

INTEGRACIÓN DE LA INGENIERÍA INVERSA EN EL DISEÑO PRINCIPAL

APROVECHAMIENTO DE UN ÚNICO ENTORNO CON
MODELADO PARAMÉTRICO, DIRECTO Y DE FACETAS



LIFECYCLE

INSIGHTS

FRICCIÓN DIGITAL EN EL PROCESO DE INGENIERÍA INVERSA

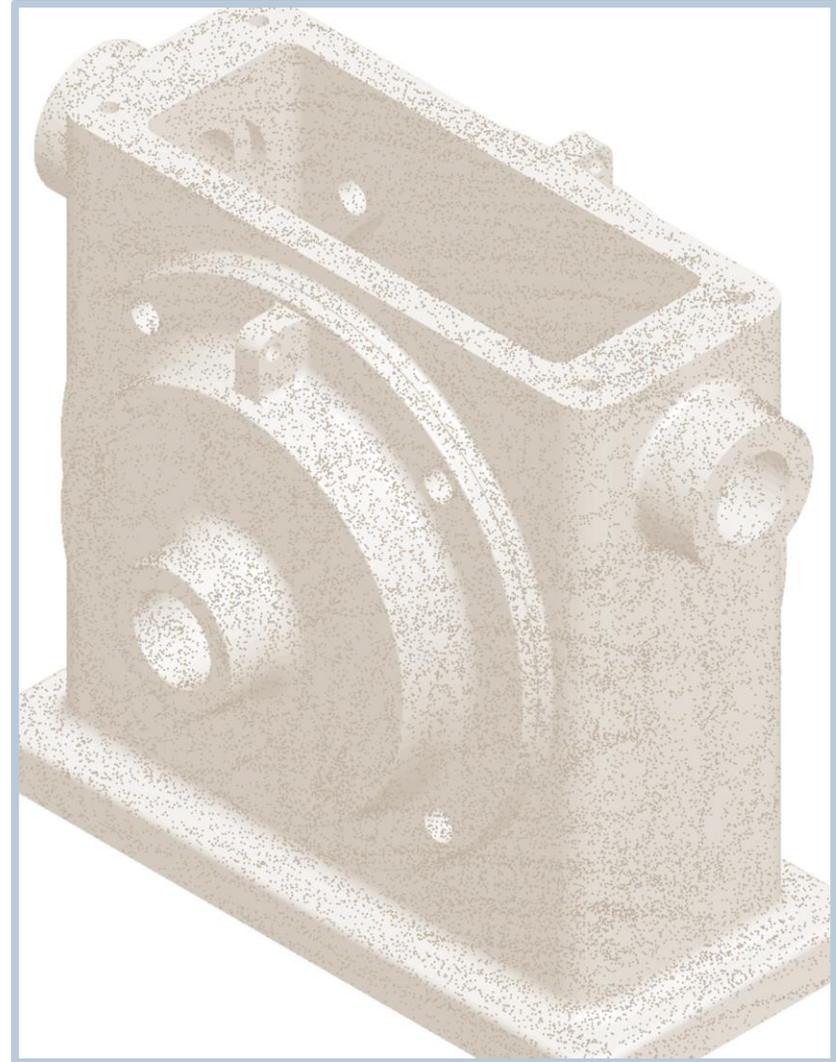
La ingeniería inversa siempre ha sido una actividad importante en el diseño. Esta práctica, en la que los ingenieros deconstruyen y analizan un elemento físico para entender cómo se ha diseñado, siempre ha proporcionado un medio para reproducir productos. Algunos equipos lo utilizan para replicar productos de la competencia. Otros lo emplean con el objetivo de recrear componentes para los que no existe documentación de ingeniería. Y otros lo aprovechan como medio para identificar la causa raíz de los fallos. Proporciona una funcionalidad importante a las empresas de ingeniería.

Pese al importante papel que desempeña la ingeniería inversa en el diseño, ha tenido una integración escasa en los modernos procesos de desarrollo digital. Los ingenieros suelen tener que recurrir a una serie de aplicaciones de software complicadas y no integradas para completar el trabajo. Una gran cantidad de fricciones en ese flujo de trabajo digital socava la eficacia de las actividades de ingeniería inversa. Esa fricción erosiona la productividad de los ingenieros y limita el tiempo que pueden dedicar al diseño y al desarrollo.

