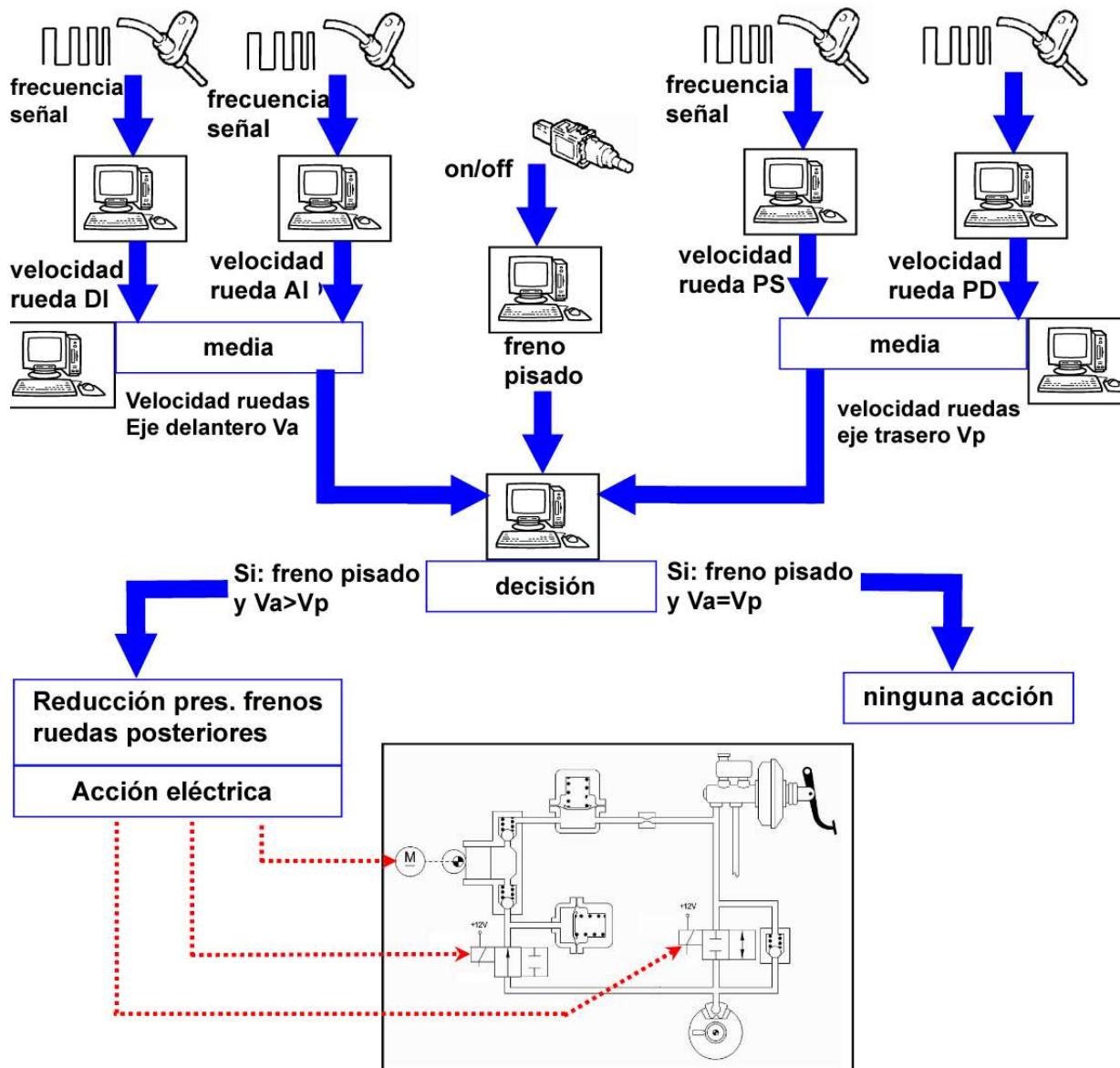
Al frenar, si la diferencia entre la velocidad del vehículo y la velocidad de una rueda es superior a un cierto umbral predefinido y si la deceleración/acceleración de dicha rueda entra en un intervalo predefinido, la U.E. mantiene la presión de frenada en dicha rueda enviando comandos adecuados a los actuadores eléctricos.



