

## ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE SISTEMA DE SUSPENSIÓN EN VEHÍCULO DE COMPETICIÓN-FS

Daniel Ferradas\*<sup>(1)</sup>, Andrés Vachetta<sup>(1)</sup>, Alberto Díaz<sup>(1)</sup>, Andrés Goirán<sup>(1)</sup>

(1) Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional San Francisco  
Grupo de Investigación en Diseño y Desarrollo de Productos- IDDEP  
Av de la Universidad 501 San Francisco, Córdoba  
\*E-mail: deferradas@gmail.com

### INTRODUCCIÓN

El diseño de un vehículo de competición es un proceso complejo, con aspectos generales y particulares que constituyen desafíos en función de su grado de complejidad, no solo desde los conocimientos de ingeniería sino también en el orden conectivo de sus sistemas intervinientes.

El resultado final va a depender de un análisis que, a partir de un todo, requiere la correcta interpretación de las influencias de sus partes en el comportamiento esperado.

Requiere de herramientas para la realización de lazos conectivos de sus sistemas y subsistemas que permitan ordenar y establecer la retroalimentación necesaria de variables, esta retroalimentación es necesaria para avanzar adecuadamente en cuanto a la verificación de comportamientos y para realizar acciones correctivas que en forma primaria no se visualizan.

Es entonces una función de varias variables interrelacionadas que exige un método para su realización

La aplicación de una metodología sistémica asociada al diseño permite vincular estas variables y encontrar nodos de interacción para alcanzar un diseño integral del producto.

Interpretando al diseño como un sistema, se debe entonces abordar con un enfoque sistémico con un objetivo en común y dotado de una sumatoria de elementos relacionados entre sí.

Su abordaje impone contar con un método que permita realizar un enfoque sistémico, para ello se utiliza la metodología sistémica aplicada al diseño desarrollada por el grupo de investigación IDDEP de la Facultad Regional San Francisco al que pertenecen los autores del presente trabajo. Esta se constituye en una herramienta de verdadera importancia en el desarrollo del diseño que lleva a considerar los distintos sistemas que conforman al vehículo, y a partir de ello atender los requerimientos de sus subsistemas para el análisis de comportamiento del conjunto.

Uno de los sistemas intervinientes es el tren delantero y la suspensión es un subsistema del mismo, que si bien está relacionado con el resto de sus subsistemas, también lo hace con el resto de los sistemas intervinientes. Determinar el sistema de suspensión más adecuado en un

vehículo de competición que atienda los requerimientos exigidos en la reglamentación de la Fórmula Student, sin obviar su interacción con los desarrollos a futuro del resto de los subsistemas y sistemas, es el objeto del presente trabajo, el que a partir del análisis de subsistemas de suspensión existentes debe permitir seleccionar el más adecuado y realizar un diseño del mismo ponderando adecuadamente sus variables.



Figura 1

### MÉTODOS

A partir de un objetivo general de creación de un modelo sistémico y aplicarlo al caso particular del diseño de un prototipo de acuerdo a las condiciones establecidas en el reglamento de Fórmula Student, simular el comportamiento de sus partes y validar los resultados obtenidos.

Dado la complejidad del sistema, se plantea como objetivo abordar el estudio del subsistema de suspensión, determinar las variables intervinientes, generar las hipótesis de trabajo en función de resultados esperados y realizar su grado de verificación en comportamientos simulados

En una primera etapa se parte de una metodología sistémica propia.

Determinación y análisis de variables del sistema y sus relaciones.(incluye estudio de reglamentación F. Student)

Subsistemas intervinientes

Selección de un subsistema para su análisis (suspensión)

Determinación de variables inherentes al subsistema seleccionado.

Diseño del subsistema (suspensión)

Simulación de propuesta de diseño

El método de estudio se centró en la realización de análisis comparativos.

## RESULTADOS

A partir del método sistémico desarrollado por el grupo IDDEP, comprobada su aplicación y determinados los subsistemas con las variables que intervienen, se analizan los parámetros ponderados de las variantes posibles en el subsistema suspensión

Variantes subsistema suspensión: independiente semirrígida o rígida. Se escoge la variante independiente por trabajar independientemente en cada rueda de un mismo eje, lo que constituye una adecuada aplicación en el tren delantero del vehículo dado su interacción con el subsistema de dirección, confiriéndole además, tanto para el tren trasero como para el delantero, una mejor adaptación al suelo en forma independiente para cada rueda, con lo que se obtienen ventajas en cuanto a la adherencia permanente del vehículo por su menor rigidez del conjunto del par de ruedas en cada eje y una mejor distribución de la torsión.

En la variante independiente se considera la factibilidad de utilización de las tipologías Multilink, Paralelogramo deformable y Mc. Pherson, indicándose en **Tabla 1** la valoración realizada de las mismas para el objeto del diseño.

### Tipologías consideradas - Sus ventajas y desventajas

Tipologías	Ventajas	Desventajas
Multilink	Modificación ángulo de caída de las ruedas Adecuada distribución de la torsión	Necesidad de torretas Alto costo Más adecuada en vehículo urbano
Paralelogramo deformable	Adaptación a la amortiguación por deformaciones geométricas. Menor costo. Mayor rigidez ante exigencias competitivas. Factibilidad de inclinación directa de rueda. Adecuado para competición. Bajo costo de mantenimiento.	Disminución del confort de marcha.

Mc Pherson	Estructura simple. Bajo costo de mantenimiento.	Utilización más adecuada para tren delantero. Necesidad de refuerzos estructurales en el chasis. Interferencia con otros subsistemas del vehículo. Menor resistencia a la rigidez
------------	--	--

**Tabla 1**

## CONCLUSIONES

Del análisis de Resultados indicados en la **Tabla 1** se desprende el siguiente orden de selección:

1° Paralelogramo deformable

2° Multilink

3° Mc. Pherson

El análisis de las variables indica que dentro del subsistema suspensión es adecuado utilizar paralelogramo deformable.

En función de los resultados obtenidos se concluye en la realización del diseño IDDEP indicado en **Figura 2**.



**Figura 2**

## REFERENCIAS

- CAPUZ RIZO, S, GOMEZ NAVARRO, T. *ECODISEÑO-(2002). Ingeniería del Ciclo de Vida para el Desarrollo de Productos Sostenibles* – Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. ISBN: 84-9705-191-2 [cuatro o más autores: Capuz Rizo, S., Gómez Navarro, T., Vivancos Bono, J., Viñoles Cebolla, R., Ferre Gisbert, P., López García, R., Bastante Ceca, M ]
- HERNANDIS, B, IRIBARREN NAVARRO, E. (2000). *Diseño de Nuevos Productos-Una perspectiva sistémica*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. ISBN: 84-7721-761-0 [dos autores]
- KRIK, EV. (1999). *Introducción a la ingeniería y al Diseño en Ingeniería*. –México DF: Editorial Limusa S.A. de C.V.- Grupo Noriega Editores, 23ra. Imp. ISBN: 968-18-0176-8 [un autor]
- ORLANDO RÍOS (1998). *Automóviles de Competición La Suspensión*. Editorial CEAC. ISBN 9788432911408
- Agradecimiento por la imagen de Figura 1 a GRABCAD COMMUNITY