



*SUSPENSIÓN TRASERA REGULABLE PARA UNA MOTO DE
COMPETICIÓN: ALTERNATIVA PRO-LINK*

DOCUMENTO 2: RESUMEN

DATOS DE LA ALUMNA O DEL ALUMNO
NOMBRE: JOSÉ RAMÓN
APELLIDOS: OLAIZOLA GAZTELUMENDI

FDO.:

FECHA: 20/06/2014

DATOS DEL DIRECTOR O DE LA DIRECTORA
NOMBRE: MIKEL
APELLIDOS: ABASOLO BILBAO
DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA

FDO.:

FECHA: 20/06/2014

Índice

	Página
2.1 Descripción del problema y solución adoptada	5
2.2 Curva de Rigidez Reducida	7
2.3 Balancín.....	7
2.4 Bieleta.....	8
2.5 Prediseño del basculante	8
2.6 Conjunto final.....	9

Índice de Figuras

	Página
Figura 2.1. Diversas curvas de rigidez para la suspensión	5
Figura 2.2. Sistema de suspensión tradicional.....	6
Figura 2.3. Sistema de suspensión por bieletas Pro-Link	6
Figura 2.4. Curva de Rigidez Reducida obtenida.....	7
Figura 2.5. Análisis estático no-lineal con contacto realizado por MEF del balancín. Tensiones de von Mises y deformaciones.	7
Figura 2.6. Bieleta propuesta para la suspensión.	8
Figura 2.7. Análisis por MEF de la horquilla y tirante.	8
Figura 2.8. Primeros dos modos de vibración del basculante propuesto.	9
Figura 2.9. Montaje final de la suspensión.	9

DOCUMENTO 2: Resumen

2.1 Descripción del problema y solución adoptada

El objetivo del presente trabajo ha sido desarrollar una suspensión trasera regulable para una motocicleta de competición. Este desarrollo se engloba dentro de la competición MotoStudent y se ha llevado a cabo por un lado cumpliendo las normas impuestas por la organización, y por otro lado, cubriendo las necesidades del equipo MotoStudent de la ETS de Ingeniería de Bilbao.

La suspensión objeto de estudio, tendrá básicamente dos funciones:

- Proporcionar el confort necesario al piloto en la conducción a bajas velocidades.
- Proporcionar la estabilidad necesaria a la motocicleta a altas velocidades.

Para conseguir estas dos funciones descritas, se ha buscado una determinada progresividad en la suspensión, siendo “blanda” a pequeñas solicitaciones pero a su vez siendo “dura” en regímenes más demandantes.

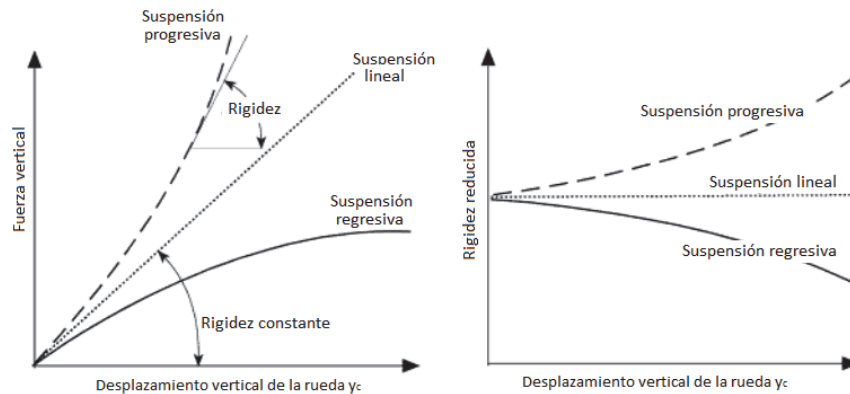


Figura 2.1. Diversas curvas de rigidez para la suspensión

Para realizar este trabajo, se ha estudiado primero la dinámica de las motocicletas de forma general, centrándonos después en la suspensión trasera de las motocicletas. Posteriormente se han estudiado conceptos como la Rigidez Reducida de las suspensiones, su relación con la Relación de Velocidades, así como la obtención de la curva de la Rigidez Reducida. Para ello, y partiendo de un sistema tradicional de suspensión (figura 2.2), y a través de la idealización de dicha suspensión con un resorte vertical, se han obtenido las ecuaciones matemáticas siguientes que describen el comportamiento de la suspensión.