## ACTIVACIÓN DE LA FUNCIÓN EBD

### DESCRIPCIÓN

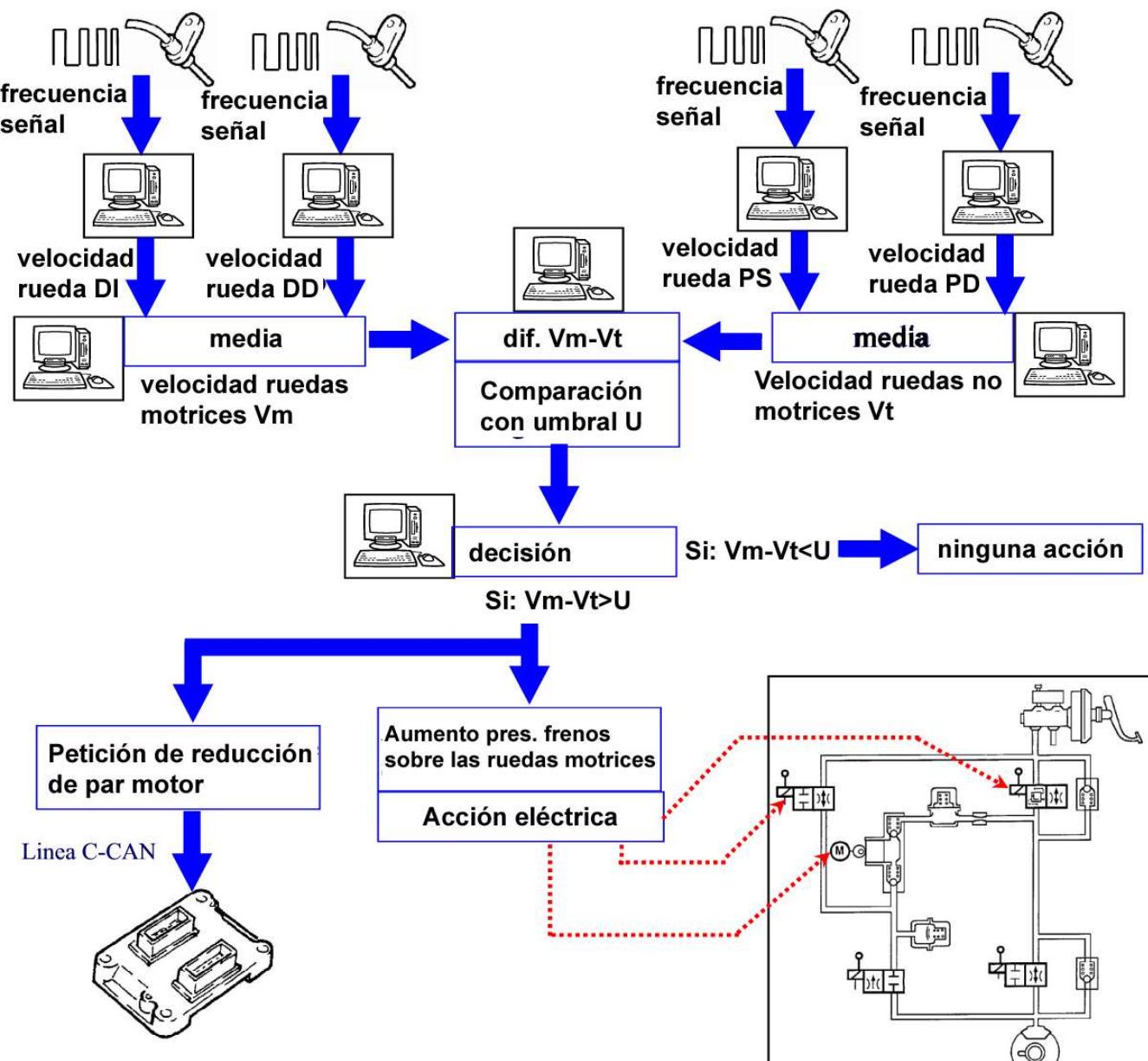
La función realizada por el distribuidor de frenada se integra en la lógica de actuación de la unidad electrónica ABS. Cuando ésta mide una diferencia de velocidad entre las ruedas de los dos ejes, interviene reduciendo la presión de frenada en las ruedas que presentan una velocidad inferior.



## ACTIVACIÓN DE LA FUNCIÓN ASR

### DESCRIPCIÓN

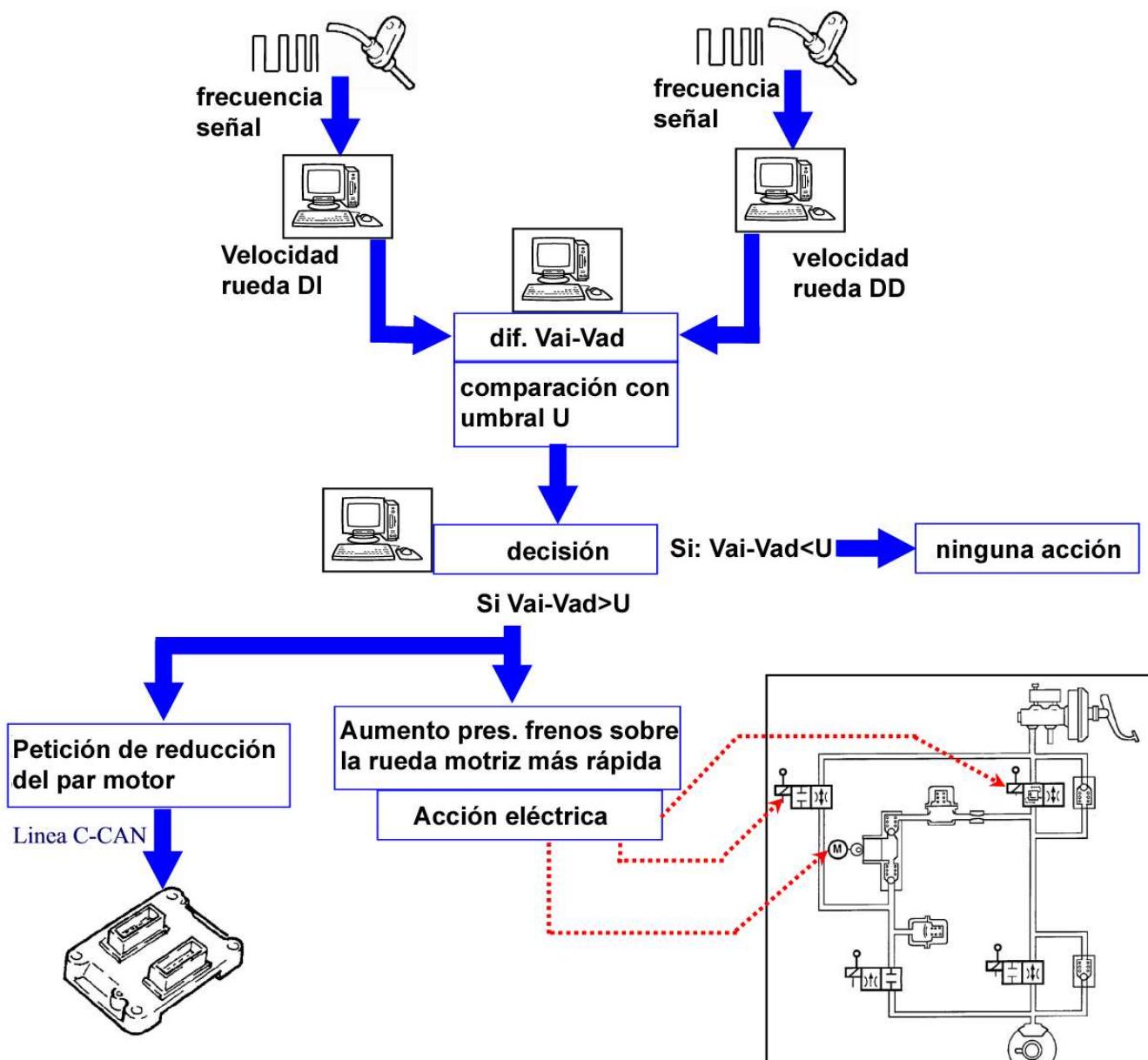
Durante las fases de aceleración, la unidad electrónica controla la diferencia de velocidad entre las ruedas motrices y las que no lo son. En caso de velocidades distintas, aplica una fase de aumento de la presión de frenada sin la intervención del conductor y una reducción del par motor.



