

Aplicación de la filosofía de Ingeniería Concurrente en el proceso de diseño de maquinarias en el ISDi

Application of the philosophy of Concurrent Engineering in the design process of machinery in the ISDi

RESUMEN

Desde las últimas décadas del siglo XX, gracias al desarrollo de las TICs, comenzó la aplicación de la filosofía de Ingeniería Concurrente (IC) que se basa en el trabajo x-disciplinario y no secuencial, para dar respuesta de forma más rápida, integrada y eficaz al desarrollo y producción de productos. En el diseño de maquinaria se ha aplicado se ha beneficiado de la filosofía de IC, a su vez el empleo de las TICs incrementa la productividad del diseño, acorta los tiempos de trabajo; permite el acceso remoto a la información por múltiples actores, mejora la calidad de las soluciones y de su documentación; permite: visualizar previamente piezas o mecanismos; simular la interacción entre las partes, o del usuario con el producto; así como comprobar la resistencia de los materiales empleados, uniones o ensamblajes.

El diagnóstico realizado expresa el estado actual de la aplicación de la IC y las TICs en el diseño de maquinarias en el ISDi y la industria cubana, evidenciado incongruencias en sus resultados.

ING. DI. GISELL GONZÁLEZ-PEÑA GONZÁLEZ

ABSTRACT

Since the last decades of the twentieth century, thanks to the development of ICTs, the philosophy of Concurrent Engineering (CE) began to be applied, which is based on x-disciplinary and non-sequential work, in order to respond more quickly, effectively and efficiently to the development and production of products. Machinery design has benefited from the philosophy of CE, and the use of ICTs, that increase the productivity of design, shorten work times; they allow remote access to information by multiple actors, improve the quality of the solutions and their documentation; they allow: preview parts or mechanisms; to simulate the interaction between the parties, or between the user with the product; as well as checking the resistance of the materials used, joints or assemblies.

The diagnosis expresses the current state of the application of the CE and the ICTs in the process of design of machinery in the ISDi and the Cuban industry, evidenced inconsistencies in their results.

Palabras Claves

Diseño de maquinarias, ingeniería concurrente (IC), TICs, CAD, CAM, CAE, Técnicas de Ingeniería Concurrente

Keywords

Machinery design, Concurrent engineering (EC), ICTs, CAD, CAM, CAE, Concurrent engineering techniques

INTRODUCCIÓN

CON LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL DEL SIGLO XIX, EL diseño y producción de maquinarias de baja y media complejidad recibieron un fuerte empuje en su evolución, sin embargo, el siglo XX trajo consigo innovaciones ingenieriles que han permitido la incorporación de sistemas mecánicos, hidráulicos, neumáticos, mecatrónicos y electrónicos y ampliaron el alcance de esta tipología de productos y la complejidad de las soluciones a ofrecer.

La aplicación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) en el proceso de diseño de cualquier tipo de producto, tiene su origen, precisamente, en el desarrollo vertiginoso de las mismas durante el siglo XX. Su uso se extendió rápidamente en el ámbito industrial y específicamente en el diseño de maquinarias, se tornó imprescindible.

Las TICs a su vez permitieron la implementación de la Ingeniería Concurrente (IC), filosofía orientada a disminuir los tiempos de desarrollo de productos desde la concurrencia de las tareas dentro del proceso de diseño, mediante un abordaje x-disciplinario y simultáneo de todos los actores involucrados en el proceso de desarrollo y producción.

En los contextos, industrial, empresarial y docente, cubanos, las nuevas tecnologías se han introducido satisfactoriamente, el caso del Diseño no es una

excepción, sin embargo, no se han encontrado estudios que propongan el modo de aplicar las TICs a la actividad profesional de los diseñadores, menos aún de aquellos que se dedican al diseño de maquinarias con la aplicación de la filosofía de IC.