Sin embargo, la nueva tecnología promete eliminar la fricción digital asociada a la ingeniería inversa. Están surgiendo herramientas de software que ofrecen la combinación adecuada de funcionalidades para completar todo el flujo de trabajo en un único entorno. Esto, a su vez, permite a los ingenieros recuperar su productividad.

Este e-book se centra en este tema. Analiza los detalles de la ingeniería inversa y explica cómo encaja el proceso en el diseño conceptual, el diseño detallado, la creación de prototipos y pruebas. También profundiza en las soluciones digitales tradicionales y progresivas que dan soporte a la ingeniería inversa, y destaca sus ventajas e inconvenientes.

La ingeniería inversa es una parte fundamental del diseño. Ha llegado el momento de contar con las herramientas adecuadas para respaldarla.



LA INGENIERÍA INVERSA EN EL PROCESO DE DESARROLLO

Antes de abordar la tecnología utilizada para respaldar la ingeniería inversa, es importante entender los aspectos básicos de la misma. En esta sección se explica cómo y por qué se utiliza en el proceso de desarrollo, se indican las cuestiones técnicas que deben tenerse en cuenta y se analiza cómo se utiliza en las fases de diseño conceptual, diseño detallado, creación de prototipos y pruebas.

APLICACIONES DE LA INGENIERÍA INVERSA

Existen numerosas circunstancias durante el proceso de desarrollo en las cuales la ingeniería inversa resulta de utilidad, pese a la fricción que implica ejecutar su flujo de trabajo digital. El hilo conductor de estas circunstancias es que la empresa no dispone de documentación de ingeniería. Las razones más comunes son las siguientes:

- El producto o componente se desarrolló antes de que se llevara a cabo una configuración apropiada y se establecieron unas prácticas de control.
- El producto o componente lo desarrolló una empresa que ha sido comprada, y la documentación se perdió o extravió durante la transición.
- Si el producto o componente forma parte de una startup, es posible que la documentación no se haya desarrollado nunca.
- El producto o componente puede pertenecer a un competidor, siga o no en activo.
- Un diseño formado de manera orgánica se desarrolla primero físicamente y después se convierte en definición digital.

Las razones por las que una empresa de ingeniería necesita aprovechar la ingeniería inversa en su proceso de desarrollo pueden ser muy variadas, entre ellas:

- Un producto o componente que funciona desde hace tiempo se ha roto o debe sustituirse. La empresa debe replicar el producto o componente existente como recambio. Por otro lado, puede que necesite comprender la causa del fallo para evitar problemas en el futuro.
- La empresa pretende desarrollar la siguiente generación de un producto o componente ya existente. Necesita una representación digital del artículo existente para utilizarla como punto de partida en un nuevo diseño.

CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Un proceso moderno de ingeniería inversa comienza con el paso técnico de escanear el producto o componente existente. Durante este proceso, un escáner láser toma cientos o miles de medidas tridimensionales del artículo. Cada medida tiene una posición X, Y Z en el espacio. En conjunto, esta nube de puntos representa la superficie exterior del artículo. Sin embargo, el proceso no termina aquí. Suele ser el punto en el que comienza.

Una vez escaneado el artículo, la nube de puntos puede utilizarse para crear un modelo sólido, cuya geometría es diferente de la geometría suavemente redondeada creada por el modelado paramétrico y directo. La geometría del modelo sólido se genera creando facetas planas entre tres puntos cualesquiera de la nube. El resultado es una geometría de malla que no puede manipularse, modificarse ni editarse mediante funcionalidades de modelado directo o paramétrico. En cambio, el modelado de facetas permite modificar esta geometría.

LA INGENIERÍA INVERSA EN EL DISEÑO DE CONCEPTO

En esta área, los ingenieros desarrollan una serie de ideas que podrían cumplir con los requisitos de forma, ajuste y función. Inicialmente, buscan diseños que sean capaces de cumplir estos requisitos. Más tarde, en función del papel que desempeñe dicho diseño en el producto o sistema a mayor escala, el ingeniero explora más alternativas o continúa con otro diseño.

