



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

TEMA:

ESTUDIO DE LA INCIDENCIA DE LOS ÁNGULOS DE LAS RUEDAS Y SUS
VARIACIONES SOBRE EL DESPLAZAMIENTO LINEAL Y CURVO DEL
VEHÍCULO

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

AUTOR:

BRYAN FERNANDO TROYA CHUNGATA

GUAYAQUIL, AGOSTO 2017

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

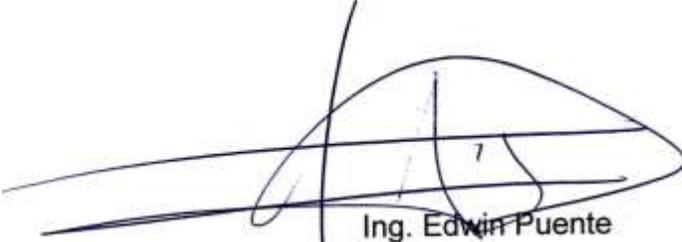
Ing. Edwin Puente

CERTIFICA

Que el trabajo de **“ESTUDIO DE LA INCIDENCIA DE LOS ÁNGULOS DE LAS RUEDAS Y SUS VARIACIONES SOBRE EL DESPLAZAMIENTO LINEAL Y CURVO DEL VEHÍCULO”** realizado por el estudiante: BRYAN FERNANDO TROYA CHUNGATA sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, si recomiendo su publicación. El mencionado trabajo consta de (un) empastado que contiene toda la información de este trabajo. Autoriza el señor: BRYAN FERNANDO TROYA CHUNGATA que lo entregue a biblioteca de la facultad, en calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, Agosto del 2017


Ing. Edwin Puente
Director de proyecto

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

CERTIFICACIÓN Y ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD

Yo, BRYAN FERNANDO TROYA CHUNGATA, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.



BRYAN FERNANDO TROYA CHUNGATA

CI. 0704611136

DEDICATORIA

Esta tesis de forma muy especial se la dedico a mis padres y hermanos por su constante apoyo en este trayecto muy importante que es mi formación profesional y también a todos los que conforman la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ extensión Guayaquil que aportaron con una importante guía en mi carrera.

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por esta oportunidad muy grande de formarme como profesional y a mis padres y hermanos por su arduo apoyo durante todos estos años de mi carrera.

Agradezco a todos los docentes por sus enseñanzas en cada clase dada.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN Y ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE	v
INDICE DE FIGURAS.....	viii
PRESENTACIÓN.....	x
ABSTRACT.....	xi
CAPÍTULO I.....	1
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN Y MARCO REFERENCIAL.....	1
1.1. Definición del problema	1
1.2. Objetivos de la investigación	1
1.2.1. Objetivo general.....	1
1.2.2. Objetivos específicos	1
1.3. Alcance.....	2
1.4. Justificación e importancia de la investigación.....	2
1.4.1 Justificación teórica	2
1.4.2 Justificación metodológica	2
1.4.3 Justificación práctica.....	2
1.5. Marco metodológico	3
1.5.1. Método de investigación	3
1.5.2. Tipo de investigación	3
CAPÍTULO II.....	4
MARCO TEÓRICO	4

2.1. La dirección del automóvil.....	4
2.1.1. Componentes mecánicos de la dirección.....	5
2.1.1.1. El volante	5
2.1.1.2. Árbol de dirección.....	6
2.1.1.3. Caja desmultiplicadora de dirección	7
2.1.2. Relación de la transmisión de la dirección	8
2.1.3. Geometría de los ejes de dirección.....	9
2.1.4. Cuadrilátero de Ackermann	10
2.2. Rueda	11
2.2.1. La geometría de la rueda.....	11
2.2.2. El neumático.....	12
2.2.2.1. Partes del neumático.....	12
2.2.3. Ángulos de las ruedas	14
2.2.3.1. La convergencia y divergencia	15
2.2.3.1.1. Ajustes del ángulo.....	17
2.2.3.2. El ángulo de caída.....	18
2.2.3.2.1. Función del ángulo de caída de positivo	21
2.2.3.2.2. Función del ángulo de caída de negativo	24
2.2.3.2.3. Ajuste del ángulo de caída	25
2.2.3.3. Ángulo de salida.....	25
2.2.3.4. Ángulo de avance.....	27
2.2.3.4.1. Recuperación del neumático debido a la pisada que se genera por el ángulo de avance	28
2.2.3.5. Cotas conjugadas.....	30

CAPÍTULO III	33
ESTUDIO ANALÍTICO DE LOS ÁNGULOS DE LA RUEDA	33
3.1. Análisis de la alineación automotriz	33
3.2. Análisis del ángulo de avance.....	35
3.3. Análisis de la convergencia de las ruedas.....	37
3.4. Análisis del ángulo de salida	40
3.5. Análisis del ángulo de caída	43
CAPÍTULO IV.....	46
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
4.1 Conclusiones	46
4.2 Recomendaciones	47
BIBLIOGRAFÍA.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dirección automotriz	4
Figura 2. Elementos de la dirección	5
Figura 3. Volante.....	6
Figura 4. Árbol de dirección	6
Figura 5. Caja desmultiplicadora	7
Figura 6. Esquema de la relación de transmisión.....	8
Figura 7. Trayectoria teórica de un vehículo en línea recta	9
Figura 8. Cuadrilátero de Ackermann.....	10
Figura 9. El neumático	12
Figura 10. Partes del neumático	14
Figura 11. Convergencia.....	16
Figura 12. Ángulos de Convergencia	17
Figura 13. Regulación de los ángulos de convergencia y divergencia en las ruedas delanteras	18
Figura 14. Regulación de los ángulos de convergencia y divergencia en las ruedas posteriores	18
Figura 15. Ángulo de caída	20
Figura 16. Reducción de la carga vertical	21
Figura 17. Fuerzas que se muestran en el anti patinaje	22
Figura 18. Carga en el neumático	24
Figura 19. Vista real del ángulo positivo de caída	24
Figura 20. Regulación del ángulo de caída	25
Figura 21. Ángulo de avance	28
Figura 22. Pisada positiva	29
Figura 23. Fuerzas actuantes en caster positivo	30
Figura 24. Cotas conjugadas	31
Figura 25. Ángulo comprendido	32
Figura 26. Alineación automotriz.....	34
Figura 27. Efecto del ángulo de avance	35

Figura 28.Ángulo de avance en la rueda del automóvil	36
Figura 29.Convergencia y divergencia	37
Figura 30.Subviraje y Sobreviraje	38
Figura 31.Comportamiento real de sobreviraje.....	38
Figura 32.Ángulos de giro con centro de giro diferente	39
Figura 33. Ángulo de salida.....	42
Figura 34. Ángulo de salida y sus efectos sobre la orientación de las ruedas	42
Figura 35. Efectos del ángulo de caída	43
Figura 36.Ángulo de caída en el neumático	44

PRESENTACIÓN

En esta investigación se va a demostrar la importancia de conocer más detenidamente la influencia que tiene los ángulos de las ruedas con el desplazamiento lineal y curvo del vehículo ya que en muchos tecnicentros de la ciudad de Guayaquil que se especializan en dar el servicio de alineación desconocen las aplicaciones técnicas del tema y no le dan la importancia como es debida.

Se comenzará describir cada uno de los ángulos que existen en la rueda del vehículo tales como el ángulo de convergencia, divergencia, caída, y salida, donde se explicara su importancia en el buen alineamiento de las mismas, también se investigará los beneficios que conlleva la alineación, como un mejor control en el vehículo y una duración más prolongada del neumático. Aparte se indicará los procesos para la regulación de dichos ángulos para así evitar accidentes en la carretera.

Realizar un estudio de estos ángulos nos permite analizar el comportamiento del vehículo al desplazarlo tomando en cuenta el sistema de referencia que se va a elegir por ende nos ayudará aumentando notoriamente el control sobre nuestro vehículo para así reducir riesgos y brindándonos mayor seguridad y confort.

ABSTRACT

This research will demonstrate the importance of knowing more closely the influence of wheel angles with the linear and curved displacement of the vehicle and that in many technicians of the city of Guayaquil that specialize in giving the alignment service do not know the technical applications of the subject and do not give the importance as it is due.

It will begin to describe each of the angles that exist in the wheel of the vehicle such as the angle of convergence, divergence, fall, and departure, where they explain their importance in the alignment of the same, also investigate the benefits that entails Alignment, such as better control on the vehicle and longer tire life. In addition, it is indicated the processes for the regulation of the angles to avoid accidents on the road.

Carry out a study of these angles in the cases of analyzing the behavior of the vehicle in the displacement taking into account the reference system that will be chosen to help increase the control on our vehicle to reduce risks and provide greater safety and comfort.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN Y MARCO REFERENCIAL

1.1. Definición del problema

El problema de basa en que la mayoría de talleres desconoce la función de los ángulos de rueda y sus aplicaciones y no realizan un proceso eficiente del mismo dando un servicio de baja calidad.

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo general

Estudiar y analizar la incidencia de los ángulos de las ruedas y su influencia sobre el desplazamiento lineal y curvo del vehículo.

1.2.2. Objetivos específicos

- Conocer los beneficios que conlleva la excelente regulación los ángulos de las ruedas en la incidencia del movimiento lineal y curvo del vehículo.
- Indicar la influencia del estudio de este tema y como contribuir a la sociedad con conocimientos acerca de la atención que se debe tener a las ruedas y como estas pueden influir en seguridad del vehículo y de las personas.
- Indicar los motivos de la variación del ángulo de rueda y cuál debería ser el indicado.

1.3. Alcance

Este proyecto se centrará en el análisis de los ángulos que tienen la rueda, su importancia en la alineación automotriz y su influencia en el desplazamiento curvo y lineal del vehículo.

1.4. Justificación e importancia de la investigación

1.4.1 Justificación teórica

La base teórica del trabajo de investigación se fundamenta en la consulta de temas relacionados al sistema de dirección, por el motivo que muchos de los lectores del mismo desconocerán de estos temas enfocados con la mecánica automotriz y es con ellos que se debe trabajar para profundizar la investigación.

1.4.2 Justificación metodológica

La investigación se basa en un método cualitativo de investigación ya que todo se basara en estudios, análisis y datos recopilados en el proceso.

1.4.3 Justificación práctica

El estudio del ángulo de las ruedas nos ayudará a ver el comportamiento del vehículo en el instante de su desplazamiento lineal y curvo para sí prevenir desgastes en los neumáticos y perder da operación del vehículo.

