

Ingeniería inversa aplicada al mantenimiento industrial

Reverse engineering applied to industrial maintenance

MERAZ-MENDEZ, Manuel*† & GARCÍA-FLABIO, Armando

Universidad Tecnológica de Chihuahua, Avenida Montes Americanos 9501, Sector 35, C.P.31216

ID 1^{er} Autor: *Manuel, Meraz-Mendez* ORC ID: 0000-0001-8254-957, Researcher ID Thomson: S-4565-2018, CVU CONACYT ID: 250582

ID 1^{er} Coautor: *Flabio Armando, Morua-García*

Recibido 11 de Octubre, 2018; Aceptado 17 de Diciembre, 2018

Resumen

El Cuerpo Académico (CA) de Ingeniería Inversa Aplicada al Mantenimiento Industrial es un CA de la Universidad Tecnológica de Chihuahua en formación integrado por docentes de la Carrera de Mantenimiento Industrial que tiene como objetivo ofrecer un servicio de análisis y rediseño de componentes de máquinas que presentan fallas por un mal diseño a través de la aplicación de la Ingeniería inversa, la metodología aplicada consiste en una primera fase de análisis de la información, donde se obtienen los datos paramétricos de las piezas a ser estudio, después se realiza el modelo 3D en un paquete de CAD, posteriormente se realizan simulaciones de validación a través de programas de análisis de elemento finito (FEA por sus siglas en inglés), después de que ya se tiene el modelo CAD validado se genera un prototipo a través de una máquina de impresión 3D para validar forma y funcionalidad, finalmente se procede al diseño del proceso de fabricación a través de máquinas automatizadas como lo son de Control numérico Computarizado (CNC). Con esta la aplicación de esta tecnología se minimizan costos a la empresa y se reducen los tiempos muertos producidos por fallas en componentes no funcionales.

Rediseño, Modelado, Análisis, Validación, Fabricación

Abstract

The Reverse Engineering is a Methodology Applied to Industrial Maintenance that aims to offer a service of analysis and redesign of machines components that present failures due to a bad design through the application of reverse engineering, the applied methodology consists of a first phase of information analysis, where the parametric data from the pieces to be studied are obtained, then the 3D model is made in a CAD package, then validation simulations are carried out through finite element analysis programs (FEA), after which the validated CAD model is already generated, a prototype is generated through a 3D printing machine to validate form and functionality, finally proceeds to the design the manufacturing process through machine Automated as they are from Computerized Numerical Control (CNC), To come to the conclusion with the businessman of what is being sought, with this the application of this technology minimizes costs to the company and reduces downtime caused by failures in non-functional components.

Redesign, Modeling, analysis, validation, manufacturing

Citación: MERAZ-MENDEZ, Manuel & GARCÍA-FLABIO, Armando. Aeropuerto: Ingeniería inversa aplicada al mantenimiento industrial. Revista de Innovación Sistemática 2018. 2-8:18-22

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: mmeraz@utch.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La ingeniería Inversa es el proceso de descubrir información de un diseño de un producto mediante el razonamiento abductivo con el fin de crear otro producto que tenga las mismas funciones que el original, en la actualidad la Ingeniería Inversa es un método válido para la creación o recreación de nuevos productos a través de productos ya existentes (Ingeniería, 2018).

La ingeniería inversa consiste en la captura y procesamiento de la información geométrica en tres dimensiones de un objeto físico. El proceso de captura de información geométrica se conoce como digitalización 3D, y el procesamiento de datos se denomina reconstrucción de superficies.

En la digitalización se pueden utilizar calibradores y galgas para medir la geometría si esta no es muy compleja, pero si la geometría presenta un alto grado de complejidad es necesario aplicar técnicas más avanzadas que utilizan escáner láser, ultrasonido, reconocimiento de imágenes o digitalizadores de contacto.

La reconstrucción de superficies toma la información 3D adquirida, y por medio de herramientas CAD genera un modelo computacional tridimensional que puede ser manipulado de acuerdo a las necesidades de diseño, manufactura y análisis.