## ACTIVACIÓN DE LA FUNCIÓN TCS

### DESCRIPCIÓN

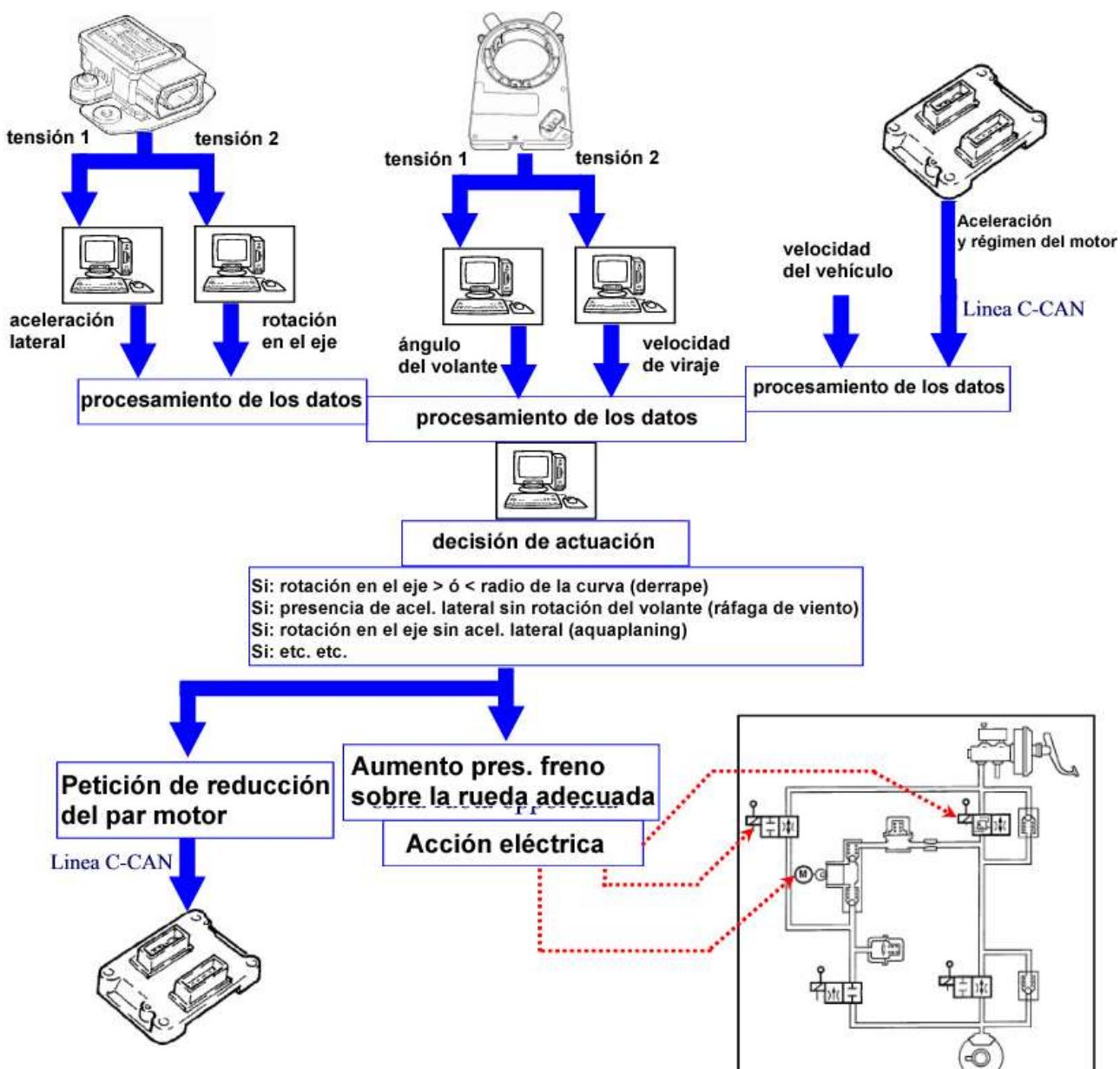
Durante las fases de aceleración, la unidad electrónica controla la diferencia de velocidad entre las dos ruedas motrices. En caso de velocidades distintas, aumenta la presión de frenada en la rueda con mayor velocidad sin la intervención del conductor y una reducción del par motor.



## ACTIVACIÓN DE LA FUNCIÓN VDC

### DESCRIPCIÓN

Durante la marcha del vehículo, la unidad electrónica controla los datos dinámicos y comprueba su coherencia. Por ejemplo, en curva la U.E. mide la posición del volante y la aceleración lateral y comprueba que la rotación en el eje vertical esté comprendida en un cierto rango. Si no fuera así, se activa el control del derrape.





IMPRIMIR

ÍNDICE



ZOOM +

ZOOM -



GESTIÓN ELECTRÓNICA  
ABS-EBD-ASR-VDC

## AUTODIAGNOSIS DE LAS ANOMALÍAS Y RECOVERY

### INDICACIONES DE ANOMALÍAS DE LOS SISTEMAS ABS Y EBD

Tanto al arrancar el vehículo como durante la marcha normal, la centralita electrónica del ABS realiza controles de autodiagnosis del sistema indicando posibles anomalías mediante el testigo (ABS) en el tablero de instrumentos.

Las posibles anomalías del sistema hidráulico de los frenos (presión, nivel del fluido, etc.) se indican a través del testigo normal (!) situado también en el tablero de instrumentos.

Cuando los dos testigos de indicación se enciendan al mismo tiempo, se habrá detectado una anomalía en el sistema de distribución de la frenada EBD.