1.5. Marco metodológico

1.5.1. Método de investigación

Se considera la aplicación de método de enfoque cualitativo porque se realizará el análisis de los ángulos de las ruedas del vehículo y demostrar la incidencia que tienen en el movimiento lineal y curvo.

1.5.2. Tipo de investigación

En lo que se refiere al tipo de estudio que se desarrollará, se considera la aplicación de un tipo de investigación descriptiva, debido a que se pretende conocer los ángulos y su influencia en el desplazamiento lineal y curvo del vehículo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. La dirección del automóvil

La dirección es un sistema de seguridad del vehículo y trabaja conjuntamente con el sistema de suspensión. Esta acción conjunta de suspensión y dirección permite conseguir que esta cumpla los requisitos de precisión, confortabilidad y seguridad como se muestra en la figura 1.

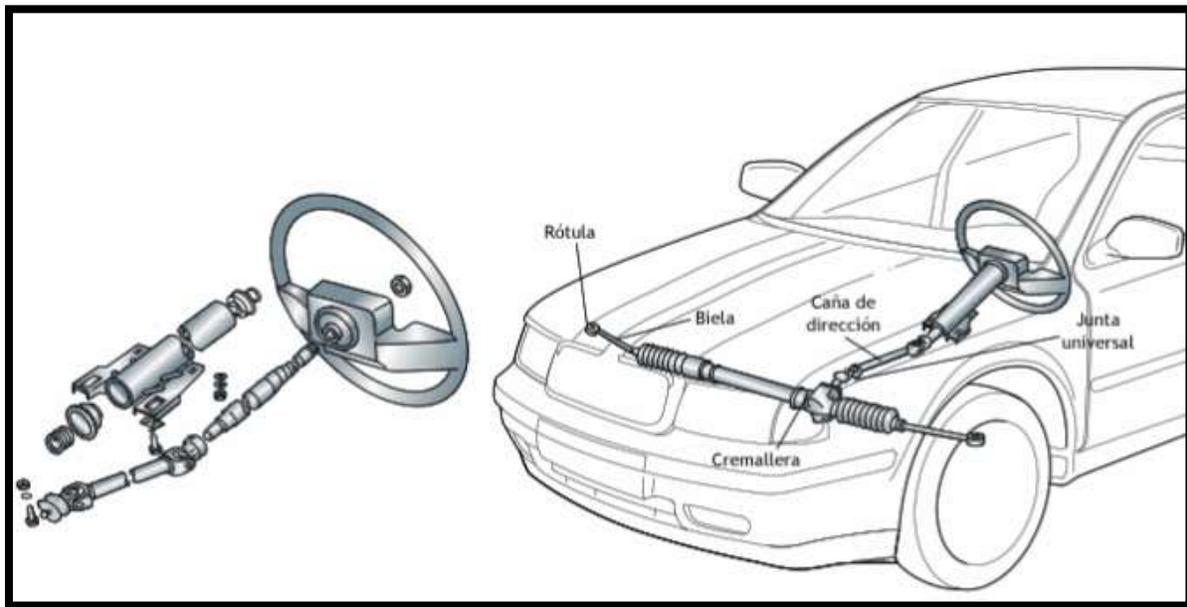


Figura 1. Dirección automotriz

Fuente: Domínguez, E. J. (2009). Circuitos de fluidos, suspensión y dirección: electromecánica de vehículos. . Madrid: Macmillan Iberia.

Editado por: Bryan Troya

2.1.1. Componentes mecánicos de la dirección

Los componentes que forman el sistema mecánico de dirección son: Volante, árbol de dirección, juntas universales (cardán), caja desmultiplicadora, bielas de mando, rótulas como se muestra en la figura 2.

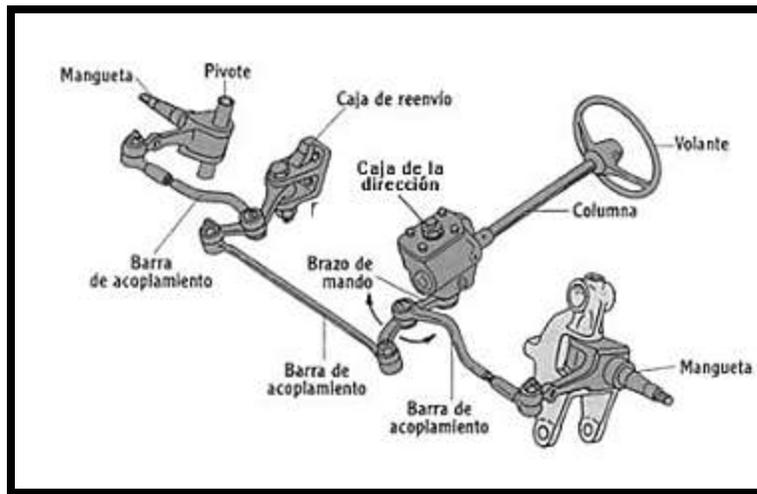


Figura 2.Elementos de la dirección

Fuente: Domínguez, E. J. (2009). Circuitos de fluidos, suspensión y dirección: electromecánica de vehículos. . Madrid: Macmillan Iberia.

Editado por: Bryan Troya

2.1.1.1. El volante del vehículo.

El volante es el componente de la dirección que el conductor tiene la mayor accesibilidad. La principal misión del volante es transmitir el giro y el par al árbol de la dirección. El volante se encuentra engranado al árbol de dirección por medio de un eje ranurado que tiene una única posición en muchos modelos.



Figura 3.Volante

Fuente: Domínguez, E. J. (2009). Circuitos de fluidos, suspensión y dirección: electromecánica de vehículos. . Madrid: Macmillan Iberia.

Editado por: Bryan Troya

2.1.1.2. Árbol de dirección

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 por una parte al volante y por otra a la caja de la dirección.



Figura 4.Árbol de dirección

Fuente: Domínguez, E. J. (2009). Circuitos de fluidos, suspensión y dirección: electromecánica de vehículos. . Madrid: Macmillan Iberia.

Editado por: Bryan Troya

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 3 extremos de la columna se colocan 2 casquillos, muy raramente cojinetes de bolas, que soportan el eje.

2.1.1.3. Caja desmultiplicadora de dirección

La caja de dirección es un engranaje que reduce y transforma el movimiento que recibe del árbol de transmisión.



Figura 5. Caja desmultiplicadora

Fuente: Revistamotor. (s.f.). Obtenido de <https://revistamotor.eu/index.php/de-calle/mecanica/335-angulos-y-cotas-de-la-suspension>

Editado por: Bryan Troya

Las cajas montadas en direcciones mecánicas pueden ser:

- Cajas o dirección de cremallera.
- Cajas con tornillo sin fin.

2.1.2. Relación de transmisión de la dirección

La relación de transmisión de la dirección es la relación entre el ángulo de giro del volante y el ángulo al que giran las ruedas. Es la relación de desmultiplicación que tiene el conjunto de la dirección después de actuar todos sus mecanismos: volante, caja de dirección, barras de mando, etc.

La relación de transmisión se obtiene midiendo el ángulo girado del volante (α) y el obtenido en las ruedas directrices (β).

$$R_t = \frac{\text{ángulo girado en el volante } (\alpha)}{\text{ángulo obtenido de la rueda } (\beta)}$$

Se puede observar en la fórmula que aumentando el radio del volante y aplicando la misma fuerza se aumenta el par de giro pero disminuye la relación de transmisión de la dirección.

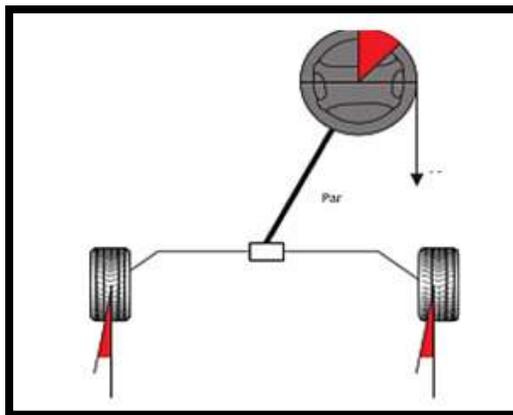


Figura 6. Esquema de la relación de transmisión

Fuente: Domínguez, E. J. (2009). Circuitos de fluidos, suspensión y dirección: electromecánica de vehículos. . Madrid: Macmillan Iberia.

Editado por: Bryan Troya

2.1.3. Geometría de los ejes de dirección

Los ángulos que forman las ruedas del eje delantero son distintos, menor el de la rueda exterior y mayor el de la rueda interior de la curva. El mecanismo de dirección y su tirantería deben conseguir que la diferencia de los ángulos de giro en una curva sean los adecuados en cada rueda y en cada curva, evitando el derrape de las ruedas delanteras.

La correcta geometría de los ejes se consigue cuando las cuatro ruedas recorren una circunferencia con un centro común, el cual se lo conoce como centro de rotación. Este se encuentra en la prolongación del eje posterior.

Para conseguir el centro instantáneo de rotación y la diferencia de giro de las ruedas delanteras la tirantería debe cumplir el cuadrilátero de Ackermann.

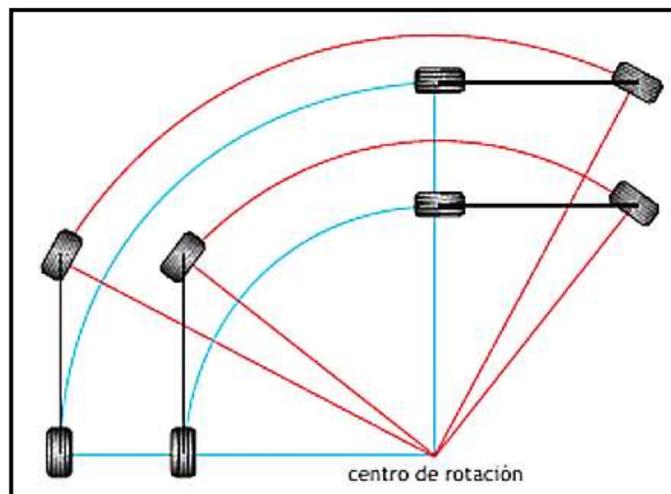


Figura 7. Trayectoria teórica de un vehículo en línea recta

Fuente: Domínguez, E. J. (2009). Circuitos de fluidos, suspensión y dirección: electromecánica de vehículos. . Madrid: Macmillan Iberia.

Editado por: Bryan Troya

2.1.4. Cuadrilátero de Ackermann

Fue inventado por el constructor de transporte alemán "Lankensperger" en 1817, es una disposición geométrica de los vínculos que intervienen en la dirección de un automóvil u otro vehículo diseñado para resolver el problema de las ruedas en el interior y exterior de un ciclo necesario para trazar círculos de diferentes radios.