La ingeniería inversa a nivel investigativo y académico es una disciplina en evolución tecnológica permanente, y a nivel industrial ha crecido su aplicación en consecuencia al estado de madurez alcanzado por los sistemas de captura de información tridimensional y los paquetes de procesamiento computacionales disponibles en la actualidad (Boulanger, 2005)

El uso de las máquinas CNC es otro factor importante en la aplicación de la ingeniería inversa relacionada con el mantenimiento industrial, ya que se conjuga el diseño de los programas con esta maquinaria, por lo tanto los ingenieros de mantenimiento industrial deben de saber vincular ambas herramientas.

Objetivo

El objetivo de la Ingeniería Inversa Aplicada al Mantenimiento Industrial es obtener información de un producto o pieza mecánica, con el fin de realizar un rediseño para mejorar su funcionalidad

Metodología

El método de la Ingeniería Inversa aplicada al mantenimiento Industrial (Figura 1) avanza en dirección opuesta a las tareas habituales de ingeniería, que consisten en utilizar datos técnicos para elaborar un producto determinado de una máquina que presenta fallas subsecuentes, en general, si el producto u otro material que fue sometido a la ingeniería inversa fue obtenido en forma apropiada, entonces el Producto cumple con sus especificaciones y funcionalidad, en caso que no se cumpla, se realizara un rediseño para mejorar su funcionalidad.

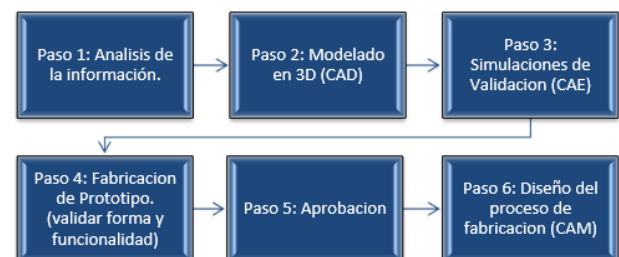


Figura 1 Metodología pasos a seguir

Paso 1.- Análisis de la información

En esta primera fase el investigador detecta una problemática en el entorno que puede ser industrial, comercial o de servicios, para ello el cliente se pone en contacto con el responsable del CA con el objetivo de plantear la problemática que se ha estado presentado en su empresa, dicha problemática debe de corresponder a la solución de un problema de mantenimiento, donde una pieza mecánica este fallando por un mal funcionamiento o diseño de la misma.

El investigador comienza por recolectar información como:

- Identificar la problemática; esto es de un equipo, máquina o mecanismo, identificar el elemento o componente que presente una falla mecánica (corto plazo)

- Análisis de factibilidad de fabricación; (corto plazo)
- Analizar si el componente se comercializa como una refacción
- Analizar el precio de venta como refacción
- Determinar su factibilidad de fabricación debido a que en el análisis de los puntos anteriores resulte que ya no exista en el mercado o bien que sea muy caro para adquirirlo.

En esta etapa es cuando se determina aplicar la Ingeniería Inversa Aplicada al Mantenimiento Industrial.

Paso 2.- Modelado 3D en Software de CAD

La segunda etapa inicia con la Inspección y digitalización de la pieza original, la cual consiste en medir y determinar las coordenadas de cada uno de las características que componen a la pieza original para después Transmitir la información digitalizada a un paquete de CAD en él se obtiene el modelado en 3D de la pieza con la aplicación de la Normatividad adecuada en el diseño

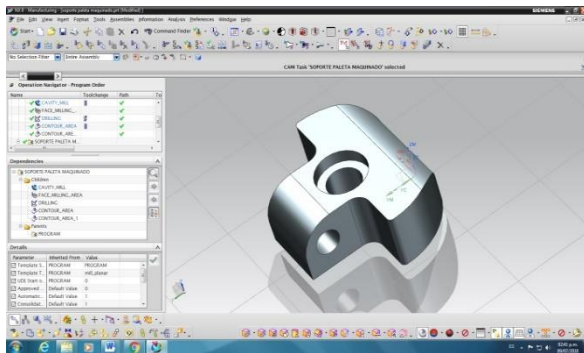


Figura 2 Modelado en 3D en siemens NX



Figura 3 Obtención del plano 2D

Un escáner 3D (Figura 4) es un dispositivo que analiza un objeto o una escena para reunir datos de su forma y ocasionalmente su color. La información obtenida se puede usar para construir modelos digitales tridimensionales que se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones (TECNONAUTA, 2018).