Testigos de avería del sistema de frenos y sistema ABS.

*NOTAS: En caso de avería del sistema de asistencia electrónica de la frenada ABS, la instalación hidráulica normal sigue funcionando con normalidad. La única diferencia radica en un ligero aumento de la acción que hay que ejercer sobre el pedal del freno debido a la apertura del paso de las electroválvulas del grupo hidráulico.*

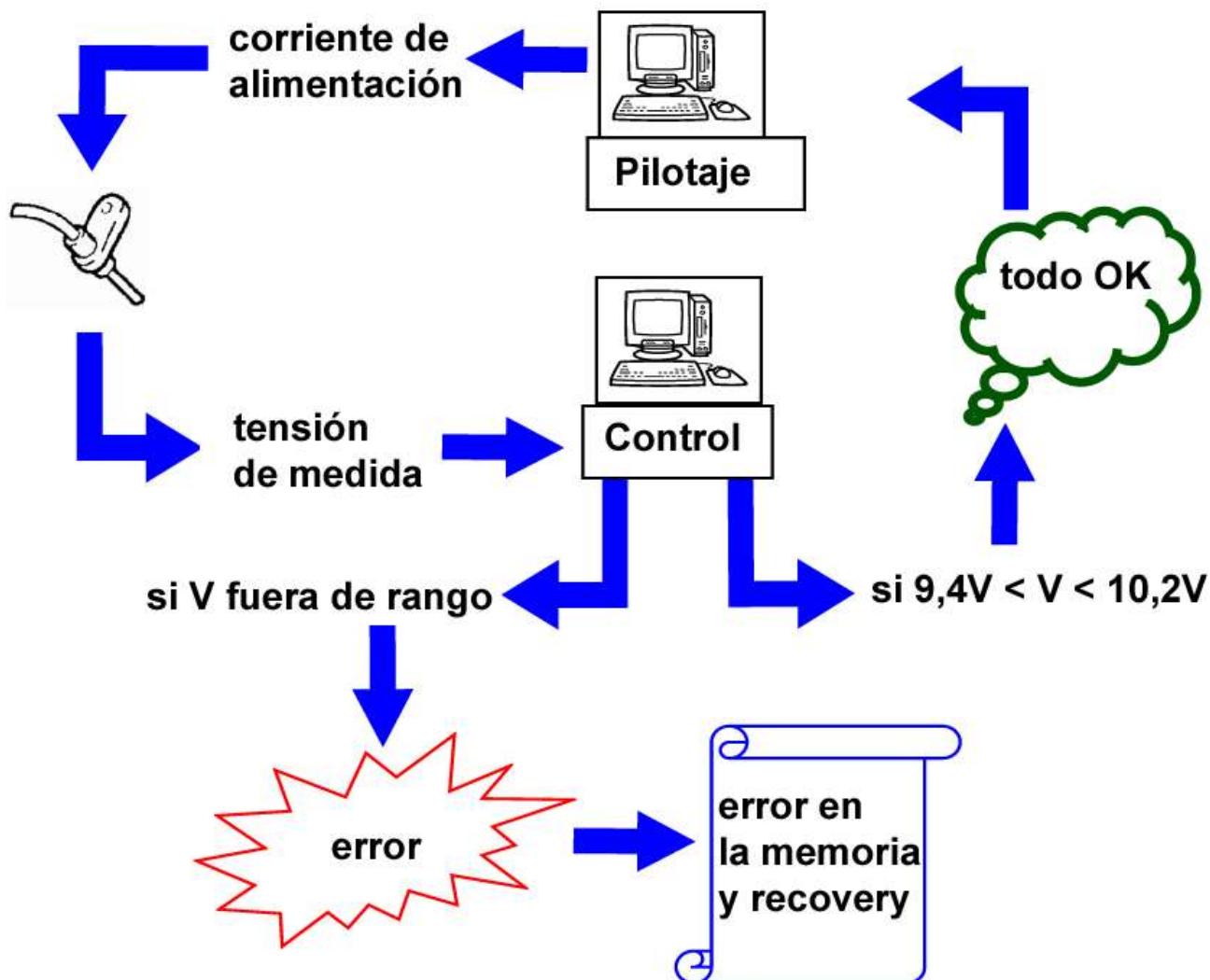
*En cambio, en caso de anomalía del sistema de distribución de la frenada EBD se pierde completamente dicha funcionalidad, al faltar el dispositivo mecánico tradicional con el consiguiente riesgo de bloqueo de las ruedas del eje trasero siempre que se intenta frenar.*

## AUTODIAGNOSIS DE LOS SENSORES ACTIVOS

### DESCRIPCIÓN

Durante el funcionamiento normal del sistema, la unidad electrónica controla los valores de tensión procedentes de los sensores activos y los compara con el rango correcto de tensiones admisibles.

Cuando la unidad se da cuenta de haber detectado un valor de tensión distinto de los previstos, activa el procedimiento de recovery indicando la anomalía y memorizándola en un área de memoria no volátil.

