

## La función diseño en ingeniería metodología por nodos críticos

Dr. Ing. Ferradas, Daniel Eduardo\*; Ing. Tonini, Walter; Vachetta, Andrés

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

### RESUMEN

La ingeniería está íntimamente vinculada al diseño con desafíos ponderados en función del grado de complejidad del objeto del diseño, no solo desde los conocimientos de ingeniería sino también en la necesidad de establecer un orden conectivo y organizativo de las múltiples variables intervinientes. Disponer de herramientas con lazos conectivos en sus etapas, reordenan y establecen la retroalimentación necesaria para tomar acciones correctivas en función de interrelaciones de partes que en forma primaria no se visualizan, constituyéndose así en nodos esenciales o críticos del proceso de diseño en ingeniería. La aplicación de una metodología sistémica asociada al diseño integral del producto permite vincular esas variables mediante nodos de interacción en los que ellas se conjugan para alcanzarlo, debiéndose establecer un orden de relevancia de las mismas y analizar sus interacciones e impacto en el sistema mediante nodos críticos, que ponen de manifiesto la necesidad de nuevas variables de mutación que retroalimentan al proceso en lazos de ponderación, asociación e interacción, en un enfoque sistémico con un objetivo en común y dotado de una sumatoria de elementos relacionados entre sí.

**Palabras claves:** Ingeniería – Diseño – Nodos críticos – Metodología – Sistémica

### ABSTRACT

Engineering is closely linked to design with weighted challenges depending on the degree of complexity of the design object, not only from engineering knowledge but also in the need to establish a connective and organizational order of the multiple intervening variables. To have tools with connective ties in their stages, reorder and establish the necessary feedback to take corrective actions based on interrelationships of parts that in primary form are not visualized, thus becoming essential or critical nodes of the engineering design process. The application of a systemic methodology associated with the integral design of the product allows linking these variables through interaction nodes in which they are conjugated to achieve it, having to establish an order of relevance of the same and analyze their interactions and impact on the system through critical nodes, which highlight the need for new mutation variables that feed the process into weighting, association and interaction ties, in a systemic approach with a common objective and endowed with a sum of related elements.

## 1. INTRODUCCIÓN

El diseño es un proceso complejo, con aspectos intrínsecos que constituyen desafíos en función de su grado de complejidad, no solo desde los conocimientos de ingeniería sino también en la necesidad de establecer su orden conectivo y organizativo.

Este ordenamiento requiere de herramientas que permitan la realización de lazos conectivos en sus etapas, ellos reordenan y establecen la retroalimentación necesaria para disponer de variables para acciones correctivas que en forma primaria no se visualizan, constituyéndose así en nodos esenciales del proceso de diseño en ingeniería.

Así definido podemos considerar al diseño como una función de varias variables: conocimientos técnicos (ct), capacidad tecnológica disponible (ctd), experiencia (e), compromiso social (cs) y con el medio ambiente (ma), interpretación de necesidades (in), factibilidad productiva (fp), productividad (pr), simulaciones (s), prototipado (p), ensayos (e), facilidad de acceso a sus componentes (fac) y materias primas (mp), Ecuación (1), que inexorablemente se vinculan e impactan en el objeto del diseño (Figura 1)

$$D = f(ct, ctd, e, cs, ma, in, fp, pr, s, p, e, fac, mp) \quad (1)$$

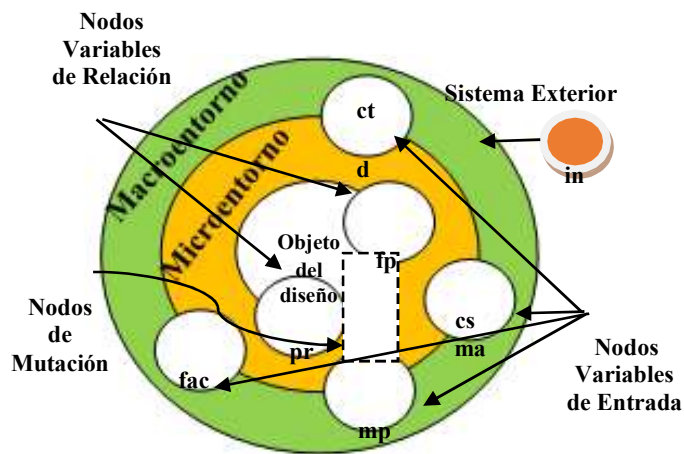


Figura 1 - Variables que inciden sobre el diseño – su agrupación por nodos

La aplicación de una metodología sistémica asociada al diseño permitirá construir un sistema de vinculación de estas variables a partir de parámetros de entrada al sistema, para posteriormente encontrar nodos de interacción que involucren y conjuguen aspectos técnicos específicos de las condiciones preestablecidas del producto a lograr, y así alcanzar un diseño integral del producto. Es entonces necesario ponderar estas variables en su asociación, para aplicar en el proceso de diseño las acciones correctivas necesarias que surgen de su análisis.