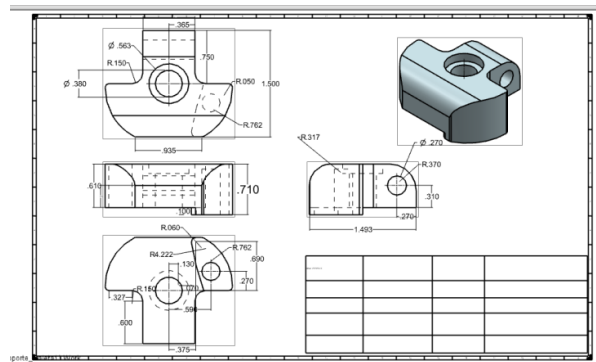


Figura 4 Impresora 3D cortesía Makerbot

Paso 3.- Simulaciones de validación por un software CAE

Antes de aplicar el análisis CAE (*Ingeniería Asistida por Computadora*) se debe de Investigar materiales y propiedades del elemento mecánico así como normas aplicables al diseño del elemento (ASME, ANSI, ISO, etc.)

La aplicación de análisis CAE (someter el elemento modelado en 3D a una simulación de esfuerzos mecánicos con la aplicación del análisis del elemento finito (FEM), para determinar los puntos débiles en los que pudiera fallar la pieza o el elemento.

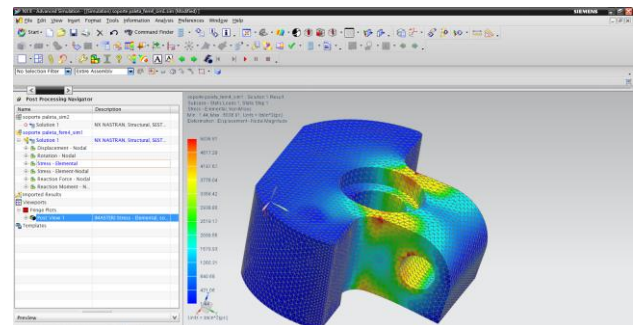


Figura 4 Análisis FEM por Naxtran de Siemens NX

Paso 4.- Fabricación de Prototipo. (Validar forma y funcionalidad)

La fabricación del prototipo puede realizarse por medio de una impresora 3D o por medio de maquinado CNC (Figura 5), en esta etapa la fabricación solo se realiza en modo de prototipo para validar la forma y funcionalidad de la pieza para así detectar algunos cambios y rediseñar el producto



Figura 5 Máquina CNC Cortesía Haas co.

Paso 5.- Aprobación

Entrega de Producto Final para su aprobación o Reinicio de la Ingeniería Inversa.- En esta etapa, debido a los resultados de laboratorio se evalúa si el producto cumple con las características y especificaciones de diseño para ser entregado al cliente como un producto de calidad y excelente funcionalidad, de lo contrario, se vuelve a aplicar la Ingeniería Inversa para corregir los parámetros o factores que hacen que el producto no cumpla con su funcionalidad

Paso 6.- Diseño del proceso de fabricación (CAM)

En esta parte del proceso, el dibujo es transferido a un paquete de manufactura CAM (*Manufactura Asistida por Computadora*, Figura 7) con la ayuda de un traductor. Este traductor debe convertir al archivo CAD en un archivo legible por el sistema CAM.