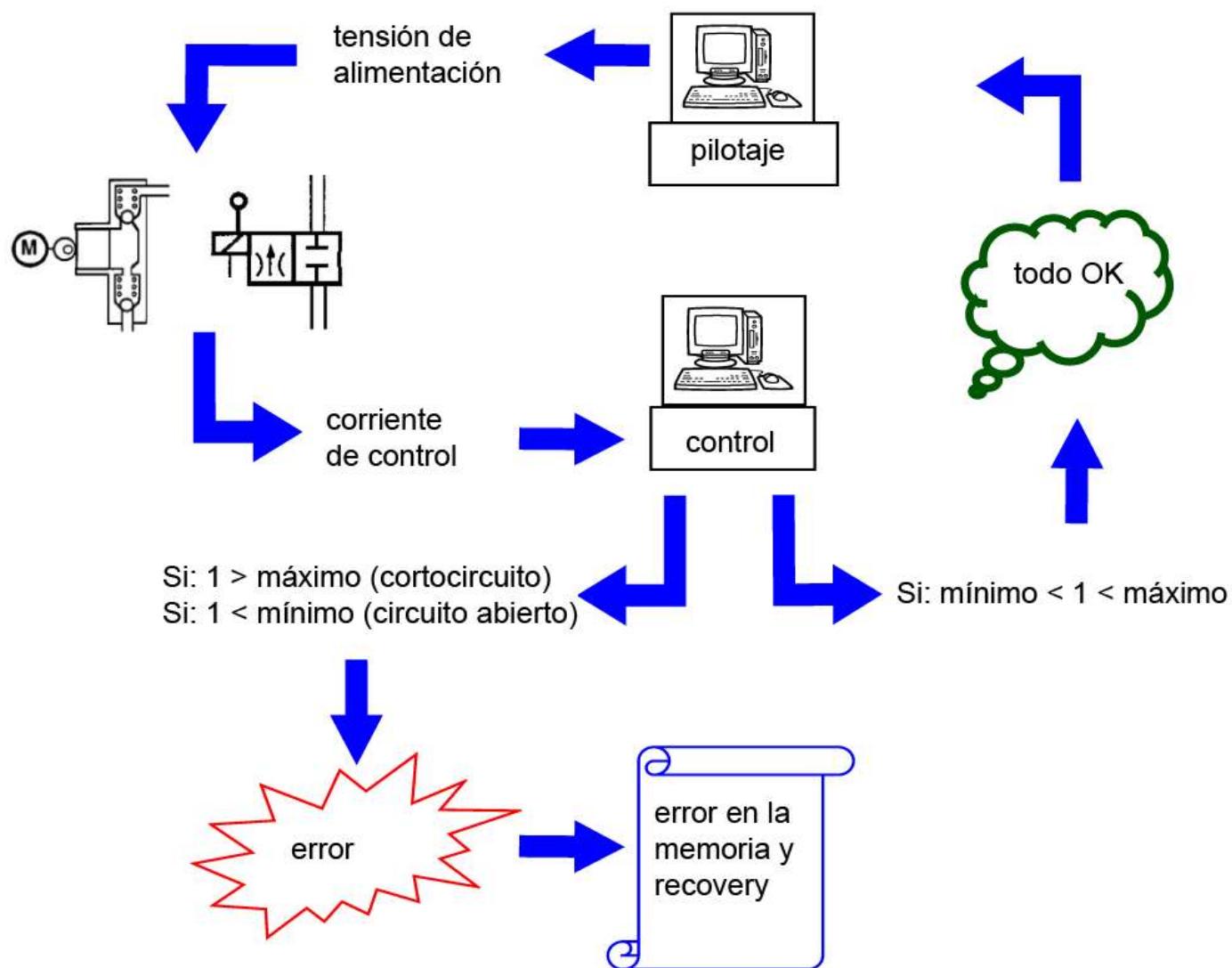


## AUTODIAGNOSIS DE LAS ELECTROVÁLVULAS Y DE LA BOMBA DE RECUPERACIÓN

### DESCRIPCIÓN

Al arrancar el motor y durante el funcionamiento del sistema, la unidad electrónica controla el funcionamiento de los componentes electromecánicos del sistema (electroválvulas y bomba de recuperación). No pudiendo comprobar la respuesta efectiva de la parte mecánica del componente (por ejemplo, electroválvula agarrotada) ésta se limita a controlar el funcionamiento eléctrico.

La unidad electrónica prácticamente estima el consumo de corriente del dispositivo electromecánico y a través de éste puede diagnosticar posibles cortocircuitos o interrupciones del circuito.

