

Integración de la información para digitalizado por contacto y sin contacto de superficies complejas

J. Barreiro⁽¹⁾, S. Martínez⁽¹⁾, E. Cuesta⁽²⁾, B. Álvarez.⁽²⁾, J.E. Labarga⁽¹⁾

⁽¹⁾ *Área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación.
Escuela Superior de Ingeniería. Campus de Vegazana, s/n. 24071. León
Tfno.: 987 29 17 92. e-mail: dfqjbg@unileon.es*

⁽²⁾ *Dpto. de Construcción e Ingeniería de Fabricación. Universidad de Oviedo.
Campus de Viesques, Edif. Oeste nº 5, 33204 Gijón, Asturias.*

Resumen

La Ingeniería Concurrente exige la integración de todas las funciones y actividades que se desarrollan durante el ciclo de vida del producto. Para esta integración es necesario un modelo de representación común para la información, tal como los incluidos en la norma STEP. Este trabajo describe las etapas seguidas para integrar la información necesaria para el digitalizado por contacto y sin contacto de superficies complejas en el proceso de inspección. El objetivo es obtener un modelo funcional válido que representa la información que se comparte en un entorno real de trabajo. El desarrollo de este modelo permitirá disponer de la información procedente de la evaluación en tiempo real, de tal manera que se puedan aplicar las acciones correctoras directamente con sistemas CAD/CAM, controlando tanto el propio proceso de fabricación como la pieza final.

Palabras Clave: Ingeniería Concurrente, Digitalizado, Inspección, CAD/CAM, STEP.

Abstract

Concurrent Engineering requires the integration of all the functions and activities developed along the product lifecycle. For this integration it is necessary a common representation model for the information, such as those included in STEP standard. This work describes the stages carried out to integrate the necessary information for digitizing of complex surfaces in the inspection process context. The digitization has been considered by contact and non-contact. The purpose is to obtain a valid functional model which represents the information shared in a real environment of work. The development of this model will allow to dispose of information coming from the evaluation in real time, so that it can be applied the correctives actions directly with CAD/CAM systems, controlling both the production process and the final part.

Keywords: Concurrent Engineering, Digitization, Inspection, CAD/CAM, STEP.

1. Introducción

El objetivo de mejorar la calidad de vida del usuario final marca unas tendencias claras hacia el diseño de productos más funcionales y estéticamente agradables, considerando los plazos de lanzamiento lo más cortos posibles con el mínimo coste. Para poder llevar a cabo este objetivo de la mejor manera posible, nace la Ingeniería Concurrente, como una forma de relacionar todas las actividades de la ingeniería de producto y proceso, de

tal manera que se puedan ejecutar en paralelo, con el requisito fundamental de que toda la información que se maneja sea comprensible por todas las actividades involucradas en el ciclo productivo. La situación actual se caracteriza por el uso de un gran número de aplicaciones informáticas distintas durante el desarrollo del producto, con lo que la información que se va creando en cada actividad se guarda en distintos formatos que no son compatibles entre los distintos sistemas informáticos. Esto obliga a realizar las traducciones correspondientes produciéndose una pérdida de información en las distintas etapas del proceso [1]. Para la integración de toda esta información y de las actividades del ciclo de vida del producto se hace necesario *MODELAR LA INFORMACIÓN DEL PRODUCTO* [2], es decir reunir de forma lógica toda la información relevante del producto en las diferentes fases de su desarrollo, y no sólo centrándose en el producto, sino también en todo lo relacionado al ciclo de vida del mismo (fábrica, maquinaria, herramientas,...). Para representar y desarrollar los modelos de información se necesita un lenguaje formal de modelado. Se ha elegido EXPRESS según el formato STEP (ISO 10303: Standard for the Exchange of Product Model Data), que permite la definición de objetos y sus especificaciones y sus restricciones [3]. Así, con el uso de una base de datos central de producto, que trabaje con este modelo, como EDM (Express Data Manager), es posible que varias actividades puedan acceder al mismo dato en el mismo tiempo garantizándose la consistencia de la información manejada.