Cuando un vehículo gira en una curva, los ejes de todas las ruedas deben converger en un solo punto, conocido como el centro instantáneo de rotación. El cuadrilátero de Ackermann permite que las ruedas tracen las curvas sin que exista un elevado arrastre.

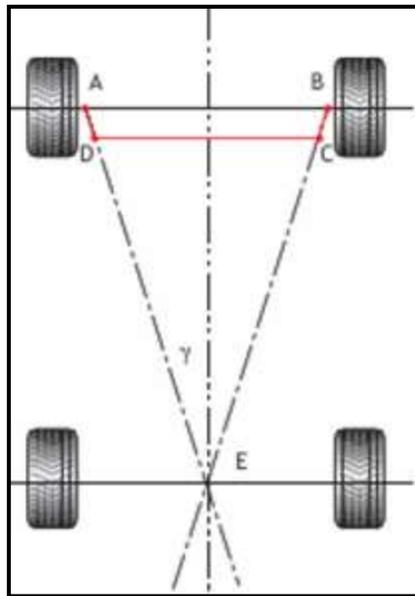


Figura 8. Cuadrilátero de Ackermann

Fuente: Domínguez, E. J. (2009). Circuitos de fluidos, suspensión y dirección: electromecánica de vehículos. . Madrid: Macmillan Iberia.

Editado por: Bryan Troya

El cuadrilátero de Ackermann o de Jeantaud se aplica en la actualidad y universalmente en todos los coches. 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 pasen por un mismo punto

2.2. Rueda del vehículo

Las ruedas de un vehículo, especialmente las ruedas de la dirección, no están completamente verticales ni paralelas al eje longitudinal. Estas ruedas no giran alrededor de un eje vertical, sino en torno a un eje inclinado.

Los ángulos de las ruedas y de los ejes de las manguetas forman los planos horizontales y verticales, así como los ángulos o cotas de las ruedas.

2.2.1. La geometría de la rueda

La geometría se realiza para conseguir los siguientes resultados:

- Obtener las mejores condiciones de conducción, es decir, evitar arrastres y el desgaste de los neumáticos.
- Mejorar la estabilidad del vehículo.
- Conseguir un esfuerzo suave y progresivo en la dirección.
- Facilitar el retorno de la dirección después de tomar una curva.

2.2.2. El neumático

El neumático está diseñado para ser el único punto de contacto del vehículo con la calzada para garantizar algunas funciones como aguantar la carga, amortiguar las pequeñas oscilaciones, guiar el vehículo, transmitir los esfuerzos de rodadura, de aceleración y frenada.



Figura 9.El neumático

Fuente: Jaime Carlos, F. J. (2009). Sistema de transmisión y frenado. Madrid: Macmillan Iberia

Editado por: Bryan Troya

2.2.2.1. Partes del neumático

El neumático es un producto compuesto formado por una carcasa de lonas de nylon, acero, etc. en disposición diagonal o radial, recubierta de goma y compuestos de caucho vulcanizado, que le confieren características de agarre, duración, resistencia.

- a) FLANCO. Está constituido por goma flexible para adaptarse a las deformaciones del neumático en fase de rodadura. Protege al neumático de golpes laterales.

- b) HOMBRO. La goma del hombro es la más gruesa, debido a que es la parte más expuesta a los bordillos y otros golpes, además permite distribuir fácilmente el calor producido por el neumático durante sus movimientos sobre la carretera.

- c) LONAS DE CARCASA. Son cables de fibras textiles en arcos dispuestos en ángulos rectos y pegados al caucho de las cubiertas. Permiten al neumático resistir la presión. En una lona de neumático de un turismo hay aproximadamente unos 1400 cables.

- d) LONAS DE CIMA. Son cables de acero muy fino y resistente, cruzados oblicuamente y pegados unos a otros de manera que formen triángulos indeformables. Esta estructura garantiza al mismo tiempo robustez y flexibilidad.

- e) TALÓN. Parte interior del neumático que se ajusta a las llantas, está compuesto por alambres de acero de alta tecnología formando un cable

trenzado y circular, esto facilita el ajuste del neumático y las llantas evitando que patine en ella.

- f) REVESTIMIENTO DE GOMA INTERIOR. Es la capa de goma más interna y sirve para retener el aire en el interior del neumático facilitando la estanqueidad.

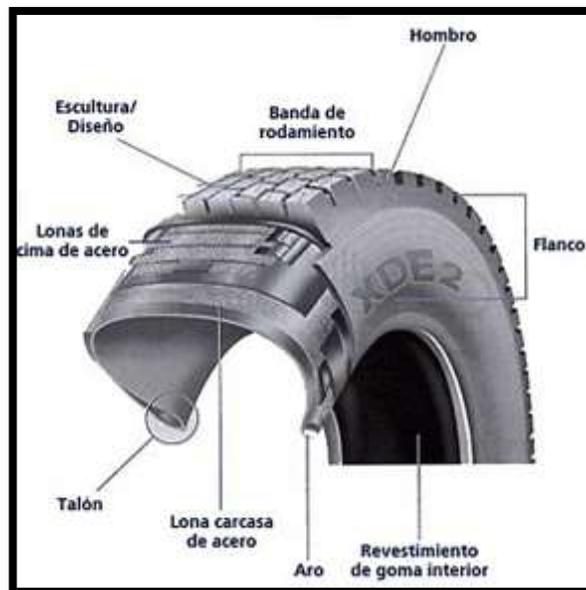


Figura 10.Partes del neumático

Fuente: Jaime Carlos, F. J. (2009). Sistema de transmisión y frenado. Madrid: Macmillan Iberia
Editado por: Bryan Troya

2.2.3. Ángulos de las ruedas

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. Los distintos ángulos que forman las ruedas son: Paralelismo, convergencia o divergencia. Ángulo de caída. Ángulo de salida. Ángulo de avance.

2.2.3.1. La convergencia y divergencia

La convergencia en milímetros es la diferencia de medida entre la parte delantera de las llantas y la parte trasera, realizando la medida a la misma altura de llanta. La convergencia es 0 cuando la medida es la misma en la parte delantera que la trasera. En este caso las ruedas se encuentran paralelas entre sí. Cuando la prolongación de los planos que pasan por la mitad de las ruedas tiende a encontrarse delante al sentido de marcha del vehículo la convergencia es positiva.

La convergencia tiene dos objetivos principales: Asegurar que las ruedas giren paralelas, con convergencia 0 cuando el vehículo está circulando. Compensar las deformaciones que se producen en las articulaciones elásticas.

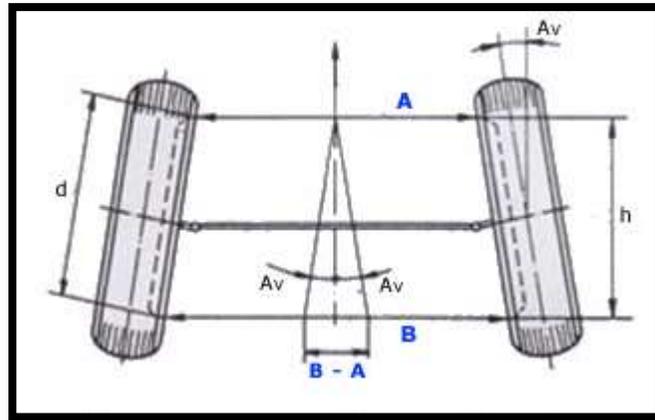


Figura 11. Convergencia

Fuente: Domínguez, E. J. (2009). Circuitos de fluidos, suspensión y dirección: electromecánica de vehículos. . Madrid: Macmillan Iberia.

Editado por: Bryan Troya

Los vehículos con tracción delantera suelen tener divergencia en el eje delantero. Las ruedas están abiertas, ya que con la tracción las ruedas tienden a cerrarse compensando la apertura inicial y rodando de forma paralela con convergencia 0. El correcto radio de giro permite a las ruedas delanteras rodar sin arrastre en virajes, evitando desgaste y chirridos, para medir este ángulo con precisión se requiere que la convergencia esté ajustada de acuerdo a especificaciones. Diferencia mayor de 1 ½ lado a lado en las especificaciones indican torceduras o defectos en el brazo de dirección, lo que requiere remplazo.

Si las ruedas delanteras izquierda y derecha giraran exactamente la misma cantidad (es decir, si los ángulos de dirección izquierdo y derecho fueran iguales) tendrían el mismo radio de giro ($r_1=r_2$), pero cada rueda giraría en torno a un centro diferente (O_1 y O_2).

El giro uniforme sería entonces imposible debido al patinaje lateral de los neumáticos. El resultado es que, aunque la presión de aire en cada rueda sea igual y aunque los otros factores de alineamiento puedan ser corregidos, los neumáticos sufrirán desgaste inusual.

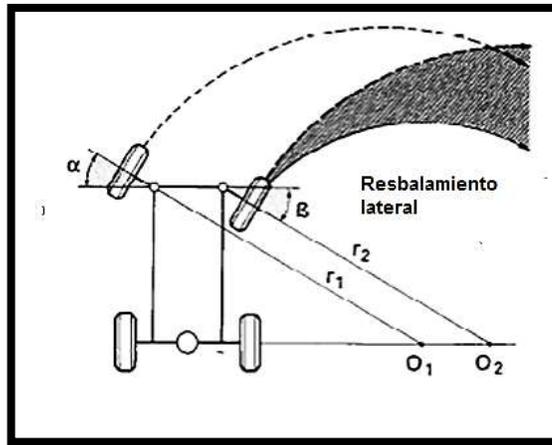


Figura 12. Ángulos de Convergencia

Fuente: Domínguez, E. J. (2009). Circuitos de fluidos, suspensión y dirección: electromecánica de vehículos. . Madrid: Macmillan Iberia.

Editado por: Bryan Troya

2.2.3.1.1. Ajustes del ángulo

La corrección de este ángulo es la más fácil y se la realiza en las barras de la dirección, las mismas que siempre son de fácil manipulación y acceso.