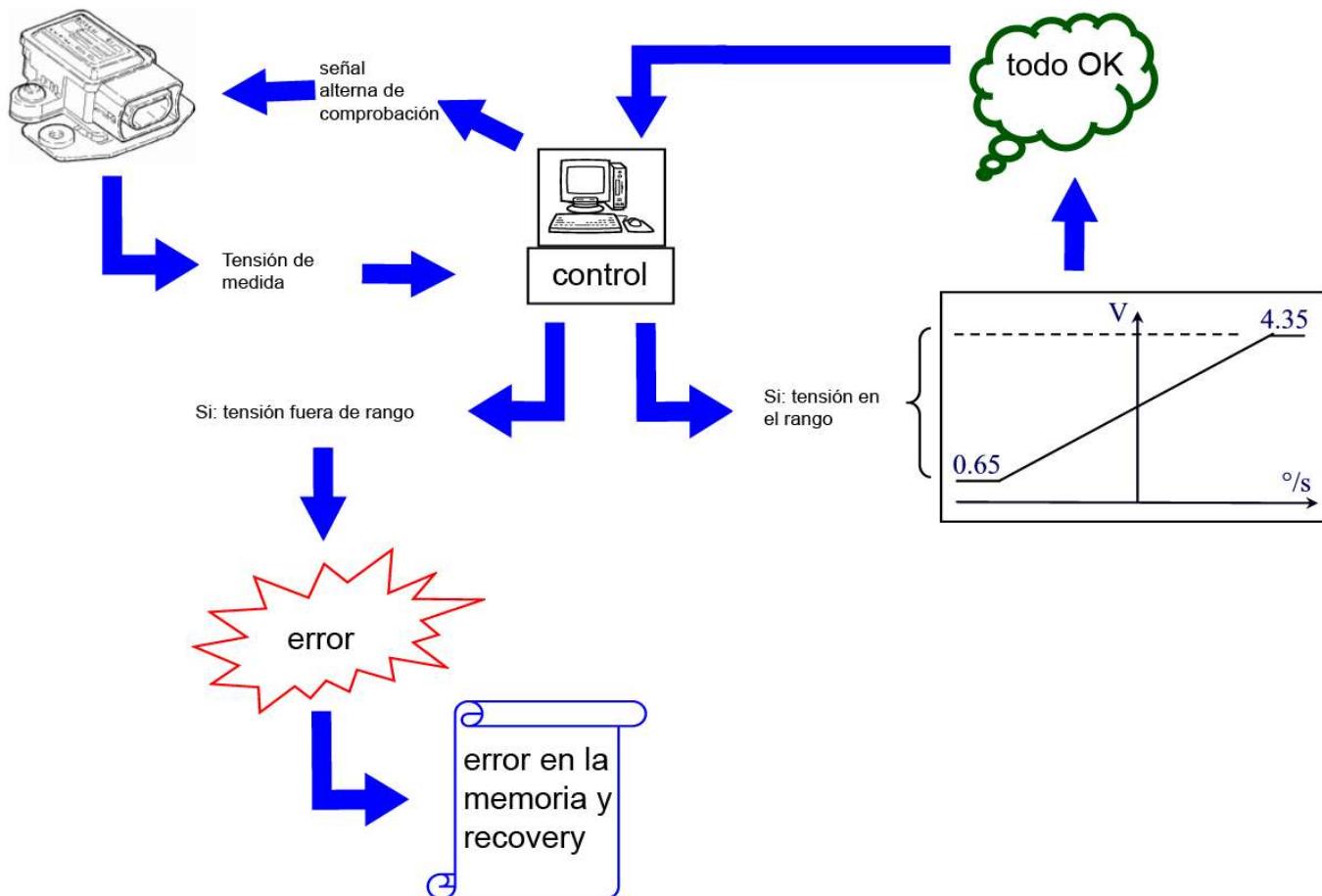


## AUTODIAGNOSIS DEL SENSOR DE DERRAPE

### DESCRIPCIÓN

El control del funcionamiento del sensor activo se basa en la comparación de la tensión de medida con el rango previsto por el fabricante.

En cuanto el valor de la tensión de medida se sale del rango, se indica la anomalía, se aplica la estrategia de recovery y se memoriza el hecho en la memoria. Además, la unidad electrónica controla el funcionamiento del sensor enviando una señal alterna que se superpone a la señal de tensión de medida.



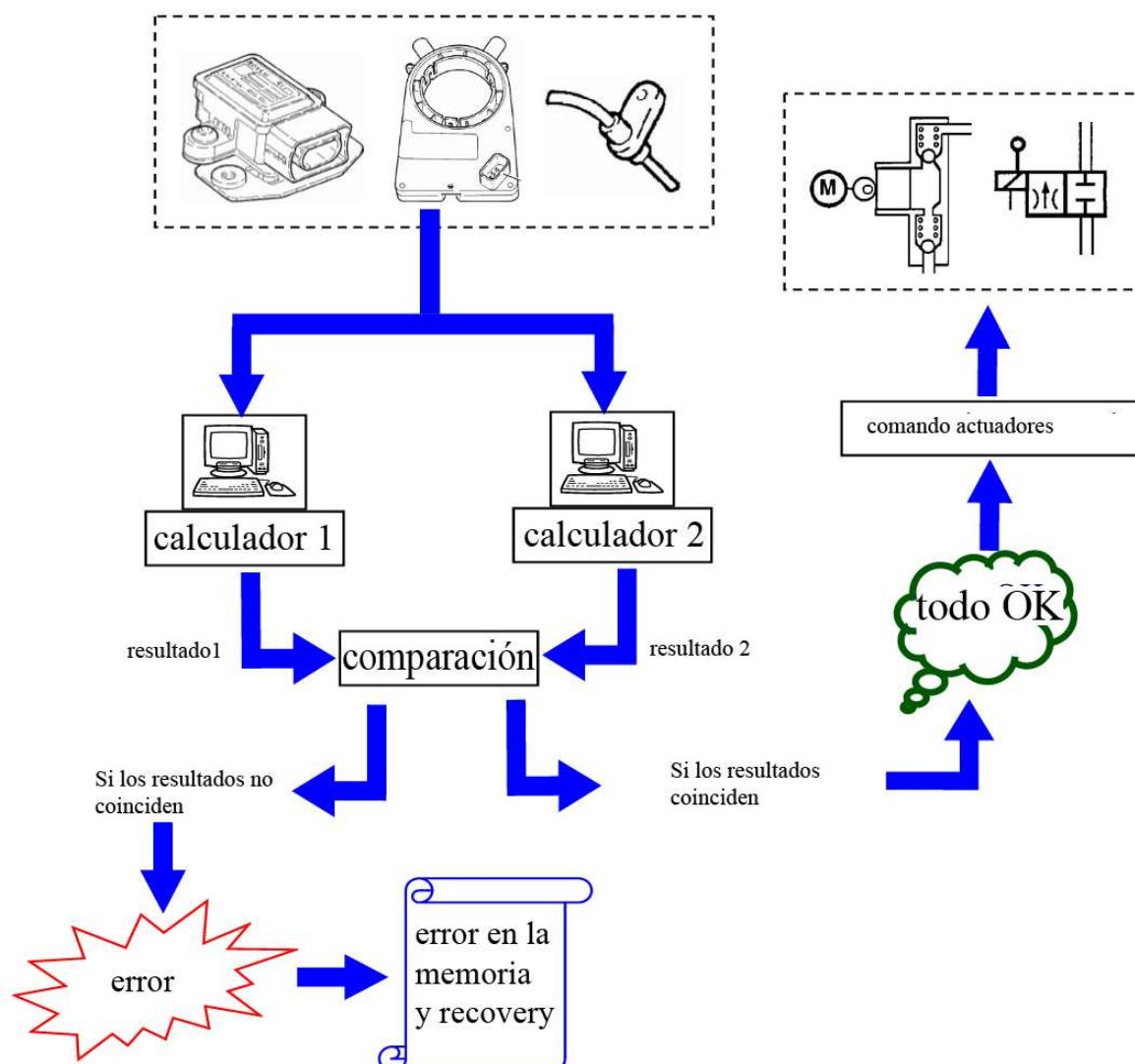
## AUTODIAGNOSIS DE LA UNIDAD ELECTRÓNICA

### DESCRIPCIÓN

La unidad electrónica también puede realizar controles de su propio funcionamiento, es decir de las medidas y cálculos que realiza.

El control se efectúa con una técnica llamada de "redundancia". Prácticamente todas las operaciones que se realizan dentro de la centralita se efectúan dos veces por dos circuitos electrónicos completamente separados.