- Determinar sus herramientas requeridas para la fabricación
- Determinar las operaciones y secuencia del maquinado
- Simulación del maquinado. Esto consiste en determinar los parámetros de corte (velocidad de corte, velocidad de avance, profundidad, enfriamiento y método de sujeción)

- Postprocesado.- Esto consiste en generar los códigos G y M en formato TXT (Texto), para iniciar la transferencia del programa de CNC a la Máquina para la Fabricación (Figura 8).
- Maquinado del prototipo a través de una máquina CNC. Este es la utilización de una máquina como puede ser un Centro de maquinado, Torno, Wire EDM, Water Jet, etc.

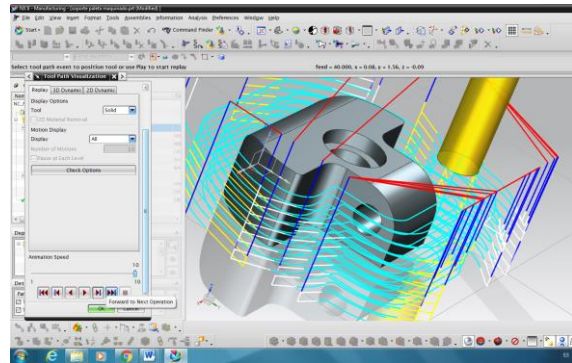


Figura 7 Diseño y simulación del programa de CNC por CAM Express

```

N0 G17 G90 G54
N5 T1 M3 M6 F150 S1800
N10 G0 X0 Y0 Z70
N15 G0 X13 Y50 Z5
N20 G1 Z-5
N25 G1 X23 Y10
N30 G1 X33 Y50
N35 G1 X43 Y10
N35 G1 X53 Y50
N40 G1 Z5
N45 G1 X67 Y10
N46 Z-5
N50 G1 Y50
N55 G1 Y27
N60 G1 X83 Y50
N65 G1 X70 Y30
N70 G1 X83 Y10
N75 G1 Z5
N80 G0 X0 Z70
N85 M30
  
```

Figura 8 Programa de CNC

Resultados

La ingeniería inversa es una herramienta que ha ayudado al desarrollo y evolución del mantenimiento industrial, ya que esta facilita el rediseño de los componentes necesarios en los procesos de producción, acortando tiempos de reparaciones, bajando los costos de reemplazo, disminuyendo los tiempos muertos por reparación y tiene la propiedad de poder realizar mejoras en diseños en las maquinarias instaladas.

La metodología de ingeniería inversa es especialmente útil cuando se requiere trabajar con precisión, geometrías complejas, disminución de tiempo de desarrollo y evitar ensayo y error como factores incidentes en el desarrollo de un producto.

Agradecimiento

En especial a la Universidad Tecnológica de Chihuahua por el apoyo en la participación en el CICA 2018

Conclusiones

La ingeniería inversa aplicada al mantenimiento industrial tiene muchos beneficios en sus aplicaciones de rediseño y aplicación en el ámbito laboral, ya que facilita el reemplazo de piezas dañadas, faltantes y obsoletas en todo tipo de maquinaria.

También sirve para el diseño de nuevas herramientas utilizadas en las mejoras de los procesos de producción, dando como resultado un producto final de excelente calidad.

La ingeniería inversa promueve en el mantenimiento industrial la innovación y el desarrollo en las tecnologías digitales, ya que para poder aplicar esta herramienta se necesitan softwares de vanguardia como el Siemens NX y CATIA V6, estos programas hacen que los usuarios se capaciten de forma frecuente llegando a estar actualizado en para la aplicación e implementación de la reingeniería inversa.

Referencias

Boulangier, P. (2005). Collaborative Virtual Manufacturing.

Ingeniería, B. (2018, junio). *¿Qué es la ingeniería inversa?* Retrieved from <https://blogingenieria.com/general/ingenieria-inversa/>

TECNONAUTA. (2018, Julio). *Escaners 3D, ¿Qué Son? ¿Para Qué Sirven?* Retrieved from [Impresoras 3D: https://www.tecnonauta.com/notas/1888-escaner-3d](https://www.tecnonauta.com/notas/1888-escaner-3d)