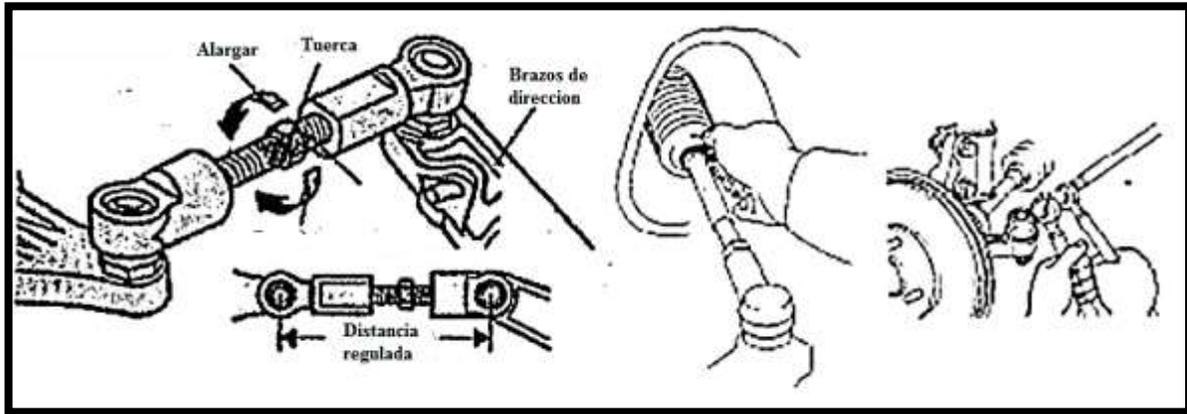


Figura 13.Regulación de los ángulos de convergencia y divergencia en las ruedas delanteras
Fuente: Domínguez, E. J. (2009). Circuitos de fluidos, suspensión y dirección: electromecánica de vehículos. . Madrid: Macmillan Iberia.
Editado por: Bryan Troya

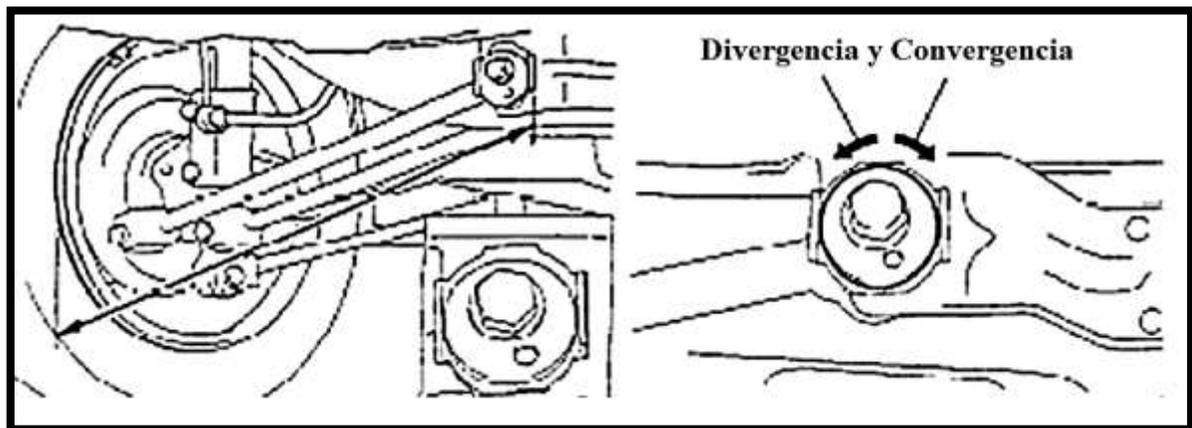


Figura 14.Regulación de los ángulos de convergencia y divergencia en las ruedas posteriores
Fuente: Domínguez, E. J. (2009). Circuitos de fluidos, suspensión y dirección: electromecánica de vehículos. . Madrid: Macmillan Iberia.
Editado por: Bryan Troya

2.2.3.2. El ángulo de caída

Es un ángulo tomado por las ruedas de un vehículo; específicamente es el ángulo entre el eje vertical de las ruedas utilizadas para la dirección y el eje vertical del vehículo visto desde el frente o la parte trasera. Se utiliza en el diseño

de la dirección y de la suspensión. Cuando la parte superior de la rueda está más separada del eje vertical que la inferior nos referimos a caída positiva; si al contrario, la parte inferior de la rueda está más alejada, se habla de caída negativa. El ángulo de caída altera el tacto de conducción de un diseño de suspensión. En concreto, el empleo de un ángulo de caída negativo mejora el agarre en curvas y por tanto la estabilidad. Esto es debido a que coloca el neumático en el ángulo más favorable respecto a la carretera para poder transmitir esfuerzo a través del plano vertical del neumático en lugar de a través de una fuerza transversal. Otra razón para la caída negativa es que un neumático de goma tiende a retorcerse en curva de modo que el lado interno de la superficie de rodadura se levanta del suelo si la caída es cero, reduciendo el área de contacto.

Este efecto se compensa aplicando caída negativa para maximizar el área de contacto, lo que es cierto solo en el caso de la rueda exterior respecto a la curva, mientras que para la interior lo adecuado sería adoptar caída positiva.

Un ángulo de caída defectuoso afecta al neumático del siguiente modo:

- 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).

Un ángulo de caída distribuido diferentemente en las ruedas del mismo eje 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).

Otro aspecto importante del ángulo de caída es que define el centro instantáneo de rotación. Por lo general, un ángulo de caída positivo, hace que el centro instantáneo de rotación esté fuera del vehículo, y por tanto aumente la deriva del eje al circular en curva. Por eso suele optarse por ángulos de caída ligeramente negativos.

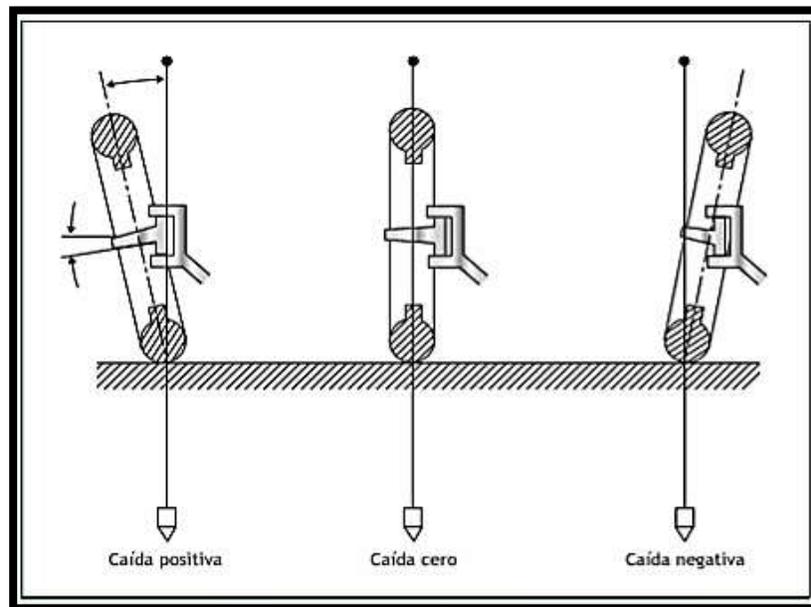


Figura 15. Ángulo de caída

Fuente: Domínguez, E. J. (2009). Circuitos de fluidos, suspensión y dirección: electromecánica de vehículos. . Madrid: Macmillan Iberia.

Editado por: Bryan Troya

2.2.3.2.1. Función del ángulo de caída de positivo

a) Reducción de la carga vertical

Si el ángulo de caída fuere cero, la carga en el vástago se aplicará a la intersección de la línea central del neumático y el husillo como se indica con F' en la figura. Así sería más fácil que se cambiará el husillo o el muñón de dirección. Dando una inclinación positiva a la rueda, la carga se aplicaría al lado interior del husillo, como se muestra con F en la figura 17, reduciendo la fuerza que actúa en el husillo y muñón de dirección.

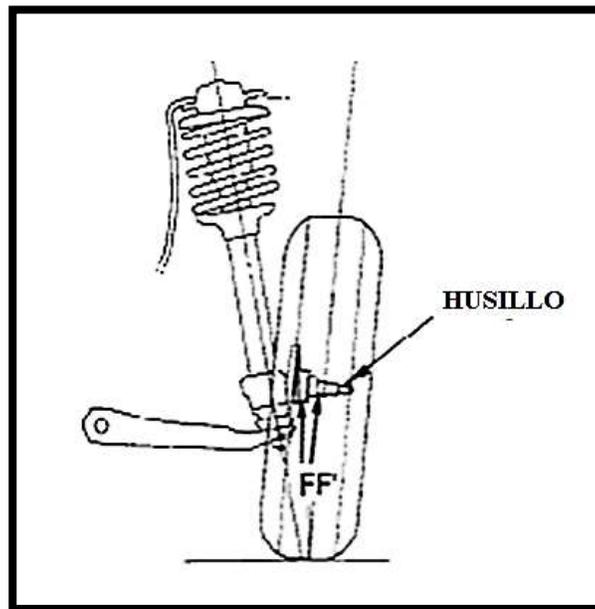


Figura 16. Reducción de la carga vertical

Fuente: Domínguez, E. J. (2009). Circuitos de fluidos, suspensión y dirección: electromecánica de vehículos. . Madrid: Macmillan Iberia.

Editado por: Bryan Troya

b) Prevención del anti patinaje de la rueda

La fuerza reactiva F , que es igual que la carga del vehículo, se aplica a la rueda perpendicularmente a la carretera. F se divide en la fuerza F_1 , que es perpendicular el eje del husillo, y en la fuerza F_2 , que es paralela al eje del husillo. Por lo tanto, F_2 fuerza la rueda hacia adentro, ayudando a evitar que patine y se salga del husillo. El cojinete interior de la rueda es más grande que el exterior para poder soportar esta carga como se puede verlo en la figura 17.

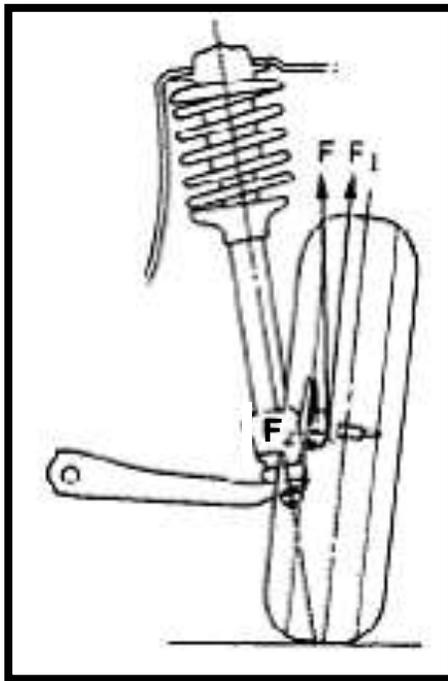


Figura 17. Fuerzas que se muestran en el anti patinaje

Fuente: Domínguez, E. J. (2009). Circuitos de fluidos, suspensión y dirección: electromecánica de vehículos. . Madrid: Macmillan Iberia.