Al final los resultados se comparan y sólo si coinciden perfectamente (o al menos con una cierta desviación) se envían los comandos adecuados a los dispositivos electromecánicos.





 IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

I

ZOOM +

ZOOM -



GESTIÓN ELECTRÓNICA  
ABS-EBD-ASR-VDC

## INDICACIÓN DE LAS ANOMALÍAS

### DESCRIPCIÓN

En la tabla siguiente resumimos las anomalías que el sistema electrónico puede detectar, las modalidades de indicación a través de testigos y el recovery adoptado. Como ejemplo se ha considerado el sistema ABS Bosch 5.7 con EBD / ASR / TCS / VDC montado en el Alfa 147.

Anomalía	Testigo ABS	Testigo EBD	Testigo VDC	Recovery
Sensores activos				R3
Electroválvulas				R4
Motor de la bomba de recuperación				R3
Relé de las electroválvulas				R2 / R5
Switch (interruptor) luz de freno				R3
Sensor de derrape				R4
Sensor de ángulo de giro				R4
Sensor de presión aceite frenos				R3
Centralita electrónica				R1
Tensión de alimentación				R2
Bus red CAN				R4

R1 = desactivación del sistema

R2 = desactivación ABS/EBD/ASR/VDC

R3 = desactivación ABS/ASR/VDC

R4 = desactivación ASR/VDC

R5 = inhibición ABS/ASR/VDC durante la anomalía

 IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

>

I

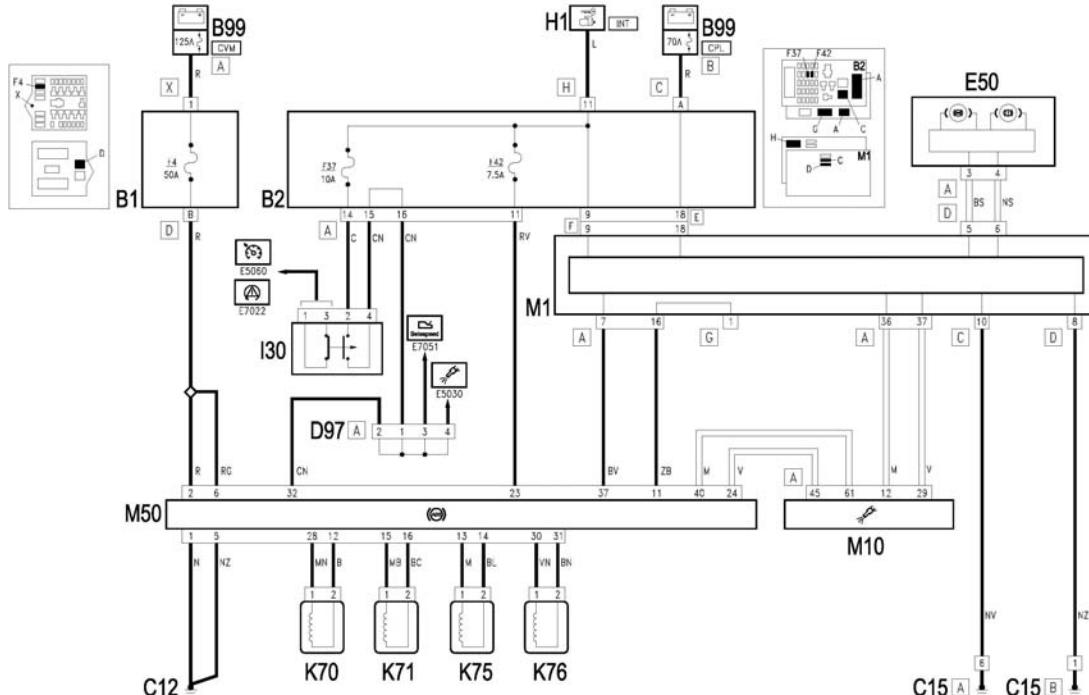
ZOOM +

ZOOM -



GESTIÓN ELECTRÓNICA  
ABS-EBD-ASR-VDC

## ESQUEMA ELÉCTRICO ABS BOSCH 5.7 EN EL ALFA 147



## COMPONENTES

Código componente	Denominación
B01	Centralita de derivación compartimiento del motor
B02	Centralita de derivación bajo el salpicadero
B99	Caja de maxifusibles en la batería
C12	Masa anterior ABS
C15	Masa salpicadero lado conductor
D97	Conexión cortocircuitante
E50	Tablero de instrumentos
H01	Comutador de arranque
K70	Sensor rueda delantera izda. para ABS
K71	Sensor rueda delantera dcha. para ABS
K75	Sensor rueda trasera izda. para ABS
K76	Sensor rueda trasera dcha. para ABS
M01	Body computer
M10	Centralita de control motor
M50	Centralita ABS