Se puede resumir que, si bien, existe información aislada que, sobre el tema del proceso de Diseño de Maquinarias, la IC, así como las TICs que se emplean en el diseño en general, no existe ninguna investigación que integre estos conocimientos en favor de una metodología que evidencie como abordar el proceso de diseño concurrente de maquinarias y lo articule con las TICs empleadas en el mismo.

Para diagnosticar el estado actual de la aplicación de la filosofía de la IC y de TICs en el proceso de diseño de maquinarias en el ISDi y en la industria en Cuba, se efectuaron encuestas y entrevistas a miembros de equipos de trabajo de empresas que se dedican al desarrollo de maquinarias, a estudiantes de diseño industrial y a profesionales que en alguna etapa de su carrera profesional han incursionado en el diseño de maquinarias. La población estudiada fue de 36 profesionales y estudiantes.

Los temas objeto de estudio fueron:

- El proceso de diseño de maquinarias, las etapas en que se divide y las tareas que se acometen dentro de cada etapa.

- El trabajo en equipos x-disciplinarios, y las áreas representadas dentro de esos equipos de trabajo.
- La concurrencia o secuencialidad del proceso de trabajo y la aplicación de las técnicas de la ingeniería concurrente en el proceso de diseño de maquinarias.
- La inclusión, dentro de la metodología de trabajo, de precisiones sobre el empleo de las TICs en el proceso de diseño de maquinarias, así como la frecuencia de uso de las mismas, las tareas para las que se emplean y las tipologías de software que se usan.

OBJETIVOS

Diagnosticar el estado actual de la aplicación de la filosofía de IC y las TICs en el proceso de diseño de maquinarias.

MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Observación estructurada y encuestas, entrevistas a especialistas, así como el análisis y síntesis.

RESULTADOS

Diagnóstico del estado actual de la aplicación de la filosofía de IC y las TICs en el proceso de diseño de maquinarias, en el ISDi.

1. PROCESO DE DISEÑO DE MAQUINARIAS Y TRABAJO X-DISCIPLINARIO.

El proceso de diseño de maquinarias, tiene muchos modos de ser abordado, sin embargo, el 81% de la población consultada, coincide en el empleo de una secuencia de pasos o etapas predeterminada para llevarlo a cabo, el 14 dice que a veces sigue una secuencia de pasos o etapas y el 6 % que nunca emplea ninguna secuencia de pasos o etapas. A pesar de que la mayoría concuerda la organización del trabajo por pasos o etapas, se observa una gran dispersión en la nomenclatura y sucesión de los mismos, incluso entre sujetos del mismo subgrupo dentro de la muestra. Más aun respecto a las tareas que se acometen a lo largo del proceso y en que etapas se realizan, donde se detectó menos del 5% de coincidencia, en sujetos del mismo subgrupo dentro de la muestra.

Se esperaba mayor convergencia de los resultados debido a que son individuos que trabajan dentro de los mismos equipos o en equipos diferentes dentro de la misma organización o que se encuentran en formación estudiando bajo los mismos planes de estudio.

Las maquinarias siendo una de las esferas de actuación del diseño de mayor complejidad, suele requerir la intervención de profesionales de distintas áreas del conocimiento por tanto es común que se aborde en equipos x-disciplinarios. Según el levantamiento de información realizado, el 47% alega no haber tra

bajado en equipos x-disciplinarios durante el proceso de diseño de maquinarias, un 28 % declara haberlo hecho en ocasiones, mientras que el 25 % dice hacerlo habitualmente.

En dependencia de la filosofía organizacional implantada en las empresas que se dedican al diseño de maquinarias estos equipos de trabajo pueden, o no, tener representación de otras áreas dentro de la organización, ajenas al grupo de diseño y desarrollo, e incluso, dentro de este último se pueden incluir profesionales con perfiles totalmente diferentes, de ahí la interacción disciplinaria de los equipos de trabajo.