Editado por: Bryan Troya

c) Prevención del ángulo de caída negativo involuntario debido a la carga

Cuando se aplica una carga al vehículo, las partes superiores de las ruedas tienden a inclinarse hacia adentro, debido a la deformación de los componentes de la suspensión y de los bujes relacionados. La inclinación positiva también ayuda a evitarlo

Cuando una carga vertical es aplicada a un neumático tiende a moverse hacia abajo. Sin embargo, debido a que es bloqueado por la superficie del camino, la banda se deforma como se muestra en la figura 18.

Al mismo tiempo, la elasticidad del neumático resiste esta deformación y en consecuencia actúa en contra de la superficie del camino en la dirección A. Como un resultado de la reacción en dirección A, el neumático rueda en dirección B.

La fuerza que actúa en dirección B es llamada “tracción de la inclinación de la rueda”, la cual aumenta con el incremento de la inclinación del neumático en relación a la superficie del camino (inclinación de la rueda relativa al camino), así como con incrementos en la carga.

2.2.3.2.2. Función del ángulo de caída de negativo

La mayoría de veces en que podemos apreciar de mejor manera el camber negativo un poco más pronunciado con respecto a lo que comúnmente observamos y con excelentes resultados es en los autos de competición. Aquí el ángulo de caída se produce por la exigencia que se tiene cuando el vehículo toma curvas, por esta razón la geometría varía y el camber negativo provee un poco más de adherencia al suelo lo cual en estas circunstancias es fundamental y necesaria.

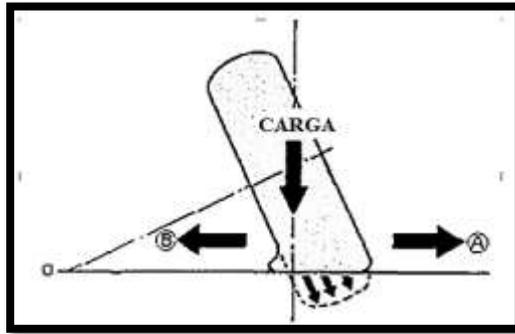


Figura 18. Carga en el neumático

Fuente: Domínguez, E. J. (2009). Circuitos de fluidos, suspensión y dirección: electromecánica de vehículos. . Madrid: Macmillan Iberia.

Editado por: Bryan Troya



Figura 19. Vista real del ángulo positivo de caída

Fuente: Alineadoras y balanceadoras. (2017). Obtenido de http://alineadoras-y-balanceadoras.blogspot.com/2011/04/introduccion-la-alineacion-de-autos_27.html

Editado por: Bryan Troya

2.2.3.2.3. Ajuste del ángulo de caída

El ángulo de caída es un ángulo tomado por las ruedas de un vehículo; específicamente es el ángulo entre el eje vertical de las ruedas utilizadas para la dirección y el eje vertical del vehículo visto desde el frente o la parte posterior.

De acuerdo al tipo de suspensión a tener en la marca y modelo del vehículo, el ajuste del ángulo de caída se lo puede realizar por medio de excéntricas provistas directamente de fábrica (vehículos livianos), por aumento o disminución de las laminas (camionetas).

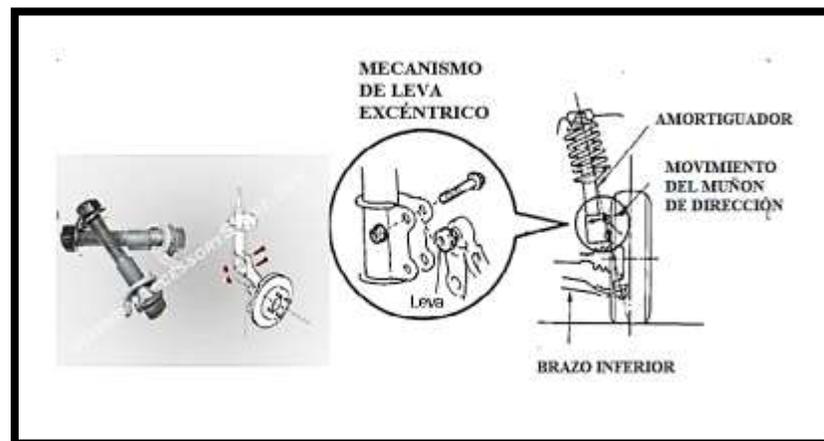


Figura 20.Regulación del ángulo de caída

Fuente: Domínguez, E. J. (2009). Circuitos de fluidos, suspensión y dirección: electromecánica de vehículos. . Madrid: Macmillan Iberia.

Editado por: Bryan Troya

2.2.3.3. Ángulo de salida

En los modelos de vehículos que disponen de uniones con rótulas, el ángulo de salida es la línea trazada a través del eje de dirección de las rótulas. El

eje de dirección es el eje sobre el que giran las ruedas para dirigir el vehículo. El ángulo de salida permite:

- Una aproximación del centro de apoyo del neumático a la intersección del eje del pivote con el suelo. Esto disminuye el par de giro en las ruedas y en el volante.
- Determinar 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.
- Reducir el radio de rodadura sin recurrir a la caída.
- Favorecer el retorno de la dirección a la posición en línea recta. Los desajustes en el ángulo de salida tienen las mismas consecuencias que las producidas por el ángulo de caída. El ángulo de salida y el de caída se encuentran vinculados por la mangueta y las rótulas.

Muchos fabricantes suman los dos ángulos y los denominan ángulo incluido. En la información técnica que facilitan solamente aparecen los datos de la caída, de forma que midiendo y ajustando la caída también se mide y ajusta la salida.

2.2.3.4. Ángulo de avance

Es el ángulo formado en el plano longitudinal por el eje del conformado por la suspensión (pivote), con la vertical al suelo. Su valor puede oscilar entre 0° y 12° . Este Angulo es el responsable directo de la capacidad de Auto-Alineación de la dirección del vehículo, y por ende de su estabilidad en recta tal como se muestra en la figura 21.

También nos proporciona el Tacto de Giro al Volante y corrige el Angulo de Caída (Camber). Con la ayuda de unos Platos Giratorios Graduados (nivel Dunlop), bajo las ruedas directrices, podemos comprobar su Angulo. Para el avance, es más importante la igualdad de valores de cada lado que el valor intrínseco del ángulo.

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 endurece la dirección.

Dicho fenómeno contribuye a mantener el vehículo en línea recta, garantizando una conducción segura. El ángulo de avance se encuentra vinculado con la dirección y normalmente se da en el eje delantero. Se mide en grados y es una medida pequeña entre 1 y 5° .

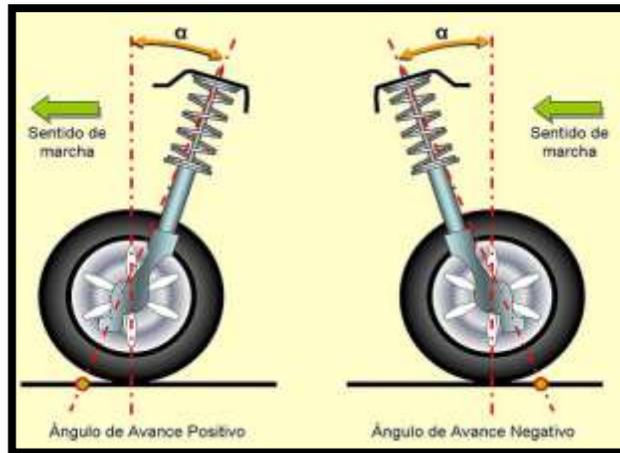


Figura 21. Ángulo de avance

Fuente: Revistamotor. (s.f.). Obtenido de <https://revistamotor.eu/index.php/de-calle/mecanica/335-angulos-y-cotas-de-la-suspension>

Editado por: Bryan Troya

En muchos vehículos el avance es regulable. Un avance demasiado positivo hace que las irregularidades de la carretera se transmitan más fácilmente a la dirección. Para minimizar los efectos de un excesivo avance de la dirección se utiliza un amortiguador de dirección.

2.2.3.4.1. Recuperación del neumático debido a la pisada que se genera por el ángulo de avance

Usualmente, las ruedas delanteras tienen un ángulo de avance y Pisada del Caster. Sin embargo, asumimos que el caster es cero. La pisada positiva quiere

decir que el eje de la dirección (a) de cada rueda está en frente del centro del área de contacto del neumático-piso tal como se muestra en la figura 22.

En otras palabras, las ruedas se inclinan hacia atrás del eje de dirección cuando el vehículo se mueve hacia delante, de la misma manera que los Casters de un piano o del carrito de compras se inclinan hacia atrás de la línea central de los ejes de giro de los Casters.

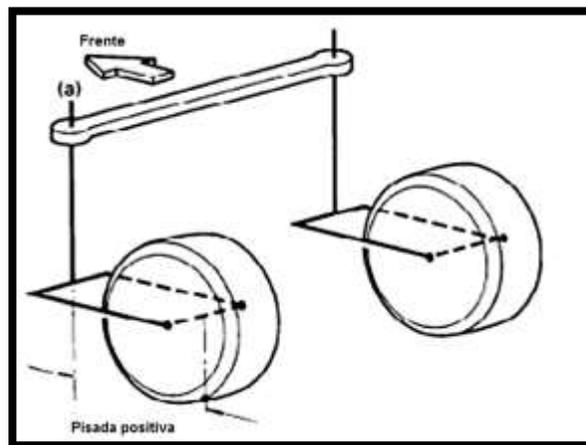


Figura 22. Pisada positiva

Fuente: Revistamotor. (s.f.). Obtenido de <https://revistamotor.eu/index.php/de-calle/mecanica/335-angulos-y-cotas-de-la-suspension>

Editado por: Bryan Troya

El caster positivo también contribuye a la recuperación de la rueda después de girar. Esto ocurre por las razones que explicaremos a continuación pero en forma muy rápida, esta recuperación se debe a los momentos creados alrededor de los ejes del sistema de dirección a-a' cuando las ruedas son giradas.

Cuando las ruedas son giradas hacia la izquierda, las fuerzas P y P' actúan en los puntos a y a' , y la resistencia a la rodadura del neumático actúa en los centros de las áreas de contacto neumático-pista O y O' como las fuerzas de reacción F y F' (respectivamente) actúan en contra de la fuerza motora.

La fuerza de reacción F se descompone en las fuerzas F_1 y F_2 , y la fuerza de reacción F' se descompone en las fuerzas F_1' y F_2' . Las fuerzas componentes F_2 y F_2' actúan como momentos T y T' , tratando de que las ruedas roten en el sentido de las agujas del reloj alrededor de a y a' . Estas fuerzas actúan como fuerzas de recuperación de las ruedas.