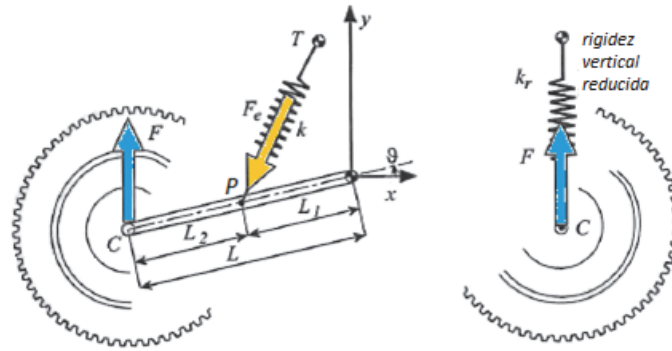


Figura 2.2. Sistema de suspensión tradicional

$$F_e = k \cdot (L_m - L_{m0}) \quad (\text{Ecuación 2.1})$$

$$F = F_e \cdot \tau \quad (\text{Ecuación 2.2})$$

$$\tau = \frac{\dot{L}_m}{\dot{y}_C} \quad (\text{Ecuación 2.3})$$

$$k_r = \frac{dF}{dy_C} = K \cdot \tau^2 \quad (\text{Ecuación 2.4})$$

Siendo la ecuación 2.1 la que nos liga la elongación de un muelle con la fuerza que ejerce, en la ecuación 2.2 se relaciona la fuerza anterior con la que ejerce la rueda a través de la Relación de Velocidades τ , definida en la ecuación 2.3, como el cociente entre la velocidad con la que se comprime el muelle y la velocidad con la que sube la rueda. Por último, se demuestra la validez de la ecuación 2.4, que nos proporciona la rigidez reducida de la suspensión.

Entre los sistemas de suspensión estudiados, se ha visto que la mejor progresividad se obtiene con los sistemas de bieletas, y entre ellas se ha profundizado en el sistema Pro-Link, representado en la siguiente figura 2.3.

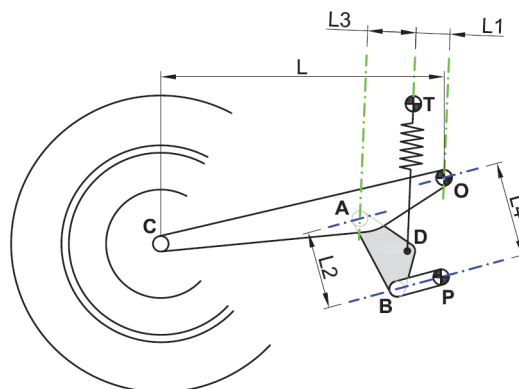


Figura 2.3. Sistema de suspensión por bieletas Pro-Link

Demostrando que el valor de la Relación de Velocidades para encontrar la Rigidez Reducida viene dada por la siguiente ecuación

$$\tau = \frac{L_1 \cdot L_2 + L_3 \cdot L_4}{L \cdot L_2} \quad (\text{Ecuación 2.5})$$

2.2 Curva de Rigidez Reducida

Partiendo de un conjunto amortiguador facilitado por la organización de 10,5kg/mm de rigidez, y estudiando diferentes configuraciones de suspensión, se ha obtenido la siguiente curva de rigidez reducida para la suspensión (figura 2.4), acorde con las características solicitadas y capaz de soportar las cargas máximas estudiadas.