En este campo, hasta ahora se han desarrollado diversas investigaciones cuyo objetivo principal es integrar toda la información disponible en las actividades de diseño, planificación, y fabricación [4], principalmente. Con respecto a la actividad de inspección algunos trabajos se han centrado en la inspección final de geometrías sencillas con Máquinas de Medir por Coordenadas [5], pero no se ha considerado la integración en el ciclo de producción de otras actividades como las de control de calidad y en general las de evaluación del proceso. Para poder realizar un control del proceso, es necesario centrarse en los siguientes aspectos:

- a) Evaluación del producto en proceso.
- b) Evaluación del producto final.

En este sentido, parece evidente la necesidad de poder medir e inspeccionar tanto geometrías sencillas como geometrías más complejas. En el caso de superficies lo más adecuado es realizar un digitalizado de la misma para poder comparar la superficie mecanizada con la superficie diseñada en el sistema CAD/CAM. Por lo tanto, y de acuerdo con la situación tecnológica actual, es necesario integrar la inspección tanto final como en proceso de geometrías sencillas y de geometrías complejas utilizando técnicas de digitalizado tanto por contacto como sin contacto. Lógicamente, una inspección en proceso no debe limitarse solo a la evaluación de la pieza, hay otros factores que afectan directamente al propio proceso de fabricación, como son, por ejemplo, el control de las máquinas y herramientas.

En este trabajo se exponen los pasos seguidos para obtención de un protocolo válido en el entorno de STEP, para integrar las funciones de evaluación en el ciclo productivo, con el objetivo que desplazar el control de la máquina herramienta desde el control numérico, situación actual, hacia el sistema CAD/CAM, de manera que éste sea el que tome las acciones correctoras adecuadas en función de la información procedente de la evaluación. Para ello, este protocolo tiene que ser compatible con los demás protocolos correspondientes a otras actividades del ciclo de producción (diseño, planificación o fabricación), definidos en el contexto de esta Norma.

2. Metodología

La Norma ISO-10303 incorpora *Protocolos de Aplicación (APs)*, que consisten en especificaciones de estructuras de información para distintas áreas específicas. Para realizar un protocolo de aplicación, se empieza con la elaboración de un *Modelo de Actividades (AAM)* que es el que define el ámbito de aplicación del protocolo correspondiente y se hace utilizando la metodología de modelado gráfico IDEF0 [6].

Con el objetivo propuesto de definir y desarrollar un modelo de información capaz de representar los datos geométricos y tecnológicos asociados al proceso de digitalizado en el ámbito de la inspección, tanto en proceso como final, se ha estructurado el trabajo en las siguientes etapas [7]:

1. Etapa de definición: donde se ha analizado la información necesaria en el proceso de digitalizado en Máquina Herramienta de Control Numérico (MHCN) y en Máquina de Medir por Coordenadas (MMC). Para ellos se han seguido los pasos:
 - a. Análisis del proceso de digitalizado tanto en lo que respecta a la planificación del proceso como a la ejecución propiamente dicha de la inspección por digitalizado.
 - b. Definición, a partir del análisis anterior, de un *modelo de actividades (AAM)* capaz de estructurar todas las tareas que intervienen en el proceso de planificación y desarrollo del digitalizado, así como el flujo de información que existe entre ellas. Para ello, partiendo de un modelo funcional general que representa las actividades principales, se han desarrollado los submodelos funcionales que representan las actividades a realizar en cada actividad principal.