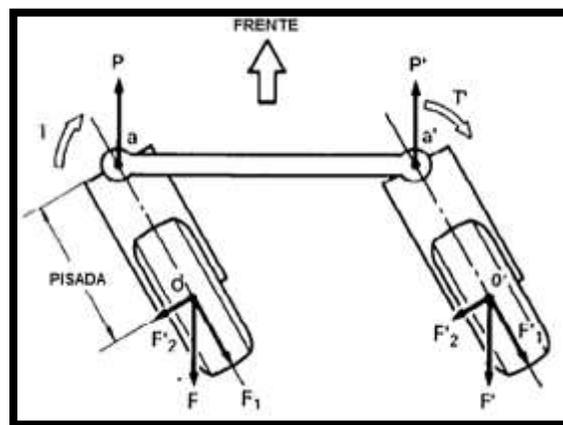


Figura 23. Fuerzas actuantes en caster positivo

Fuente: Revistamotor. (s.f.). Obtenido de <https://revistamotor.eu/index.php/de-calle/mecanica/335-angulos-y-cotas-de-la-suspension>

Editado por: Bryan Troya

2.2.3.5. Cotas conjugadas

Es la suma del ángulo de caída y de salida, también denominado ángulo comprendido. En la figura 24 se puede observar que las cotas de salida y caída hacen que el avance corte a la línea de desplazamiento por delante y hacia la

derecha de punto (A). De ello resulta que, para vehículos de propulsión trasera, el empuje que se transmite al eje delantero pase de éste a la rueda por el pivote, teniendo su punto de tiro en la rueda sobre el punto (B). Como resistencia de rodadura actúa sobre su punto de apoyo (A), resulta un par de fuerzas que tiende a abrir la rueda por delante, debiendo dar una convergencia a la rueda para corregir esta tendencia. La convergencia será tanto mayor cuanto más adelantado y hacia la derecha se encuentre el punto (B). Esta posición viene determinada por los ángulos de caída, salida y avance, lo que quiere decir que la convergencia depende directamente de estas tres cotas.

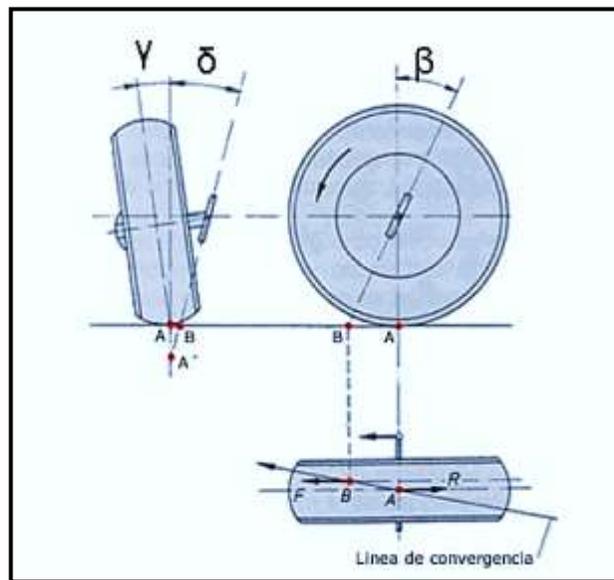


Figura 24. Cotas conjugadas

Fuente: Domínguez, E. J. (2009). Circuitos de fluidos, suspensión y dirección: electromecánica de vehículos. . Madrid: Macmillan Iberia.

Editado por: Bryan Troya

En vehículos con tracción delantera, la fuerza de empuje está aplicada en el mismo punto de apoyo de la rueda, siendo las ruedas traseras remolcadas sin ejercer efecto alguno sobre la dirección.

No obstante, se les da un pequeño avance para mantener estable la dirección resultando, junto a las cotas de salida y caída, una convergencia que pueda ser positiva o negativa. Este ángulo comprendido permite reducir los efectos de reacción del suelo sobre las ruedas, aplicar las cargas sobre el rodamiento interior del buje y disminuir el desgaste de las rótulas y rodamientos de la mangueta.

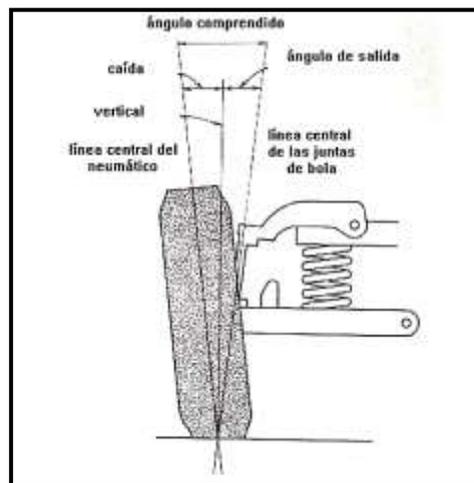


Figura 25. Ángulo comprendido

Fuente: Domínguez, E. J. (2009). Circuitos de fluidos, suspensión y dirección: electromecánica de vehículos. . Madrid: Macmillan Iberia.

Editado por: Bryan Troya

CAPÍTULO III

ESTUDIO ANALÍTICO DE LOS ÁNGULOS DE LA RUEDA

3.1. Análisis de la alineación automotriz

Es importante que todos los vehículos tengan sus cuatro ruedas correctamente alineadas, pues de lo contrario se producirá una tensión o lucha con el movimiento natural del vehículo, generándose problemas en la dirección, fatiga del conductor y prematuro e irregular desgaste de los neumáticos.

En lo elemental, un alineado consiste en ajustar los ángulos de las ruedas del vehículo para asegurarse de que éstas se mueven en relación al centro geométrico del vehículo. Se entiende por rueda el conjunto de llanta y neumático; y cada una tiene su propio grupo de dinámicas (caída, convergencia/divergencia), especificadas por el fabricante del vehículo.

Los síntomas más comunes de un vehículo mal alineado son un rápido e irregular desgaste de la banda o dibujo del neumático y una tendencia al movimiento del vehículo fuera de una imaginaria línea recta. Ante estos problemas, lo más probable es que las ruedas no estén correctamente alineadas.

En este caso, se recomienda proceder a una revisión del alineado por parte de un especialista que disponga de un moderno y computarizado equipo de alineación. Actualmente, muchos talleres especialistas poseen dichos sofisticados equipos y ofrecen servicios de alineado de vehículos.



Figura 26.Alineación automotriz

Fuente: Revistamotor. (s.f.). Obtenido de <https://revistamotor.eu/index.php/de-calle/mecanica/335-angulos-y-cotas-de-la-suspension>

Editado por: Bryan Troya

El mejor tipo de alineado es el que se realiza en las cuatro ruedas. Para este tipo de alineado, se colocará un instrumento en cada una de las cuatro ruedas y medirá las dinámicas del vehículo en cada una de ellas. A día de hoy, muchos vehículos poseen dispositivos de alineado ajustables en el eje trasero, pero incluso en aquellos vehículos sin dicho equipamiento, un alineado de las cuatro ruedas permitirá al técnico identificar cualquier problema trasero y compensarlo con ajustes en el eje delantero. El alineado de dos ruedas, en el cual sólo las ruedas delanteras se alinean con respecto al centro del vehículo, ha quedado obsoleto.

3.2. Análisis del ángulo de avance

El avance del neumático es el desplazamiento en grados que tiene el eje de la rueda con respecto a la perpendicular que tiene la suspensión con respecto al suelo. En esta figura 27 se observa que se desplaza un poco hacia delante la rueda normalmente.

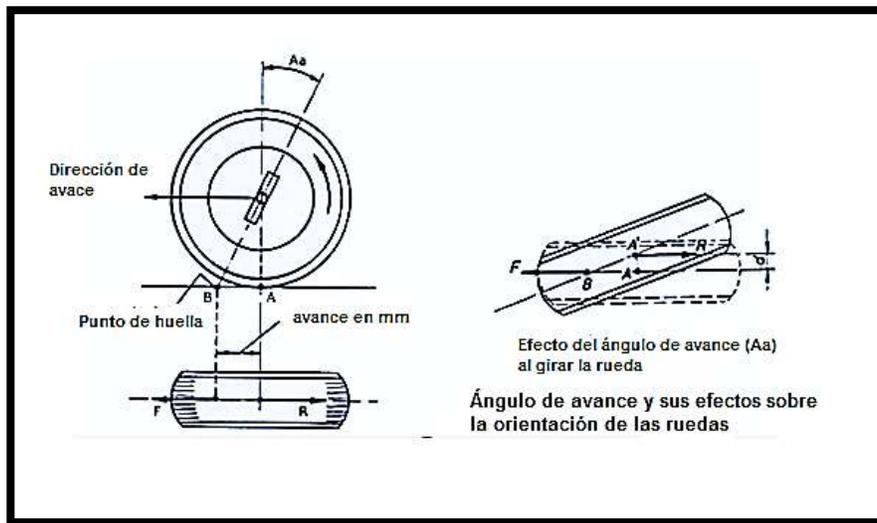


Figura 27.Efecto del ángulo de avance

Fuente: Revistamotor. (s.f.). Obtenido de <https://revistamotor.eu/index.php/de-calle/mecanica/335-angulos-y-cotas-de-la-suspension>

Editado por: Bryan Troya

Esto ayuda para que la influencia de baches del terreno sea menor en la dirección y el agarre, pues si encontramos un bache y la rueda va perpendicular, tenemos un porcentaje más elevado de perder el contacto que existe entre el neumático y el asfalto. El punto negativo aquí es que al poner más avance se tiende a perder aceleración y velocidad punta.