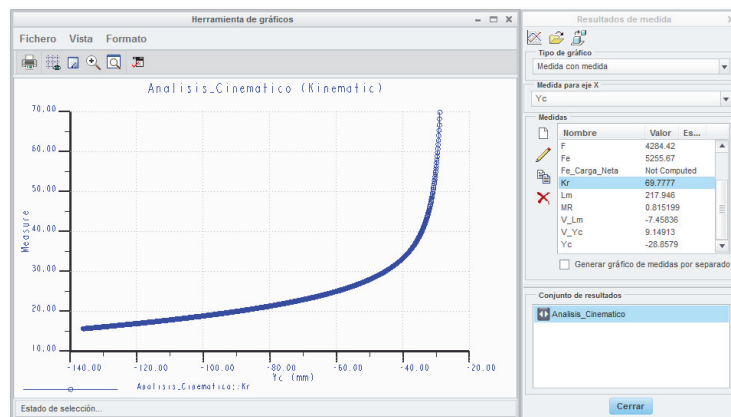


Figura 2.4. Curva de Rigidez Reducida obtenida

2.3 Balancín

Partiendo de unas dimensiones básicas del balancín, triángulo ABD de la figura 2.3, se ha optimizado un balancín en aleación de aluminio 5083 mediante el Método de Elementos Finitos, capaz de soportar las solicitaciones a las que se va a someter.

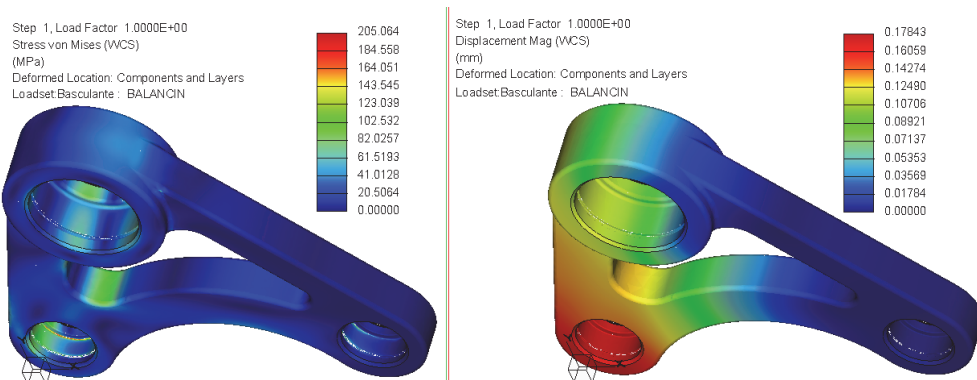


Figura 2.5. Análisis estático no-lineal con contacto realizado por MEF del balancín. Tensiones de von Mises y deformaciones.

También se han seleccionado los diferentes elementos de unión, como rótulas y rodamientos, en función de las cargas, para que el mecanismo funcione.

2.4 Bieleta

Una de las condiciones del trabajo, es que la suspensión sea regulable. Esta premisa se ha logrado diseñando una bieleta en la que podamos modificar su longitud en función de las características de la pista o forma de conducción del piloto. Para ello se ha introducido un tensor donde uno de sus extremos tiene una rosca macho a derechas y en el otro una rosca hembra a izquierdas.

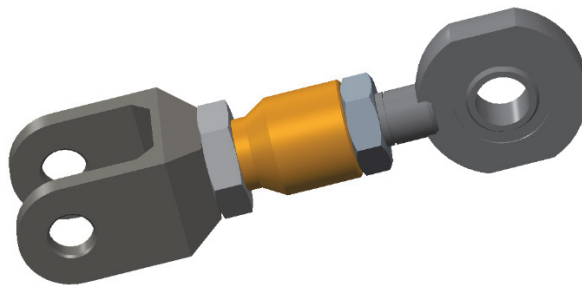


Figura 2.6. Bieleta propuesta para la suspensión.

Tanto el tensor como la horquilla (la cabeza de rótula es un elemento comercial), se han diseñado y optimizado con la ayuda de las herramientas MEF.

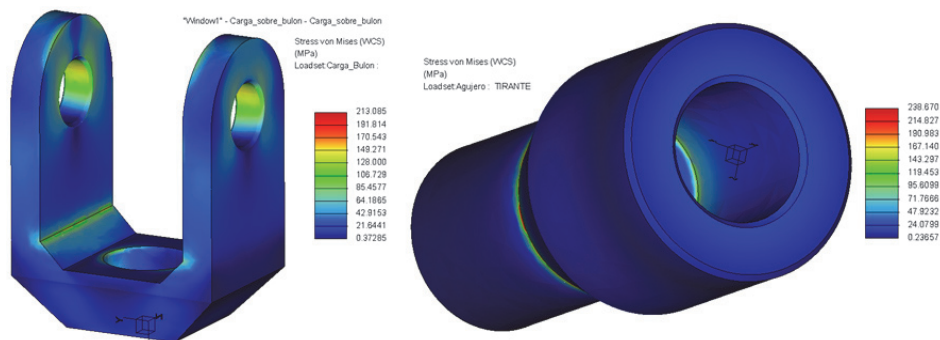


Figura 2.7. Análisis por MEF de la horquilla y tirante.

