

## Sistema Integrado de Diseño y Fabricación para Pymes (SIDIFA-PYMES)\*

F. Guerrero, G. Villa y J.M. García  
Escuela Superior de Ingenieros. Universidad de Sevilla (fergue@esi.us.es)

### RESUMEN

*En el contexto actual, las empresas soportan una fuerte presión del mercado para que diseñen y fabriquen sus productos mejor, más rápido, más barato y pensando en los clientes. La consideración de los factores asociados con el ciclo de vida del producto durante la fase de diseño, conocido como Ingeniería Concurrente (IC), es reconocida como una estrategia clave en este contexto. La presente comunicación aborda un sistema que integra en el proceso de decisión los requerimientos de diseño con las restricciones de fabricación, de forma que los diseños se fabriquen de forma rápida, flexible y a menor coste.*

**Palabras clave:** Integración en Fabricación, Ingeniería Concurrente, Sistema Integrado.

### 1. Introducción.

Esta comunicación aborda el diseño y desarrollo de un sistema integrado de diseño y fabricación para PYMES. Para tal fin, la integración de las decisiones a adoptar en las fases de diseño y fabricación se realizará con la utilización de técnicas y herramientas basadas en Ingeniería Concurrente. El modelado y representación de la información asociada a los productos se realizará usando los estándares STEP y XML. Las problemáticas de decisión asociadas al diseño con restricciones de fabricación se resolverán mediante técnicas cuantitativas. Además, se creará y explotará una base de conocimiento del sistema integrado para asistir la toma de decisiones. El sistema estará dotado de un módulo de evaluación económica de las distintas decisiones y alternativas de forma que se cuantifique el impacto de las mismas (costes de fabricación, etc.). Por último, la utilización de tecnologías basadas en Internet permitirá que los diversos procesos se realicen de forma cooperativa y geográficamente distribuidos.

### 2. Estado actual de los conocimientos.

#### *Ingeniería Concurrente*

Es comúnmente aceptado que las decisiones adoptadas en la fase de diseño y desarrollo de un producto afectan de forma fundamental a los diversos aspectos asociados al ciclo de vida del mismo (fabricabilidad, fiabilidad, coste, calidad, reciclabilidad, etc.). La Ingeniería Concurrente aborda estas relaciones trasladando e integrando los requerimientos asociados al ciclo de vida del producto, con las decisiones asociadas a la fase de diseño del mismo.

Las actividades asociadas al diseño de un producto se centran en el reconocimiento,

---

\*Esta comunicación se deriva de los trabajos realizados en el Proyecto de I+D DPI2002: 01095 de título "Sistema Integrado de Diseño y Fabricación para PYMES"

formulación y satisfacción de restricciones [1]. En la literatura existe abundante bibliografía sobre problemáticas asociadas al diseño de productos sujetas a diversos tipos de restricciones entre las que se encuentran las de secuenciación [2], montaje [3], fabricación [4], desmontaje [5], mantenimiento [6], logística [7] y marketing [8]. En cuanto a las técnicas y herramientas usadas para abordar este tipo de problemáticas podemos agruparlas en sistemas expertos basados en reglas [9], redes de restricciones [10], metodologías orientadas a objetos [11], técnicas de optimización [12] y redes de Petri [13].

Los beneficios que la Ingeniería Concurrente puede aportar son múltiples y variados y van desde una disminución en los cambios de diseño [14], a una reducción de los costes asociados al ciclo de vida del producto [15], pasando por el acortamiento en los tiempos de desarrollo de los productos [16]. A pesar de lo anterior, la forma tradicional para justificar la implantación de los sistemas basados en Ingeniería Concurrente se ha basado fundamentalmente en la cuantificación de su impacto en los costes de los productos [17][18][19]. Recientemente, se han introducido nuevas metodologías de cuantificación de impacto que incluyen junto a los costes otros factores asociados al ciclo de vida del producto [20].

### *Modelado e Integración de la Información*

Un sistema integrado de diseño y fabricación requiere de una completa y sistemática integración en tiempo real de las diversas fuentes de información y conocimiento asociadas al diseño, ingeniería y producción [21]. En esta línea, en los últimos años se han realizado esfuerzos para el desarrollo de estándares de representación de la información con capacidad de interactuar con las herramientas informáticas más usadas en la industria.