La población estudiada que plantea haber trabajado en equipos x-disciplinarios en ocasiones o habitualmente, que representa el 53%, dice que las áreas más representadas dentro de dichos equipos de trabajo son: diseño para un 74%, tecnología con 63%, impacto ambiental e investigación y desarrollo ambas con 37%, los usuarios con 32%, seguidos de fabricación, cliente y marketing con un 26%, luego con menor representación se encuentran las áreas de reciclaje, economía, calidad, los consumidores, proveedores, mantenimiento, comercial, informática, distribución, montaje, almacén, recursos humanos, dirección y postventa.

Contradictoriamente, dentro del 47% que plantea no haber trabajado en equipos x-disciplinarios, el 13% indica que las áreas de diseño e informática se en-

cuentran representadas en los equipos de trabajo, así como el 7% menciona las áreas de marketing, tecnología, economía y los proveedores.

2. ENFOQUE DEL PROCESO DE TRABAJO: SECUENCIAL O CONCURRENTE.

Sobre la concurrencia o secuencialidad del proceso de diseño de maquinarias el 75% alegó llevarlo a cabo de un modo secuencial, el 11% planteó que, de un modo concurrente, mientras que el 14% no tomó partido. El abordaje secuencial del proceso de diseño de maquinarias implica un aumento considerable del tiempo de desarrollo de un producto, impidiendo la detección temprana de errores y su pronta erradicación.

Por otro lado del 75% que plantea tener un proceso de trabajo secuencial responde sobre el tema de la aplicación de las técnicas de la ingeniería concurrente que un 74% emplea la técnica de Diseño para la Funcionalidad (DFF), un 48% Diseño para la Fabricación (DFM), un 44% Diseño para el Ambiente (DFE), y otros en menor medida emplean Diseño para el Mantenimiento (DFMa), para la Calidad (QFD), para la Seguridad (DFS), para la Fabricación y el Ensamblaje (DFMA), para el Reciclaje (DFRec), para la Confiabilidad (DFRe), para el Ensamblaje (DFA), para la Refabricación (DFRm) y Robust Design.

A su vez, el 11% que lleva a cabo un proceso de trabajo concurrente dice que de las técnicas de la ingeniería

concurrente un 100% aplica la técnica de Diseño para la Funcionalidad (DFF) y un 25% Diseño para la Calidad (QFD), para el Ensamblaje (DFA), para la Configurabilidad (DFC), para la Seguridad (DFS), para el Ambiente (DFE), para la Confiabilidad (DFRe), para la Fabricación y el Ensamblaje (DFMA).

Del 14% que no plantea usar un proceso de trabajo secuencial o concurrente, el 80% dice emplear la técnica de ingeniería concurrente Diseño para el Ambiente (DFE), el 40 % Diseño para la Funcionalidad (DFF) y el 20% aplica el Robust Design.

3. EMPLEO DE LAS TICs EN EL PROCESO DE DISEÑO DE MAQUINARIAS.

Si bien cada grupo puede regirse por metodologías diferentes es importante que estas contemplen los métodos y procedimientos de trabajo inherentes a la actividad de diseño de maquinarias, así como aquellos para el uso de las herramientas de apoyo a la actividad como lo son, por ejemplo, las tecnologías de la información y las comunicaciones.

Sobre el hecho de que, si dichas metodologías de trabajo precisan claramente como emplear las TIC en el proceso de diseño de maquinarias, el 25 % de los encuestados, ha dado una respuesta afirmativa, el 39% dice que lo hace parcialmente, mientras que un 36 % asegura que no contienen precisiones al respecto.

De modo que un 75% considera que la metodología de trabajo que emplea no precisa de un modo concluyente como emplear las TIC, en el proceso de diseño de maquinarias.

Esta situación es particularmente incoherente con el hecho de que el 94% de la población encuestada plantea usar, en mayor o menor medida, las tecnologías de la información y las comunicaciones en el proceso de diseño de maquinarias, para un 60% que asegura que siempre las emplea, un 26% que lo hace regularmente, el 8% lo hace a veces, y el 6% restante casi nunca.

