



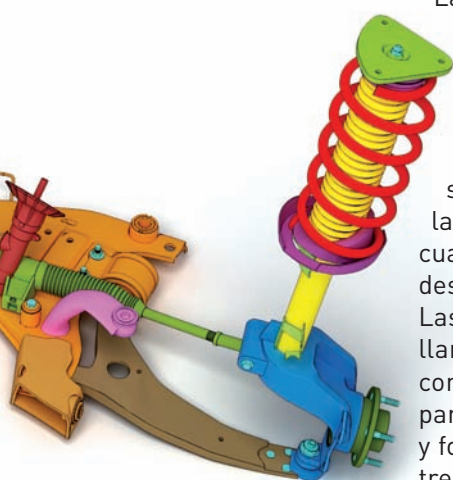
# Ojo al dato



Por Francisco Livianos González

## Bases para la detección de deformaciones de la carrocería a través de la geometría de la dirección

PARA QUE EL FUNCIONAMIENTO DE LA DIRECCIÓN RESULTE ADECUADO ES PRECISO QUE LOS ELEMENTOS QUE LA FORMAN CUMPLAN DETERMINADAS CONDICIONES DE ORDEN GEOMÉTRICO, QUE FAVORECEN LA RODADURA DEL VEHÍCULO, EVITANDO LA APARICIÓN DE PROBLEMAS DE ESTABILIDAD Y DIRECCIONALIDAD; NOS REFERIMOS A LA GEOMETRÍA DE LA DIRECCIÓN



La geometría de la dirección logra que las ruedas obedezcan fielmente al volante de la dirección y no se altere su orientación por las irregularidades del terreno o al efectuar una frenada, resultando así la dirección segura y de suave manejo. También debe retornar a la línea recta y mantenerse en ella cuando el conductor suelta el volante después de trazar una curva. Las propias ruedas, debido a esta llamada geometría de dirección y, en contra de lo que a primera vista pudiera parecer, no son perpendiculares al suelo y forman un ángulo determinado con los tres ejes de simetría del vehículo (largo, ancho y alto).

Estos **ángulos**, también llamados **cotas de la dirección**, tienen la misión de mantener la perpendicular de las ruedas en todo momento, al compensar desviaciones infringidas a las mismas por reacciones dinámicas del vehículo, como las provocadas por los esfuerzos de tracción y frenada, el hundimiento de la suspensión, holguras y deformaciones de los *silentblocks* y neumáticos, la inclinación y torsión de la carrocería, etc. A continuación, vamos a analizar los cuatro ángulos más importantes que forman la geometría de las ruedas y cómo pueden verse afectados o modificados por deformaciones producidas en los elementos que conforman una carrocería.

Mediante la medición de estos ángulos también es posible determinar qué puntos de la carrocería están afectados tras una colisión (por ejemplo, la torreta de suspensión o los anclajes de los elementos que forman el sistema de suspensión). Para ello, definiremos, en primer lugar, los siguientes ángulos: el ángulo de salida, el ángulo de caída, el ángulo de avance y el ángulo incluido.

### Ángulos de las ruedas

Se denomina **ángulo de salida** al formado por la prolongación del eje del pivote, sobre el que gira la rueda en su orientación, y la perpendicular al suelo, considerando todo ello desde la perspectiva frontal del vehículo. Como puede verse en el dibujo, el ángulo se forma entre el eje imaginario que une la torreta con el centro de la rótula del brazo o trapecio de suspensión y la vertical al suelo en el punto medio de contacto de la rueda. Por tanto, una pequeña modificación de la torreta de suspensión o del punto de fijación del brazo a la carrocería modificará el eje de pivote sobre el que se mueve la mangueta y cambiará el ángulo de salida, incrementando el esfuerzo a realizar para la orientación de la rueda y su reversibilidad. Así mismo, hay elementos mecánicos de la suspensión que también

pueden modificar dicho ángulo, en el caso de que estuvieran dañados, como los brazos o los trapecios.