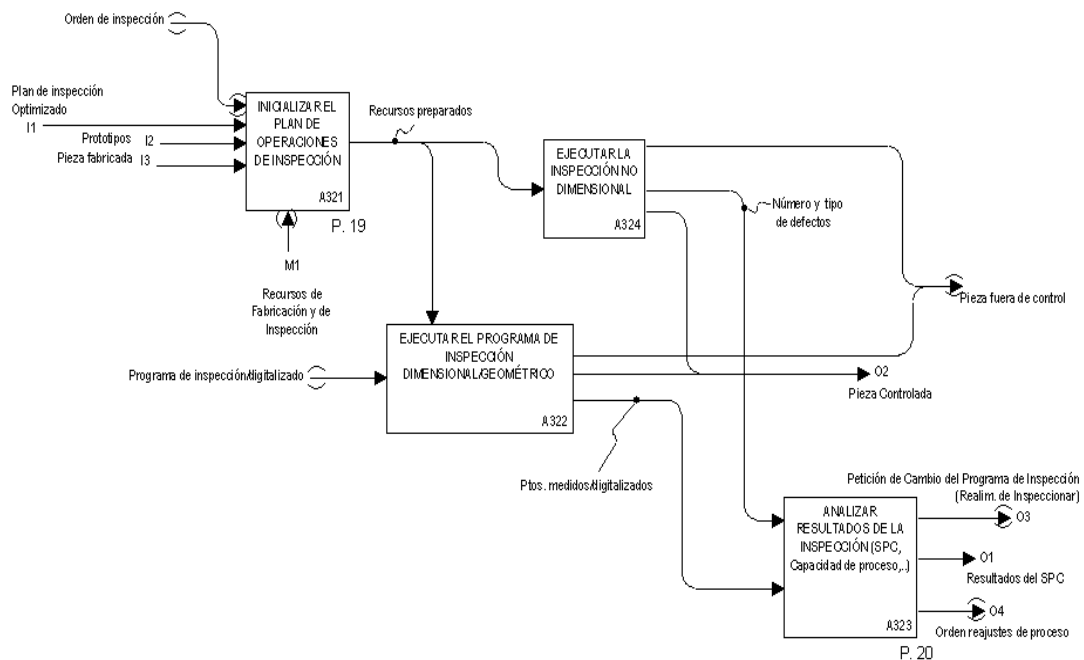


Figura 1. Integración del digitalizado dentro de las operaciones de inspección

2. Etapa de desarrollo: en la que se está desarrollando el *Modelo de Referencia (ARM)* con una definición más precisa de la información, mediante los siguientes pasos:
 - a. Agrupación del flujo de información entre actividades en *Unidades de Funcionalidad (UoF)*.

- b. Definición de *Objetos de Aplicación (OA)* para cada grupo de información definido, que se caracterizan por una serie de atributos o propiedades. En esta etapa es fundamental integrar los OA con otros ya creados en protocolos de aplicación existentes o en desarrollo en el ámbito de STEP.
- c. Representación formal de los OA y de sus atributos mediante el lenguaje de modelado EXPRESS.

Dentro de la etapa inicial de definición, ha sido clave establecer los parámetros necesarios para el digitalizado en continuo por contacto y por láser (tabla 1), con el fin de poder definir a posteriori las entidades u objetos de aplicación con los atributos necesarios.

Tabla 1. Parámetros para cada los dos tipos de digitalizado analizados.

SONDA POR CONTACTO	SONDA LÁSER
<ol style="list-style-type: none"> 1. Diámetro de la Sonda 2. Tolerancia cordal y Paso nominal 3. Punto de inicio y final 4. Velocidad de exploración (mm/min), planos de seguridad, distancia de búsqueda, orientación de la punta, etc. 5. Deflexión de la sonda. 6. Estrategias predefinidas de digitalizado 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Saturación (reflexiones) 2. Intensidad (potencia) 3. Velocidad captura (nº puntos por barrido) 4. Profundidad de campo (distancia de enfoque), y ángulo de apertura 5. Trayectoria: punto inicio y fin, orientaciones, etc. 6. Necesidad de algoritmos de filtrado