El cuestionario aplicado arrojó como resultado que, en el proceso de diseño de maquinarias, las TICs se emplean para realizar diversas tareas. La tabla a continuación muestra dichas tareas y está organizada descendientemente según el por ciento de encuestados que declararon emplear las TICs en su resolución.

TAREAS	EMPLEO DE LAS TIC POR TAREAS (%)
Modelar 3D.	94
Elaborar planos técnicos.	92
Representar el producto.	92
Presentar el proyecto.	92
Ilustrar variantes.	81
Construir esquemas.	81
Generar el prototipo digital.	78
Procesar imágenes.	72

Tabla 1: Tareas del proceso de diseño de maquinarias vs. Empleo de las TICs.

TAREAS	EMPLEO DE LAS TIC POR TAREAS (%)
Modelar 2D.	69
Procesar la información.	69
Simular modos y secuencias de uso.	50
Elaborar maquetas, modelos y prototipos.	44
Realizar simulaciones estáticas.	33
Realizar simulaciones dinámicas.	28
Gestionar el trabajo en equipo.	25
Diseñar dispositivos y herramientas para la producción.	14
Planificar el proceso productivo.	78

Como se puede apreciar las tareas en las que se declaró usar las tecnologías de la información y las comunicaciones no cubren totalmente el amplio espectro de tareas que se realizan durante el proceso de diseño de maquinarias siendo una de las, significativamente, ausentes la evaluación del prototipo. En cambio, en menor medida, los resultados muestran que se realizan otras que no atañen directamente a la actividad de diseño y desarrollo, entre ellas: diseñar dispositivos y herramientas para la producción que es responsabilidad del área tecnológica, planificar el proceso productivo de lo que se encarga el área de fabricación.

Gestionar el trabajo en equipo es una tarea para la que el 28% de los encuestados declara emplear las

TICs, sin embargo, sólo un 19% de la misma población plantea haber trabajado en equipos x-disciplinarios en ocasiones o habitualmente.

Respecto a las tipologías de tecnologías de la información y las comunicaciones que emplean en el proceso de diseño de maquinarias, se presenta a continuación una tabla con los resultados obtenidos en el cuestionario.

TIPOLOGÍAS DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES.	EMPLEO POR TIPOLOGÍA (%)	<i>Tabla 2. Tipologías de TICs empleadas en el proceso de diseño de maquinarias.</i>
Software de Diseño Asistido por Computadora (CAD).	43	
Aplicaciones Ofimáticas.	24	
Software de Cálculo Numérico.	26	
Software de Ingeniería Asistida por Computadora(CAE)	30	
Software de Manufactura Asistida por Computadora (CAM).	94	
Software de Gestión de Información.	95	
Software Educativo.	441	
Aplicaciones de Sistemas de Control y Automatización Industrial.	203	

Con el fin de contrastar las tipologías de tecnologías de la información y las comunicaciones que los encuestados manifestaron emplear en el proceso de diseño de maquinarias se les pidió seleccionar de una lista de

software disponibles en el mercado en la cual se podía agregar, si lo consideraban, aquellos que no aparecieran listados. A pesar de que el 25 % manifiesta emplear Software de Calculo Numérico en el proceso no fue seleccionado de la lista ofrecida o agregado a la misma ningún software de este tipo.

Del mismo modo, aunque el 11% dice emplear software de gestión de la información ninguno de esta clase fue seleccionado.

Los Softwares de Ingeniería y Manufactura Asistida por Computadoras seleccionados fueron exclusivamente aquellos que a su vez son de Diseño Asistido por Computadoras.

A pesar de que producto el 8% y el 3%, declaran usar Software Educativo y Aplicaciones de Sistemas de Control y Automatización, respectivamente, tampoco se señalaron software de este tipo en la lista ofrecida.