El estándar más conocido es STEP (*STandard for the Exchange of Product model data*, oficialmente ISO 10303) (ISO 10303-11: 1994 (E)). STEP es una familia de estándares que especifican una descripción de los datos asociados al ciclo de vida del producto de forma independiente a la plataforma informática usada. Cada estándar individual de STEP se puede usar para definir los requerimientos de información dentro de diseño, producción, ingeniería o soporte del producto (ISO 10303-11:1994(E)). No obstante, la representación de información no geométrica mediante STEP está en un estado menos desarrollado, a pesar de que las industrias utilizan cada vez más este tipo de información en sus diversos procesos. Aunque no específicamente desarrollado para el modelado de productos, XML (*eXtensible Markup Language*) [22] es un lenguaje que describe un formato estándar legible dedicado al intercambio de datos estructurados a través de Internet, el cual es soportado por la mayoría de los navegadores. La integración de STEP y XML aúna por un lado la metodología para la satisfacción e integración de los requerimientos de información asociada a los productos propia de STEP, con una sintaxis legible y comprensible para el intercambio de datos a través de la Web característica de XML, ofreciendo nuevos paradigmas para el intercambio e integración de datos de productos [23].

De forma paralela, el desarrollo de las tecnologías basadas en Internet en los últimos años y su aplicación en entornos de fabricación [24][25] permiten que el proceso de diseño y fabricación de productos sea realmente cooperativo, de forma que intervengan especialistas de diversos departamentos de la empresa (diseño, producción, marketing, etc.), probablemente en distintas localizaciones geográficas, dotando a la empresa de una agilidad y capacidad de respuesta, de vital importancia en entornos competitivos y globalizados como el actual.

Muchos son los trabajos recientemente publicados en esta línea entre los que se pueden destacar un sistema de diseño concurrente de piezas mecánicas [26], un sistema de prototipado rápido basado en la Web [27], un sistema de diseño y fabricación ágil basado en la Web [28] y un sistema soporte basado en la Web para la integración del diseño y fabricación de piezas metálicas [29].

### **3. Diseño del Sistema Integrado.**

El objetivo es desarrollar un sistema integrado de diseño y fabricación para PYMES. El sistema integrará las restricciones asociadas al sistema de fabricación, en el proceso de diseño del producto. De igual forma, el sistema trasladará especificaciones de diseño en información y requerimientos sobre el sistema de fabricación, permitiendo evaluar alternativas de diseño en base a factores asociados al ciclo de vida del producto (fabricabilidad, costes, etc.). Además, los diversos procesos de decisión estarán asistidos por información y conocimiento relevante obtenido a partir de la explotación de la base de conocimiento del sistema integrado. Por último, la utilización de tecnologías basadas en Internet permitirá que los diversos procesos se realicen de forma cooperativa y geográficamente distribuidos.

Para ello se comienza con el modelado, representación y soporte de la información. El objetivo es doble, por un lado el modelado y representación de la información involucrada en el sistema integrado de diseño y fabricación, así como de las distintas relaciones entre ella. El segundo objetivo está relacionado con el almacenamiento de la información en las correspondientes bases de datos de forma que sean accesibles a lo largo de la aplicación.

Después se integran las restricciones asociadas al sistema de fabricación en el proceso de diseño del producto. El objetivo es la asistencia al diseñador en el proceso de toma de decisiones. El sistema trasladará especificaciones de diseño en información y requerimientos sobre el sistema de fabricación, permitiendo evaluar alternativas de diseño en base a factores asociados al ciclo de vida del producto (fabricabilidad, costes, etc.). Además, los diversos procesos de decisión estarán asistidos por información y conocimiento relevante obtenido a partir de la explotación de la base de conocimiento del sistema integrado. Aquí se plantean abordar dos vías complementarias: la gestión del conocimiento del sistema integrado de diseño y fabricación y la evaluación de las alternativas.

Posteriormente se integran las distintas aplicaciones informáticas (con sus correspondientes interfaces de usuario) en un entorno como Internet que permita crear un entorno de trabajo cooperativo y geográficamente distribuido, características éstas fundamentales en un contexto globalizado como el actual. Para tal fin, el sistema se implementará en un entorno de red usando la Web, CORBA y SOAP. A través de la Web, las aplicaciones podrán compartir datos sin esfuerzo adicional por parte del usuario. CORBA se usa para facilitar las comunicaciones entre aplicaciones que no son soportadas por la Web. El módulo de cliente del sistema desarrollado será implementado como una applet de Java a ejecutar sobre un navegador Web. De igual modo, SOAP permitirá enviar información entre aplicaciones a través de Internet mediante objetos XML.

En la figura 1 se presenta un esquema del desarrollo planteado.