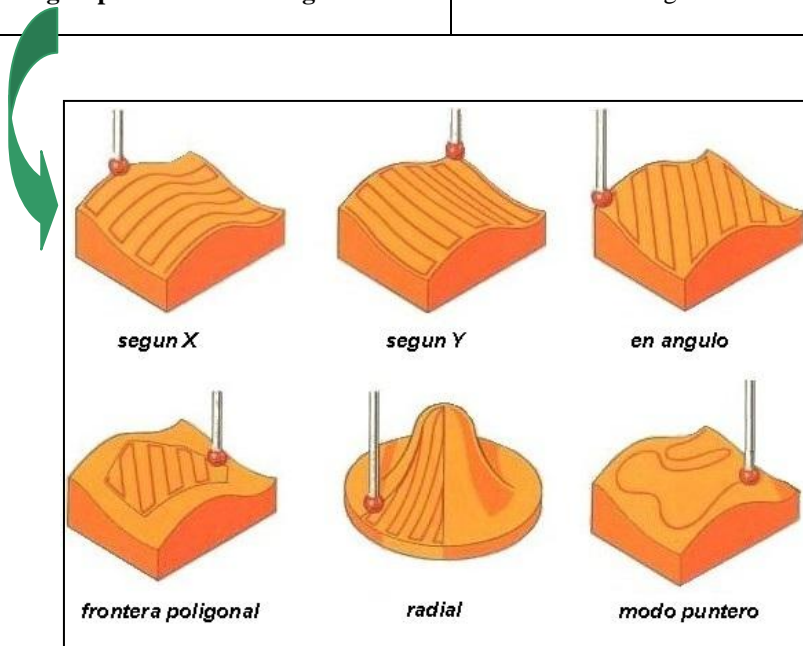


Figura 2. Ejemplo de estrategias de digitalizado

En base a estos parámetros, se representa en la figura 3 un extracto en Express-G del modelo realizado para el digitalizado sin contacto.