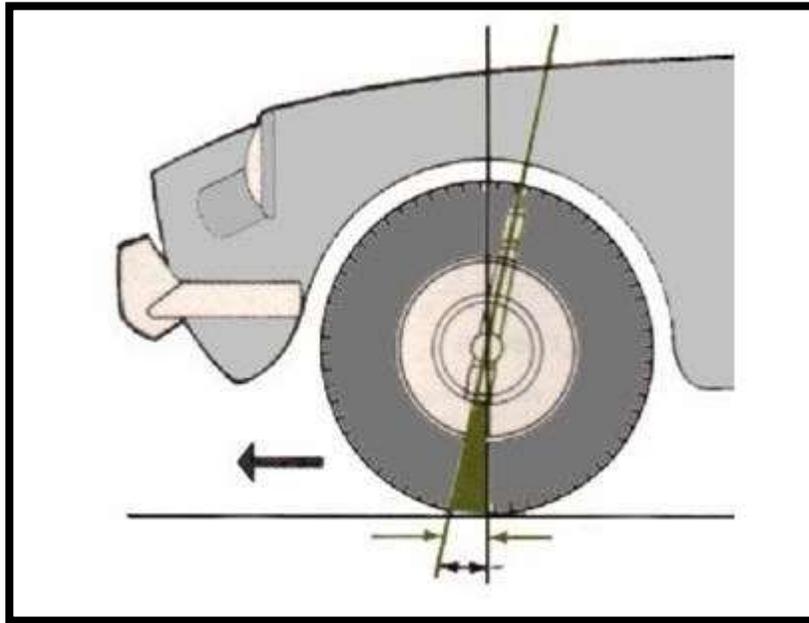


Figura 28.Ángulo de avance en la rueda del automóvil

Fuente: Revistamotor. (s.f.). Obtenido de <https://revistamotor.eu/index.php/de-calle/mecanica/335-angulos-y-cotas-de-la-suspension>

Editado por: Bryan Troya

El ángulo de avance, proporciona en la Geometría de Dirección un Incremento del de Caida (Camber) cuando la giramos, lo cual hace que el vehículo considerado se comporte de muy diferente forma según el ángulo de Avance (Caster) del que hayamos partido en Estático. Según el ángulo de avance (Caster) que demos al Tren Delantero, conseguiremos el comportamiento adecuado para que nuestro vehículo sea más del gusto del Piloto. En general, procuraremos que el valor del Angulo de Avance (Caster) sea el mínimo necesario para que el rozamiento que se produce en línea recta no nos reste excesiva Velocidad.

3.3. Análisis de la convergencia de las ruedas

Cuando se refiere a la convergencia de las ruedas se habla sobre el paralelismo de las ruedas en el mismo eje. Para esto existe 3 ajustes los cuales pueden ser de ruedas convergentes (las ruedas que apuntan hacia el interior), neutro (las ruedas que son paralelas) o divergentes (las ruedas que apuntan hacia el exterior). Si analizamos cuando las ruedas son convergentes, nuestro vehículo tendrá una tendencia a ir recto, ya que ambas ruedas empujan al vehículo hacia el centro. Esto produce que el vehículo sea más estable a altas velocidades. Tanto la convergencia como la divergencia penalizan en la velocidad máxima y el desgaste de los neumáticos ya que producen una resistencia al avance, pero son muy útiles para corregir sobreviraje o subviraje.

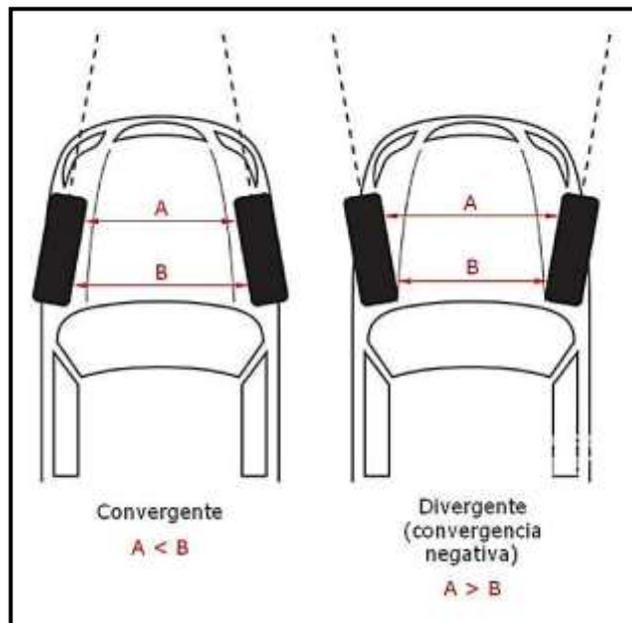


Figura 29.Convergencia y divergencia

Fuente: Revistamotor. (s.f.). Obtenido de <https://revistamotor.eu/index.php/de-calle/mecanica/335-angulos-y-cotas-de-la-suspension>

Editado por: Bryan Troya

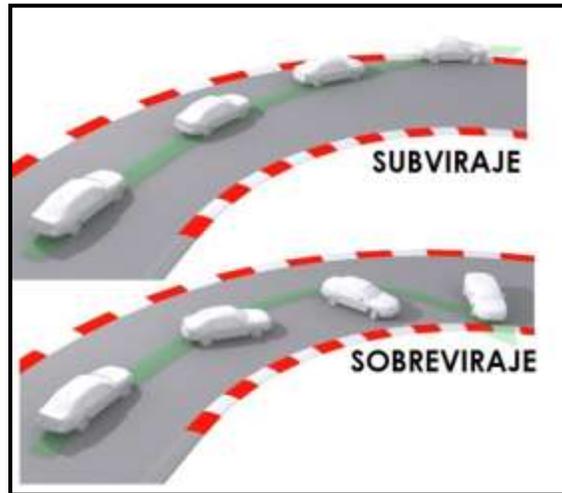


Figura 30.Subviraje y Sobreviraje

Fuente: Revistamotor. (s.f.). Obtenido de <https://revistamotor.eu/index.php/de-calle/mecanica/335-angulos-y-cotas-de-la-suspension>

Editado por: Bryan Troya

En el caso de llevar las ruedas con ángulo “0” o denominadas “neutras”, el vehículo será algo más inestable en recta y aceleración, pero tendrá más velocidad de punta. Si por el contrario llevamos un ajuste divergente, el vehículo será más inestable, ya que cada rueda va a intentar sacar el vehículo de su posición. Esto beneficia para entrar en curva, pero cualquier bache, o pequeña irregularidad en la vía hará que el vehículo se mueva.



Figura 31.Comportamiento real de sobreviraje

Fuente: Revistamotor. (s.f.). Obtenido de <https://revistamotor.eu/index.php/de-calle/mecanica/335-angulos-y-cotas-de-la-suspension>

Editado por: Bryan Troya

Por ende, hay que buscar siempre un punto exacto entre estabilidad, facilidad de giro y desgaste de los neumáticos. Por norma general, se estipula que las ruedas posteriores irán paralelas o con un pequeño ángulo convergente, ya que si fueran divergentes el coche sería extremadamente sobrevirador. Las ruedas delanteras, cuando nos referimos a la conducción en carreras, se puede sacrificar la estabilidad para ganar algo de facilidad de giro y poner un poco de divergencia.

En cambio en un vehículo de calle siempre se llevan ruedas que sean convergentes delante, ya que esto hace más fácil la marcha al no tener que estar corrigiendo la dirección en todo momento. En un vehículo actual, las articulaciones del sistema de dirección son modificadas de tal manera que los ángulos apropiados de la dirección de las ruedas derecha e izquierda se logren. La ilustración, muestra de manera que $\alpha > \beta$ para llevar a cabo los radios de giro deseados tal como se muestra en la figura 32.

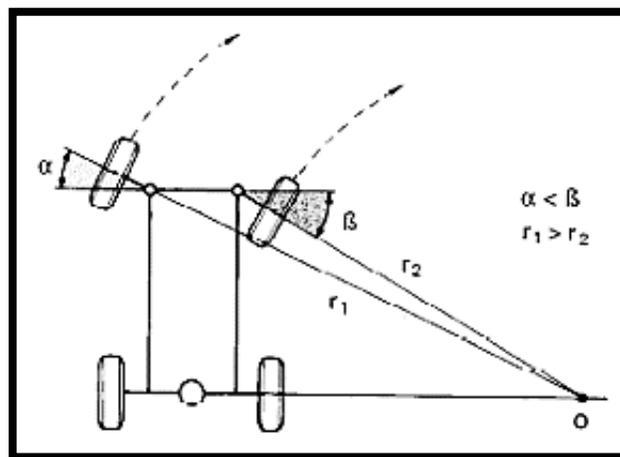


Figura 32. Ángulos de giro con centro de giro diferente

Fuente: Revistamotor. (s.f.). Obtenido de <https://revistamotor.eu/index.php/de-calle/mecanica/335-angulos-y-cotas-de-la-suspension>

Editado por: Bryan Troya

Por ejemplo, en el tipo de sistema de dirección que los tensores están colocados detrás del husillo, si los brazos de articulación derecho e izquierdo están montados de manera paralela a la línea central del vehículo, como se ve en la figura siguiente, los ángulos de dirección derecho e izquierdo serán iguales ($\alpha = \beta$)

3.4. Análisis del ángulo de salida

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. Si aumentamos el ángulo de salida, aumentara la elevación de la suspensión en los giros de las ruedas, por ende aumentara el esfuerzo de retorno de la dirección.

Al modificar el ángulo de salida para que sea mayor, por ende aumentamos también la inclinación de las ruedas en los giros y esto nos produce una

disminución en la resistencia de la suspensión a esfuerzos verticales. También disminuye la longitud del brazo de palanca, disminuyendo el barrido de la rueda en los giros y la dureza de la dirección. El ángulo de salida puede variar entre 4 grados y 14 grados y medio aproximadamente.

Como la distancia entre la prolongación de la línea del pivote y la vertical que pasa por el centro del área de contacto de la rueda con el piso es muy pequeña, el esfuerzo necesario para realizar un giro se reduce considerablemente, ya que la rueda en realidad está girando "casi" sobre su centro de apoyo, favoreciendo además, la auto-recuperación de la marcha al frente por influencia del peso de coche.

Todo esto ha sido visto hasta aquí de manera estática, sin embargo en la realidad, el propio giro del coche produce la deformación de la "huella" del neumático al actuar en él las fuerzas centrífugas generadas por el giro, también esta "huella" se modifica por las fuerzas de frenado, las fuerzas de tracción (si además de directrices las ruedas son tractoras) la presión de inflado y la rigidez del neumático etc. tal como se muestra en la figura 33.

Por estas razones es que la determinación del ángulo de salida, recomendado por el fabricante del coche, ha sido el resultado de pruebas de campo meticulosas y nunca debe cambiarse por el usuario del vehículo.