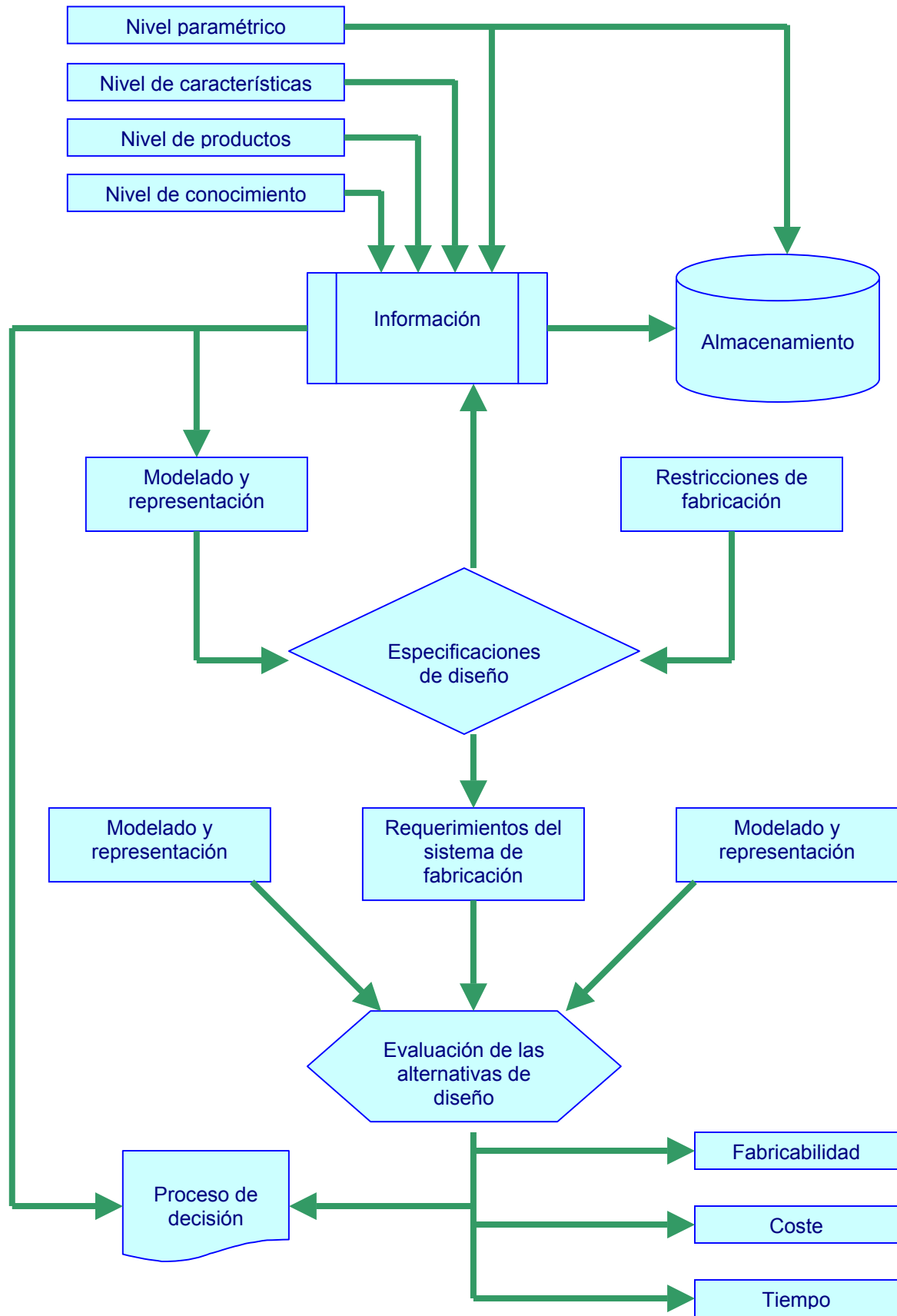


Figura 1: Esquema de desarrollo

#### 4. Conclusiones.

El sistema integrado presentado aporta una metodología de análisis que integra las fases de diseño y fabricación, pasando por la planificación de procesos en el que se realiza una integración de la información de los productos usada en las distintas etapas del sistema, y susceptible de ser usada a lo largo del ciclo de vida del producto. En él se diseñan e implementan herramientas para la extracción de conocimiento de la base de datos del sistema integrado y se incluye una metodología para la evaluación del impacto de las decisiones teniendo en cuenta varios factores asociados al producto (costes, tiempo de lanzamiento, etc.). Por último incluye la integración y operación del sistema a través de Internet.

Los beneficios inmediatos de la utilización de un sistema de este tipo son la disminución en los costes asociados al producto, la reducción en los tiempos de desarrollo de productos, la reducción en los cambios en los diseños y la mejora en todos los procesos asociados a los datos de los productos. Todos estos beneficios se traducirían en beneficios económicos inmediatos para las empresas que lo implanten, además de favorecer su posicionamiento en un sector dinámico y competitivo. Además, aspectos tales como el modelado e integración de la información de los productos son directamente transferibles a PYMES industriales. A más largo plazo, el sistema podría ser integrado con otros subsistemas de la empresa (marketing, etc.), llegando incluso a formar parte de un sistema de comercio electrónico integral de la empresa.