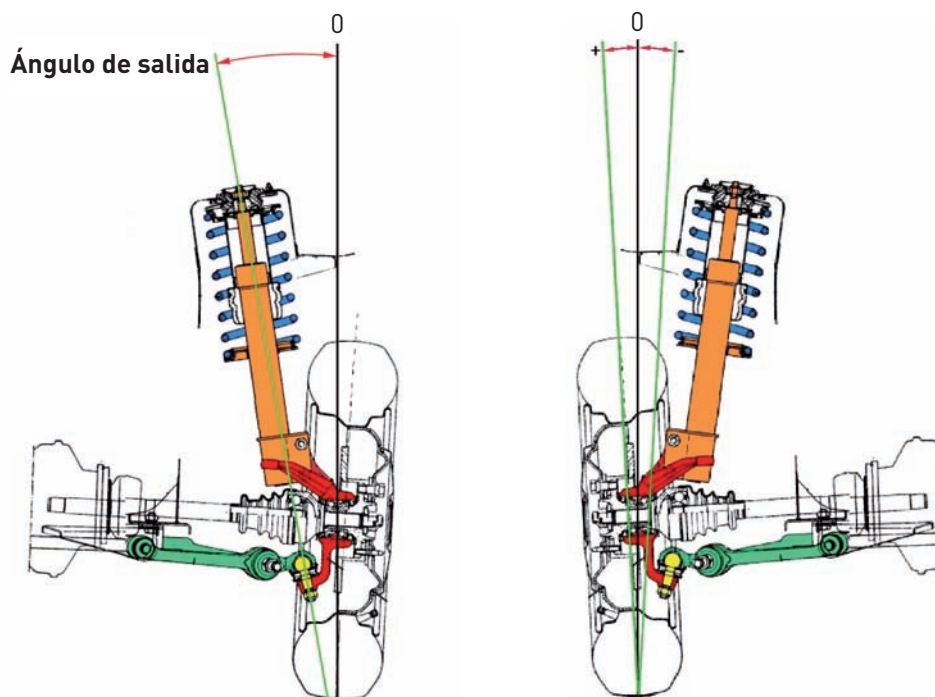
El segundo de los ángulos, **ángulo de caída**, es el formado por el eje de simetría de la rueda con la vertical que pasa por el centro de apoyo de la rueda, visto desde el frontal del vehículo. También se puede interpretar como el ángulo que forma el eje de giro de la rueda, o eje de la mangueta, con respecto al suelo.

En el caso de que la rueda se encuentre hacia adentro, por la parte superior, la caída se denominará negativa, mientras que si se encuentra hacia afuera, por su parte superior, la caída se denomina positiva. Si la rueda está en posición vertical, se denominará cero.

En un vehículo, la caída es, generalmente, negativa, mejorando el asentamiento de los neumáticos sobre la calzada y ofreciendo una mayor estabilidad en la frenada. El eje de simetría de la rueda y, por tanto, el ángulo, puede verse afectado si los puntos de anclaje de los elementos de la suspensión a la carrocería han sufrido una modificación después de un accidente o, también, si estuvieran dañados elementos mecánicos como el amortiguador, la mangueta o los trapecios que conforman la suspensión.