2.5 Prediseño del basculante

Tal y como se explica en el trabajo, el basculante es una pieza fundamental del sistema de suspensión, ya que al estar contenido en un plano el mecanismo de suspensión Pro-Link, solo absorbe las perturbaciones en dicho plano. Por lo tanto, en situaciones como trayectorias curvilíneas, es el basculante el elemento encargado de ejercer como suspensión y absorber las perturbaciones.

Por ello, tenemos unos condicionantes muy rigurosos en cuanto a la rigidez que debe tener el basculante, que se estudiarán en cuatro direcciones distintas: lateral (valor máximo de 0,9kN/mm), torsional (comprendido entre 1-1,6kNm/°), longitudinal (mayor que 30kN/mm) y a flexión (lo más alto posible). Todos estos ensayos se han realizado utilizando el módulo Simulate del Creo Parametric 2.0 (igual que en todos los casos anteriores).

Por último, se han definido diferentes líneas a seguir para futuros trabajos, centrados en el desarrollo de un basculante óptimo, siendo uno de ellos el análisis modal del mismo, ya que el problema de la influencia de vibraciones estructurales en las características de estabilidad y manejo de la motocicleta son relevantes.

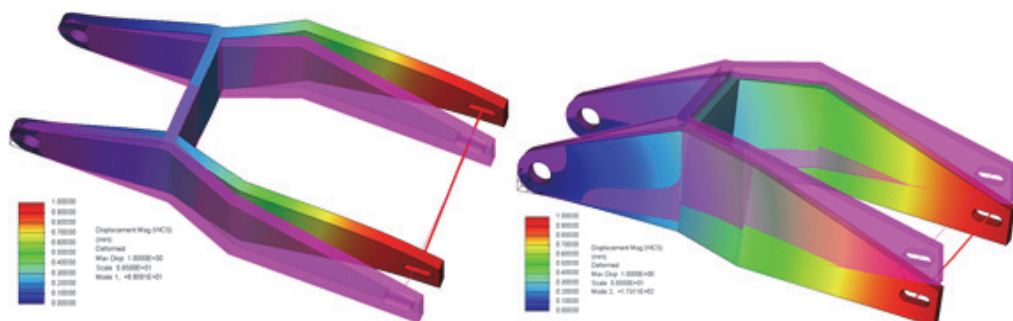


Figura 2.8. Primeros dos modos de vibración del basculante propuesto.

2.6 Conjunto final

Una vez definidos los elementos que componen la suspensión, teniendo en cuenta que para el basculante sólo tenemos un prediseño, En la siguiente figura 2.9 tenemos el conjunto completo con rótulas, rodamientos, tornillos, arandelas y tuercas correspondientes.

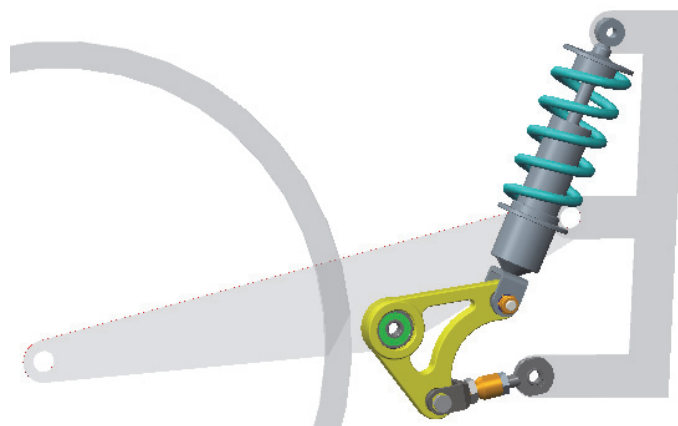


Figura 2.9. Montaje final de la suspensión.