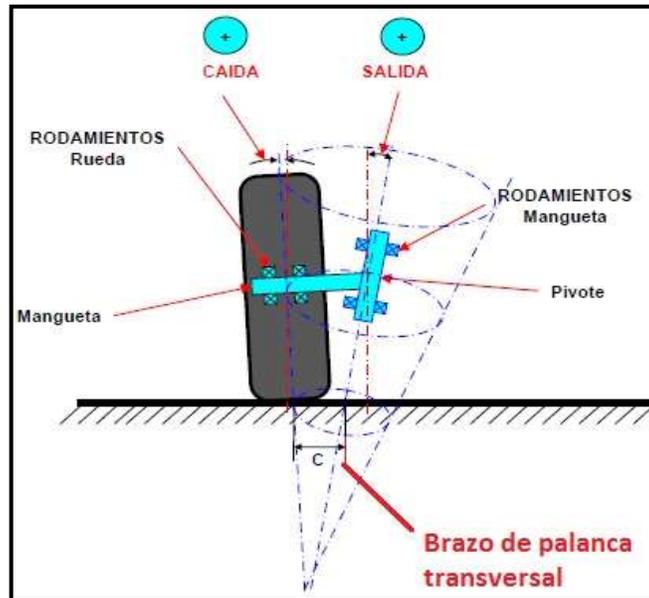


Figura 33. Ángulo de salida

Fuente: Revistamotor. (s.f.). Obtenido de <https://revistamotor.eu/index.php/de-calle/mecanica/335-angulos-y-cotas-de-la-suspension>
Editado por: Bryan Troya



Figura 34. Ángulo de salida y sus efectos sobre la orientación de las ruedas

Fuente: Alineadoras y balanceadoras. (2017). Obtenido de http://alineadoras-y-balanceadoras.blogspot.com/2011/04/introduccion-la-alineacion-de-autos_27.html
Editado por: Bryan Troya

3.5. Análisis del ángulo de caída

Cuando realizamos este reglaje tenemos una influencia en el agarre lateral del neumático. Hay que tener en cuenta que cuando se toma una curva, el neumático sufre un ángulo de desviación.

En cierto modo, al poner caída en los neumáticos, intentamos aprovechar esa desviación del neumático para que se apoye completamente. Al tener un apoyo completo, tendremos mayor agarre lateral y así podremos pasar más rápido por las curvas.

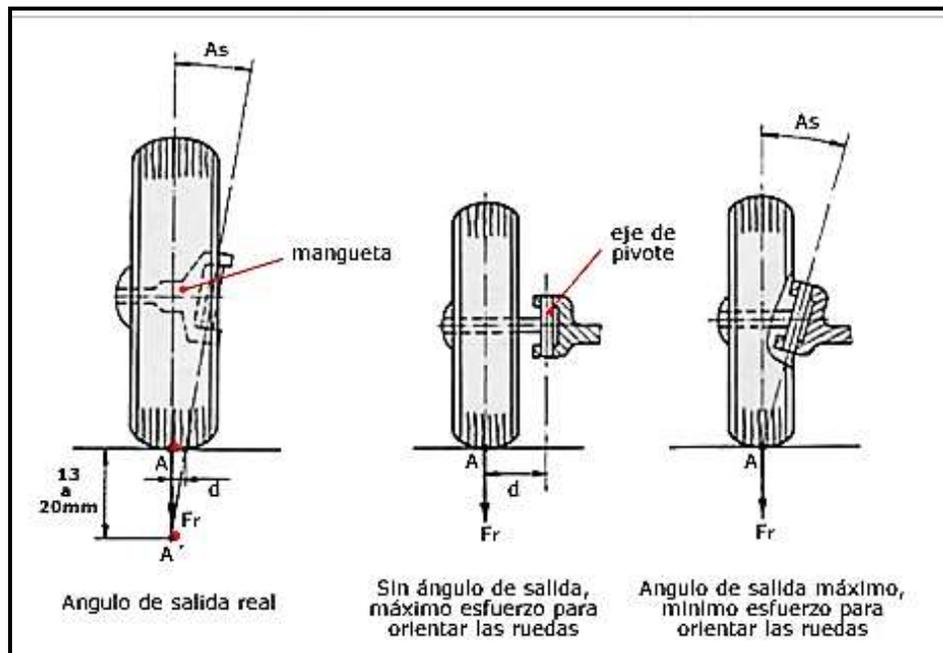


Figura 35. Efectos del ángulo de caída

Fuente: *Revistamotor. (s.f.). Obtenido de <https://revistamotor.eu/index.php/de-calle/mecanica/335-angulos-y-cotas-de-la-suspension>*

Editado por: Bryan Troya

En cambio si ponemos mucha caída, se producirá un desgaste mayor en la parte interna del neumático, por otra parte si colocamos poca caída, se desgastará la parte exterior. La caída negativa se refiere a cuando la parte superior del neumático está más cerca del vehículo que el centro de la rueda, mientras que la caída positiva es todo lo contrario.

El ángulo de caída también depende mucho de la presión del neumático. Al usar unos neumáticos, tenemos que saber qué valores son los óptimos de presión y temperatura de trabajo. Normalmente esos datos los da el propio fabricante. Este ángulo de caída también afecta a la aceleración y frenada, ya que puede existir menos superficie de contacto entre la rueda y el asfalto si hay más caída.

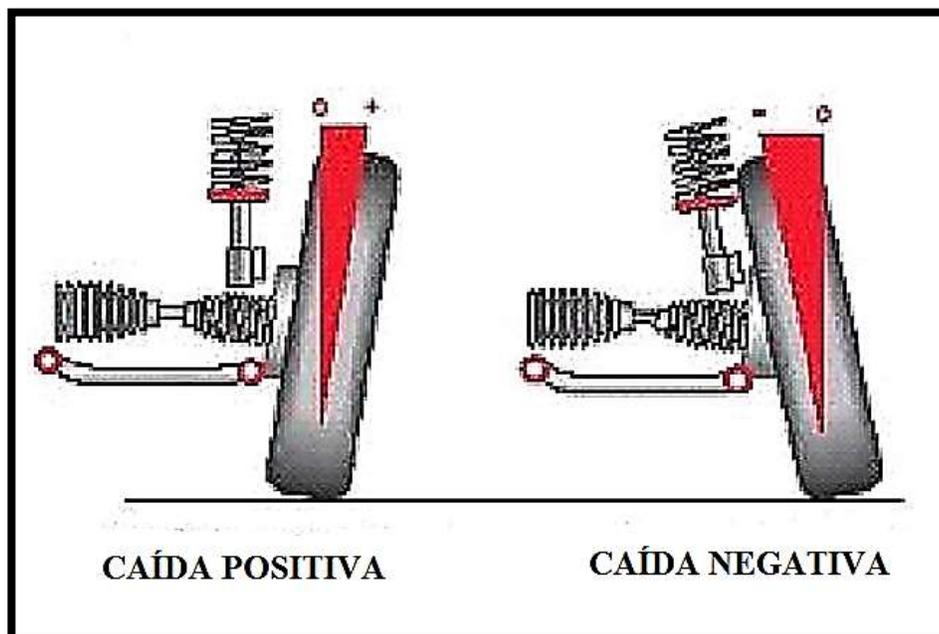


Figura 36.Ángulo de caída en el neumático

Fuente: Alineadoras y balanceadoras. (2017). Obtenido de http://alineadoras-y-balanceadoras.blogspot.com/2011/04/introduccion-la-alineacion-de-autos_27.html

Editado por: Bryan Troya

Cuando un automóvil vira una esquina, la tracción de la inclinación de la rueda, en el lado exterior de los neumáticos actúa para reducir la fuerza de viraje, debido al incremento en la inclinación positiva de la rueda.

La fuerza centrífuga inclina al giro del vehículo, debido a la acción de los muelles de la suspensión, cambiando la inclinación de la rueda. Algunos modelos de vehículos toman ventaja de este efecto y añaden una ligera inclinación negativa a la rueda para conducir hacia delante sin inclinaciones, cuando la inclinación positiva de la rueda se reduzca durante el giro, reduciendo la tracción de inclinación de rueda y ofreciendo suficiente fuerza de viraje para el giro.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Al realizar una buena regulación con respecto a los ángulos que tiene la rueda esto nos trae algunos beneficios tales como un desplazamiento más suave del vehículo en línea recta, también nos ayuda a evitar el desgaste prematuro de los neumáticos y ayuda a mejorar la estabilidad del vehículo cuando se desplaza ya sea en curva o en línea recta.
- El estudio de estos ángulos nos demuestra que es muy importante realizar debidamente la alineación, y tener en cuenta los grados con que se trabaja en los ángulos tales como, ángulo de caída, de avance, de salida, etc, ya que cada uno de estos nos ayuda a proporcionar algunas características en nuestro vehículos para así tener más confort en la conducción del mismo.
- Para tomar la decisión de que ángulo debe llevar la rueda o cuál es el que necesitamos saber qué es lo que buscamos en nuestro vehículo, ya que como hemos visto, algunos nos ayudan a aumentar la velocidad de punta, otros nos la quitan, otros ayuda el confort, otros a la estabilidad, para ello, se regula de tal forma que haya un punto de equilibrio entre todas estas o buscar el mejor que convenga.

4.2 Recomendaciones

- La alineación de las ruedas debe ser hecha con instrumentos precisos para así tener un trabajo más eficiente y óptimo, ya que esto es muy importante no solo para el cuidado y buen manejo del vehículo sino también para la seguridad del conductor como de los transeúntes.
- En cuanto a la debida alineación y regulación de los ángulos siempre se debe tomar en cuenta para que uso será aplicado, si es un auto convencional tiene diferentes regulaciones que un auto de carreras, recordando las ventajas y desventajas de los diferentes tipos de ángulos que tiene la rueda.
- Siempre es recomendable buscar el punto de equilibrio entre el confort y la estabilidad, para así obtener una mejor conducción y durabilidad de los neumáticos.

BIBLIOGRAFÍA

Alineadoras y balanceadoras. (2017). Obtenido de http://alineadoras-y-balanceadoras.blogspot.com/2011/04/introduccion-la-alineacion-de-autos_27.html

Antoniofajardo. (s.f.). Obtenido de https://www.antoniofajardo.net/tecnica_conduccion/neumaticos/

CALLEJA, D. G. (2016). Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo. Paraninfo.

Domínguez, E. J. (2009). Circuitos de fluidos: suspensión y dirección. Madrid: Macmillan Iberia.

Jaime Carlos, F. J. (2009). Sistema de transmisión y frenado. Madrid: Macmillan Iberia.

Jiménez Padilla, B. (2012). Técnicas básicas de mecánica de vehículos. Malaga: IC Editorial.

Julián Ferrer, G. C. (2010). Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo. Editex.

Michelin. (16 de 05 de 2017). Obtenido de <http://www.michelin.es/neumaticos/consejos/guia-de-mantenimiento/alineacion-de-ruedas>

Perez, J. M. (2010). Tecnicas del automovil- Chasis. Madrid: Paraninfo.

Revistamotor. (s.f.). Obtenido de <https://revistamotor.eu/index.php/de-calle/mecanica/335-angulos-y-cotas-de-la-suspension>

Sistemas para la estabilización del vehículo. (2005). Reverte.

Todoautos. (s.f.). Obtenido de

<http://www.todoautos.com.pe/portal/auto/seguridad/1722-subviraje-y-sobreviraje-que-es-y-como-corregirlo>

Trenzado Diepa, J. L. (2014). Física. Las Palmas de Gran Canaria: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.