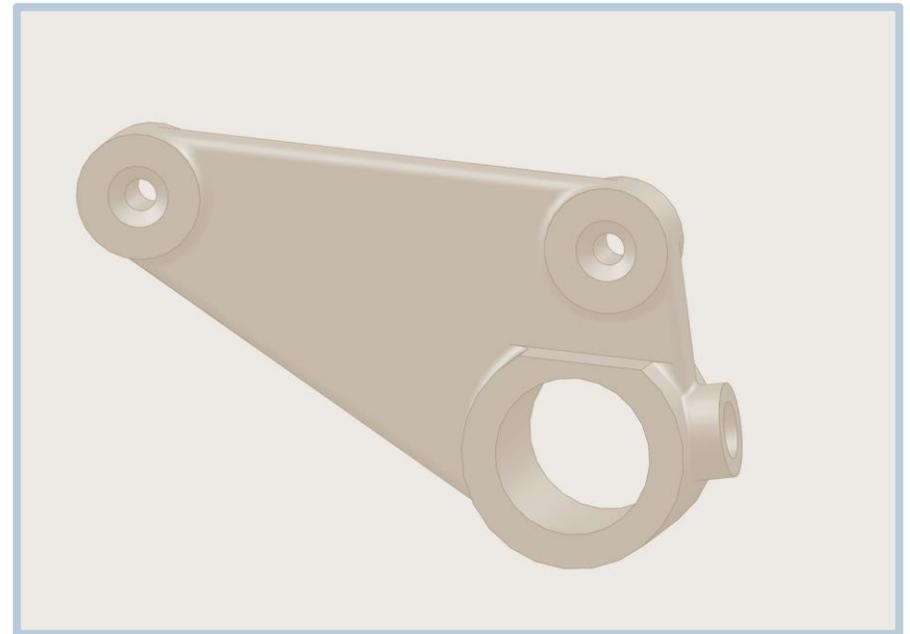
Las representaciones geométricas digitales de estos diseños pueden variar mucho. Algunos usan técnicas de diseño ascendentes y descendentes para restringir los volúmenes y espacios para componentes determinados. Otros completan estas ideas con bocetos en 2D o 3D desarrollados a partir de curvas, líneas, superficies y otros elementos geométricos sencillos. Sin embargo, en esta fase, estas representaciones no suelen ser modelos 3D detallados. Estos últimos se crean durante el diseño de detalle.

La ingeniería inversa puede desempeñar múltiples funciones en el diseño de concepto. Una de las aplicaciones es capturar el tamaño y la forma de un producto o componente como contexto del nuevo concepto de diseño. Esta funcionalidad permite a los ingenieros diseñar en torno al producto existente y evaluar si se han cumplido sus requisitos. En este escenario, no es necesario transformar la geometría de malla del componente escaneado en un modelo redondeado suavemente. Puede cumplir su función tal y como es.

Otra función de la ingeniería inversa es utilizar el componente escaneado como punto de partida de un nuevo concepto. La nueva idea puede heredar algunos de los rasgos y características del artículo existente, pero divergir de forma significativa en otras áreas. En este contexto, la geometría de malla sirve de guía para

crear una nueva geometría utilizando métodos tradicionales, como el modelado paramétrico y el directo.

Un tercer caso, pero de importancia vital, consiste en utilizar directamente la geometría de malla del componente escaneado. El ingeniero puede cambiar directamente la geometría de malla mediante las funcionalidades de modelado de facetas. Esto incluye añadir o eliminar material. Además, puede incluir la modificación de la geometría de malla. Es importante poder mezclar y combinar la geometría redondeada creada con el modelado paramétrico y directo con la geometría de malla creada y modificada con el modelado de facetas. En este caso, puede que no sea necesario transformar esa geometría de malla en una geometría redondeada, sobre todo si el artículo se va a producir utilizando la fabricación aditiva.



LA INGENIERÍA INVERSA EN EL DISEÑO DETALLADO

En esta fase del desarrollo, los ingenieros utilizan un concepto de diseño examinado y lo detallan completamente para el lanzamiento verificando que cumpla con los requisitos de forma, ajuste y función. Deben explorar las opciones para los distintos aspectos del diseño en un intento por mejorar el rendimiento. Esto sucede a aquellos diseñadores que buscan el equilibrio adecuado entre requisitos como el peso o la carga estructural, el coste y las frecuencias naturales.

La representación geométrica digital de este diseño en esta fase es un modelo 3D completamente detallado. Se suelen crear con las funcionalidades de modelado paramétrico y directo, que dan como resultado una geometría ligeramente redondeada.