LA MEDICIÓN DE LOS  
ÁNGULOS PERMITE  
ESTABLECER LOS  
PUNTOS DE LA  
CARROCERÍA AFECTADOS  
TRAS UNA COLISIÓN



▶ Ángulo de salida en una suspensión *McPherson*

▶ Ángulo de caída en una suspensión *McPherson*



UNA LIGERA  
MODIFICACIÓN DE LA  
TORRETA O DEL PUNTO  
DE FIJACIÓN DEL BRAZO  
A LA CARROCERÍA  
VARIARÁ EL AVANCE

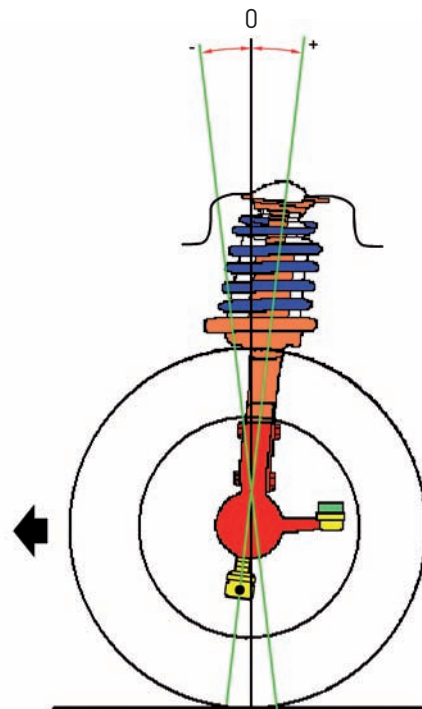


Al igual que el ángulo de salida, el **ángulo de avance** es el que forma el eje del pivote con el eje vertical pero, a diferencia del anterior, considerado desde una perspectiva lateral o en el sentido de avance de la misma.

En un vehículo el avance es, generalmente, positivo y, cuando sufre alguna desviación hacia adelante o hacia atrás, se dice que el avance tiende a negativo o a positivo, respectivamente, en relación al ángulo establecido por el fabricante. El objeto de este ángulo es la mejora de la gobernabilidad del vehículo, provocando un efecto autodireccional que se produce al proyectar el peso del vehículo por delante de la zona de contacto del neumático.

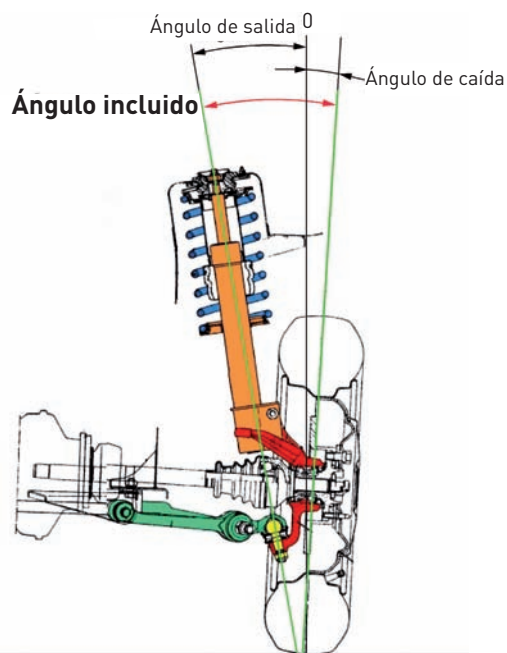
Como también ocurría con el ángulo de salida, una pequeña modificación de la torreta de suspensión o del punto de fijación del brazo a la carrocería, modificará el eje de pivote sobre el que se mueve la mangueta y, por tanto, variará el avance.

Por último, definimos el **ángulo incluido** como el resultante de la suma del ángulo de salida y del ángulo de caída de la misma rueda, con su signo correspondiente; es decir, al ángulo de salida se le restará el de caída si éste es negativo, y se le sumará si es positivo. Los fabricantes, normalmente, no incluyen este ángulo en su documentación técnica, ya que es la suma de otros dos ya reflejados; no ocurre lo mismo con los



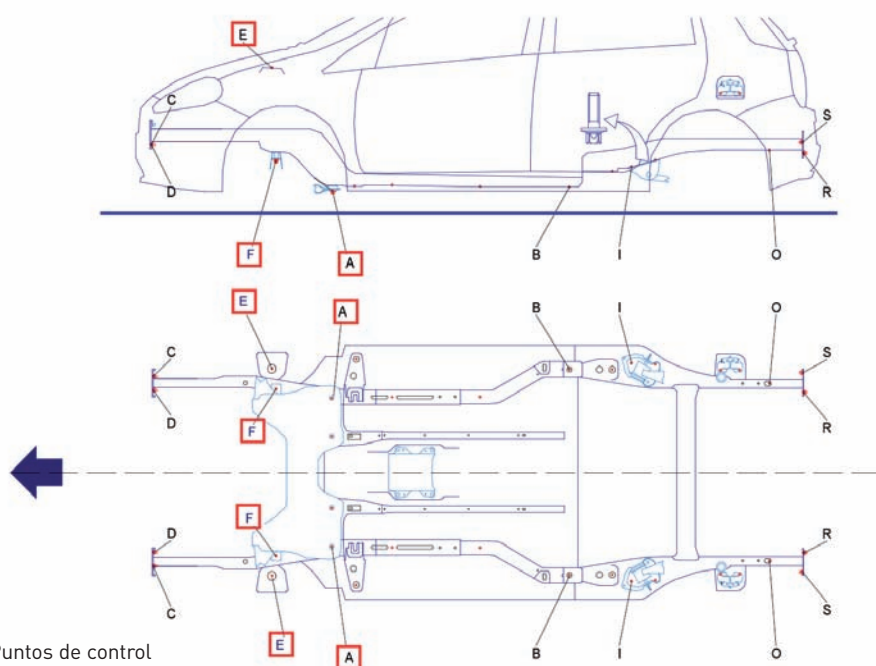
▶ Ángulo de avance en una suspensión McPherson