Definido así, el diseño es un sistema, se debe abordar con un enfoque sistémico de múltiples variables con un objetivo en común y dotado de una sumatoria de elementos relacionados entre sí, corresponde entonces hablar de metodología sistémica aplicada al diseño, capaz de separar sus partes sin obviar su interacción, separar lo relevante de lo irrelevante y ponderar adecuadamente sus variables, para el cual es fundamental determinar nodos críticos de retroalimentación permanente durante el proceso,

## 2. MÉTODO

El método utilizado consistió en la aplicación de la teoría de aproximación por iteraciones sucesivas, con relevamiento de resultados en las distintas etapas del proceso para determinar nodos críticos de retroalimentación en el proceso de diseño.

A partir del objetivo de creación de un modelo sistémico aplicado a un caso particular de diseño, se simula el comportamiento y se valida el resultado obtenido.

Para su elaboración y validación se utilizó como caso particular del diseño, el subsistema de suspensión delantera de un vehículo de competición con característica de monoposto, como parte del sistema tren delantero.

Se consideraron todas las variables intervinientes estableciéndose un orden de relevancia, analizando sus interacciones e impacto en los niveles de subsistema y sistema, en un proceso retroalimentado.

Las sucesivas iteraciones permitieron concluir con la creación de una metodología sistémica que se validó por simulación de las distintas etapas de la investigación desarrollada en la propuesta de diseño.

Se abordaron nuevas totalidades a partir del tratamiento lógico de las relaciones de sus variables, considerando para ello sistemas y subsistemas de relación atendiendo las características de micro entorno y macro entorno del objeto de diseño.

### 3. CONCLUSIONES

La metodología sistémica aplicada al diseño permite identificar nodos críticos, estos surgen de la interrelación de subsistemas pertenecientes a un sistema en común, permiten compatibilizar el diseño de partes y de conjunto para relacionarse con otros sistemas ya definidos, de esta nueva relación surge un diseño final para el objeto del diseño. La división en sistemas y subsistemas que se retroalimentan genera la visualización de posibles correcciones. Comprobada su factibilidad de aplicación y determinados definitivamente los sistemas y subsistemas con sus variables, es posible definir las características finales del objeto del diseño.

Este método facilita el proceso de diseño con un grado de impacto directamente proporcional a su complejidad, permite documentar ordenadamente el proceso y le da fiabilidad con visibilidad.

Desde el sistema exterior se aportan las variables de entrada al sistema, que en función del proceso indicado en la Figura 2 retorna al mismo el objeto de diseño, con características de DISEÑO FINAL a partir del análisis de verificación del comportamiento de sus subsistemas.