Como en el caso del diseño conceptual, la ingeniería inversa desempeña muchas funciones en el diseño detallado. La geometría de malla de un producto o componente escaneado puede utilizarse como contexto del diseño detallado. Se pueden desarrollar muchos otros diseños en torno a ese elemento mientras se comprueban los requisitos. En este escenario, no es necesario transformar el componente escaneado en un modelo redondeado.

La ingeniería inversa también puede servir de base de un nuevo diseño detallado. El escaneado del artículo puede utilizarse como guía para crear una nueva geometría redondeada utilizando las funcionalidades de modelado paramétrico y directo. Esto permite a los ingenieros acelerar su trabajo al no tener que partir desde cero.

Otra aplicación de la ingeniería inversa es el uso de la geometría de malla como diseño detallado. Las funcionalidades de modelado de facetas se pueden usar para modificar y ajustar la geometría de malla, como añadir o eliminar material, para

cualquier cambio que sea necesario. Este modelo puede utilizarse para fabricación, sobre todo si se aplican enfoques aditivos en la producción.

En cada uno de estos casos, la capacidad de mezclar y combinar las funcionalidades de modelado paramétrico, directo y de facetas es esencial. Permite a los ingenieros modificar la geometría de malla, ya sea como geometría de diseño o como referencia. Además, pueden crear una geometría redondeada, si es necesario.



LA INGENIERÍA INVERSA EN LA CREACIÓN DE PROTOTIPOS Y PRUEBAS

Cuando un diseño llega a esta fase, se fabrica y se prueba físicamente. El objetivo es verificar que el diseño es capaz de cumplir realmente con todos los requisitos asignados. A su vez, si un diseño ya liberado falla, puede volver a entrar en esta fase. La creación de prototipos y pruebas puede utilizarse para identificar la causa raíz del fallo antes de implementar una modificación.

Desde el punto de vista de la geometría, la primera vez que un modelo 3D detallado pasa formalmente del ámbito digital al físico es durante la creación de prototipos y pruebas. Esto requiere el uso de funcionalidades de fabricación, como la generación de trayectorias de herramientas CNC o la impresión 3D, que se aprovechan para realizar el diseño en el mundo físico.

Uno de los principales usos de la ingeniería inversa en la creación de prototipos y pruebas es replicar rápidamente un producto o componente para validar el rendimiento de otros diseños. En este caso, la ingeniería inversa se utiliza para reproducir un artículo existente. Luego se usa junto con los nuevos diseños para realizar pruebas. No se efectúan cambios en el elemento que se ha recreado.

Un caso similar, con algunas diferencias, es el uso de la ingeniería inversa para duplicar un elemento con el fin de identificar la causa raíz de un fallo. El propósito no es explorar ni verificar los cambios en el diseño, sino entender cómo y por qué ha fallado el artículo. Cuando se tiene esta información, la empresa puede emprender un nuevo trabajo de diseño para modificar o sustituir ese artículo por una propuesta nueva.

Otro uso de la ingeniería inversa es el de simular posibles cambios en un producto o componente, y luego probarlo físicamente con rapidez. En este caso no solo es importante desarrollar un modelo 3D rápido a partir del escaneado, sino también realizar modificaciones en la geometría de malla con rapidez y facilidad.

Al igual que en el caso del diseño conceptual y el diseño detallado, la posibilidad de mezclar y combinar las funcionalidades de modelado paramétrico, directo y de facetas es fundamental para la ingeniería inversa en la creación de prototipos y pruebas. Permite a los ingenieros cambiar la geometría de malla, ya sea como geometría de diseño o como referencia. Además, pueden crear una geometría redondeada si es necesario.



LA SOLUCIÓN DE LAS DOS APLICACIONES

En el diseño conceptual, el diseño detallado y la creación de prototipos y pruebas, la ingeniería inversa es una actividad de diseño fundamental. Sin embargo, las tecnologías tradicionales que se utilizan para dar soporte a la ingeniería inversa, un par de aplicaciones de software sin integración, tienen un alto nivel de fricción en el flujo de trabajo digital.