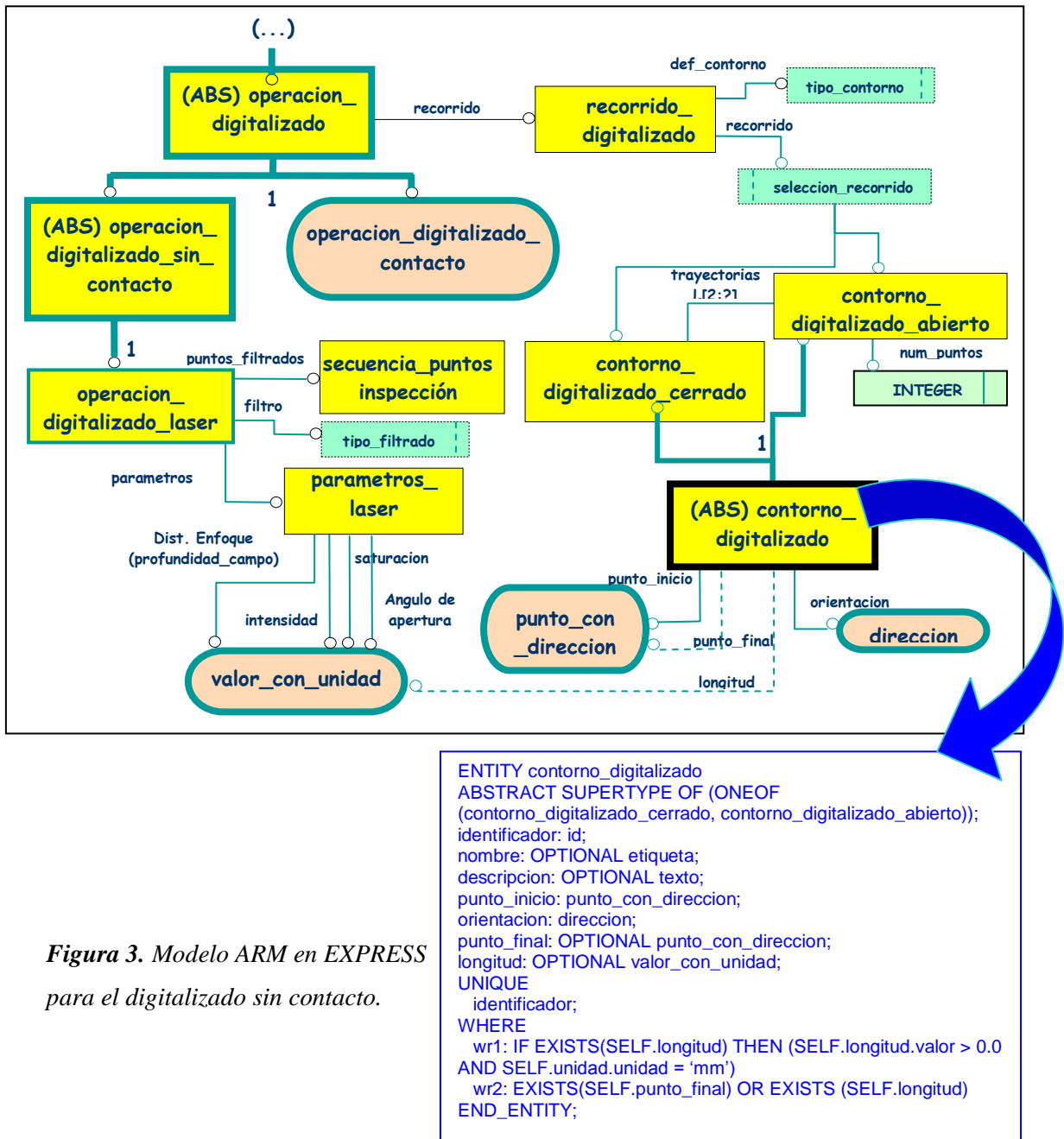


Figura 3. Modelo ARM en EXPRESS para el digitalizado sin contacto.

3. Etapa de interpretación: en la que se deberá normalizar toda la información del Modelo de Referencia para que pueda ser entendida por las demás actividades del proceso. Esta etapa consiste en establecer equivalencias entre nuestras entidades y las entidades de los recursos integrados (IR) de la Norma.

4. Etapa de implementación/validación: en la que se pretende validar el modelo de información establecido, en un entorno real de trabajo, con el fin de demostrar la capacidad de completar el ciclo e integrar totalmente el digitalizado de superficies como parte de la inspección en proceso con la función de diseño, planificación y fabricación [8].

Para esta etapa, se ha considerado el siguiente equipamiento:

- Centro de Mecanizado con Sonda de contacto marca Renishaw SP2 y software de adquisición de datos TRACECUT.
- Máquina de Medir por Coordenadas con Sonda láser marca METRIS LC-50 y software de adquisición de datos METRIS SCAN.
- Software CAD/CAM CATIA v5, para la reconstrucción y comparación de las superficies digitalizadas con las superficies nominales.

Un esquema resumen de la metodología propuesta en este trabajo se representa en la figura 4.