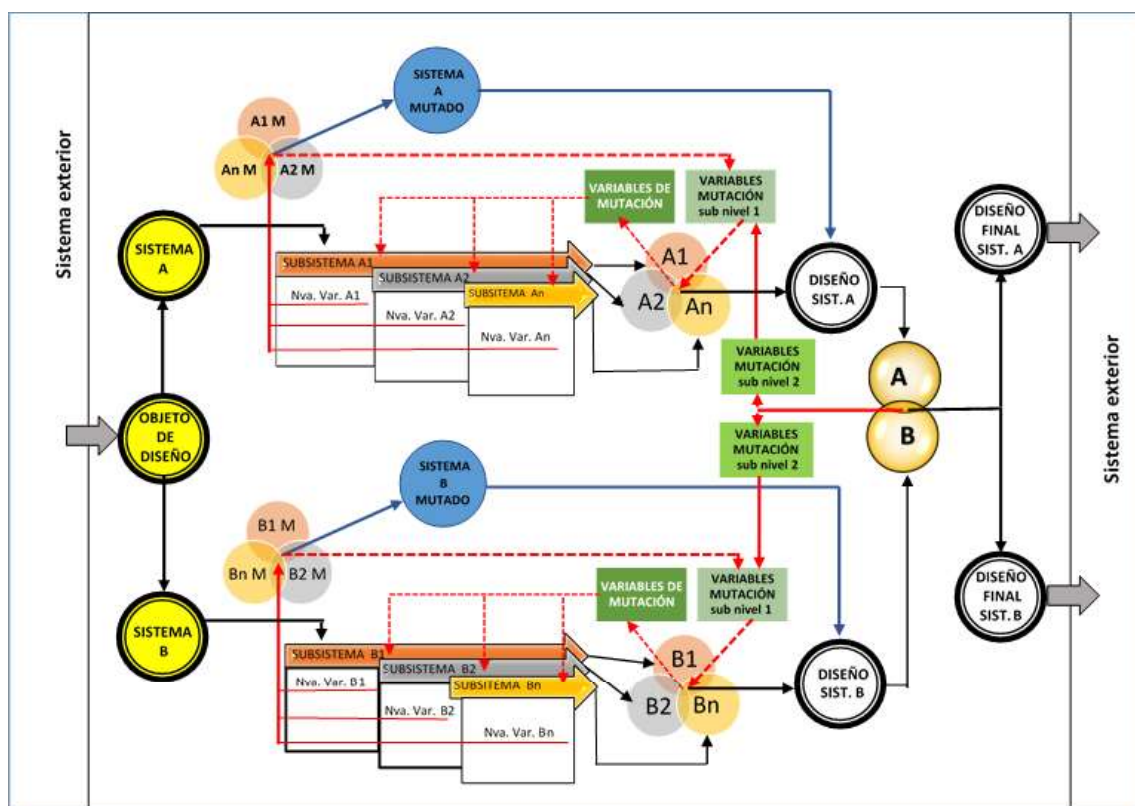


Figura 2 – El diseño como metodología sistémica

Considerando el producto como objeto del diseño, en una primera etapa se identifican sus sistemas intervinientes y luego se los divide en subsistemas, estos últimos deben ser analizados en sus impactos de interrelación, pudiendo ser o no satisfactorios.

En el caso que lo sean es adecuado avanzar definiéndolo como diseño del subsistema, que luego de un idéntico estudio de otro subsistema exige el análisis de interrelación entre ambos para definir su viabilidad. Si esta es posible se avanza en el diseño final de cada sistema.

Si no fuera satisfactoria la interrelación de los subsistemas, se deben analizar los cambios necesarios, esto permite definir un conjunto de nuevas variables que se constituyen en variables de mutación, generándose nuevas variables mutadas que deben analizarse en conjunto originando un nuevo sistema (sistema mutado), el cual puede constituirse en un nuevo diseño final del sistema que a su vez se debe analizar relacionándolo con otros sistemas, tal cual lo antes indicado, si esta es posible se avanza en el diseño final de cada sistema. Si el análisis de relación de variables mutadas no es adecuado es necesario recurrir a un nuevo nivel de variables de mutación (variables de mutación nivel 1) (Figura 2), cuya relación es también objeto de análisis

para avanzar en el diseño del sistema tal lo antes indicado o retroalimentar el sistema con nuevas variables.

Definido el diseño de cada sistema su interrelación puede arrojar resultados positivos o presentar inconvenientes, en el primer caso se adoptan como definitivos los diseños de los sistemas, si esto no ocurre es imperativo realizar un nuevo nivel de mutación que dan origen a las variables de mutación nivel dos (Figura 2), las que vuelven a retroalimentar a los subsistemas y sistemas intervinientes.

Es entonces un modelo sistémico de retroalimentación permanente, que permite entregar al sistema exterior un adecuado diseño que contempla las condiciones impuestas por cada sistema y subsistema interviniente en el objeto del diseño y sus interrelaciones, con un conjunto de nodos críticos de vinculación por interrelación que lo hacen posible.

Asimismo surge la identificación de tres tipos de variables de incidencia en todo el proceso, variables esenciales, variables derivadas y variables de cambio.

Las primeras están vinculadas con las condiciones de macroentorno y contemplan conocimientos técnicos, experiencia, compromiso social y con el medio ambiente, interpretación de necesidades y condiciones primarias de diseño, estas son variables de entrada desde el sistema exterior; las segundas involucran al microentorno y consideran factibilidad productiva, productividad y recursos en general disponibles y las terceras vinculadas estrictamente a los sistemas y subsistemas y contemplan simulaciones prototipado, ensayos y verificaciones. Las variables de cambio están condicionadas por las esenciales y las derivadas.

Se concluye que el método sistémico generado a partir de nodos críticos de relación, de interrelación y de variabilidad, genera un proceso de retroalimentación sistémica que permite adecuar las partes del diseño en función de las condiciones preestablecidas en el comportamiento esperado del objeto del diseño, constituyéndose en una herramienta de utilidad facilitadora del proceso de diseño.

#### 4. 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]

-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]