

1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo servirá para dar una visión general de la física de una motocicleta así como una serie de definiciones y conceptos que serán útiles a la hora de poder entender el funcionamiento de los diferentes modelos. También se hará un pequeño recorrido histórico por los diferentes componentes de la motocicleta.

1.1 MANEJABILIDAD

La manejabilidad indica la facilidad, el estilo y el tacto con que la motocicleta responde a nuestras acciones. Depende fundamentalmente de la geometría, la rigidez del chasis, el peso y su distribución, del tipo de neumáticos y su tamaño y del piloto, teniendo un gran efecto sobre la interacción global de las fuerzas dinámicas que controlan el movimiento de la motocicleta las respuestas de dicho piloto.

1.2 ADHERENCIA O AGARRE A LA CARRETERA

La adherencia indica la aptitud de la motocicleta para mantenerse en contacto con el suelo a través de los neumáticos. Depende principalmente del tipo de neumáticos y su tamaño, de las características de la suspensión, del peso y su distribución y de la rigidez que existe entre ambas ruedas para que puedan mantener la relación correcta entre ellas, es decir, que el eje de dirección debe permanecer en el mismo plano que la rueda trasera, de forma que la geometría de dirección no se vea afectada por deformaciones del chasis.

1.3 ESTABILIDAD

La estabilidad es:

- La aptitud para mantener la maniobra propuesta (por ejemplo, continuar en línea recta o trazar una curva) sin que exista una tendencia inherente a desviarse de la trayectoria elegida.
- La aptitud para volver a la maniobra propuesta cuando alguna fuerza externa produce alguna perturbación (por ejemplo un bache, viento lateral, etc).

La manejabilidad, la adherencia y la estabilidad además de verse afectado cada uno de ellos por diversos parámetros, también están relacionados entre ellos.

1.4 MOVIMIENTOS DE LA MOTOCICLETA

La motocicleta puede tener una serie de movimientos que se pueden clasificar de manera general en dos grandes grupos, que son, movimientos lineales y angulares. A su vez los movimientos lineales se pueden clasificar en:

- Movimiento hacia delante, controlado por el motor y los frenos.
- Movimiento en dirección vertical, debido a las ondulaciones en la carretera y las subidas y bajadas.
- Movimiento lateral, debido al viento lateral.

Los movimientos angulares se pueden describir considerando el movimiento que tiene lugar alrededor de tres ejes que forman ángulos rectos entre ellos y son conocidos como:

- Eje de inclinación: horizontal y orientado a lo largo de la moto. Une las huellas de contacto de los neumáticos delantero y trasero.
- Eje de cabeceo: horizontal y atraviesa la moto de lado a lado.
- Eje de guiñada: eje vertical.

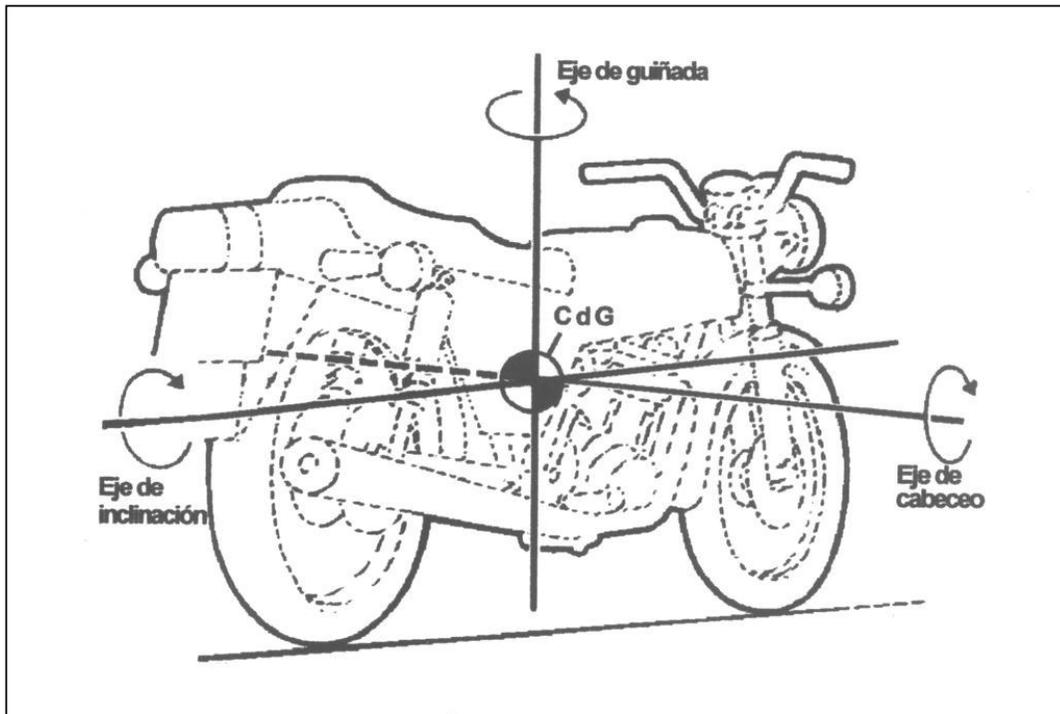


Fig. 1.- Descripción de movimientos angulares.