Resalta particularmente el hecho que ningún sujeto de la población haya señalado el empleo de software para la aplicación de la ingeniería concurrente, de ingeniería del producto o de gestión de la información: del ciclo de vida del producto, de datos del producto, de gestión de proyectos, de datos del cliente y de la cadena de suministro o de recursos empresariales, cuando la mayoría admitió emplear técnicas de la ingeniería concurrente en el proceso de diseño de maquinarias.

CONCLUSIONES:

De la información obtenida por los distintos medios se puede concluir que:

- Respecto al proceso de diseño sus etapas y tareas, la mayoría organiza el trabajo por etapas que no se encuentran claramente precisadas y difieren de un sujeto a otro dentro de la muestra e incluso dentro de los subgrupos poblacionales, tanto similar ocurre con las tareas que se realizan dentro de ellas. Se requiere una sistematización del proceso de diseño de maquinarias, sus etapas y tareas que responda integralmente a las necesidades de la industria cubana, los profesionales del diseño y los estudiantes en formación.
- Sobre el trabajo en equipos x-disciplinarios, y las áreas que se ven representadas dentro de esos equipos, se obtuvieron resultados contradictorios debido a que el 53% señala haber trabajado en equipos x-disciplinarios en ocasiones o habitualmente, y que las áreas que se ven mayoritariamente representadas dentro de los equipos son Diseño, Tecnología, Impacto Ambiental e Investigación y Desarrollo, sin embargo el 47% que declara no haber trabajado en equipos x-disciplinarios, manifiesta la representación de las áreas de Diseño e Informática el 13% y el 7 % Marketing, Tecnología, Economía y los Proveedores.

- A propósito de la concurrencia o secuencialidad del proceso de trabajo y la aplicación de las técnicas de la ingeniería concurrente en el proceso de diseño de maquinarias, la mayoría expresó mantener un proceso de trabajo secuencial sin embargo el 14% mantuvo no emplear ninguno de los dos métodos, así como independientemente de que tipo de proceso de trabajo declararon emplear, indistintamente coincidieron en el uso de las técnicas de ingeniería concurrente, siendo la mayor ocurrencia, Diseño para la Funcionalidad con un 72% de empleo, Diseño para el Ambiente con un 47%, y Diseño para la Fabricación con un 36%.

- En relación a la existencia de precisiones sobre el uso de las TIC en la metodología de trabajo empleada el 75% alegó que no lo hacen de un modo categórico, sin embargo, el 94%, dice emplear las TIC en el proceso de diseño de maquinarias, manifestando su empleo en múltiples tareas, de las cuales resultaron más frecuentes, la modelación 3D para el 94% de los casos, elaboración de planos técnicos, representación del producto y presentación del proyecto en un 92%. Además de que se incluyeron tareas que no se corresponden con la actividad de diseño y desarrollo de las maquinarias y se omiten otras inherentes a ella.

- Se observan incongruencias entre las tipologías de software que declaran emplear los encuestados, con los softwares disponibles en el mercado

que señalan usar. Algunas categorías que aseguran usar no fueron sustentadas por el empleo de software disponibles en el mercado.

- La información obtenida hace inferir que se requiere una metodología de trabajo que precise claramente como relacionar las TIC con las etapas del proceso de diseño de maquinarias, así como las etapas y tareas que pueden ser satisfechas con su uso, considerando un proceso de trabajo que se base en la filosofía de la ingeniería concurrente, y se valga de las técnicas que mejor respondan a las características del proyecto en cuestión. La propuesta debe garantizar que se tome en cuenta, desde el comienzo, el ciclo de vida del producto, en su totalidad, a partir de un enfoque de trabajo x-disciplinario caracterizado por la concurrencia y la representación en el equipo de las diversas áreas que tienen que ver con el mismo. Además, contenga precisiones sobre cómo emplear las TIC y cuáles son más apropiadas en cada etapa del proceso, para dar solución a las tareas de modo que se garantice el correcto flujo de información entre los miembros del equipo, asumiendo la filosofía de la ingeniería concurrente en el proceso de diseño de maquinaria.