DOS TIPOS DE GEOMETRÍA, TRES MODELADOS

Por lo general, el modelado tradicional de la geometría tiene dos formas: paramétrico o directo. El primero se puede utilizar para crear un modelo operación a operación mediante controles dimensionales paramétricos. El modelado directo, por otro lado, permite modificar una geometría ya existente empujándola, estirándola o arrastrándola. Ambas estrategias de modelado trabajan con «representaciones de contornos» en las que la geometría se representa mediante superficies planas o ligeramente curvadas.

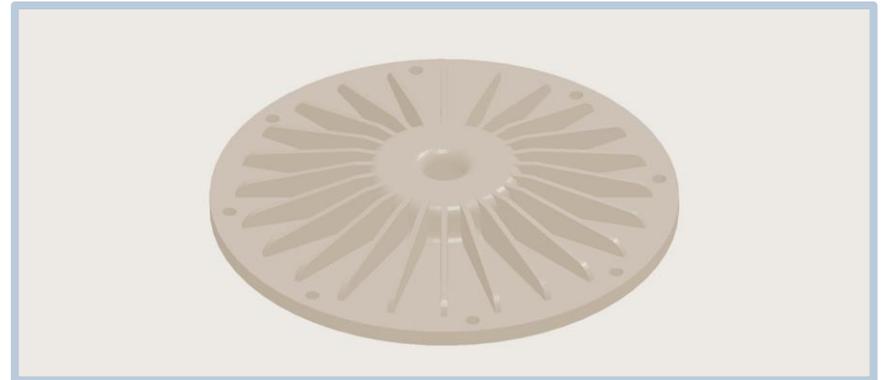
Por el contrario, la geometría de malla contiene una nube de puntos que representa la superficie externa de un diseño. Algunas aplicaciones CAD lo convierten en geometría sólida creando triángulos o trapecios planos y uniéndolos en un sólido «hermético». El modelado de facetas permite a los ingenieros modificar la calidad de la malla resultante, así como modificar la geometría añadiendo o eliminando material.

Como ya se ha señalado, hay casos en los que los diseñadores necesitan desarrollar una geometría redondeada así como la geometría de malla. En el diseño de concepto, los ingenieros deben trabajar con bocetos e indicaciones espaciales junto con la geometría de malla de los componentes escaneados. En el diseño de detalle, necesitan crear modelos detallados en 3D teniendo en cuenta la geometría de malla. En la creación de prototipos y pruebas, deben producir rápidamente componentes a partir de estas representaciones de contornos y de la geometría de malla.

LA SOLUCIÓN DE LAS DOS APLICACIONES

Las aplicaciones CAD tradicionales utilizadas para crear modelos 3D y otros dispositivos a menudo utilizan algunas combinaciones de modelado directo y paramétrico, y ambos dan como resultado representaciones de contornos. Esta potente combinación de herramientas de modelado se pueden usar de manera rápida y sencilla para desarrollar conceptos de diseño y diseños detallados y para crear componentes físicos. Lamentablemente, muy pocos ofrecen el modelado de facetas junto a estas funcionalidades convencionales.

Dado que la mayoría de aplicaciones CAD no son capaces de trabajar con geometría de malla, los ingenieros deben buscar otras soluciones. Algunas aplicaciones independientes, normalmente aquellas que ofrecen hardware de escaneo láser, proporcionan una aplicación similar a CAD que incluye modelado de facetas. En teoría, los ingenieros pueden utilizar a la vez las aplicaciones CAD tradicionales y estas otras específicas. Sin embargo, existen numerosos inconvenientes vinculados a esta opción.



FALTA DE UN ÚNICO ENTORNO

Hay muchos casos en el diseño conceptual, el diseño detallado y la creación de prototipos y pruebas en los que los ingenieros deben combinar el modelado paramétrico, directo y de facetas **indistintamente**. Por ejemplo, el usuario puede trabajar en datos de facetas, luego construir una operación paramétrica y más tarde modificar algo con modelado directo antes de usar otra vez el modelado de facetas. Si estas tres funcionalidades no existieran en una única aplicación de software, los diseñadores e ingenieros no podrían completar este tipo de flujo de trabajo. En su lugar, deben encontrar una manera de transferir los datos de diseño entre la aplicación tradicional CAD y la otra específica.