A continuación se describirá cada uno de los movimientos angulares alrededor de los ejes anteriormente definidos:

- **Movimiento de inclinación:** Ocurre cuando la motocicleta se tumba para tomar una curva.
- **Movimiento de cabeceo:** Movimiento que tiene lugar cuando se acelera o se frena la motocicleta y también se produce con las irregularidades de la carretera.
- **Movimiento de guiñada:** Tiene lugar alrededor de un eje vertical y ocurre cuando se gira la moto alrededor de una curva aunque también se genera debido a alguna perturbación lateral como por ejemplo el viento.

1.5 FUNCIÓN DEL CHASIS

El chasis cumple fundamentalmente dos tipos de funciones:

1.- Estática: El chasis debe soportar el peso de la motocicleta y el del piloto o piloto y pasajero, el motor, la transmisión y los accesorios necesarios tales como los depósitos tanto de aceite como de gasolina, etc.

2.- Dinámica: El chasis y el resto de la motocicleta (suspensión y ruedas) deben proporcionar en conjunto una dirección precisa, una buena manejabilidad, un buen agarre y un buen confort.

1.6 SUSPENSIÓN DELANTERA

El primer sistema en incorporar algún tipo de suspensión fue el tren delantero. Desde que se comenzó a montar suspensiones en el tren delantero se utilizaron una gran variedad de sistemas, entre los que cabe destacar la horquilla tipo `girder`, la horquilla telescópica, de tipo `rueda empujada` (leading link) y tipo `rueda tirada` (trailing-link). En la figura 2 se puede observar un dibujo de los distintos tipos de suspensiones delanteras y la trayectoria que sigue el eje de la rueda a lo largo de su recorrido. De izquierda a derecha los sistemas de suspensión son: Girder, telescópica, rueda empujada y rueda tirada.

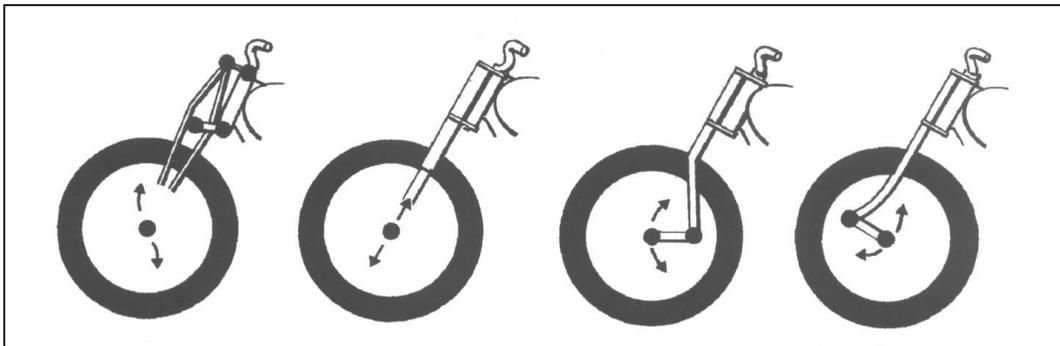


Fig. 2.- Tipos de suspensiones delanteras.

El primer tipo de suspensión en ser adoptado de forma generalizada fue la horquilla tipo `girder` tanto con muelles laterales como con muelle central

situado delante de la pipa de dirección. Después de un largo tiempo en el que las horquillas `girder` fueron las reinantes, éstas dejaron paso a las horquillas telescópicas con amortiguación hidráulica y que actualmente sigue siendo usada de forma generalizada.

Comparando ambos tipos de horquillas, la horquilla telescópica no necesita mantenimiento ni necesita ser engrasada periódicamente, permite un recorrido mayor de la rueda, proporciona un avance casi constante en la mayoría de los casos (excepto en las ocasiones en que la moto se hunde de delante al frenar, entonces el avance se reduce) y tiene unas características de amortiguación superiores.

Muchas de las horquillas girder tenían sistemas de amortiguación por fricción, pero las características obtenidas eran contrarias a las deseadas debido a que la resistencia al inicio del movimiento era demasiado alta (rozamiento estático) y una vez que comenzaba el movimiento de reducía considerablemente. Sin embargo, la amortiguación hidráulica es proporcional a la velocidad con que se mueve la suspensión y no tiene por que proporcionar la misma resistencia en ambas direcciones, al contrario que sucede en la amortiguación por fricción.