#### Referencias

- [1] Gross, M. et al., (1987) "A Designing with Constraints: Compatibility of Design", *John Wiley and Sons*, New York.
- [2] Kusiak, A. and He, W., (1994) "Design of components for schedulability", *European Journal of Operational Research*, 76, pp. 49-59.
- [3] Tatikonda, M., (1994) "Design for assembly: a critical methodology for product reengineering and new product development", *Production and Inventory Management Journal*, First Quarter, pp. 31-42.
- [4] Guichelear, P.J., (1993) "Design for Manufacturability", *American Society of Mechanical Engineers*, New York.
- [5] Kroll, E. et al., (1996) "A methodology to evaluate ease of disassembly for product recycling", *IIE Transactions*, 28, pp. 837-845.
- [6] Olsen, C.J., (1992) "Designing for maintenance", *Industrial Management*, 34
- [7] Dowlatshahi, S., (1999) "A modelling approach to logistic in concurrent engineering", *European Journal of Operational Research*, 115, pp. 59-76.
- [8] Lee, H.L. et al., (1993) "Hewlett-Packard Gains Control of Inventory and Service through Design for Localization", *Interfaces*, 23, pp. 1-11.
- [9] Venkatachalam, A.R. et al., (1993) "A knowledge-based approach to design for manufacturability", *Journal of Intelligent Manufacturing*, 4, pp. 355-366.
- [10] Oh, J.S., et al., (2002) "A constraint network approach to design for assembly", *Computers in Industry*, 47, pp. 239-254.

- [11] Liang, W.Y., O'Grady, P., (2002) "An object-oriented approach to the concurrent engineering of electronics assemblies", *Computers in Industry*, 47, pp. 239-254.
- [12] Dowlatshahi, S., (1992) "Product design in a concurrent engineering environment: an optimisation approach", *International Journal of Production Research*, 30, pp. 1803-1818.
- [13] Zha, X.F., (2000) "An object-oriented knowledge based Petri net approach to intelligent integration of design and assembly planning", *Artificial Intelligence in Engineering*, 14, pp. 83-112.
- [14] Keys, K., et al., (1992) "Concurrent engineering for consumer industrial products, and governments systems", *IEEE Trans. Components, Hybrids and Manufacturing Technology*, 15, pp. 282-287.
- [15] Shina, S., (1991) "Concurrent engineering and Design for Manufacture of Electronic Products", *Van Nostrand Reinhold*, New York.
- [16] Zangwill, R., (1992) "Concurrent engineering: concepts and implementation", *IEEE Eng. Mang. Rev.*, 20, pp. 40-52.
- [17] Creese, R.C., Moore, L.T., (1990) "Cost Modelling for concurrent engineering", *Cost Engineering*, 32, pp. 23-27.
- [18] Noble, J.S., Tanchoco, J.M. (1990) "Concurrent Design and Economic justification in developing a product", *International Journal of Production Research*, 28, pp. 1225-1238.
- [19] Oh, C.J., Park, C.S. (1993) "An economic evaluation model for product design decisions under concurrent engineering", *The Engineering Economist*, 38, pp. 275-297.
- [20] Dowlatshahi, S., (2001) "Product life cycle analysis: a goal programming approach", *Journal of the Operational Research Society*, 52, pp. 1201-1214.
- [21] Kusiak, A., (1993) "Concurrent Engineering: Automation, Tools and Techniques", *John Wiley & Sons*, New York.
- [22] Bray, T., et al., (1998) "Extensible Markup Language (XML) 1.0 W3C Recommendation".
- [23] Burkett, W.C. (2001) "Product data markup language: a new paradigm for product data exchange and integration", *Computer-Aided Design*, 33, pp. 489-500.
- [24] Sun Microsystems, (1997) "Java in manufacturing – the momentum builds" White paper.
- [25] Huang, G., Mak, K.L., (2001) "Web-based manufacturing", *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 14, pp. 1-2.
- [26] Chen, K.H. et al., (1998) "An integrated graphical user interface (GUI) for concurrent engineering design of mechanical parts", *Journal of Computer Integrated Manufacturing Systems*, 11, pp. 91-112.
- [27] Chui, W.H., Wright, P.K., (1999) "A WWW computer integrated manufacturing environment for rapid prototyping and education", *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 12, pp. 54-60.
- [28] Chen, K., et al., (2000) "The Internet as a tool with application to agile manufacturing: a web-based engineering approach and its implementations issues", *International Journal of Production Research*, 38, pp. 2743-2759.

*V Congreso de Ingeniería de Organización*  
*Valladolid-Burgos, 4-5 Septiembre 2003*

- [29] Xie, S.Q., et al., (2001) “A WWW-based integrated product development platform for sheet metal parts intelligent concurrent design and manufacturing”, *International Journal of Production Research*, 39, pp. 3829-3852.