alineadores más modernos, que sí lo incluyen en el informe de la medición. Generalmente, este ángulo se requiere en una alineación para comprobar el estado del conjunto del amortiguador y de la



▶ Ángulo incluido en una suspensión McPherson





► Puntos de control de la carrocería

mangueta en un vehículo que ha sufrido un accidente, de tal forma que, para saber si la mangueta no está dañada, se tendrá que verificar que el ángulo está correcto, teniendo en cuenta las tolerancias de los dos ángulos que lo forman. Si el ángulo incluido es igual al del lado que no ha tenido golpe, tendremos la seguridad de que tanto el amortiguador como la mangueta no están dañados.

### Diagnóstico de los daños

Como ya se ha indicado, las cotas o ángulos que forman las ruedas pueden verse modificados porque hayan sufrido los elementos mecánicos que constituyen la suspensión. Pero pueden serlo también si han variado los puntos de anclaje de la carrocería que los sustentan. De la misma forma, mediante un proceso de diagnosis y verificación de la alineación de un vehículo es posible determinar si la carrocería está afectada o lo están los elementos que conforman la suspensión. Para obtener un diagnóstico fiable de los posibles elementos dañados es preciso contar con las hojas de medidas de la geometría de la dirección y de la carrocería.

Como ejemplo de esta afirmación, en el gráfico adjunto podemos observar cómo mediante una medición, realizada en un alineador, se pueden detectar anomalías en los puntos de la carrocería que sirven de anclaje al trapecio y al amortiguador (torreta de la suspensión) respecto del cuadro central del vehículo; es decir, los puntos E, F y A del dibujo.

En el gráfico superior, los puntos de la carrocería señalados, sobre los que se fijan los elementos de la suspensión delantera, pueden mostrar modificaciones si los ángulos de la geometría de las ruedas también los hubieran presentado, concretamente en:

- El ángulo de caída y salida puede indicar modificaciones en anchura de los puntos A, F (anclaje del trapecio a través del puente motor) y E (torreta de la suspensión).
- El ángulo de avance puede indicar modificaciones en longitud de los puntos A, F (anclaje del trapecio a través del puente motor) y E (torreta de la suspensión).

Los ángulos de la dirección no indicarán desviaciones de los otros puntos de la carrocería al no afectar, o afectar mínimamente, a su modificación ■

Los ángulos más habituales, en bibliografía anglosajona, se denominan *Caster* (avance), *Kin-pin inclination* (salida) y *Camber* (caída).

LOS ALINEADORES, A DIFERENCIA DE LOS FABRICANTES, SÍ PROPORCIONAN EL ÁNGULO INCLUIDO EN SU DOCUMENTACIÓN

### PARA SABER MÁS

Área de Automóviles.  
carroceria@cesvimap.com

Elementos Amovibles.  
Colección libros de texto para ciclos formativos.  
CESVIMAP. Editorial CESVIMAP. 2003.

Geometría de la dirección en reparación.  
Unidades didácticas CESVIMAP. CESVIMAP. 2000.

Cesvíteca, biblioteca multimedia de CESVIMAP  
www.cesvimap.com

www.revistacesvimap.com