En el caso de que el fabricante estuviese más interesado en la calidad que en tener un bajo coste o un aspecto más limpio, se emplea una suspensión de tipo `rueda empujada` (leading link) en lugar de la horquilla telescópica debido a sus defectos dinámicos y estructurales. La suspensión de tipo `rueda empujada` proporciona una mayor rigidez lateral y torsional, una menor masa no suspendida, un mejor amortiguamiento (mediante amortiguadores similares a los del tren trasero) y la posibilidad de usar una geometría de dirección que podía proporcionar un avance y una distancia de ejes constante, dependiendo de la inclinación de los brazos que sujetaban la rueda. Los fabricantes desistieron en este diseño debido a la dificultad de conseguir un modelo de suspensión lo suficientemente limpio.

1.7 SUSPENSIÓN TRASERA

Debido al dominio de los chasis rígidos usados en competiciones, la suspensión trasera comenzó a usarse varias décadas más tarde que la suspensión delantera.

El sistema Plunger fue el primero que empezó a usarse ampliamente, debido en parte a que éste era el sistema que se podía adaptar de manera más fácil a un chasis rígido. Pero sus limitaciones quedaron patentes desde un primer momento porque, primero la incorporación de los muelles arruinaba los efectos de la triangulación de la parte trasera de la moto debido a que cada lado podía flexionar de manera independiente en el plano vertical, pudiendo incluso producir roturas por fatiga. Y en segundo lugar, la resistencia de la rueda a inclinarse dependía también de que el eje de la rueda estuviera sujeto de forma muy rígida al sistema. Pero el movimiento rectilíneo que seguía la rueda tensaba mucho la cadena en los extremos del recorrido, limitando el recorrido de la rueda, montándose la cadena con mucha holgura en su posición estática.

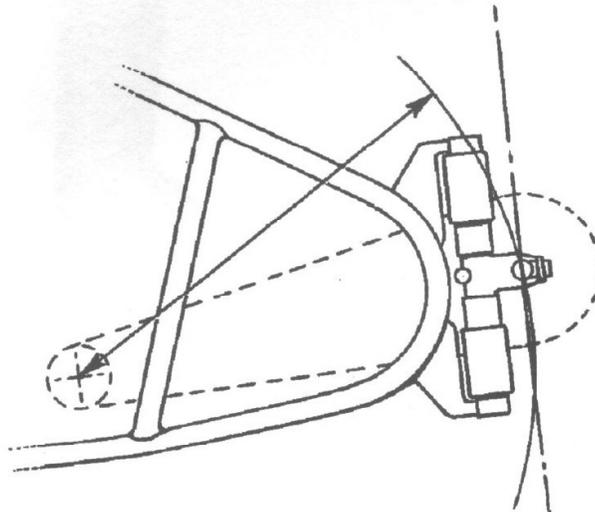


Fig. 3.- Sistema Plunger.

La mayoría de fabricantes consideraron que los chasis rígidos que producían eran adecuados para intentar montarles la suspensión trasera con

basculante y pronto se reconoció que este tipo de suspensión era mejor que el sistema Plunger.

Algunos ejemplos de basculantes pueden ser el Vincent-HDR que construyó un basculante triangulado, consiguiendo un sistema muy rígido y resistente al construir un basculante muy ancho en la zona de pivotamiento y con ambos brazos triangulados. Además empleaban rodamientos de aguja precargados para eliminar el juego.

Moto Guzzi también optó por triangular sus basculantes al introducir la suspensión trasera, aunque más tarde cambiaron a un basculante plano fabricado soldando tubos de gran diámetro, afirmando que eran igual de rígido a torsión y más rígido lateralmente (ya que el primer basculante estaba triangulado sólo verticalmente).

Otro basculante construido para proporcionar una amplia rigidez sin estar triangulado fue introducido por Velocette, figura 4. En este caso los brazos estaban formados por tubos de sección variable.