IMPRIMIR

ÍNDICE

K

<

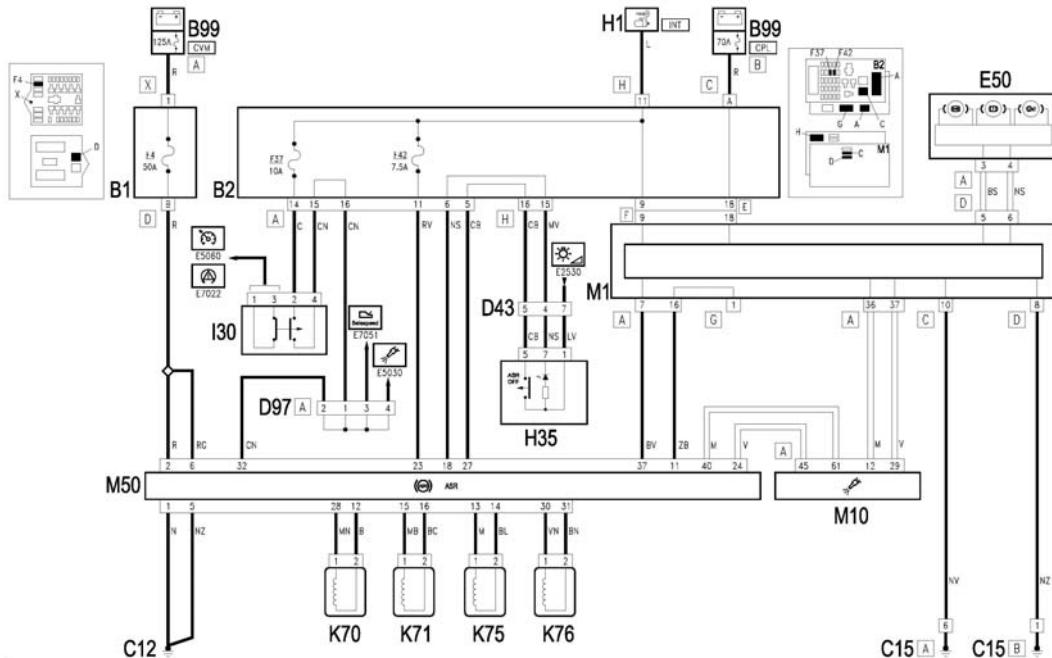
>

ZOOM +

ZOOM -

GESTIÓN ELECTRÓNICA  
ABS-EBD-ASR-VDC

## ESQUEMA ELÉCTRICO ASR/TCS BOSCH 5.7 EN EL ALFA 147



## COMPONENTES

Código componente	Denominación
B01	Centralita de derivación compartimiento del motor
B02	Centralita de derivación bajo el salpicadero
B99	Caja de maxifusibles en la batería
C12	Masa anterior ABS
C15	Masa salpicadero lado conductor
D43	Conexión salpicadero / consola central
D97	Conexión cortocircuitante
E50	Tablero de instrumentos
H01	Comutador de arranque
H35	Interruptores en el túnel
K70	Sensor rueda delantera izda. para ABS
K71	Sensor rueda delantera dcha. para ABS
K75	Sensor rueda trasera izda. para ABS
K76	Sensor rueda trasera dcha. para ABS
M01	Body computer
M10	Centralita de control motor
M50	Centralita ABS

 **IMPRIMIR**

**ÍNDICE**

**K**

**<**

**>**

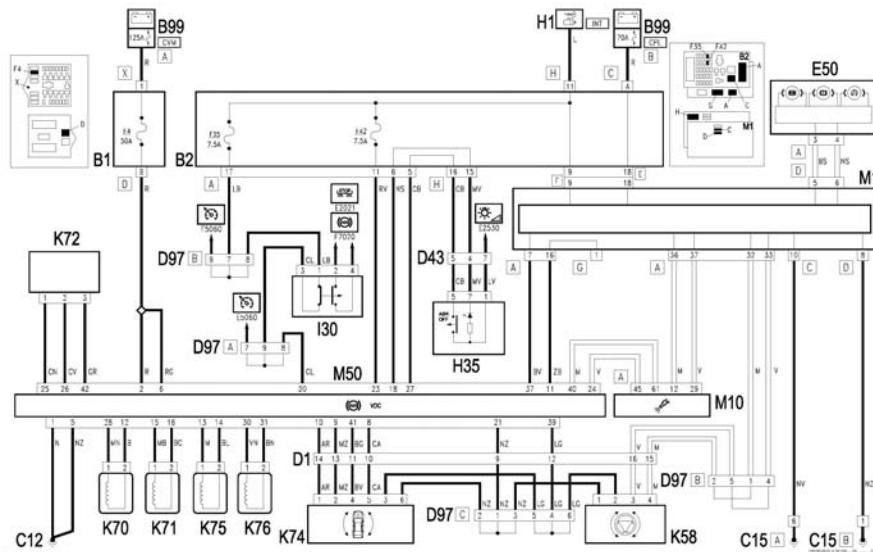
**ZOOM +**

**ZOOM -**



**GESTIÓN ELECTRÓNICA  
ABS-EBD-ASR-VDC**

## ESQUEMA ELÉCTRICO VDC BOSCH 5.7 EN EL ALFA 147



## COMPONENTES

Código componente	Denominación
B01	Centralita de derivación compartimiento del motor
B02	Centralita de derivación bajo el salpicadero
B99	Caja de maxifusibles en la batería
C12	Masa anterior ABS
C15	Masa salpicadero lado conductor
D01	Conexión anterior / salpicadero
D43	Conexión salpicadero / consola central
D97	Conexión cortocircuitante
E50	Tablero de instrumentos
H01	Conmutador de arranque
H35	Interruptores en el túnel
30	Interruptor en el pedal freno
K58	Sensor de giro
K70	Sensor rueda delantera izda. para ABS
K71	Sensor rueda delantera dcha. para ABS
K72	Sensor de presión (VDC)
K74	Sensor de derrape (VDC)
K75	Sensor rueda trasera izda. para ABS
K76	Sensor rueda trasera dcha. para ABS
M01	Body computer
M10	Centralita de control motor
M50	Centralita ABS



 IMPRIMIR

ÍNDICE



ZOOM +

ZOOM -



GESTIÓN ELECTRÓNICA  
ABS-EBD-ASR-VDC

## APÉNDICE: GLOSARIO DE LOS TÉRMINOS TÉCNICOS Y DE LAS SIGLAS

A.B.S.	Anti Block System (sistema antibloqueo de las ruedas)
Aceleración lateral (g)	Fuerza que tiende a hacerle realizar a un cuerpo una trayectoria curvilínea expresada en múltiplos de la fuerza de gravedad g.
A.S.R.	Anti Slip Regulation (sistema antideslizante para las ruedas motrices)
C.A.N.	Controller Area Network (Red de conexión entre centralitas electrónicas).
C-CAN H y C-CAN L	Indican los dos cables del bus de datos de la red CAN.
E.B.D.	Electronic Brake force Distribution (sistema de distribución electrónica de la frenada)
E.C.U.	Electronic Control Unit (unidad electrónica de control)
Red C-CAN	Red de conexión a alta velocidad entre centralitas.
T.C.S.	Traction Control System (sistema de control de la tracción capaz de bloquear la función del diferencial)
V.D.C.	Vehicle Dynamic Control (sistema de control de la dinámica de marcha del vehículo)