INTERCAMBIO DE DATOS DE DISEÑO

Si se está familiarizado con el intercambio de geometría entre aplicaciones CAD, entonces se conocerán bien los problemas aquí comentados. Transferir un modelo de una aplicación de software a otra a menudo comporta la desalineación o pérdida de superficies, líneas o puntos. Esto «rompe» el modelo, pues ya no representa el diseño. Los ingenieros tienen que resolver este tipo de problemas cada vez que la geometría pasa de un software a otro.

Al mover la geometría de aplicaciones CAD tradicionales a aplicaciones específicas ocurre exactamente lo mismo. Esta transferencia está sujeta a los mismos inconvenientes. El resultado es más tiempo perdido para el ingeniero y un posible retraso en el proyecto de desarrollo.

APORTACIONES

Los ingenieros pueden utilizar las aplicaciones tradicionales CAD junto con aquellas específicas para permitir la ingeniería inversa, pero no sin cierta fricción en el flujo de trabajo digital. Esto no les permite utilizar el modelado paramétrico, directo y de facetas de forma indistinta, lo que limita su libertad a la hora de diseñar. También implica una inversión significativa de tiempo en arreglar los datos de diseño que han intercambiado las aplicaciones. Aunque durante años se habían preferido soluciones alternativas, era el único medio de ejecutar procesos de ingeniería inversa en el desarrollo de productos.

LA SOLUCIÓN DE UNA ÚNICA APLICACIÓN

El año pasado apareció una nueva tecnología que permite una ingeniería inversa más rápida y sencilla en el proceso de desarrollo. Algunas aplicaciones CAD han ampliado sus funcionalidades para incluir el modelado paramétrico, directo y de facetas. Además de la importación de los datos de la nube de puntos y de la creación de la geometría de malla resultante, existen implicaciones esenciales para la aplicación de la ingeniería inversa.

Cuando los ingenieros deben crear una geometría de representación de contornos a partir de los datos de escaneo, el flujo de trabajo se vuelve más sencillo. Todas las funcionalidades de modelado se encuentran en un único entorno, por lo que los ingenieros pueden utilizar la herramienta adecuada para cada situación.

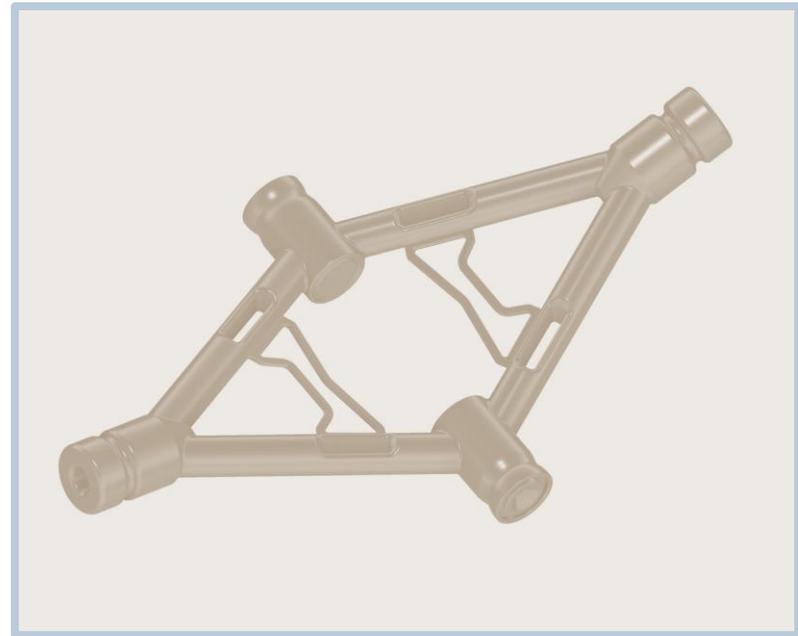
También es interesante señalar que los ingenieros no necesitan transformar los componentes escaneados en una geometría de representación de contornos. El modelado de facetas ofrece las herramientas para cambiarlo sin esos pasos que requieren tanto tiempo. Esto sucede especialmente con los componentes que se producen mediante impresión 3D, que ya depende de la geometría de malla.

En los casos en los que debe utilizarse un componente de ingeniería inversa como contexto para nuevos diseños, el flujo de trabajo también se simplifica mucho. Los ingenieros solo tienen que leer la nube de puntos y escanear utilizando las funcionalidades de modelado paramétrico y directo, según sea necesario. El componente escaneado actúa como referencia.

