

# **Diseño de máquinas V**

## **Metodología**

**Carles Riba y Romeva**

**Profesor del  
Departamento de Ingeniería Mecánica  
ETSEIB - UPC**

**Enero de 2002**



## Presentación

Una de las actividades más apasionantes, y a menudo más complejas, en el ámbito de la ingeniería, es el proceso de creación y desarrollo de un producto o una máquina a partir de unas funciones y de unas prestaciones previamente especificadas.

Constituye una materia pluridisciplinaria que incluye, entre otras, la teoría de máquinas y mecanismos, el cálculo y la simulación, las soluciones constructivas, los accionamientos y su control, la aplicación de materiales, las tecnologías de fabricación, las técnicas de representación, la ergonomía, la seguridad, o la reciclabilidad, que se integran en la forma de un proyecto.

Este texto forma parte de un conjunto de cinco fascículos que tratan el *diseño de máquinas* desde diferentes puntos de vista complementarios, cada uno de los cuales presenta un tratamiento autónomo que permite su lectura o consulta con independencia de los otros. Estos temas son:

1. *Mecanismos*
2. *Estructura constructiva*
3. *Accionamientos*
4. *Selección de materiales*
5. *Metodología*

El objeto de estos fascículos, necesariamente breves, es proporcionar ayudas conceptuales y metodológicas para aquellas personas con nivel de formación universitaria que, en algún momento u otro de su actividad profesional, tendrán que emprender el diseño o la fabricación de un producto o una máquina. Esta última parte se dedica a la metodología de diseño, uno de los aspectos más determinantes en el desarrollo de nuevos productos y máquinas.

En los últimos años, se ha desarrollado una nueva perspectiva de la ingeniería en la que el diseño ha ido acumulando responsabilidades. Una correcta definición y concepción global de un producto o una máquina que tenga en cuenta, tanto los requerimientos de su ciclo de vida, como la gama fabricada por la empresa o sector, suele ser la mejor garantía de su buen funcionamiento y acierto comercial.

Esta nueva perspectiva toma el nombre de *ingeniería concurrente* y se soporta en nuevos métodos (diseño para la fabricación y el montaje, DFMA; para la calidad, DFQ; para el entorno, DFE), nuevas herramientas basadas en las tecnologías de la información y la comunicación (herramientas asistidas por ordenador: diseño CAD, ingeniería CAE; fabricación CAM; herramientas integradoras: PDM, redes locales, internet) y nuevas formas organizativas (equipos pluridisciplinarios, jefe de proyecto, organización matricial, o por líneas de proyecto), muchas de las cuales son objeto de atención en el texto. No se debe olvidar que la concepción de

productos y servicios continúa siendo esencialmente una tarea humana y punto de encuentro entre la técnica, la ciencia y las humanidades.

Este trabajo tiene su origen en el encargo de Rafael Ferré Masip, profesor de la UPC y director del Centre-CIM, de preparar una conferencia sobre ingeniería concurrente para una jornada con empresas que tuvo lugar el año 1993. Posteriormente se transformó en un módulo del master CIME del Centre-CIM y en un curso contratado por la empresa Martí Lloveras S.A. de Terrassa para, más adelante, entrar a formar parte del master EMEI impulsado por el Centre de Disseny d'Equips Industrials (CDEI-UPC) que actualmente dirige.

El texto que tienen en las manos es, pues, una revisión y ampliación de materiales anteriores enriquecidos con los numerosos puntos de vista, ejemplos y casos surgidos de los trabajos de colaboración con empresas, especialmente aquéllas en que ha habido una relación más intensa con los responsables de ingeniería (Girbau S.A., especialmente con Ramon Sans y Antoni Girbau; proyecto SRIC, financiado por el CDTI; Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya S.A., con Enric Domínguez; Ros Roca S.A., con Ezequiel Rufes y Domènec Casellas; Ibersélex S.A., con Sergi Pons; Airtecnicos S.L, con Jordi Oltra; Ecotècnica, con Pere Viladomiu; y Serra Soldadura S.A., con Joaquim Suazo). Estos trabajos no habrían sido posibles sin las aportaciones de los miembros y colaboradores del CDEI-UPC.

También se ha beneficiado de las investigaciones de doctorado que he dirigido (Francesc Ferrando Piera, profesor de la Universitat Rovira i Virgili (URV); Quim de Ciurana Gay, profesor de la Universitat de Girona (UdG); Joan Cabarrocas Bualous, también profesor de la UdG, desgraciadamente traspasado el 2000; y Heriberto Maury Ramírez, profesor de la Universidad del Norte, Colombia) o de aquellas investigaciones actualmente en curso o a punto de iniciarse (Pere Caballol Escuer, anterior colaborador; Roberto Pérez Rodríguez, profesor de la Universidad de Holguín, Cuba; Felip Fenollosa Artés, profesor de la UPC y miembro del Centre-CIM; y Judit Coll Raich, gestora del CDEI-UPC).

Otras aportaciones significativas se derivan de los contactos e intercambios mantenidos con profesores de la UPC (Josep Fenollosa, Joan Vivancos, Joaquim Lloveras, Xaviert Tort-Martorell), de la UdG (Quim de Ciurana) y de la Universitat Jaume I (UJI) de Castelló (Fernando Romero, Pedro Company) especialmente para articular un doctorado interuniversitario alrededor de la ingeniería de producto y de proceso.

De forma muy especial agradezco a Judit Coll Raich y a Roberto Pérez Rodríguez que hayan leído el original y me hayan hecho interesantes observaciones, la ayuda de Ivan Podadera en la última fase de preparación del texto, y la paciencia de las personas de mi entorno familiar.

Solo me queda desear que el contenido del libro sea de interés para los lectores.

## ÍNDICE

## Presentación

1.	El enmarque del diseño	9
1.1	Nueva dimensión del diseño	9
1.2	Ingeniería concurrente	14
1.3	Ciclo de vida y recursos asociados	20
1.4	Gama de producto	29
1.5	Producto, empresa y mercado	32
1.6	Fuentes de información y antecedentes	38
1.7	Simulación, ensayo y evaluación	43
1.8	Organización y equipo humano	63
2.	Estructuración del diseño	67
2.1	Diseño, ciencia y tecnología	67
2.2	Ciclo básico de diseño	72
2.3	Proceso de diseño y proceso de desarrollo	78
2.4	Establecer la especificación	85
2.5	Generar el concepto	91
2.6	Materializar la solución	97
2.7	Documentar la fabricación	116
3.	Herramientas para el diseño concurrente	121
3.1	Modularidad y complejidad de un producto	121
3.2	Diseño para la fabricación (DFM)	140
3.3	Diseño para el montaje (DFA)	153
3.4	Diseño para la calidad (DFQ)	172
3.5	Diseño para el entorno (DFE)	198

## Bibliografía