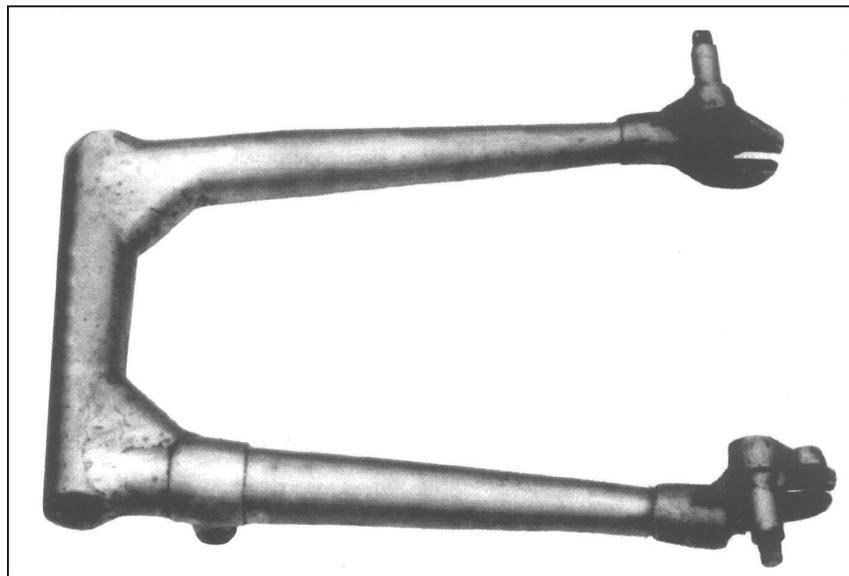


Fig. 4.- Basculante Velocette.

Al carecer muchos basculantes planos de una rigidez torsional adecuada se empezaron a montar parejas de amortiguadores ajustados para tratar de esta forma minimizar una de las causas de la torsión.

Han existido grandes permutaciones con los tipos de basculantes y los amortiguadores, por ejemplo un basculante por encima de su eje de giro se presta a montar un monoamortiguador actuado por el extremo superior del basculante.

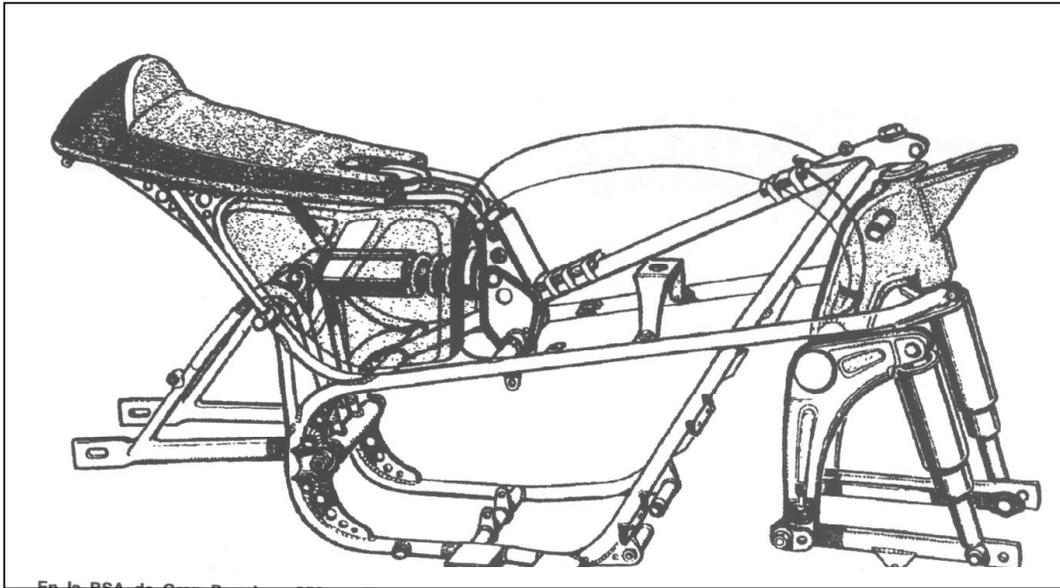


Fig. 5.- Basculante con monoamortiguador.

El primer basculante de Moto Guzzi estaba triangulado por debajo del eje de giro para intentar conseguir un centro de gravedad bajo. Luego surgió una nueva manera de amortiguar la parte trasera, esta era a través de bieletas. En el primer diseño montaba un solo amortiguador que se situaba de manera vertical detrás de la caja de cambio y se anclaba al chasis por su extremo inferior. Luego este basculante se trianguló por encima del eje de giro y se conectó el vértice del basculante al balancín por medio de una bieleta corta y en este caso el amortiguador ya no estaba anclado a chasis sino al propio basculante, justo por detrás del eje de giro.

El propósito de ambos diseños era conseguir una resistencia que se fuera endureciendo progresivamente conforme subía la rueda (usando un muelle con una dureza constante) de forma que se pudiese conseguir un sistema de amortiguación sensible a los pequeños baches y que aumentara el control en los grandes.

En la actualidad es en esta parte trasera donde existen más variedad de diseños en las motocicletas, existiendo varios modelos incluso dentro de una misma marca. En definitiva, no hay un sistema de amortiguación trasero universal como ocurre en el caso de la suspensión delantera con las horquillas telescópicas.