Un punto importante en todos estos escenarios es que esta serie de aplicaciones CAD permite a los ingenieros evitar: *el intercambio*

de datos de diseño. Puesto que todas esas funcionalidades ya existen en un único entorno, no hay necesidad de mover los datos 3D, escaneados u obtenidos de otra forma, entre las distintas aplicaciones de software. Se puede trabajar en un solo entorno. Los diseñadores no necesitan perder el tiempo arreglando la geometría. En lugar de ello, pueden poner toda su atención en el diseño.

En general, incorporar el modelado de facetas junto con el paramétrico y el directo es una ayuda importante para los ingenieros que aprovechan la ingeniería inversa en sus procesos de desarrollo. Elimina la mayor parte de la fricción digital en el flujo de trabajo y les permite centrarse en el diseño.



RESUMEN Y CONCLUSIÓN

La ingeniería inversa es una práctica muy antigua en el desarrollo de productos. Sin embargo, a medida que el diseño ha ido evolucionando hacia una serie de flujos de trabajo digitales, las tecnologías utilizadas para permitir la ingeniería inversa no han evolucionado. Como consecuencia, existe una importante fricción digital en los flujos de trabajo que posibilitan esta práctica.

LA INGENIERÍA INVERSA EN EL DESARROLLO DE PRODUCTOS

Como práctica, la ingeniería inversa se utiliza en numerosas etapas del desarrollo. En el diseño conceptual y detallado, los elementos escaneados pueden servir de base o de contexto para nuevas ideas de diseño o modelos detallados. En la creación de prototipos y pruebas, la ingeniería inversa de productos o componentes permite una rápida exploración e iteraciones de pruebas, el análisis de causas y la validación de otros diseños nuevos. Por todo ello, la ingeniería inversa desempeña un papel fundamental.

El escaneo de un artículo genera una nube de puntos con cientos o miles de mediciones. Se puede utilizar para crear una geometría sólida generando facetas planas entre tres puntos cualesquiera de la nube. El resultado es una geometría de malla que no puede manipularse, modificarse ni editarse mediante funcionalidades de modelado directo o paramétrico. En cambio, el modelado de facetas permite modificar esta geometría.

LA SOLUCIÓN DE LAS DOS APLICACIONES

Tradicionalmente, las aplicaciones CAD ofrecían funcionalidades de modelado paramétrico y directo, pero no de modelado de facetas. Para crear un modelo 3D de un componente escaneado, los ingenieros han recurrido a aplicaciones especializadas basadas en CAD que ofrecen modelado de facetas. Esto ha limitado sus tareas de diseño, ya que ningún entorno ha proporcionado el modelado paramétrico, directo y de

facetas, todos necesarios para explorar nuevas opciones de diseño. Además, el uso de dos aplicaciones distintas e independientes ha obligado a los ingenieros a traducir los datos de diseño de una aplicación a otra. Este tipo de intercambio de datos suele dar lugar a una geometría incorrecta que tarda mucho tiempo en corregirse.

LA SOLUCIÓN DE UNA ÚNICA APLICACIÓN

El año pasado, algunas aplicaciones CAD añadieron el modelado de facetas a sus funcionalidades, para complementar el modelado paramétrico y directo. De este modo, los ingenieros pueden transformar de manera más sencilla los datos escaneados en geometría de representación de contornos. Pueden utilizar de forma más fácil los datos escaneados como contexto para el desarrollo de nuevos diseños. También se elimina la necesidad de transformar y traducir esos modelos, lo que les ahorra mucho tiempo. En resumen, estas aplicaciones CAD progresivas han eliminado una cantidad considerable de fricción digital del flujo de trabajo de ingeniería inversa.

APORTACIONES FINALES

La ingeniería inversa ha sido y sigue siendo una actividad clave en el proceso de desarrollo. Con la aparición de aplicaciones CAD que ofrecen modelado paramétrico, directo y de facetas, los ingenieros pueden recuperar su productividad y dedicar más tiempo al diseño.

© 2017 LC-Insights LLC

Chad Jackson trabaja como analista e investigador en [Lifecycle Insights](#), ofreciendo información sobre tecnologías relacionadas con la ingeniería, incluidas CAD, CAE, PDM y PLM. chad.jackson@lifecycleinsights.com