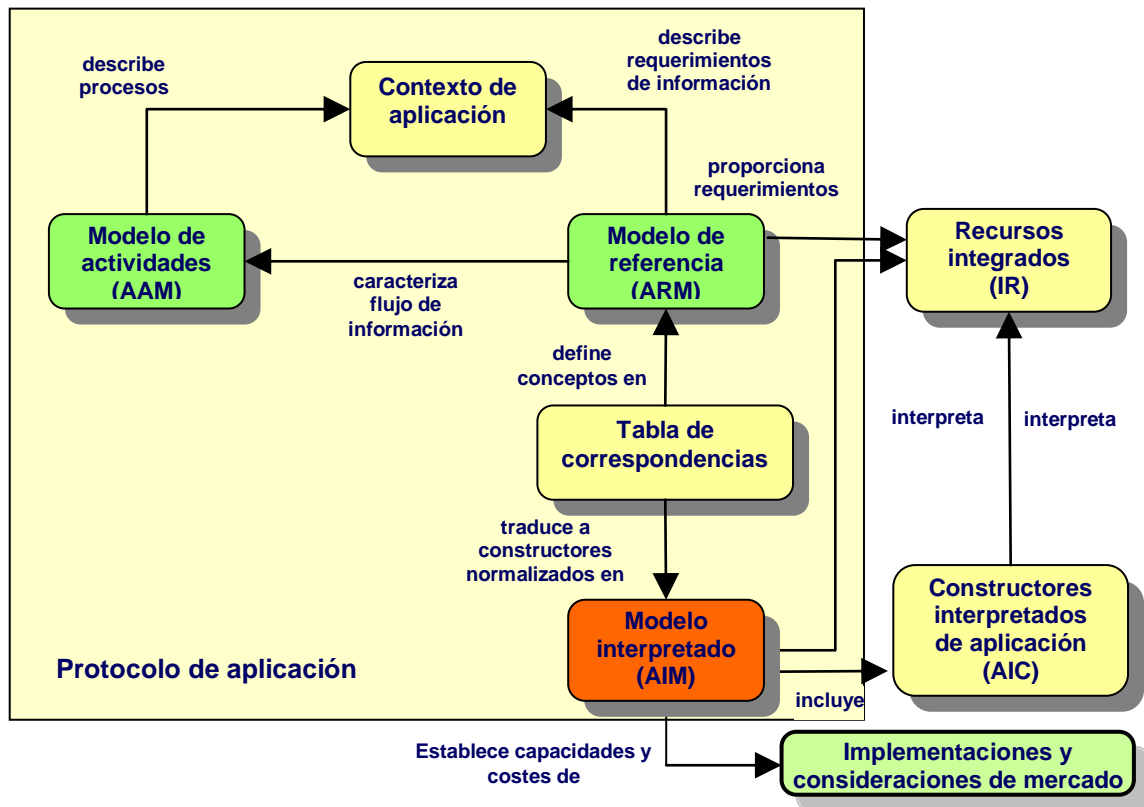


Figura 4. Metodología propuesta

3. Referencias

1. Bloor, S., Owen, J., Product Data Exchange. *UCL Press Limited. ISBN 1-85728-279-5*, (1995)
2. F.L. Krause, F. Kimura, T. Kjellberg, S.C.Y. Lu. *Anales del CIRP*. Vol. 42/2. Product Modelling, (1993).
3. ISO 10303-1, *Product Data Representation an Exchange- Part 1: Overview and Fundamental Principles*, (1993).
4. J. Ríos. Integración de las funciones de programación de máquinas herramienta de control numérico mediante una aplicación orientada a objetos basada en un modelo de información de operaciones de mecanizado. *Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid*, (1996).
5. J. Barreiro, J.E. Labarga, A. Vizán, J. Ríos. Information model for the integration of inspection activity in a concurrent engineering framework. *Intl. Journal of Machine Tools and Manufacture*, 43 (8) (2003), 797-809.
6. IDEF0. *Integrated Computer-Aided Manufacturing (ICAM). Architecture Part II-Function Modeling Manual (IDEF1)*, (1981).
7. J. Barreiro, E. Cuesta, S. Martínez, J. Labarga, S. Mateos. Validación de un modelo de información para la integración de la inspección con máquinas de medir por coordenadas en el ciclo de producción. *Actas del VI Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica*. Coimbra (Portugal), (2003).
8. J. Barreiro, E. Cuesta, J. Labarga, S. Mateos, & A.I. Fernández, Architecture for Validation of a CMM Inspection Information Model in Concurrent Engineering. *Proc. 14th International DAAAM Symposium*, Viena, 2003.

4. Agradecimientos

El presente trabajo se enmarca dentro del proyecto de investigación “Integración de las funciones de Calidad en el desarrollo del producto y el proceso en un entorno de Ingeniería Concurrente”, financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, Ref.: DPI2001-0093-C02-01 y C02-02.