BIBLIOGRAFÍA

Angulo Álvarez, Carlos (2002). Método de diseño industrial asistido por computadoras. MDIAC.

Anónimo. (2008)¿Qué tipos de software hay y cómo se clasifican? Recuperado de <https://darkub.wordpress.com/2008/12/20/%C2%BFque-tipos-de-software-hay-y-como-se-clasifican/>

Anónimo. (2012). Clasificación del software. Recuperado de <http://www.mitecnologico.com/Main/ClasificacionDelSoftware>

Anónimo. (2013). Introducción al CAD/CAM. Recuperado de <https://lenguajedeingenieria.files.wordpress.com/2013/02/introduccion-al-cad-cam.pdf>

Anónimo. (2016). Vía Definición. Recuperado de: <http://definicion.mx/proceso/>

Anónimo. CAD aplicaciones y tipos de programas. Recuperado de <http://platea.pntic.mec.es/~jalons3/4ESO/1diseno/2aplitipo.htm>

Barrios, J. & Montoya, Jhonathan. La gestión como Clientes (CRM) Recuperado de <http://site/ticsgerenciaempresarial/las-tics-en-la-gerencia-empresarial/crm>

Bernal Barrón, Roberto (2002). Propuesta de un modelo del proceso de Diseño Industrial apoyado en las nuevas tecnologías de la información y su aplicación. CyAD, UAM Azcapotzalco, México.

Betancourt Herrera, ScD. José Luis. (2016). “Nuevas Tecnologías para el Diseño”. Maestría Gestión de Diseño, Módulo “Nuevas Tecnologías para el Diseño”, Conferencia 1. ISDi, La Habana, Cuba.

Bonilla, Ana (2003). Guía Básica para la Aplicación de las TICS en PYMES. Capítulo 1 Herramientas de diseño e ingeniería.

Candal M. V. (2005) Integración CAD/CAE/CAM-PR en la optimización del diseño de productos plásticos: caso de estudio. Revista Ciencia e Ingeniería. Vol. 26 No. 3. Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.

Díaz, ScD. David. (2015) Tecnologías de Información y Comunicaciones (TICs) y su rol en la Innovación. CID. Facultad de economía y negocios de la Universidad de Chile.

EAE Business School. (2018). ¿Por qué necesito un software para la gestión de proyectos? Recuperado de <https://www.eaprogramas.es/empresa-familiar/2014/11/10-sofware-gratuitos-para-gestionar-proyectos.htm>

Mauy, Dr. Heriberto. (2003). Ingeniería Concurrente. Universidad del Norte Departamento de Ingeniería Mecánica.

Peña, MSc. Sergio. (2007). Propuesta de currículo para la formación de diseñadores. Tesis para optar por el título de Máster en Gestión de Diseño. ISDi, La Habana, Cuba.

Pérez, MSc. Milvia. (2015). “Teoría de Diseño”. Maestría Gestión de Diseño, Módulo “Teoría de Diseño”, Conferencia 1. ISDi, La Habana, Cuba.

Ramírez, C. (2011) Propuesta metodológica para el desarrollo de productos. Pensamiento y Gestión

Ribas Romeva, Carles. (2002). Diseño Concurrente. Barcelona, España: Edicions UPC.

Siemens. (2018). Soluciones PLM por línea de producto. Recuperado de <http://Soluciones%20PLM%20por%20línea%20de%20producto%20-%20Tecnología%20de%20automatización%20-%20Siemens.htm>

SolidWorks. (2011). Conexión ERP/MRP. Recuperado de <http://sw/products/product-data-management/erp-mrp-connection.htm>

RECIBIDO: 20 de julio 2019

APROBADO: 21 de septiembre 2019