

Ingeniería inversa de una boquilla dispensadora

Carlos Sánchez-López^a, Juan Gabriel Reyes-Ramírez^a, José de Jesús Martínez-Prieto^a, Adib Samir Aceves-Chavez^b

^aTecNM / Instituto Tecnológico de Aguascalientes, carlos.sl@aguascalientes.tecnm.mx, ^bGrupo Tekkzu.

Ingenierías

Abstract

The work involved obtaining the 3D model of a dispensing nozzle, of which only one physical part was available. For this, reverse engineering was applied, and the nozzle was digitized by using a 3D scanner of structured white light. The point cloud was processed with the VXelements and the VXmodel software to obtain the mesh in stl file. The mesh file was processed in the SolidWorks program to obtain the CAD design in the sldprt format as requested by the Tekkzu Group company.

Keywords: Reverse Engineering, 3D Scanning, Solid Modeling.

Resumen

El trabajo consistió en obtener el modelo tridimensional de una boquilla dispensadora de la cual solamente se disponía de una pieza en físico. Para lo anterior se aplicó el método de ingeniería inversa procediéndose a la digitalización de la boquilla haciendo uso de un digitalizador 3D de luz blanca estructurada. La nube de puntos se trató con el software VXelements y VXmodel para obtener la malla en archivo stl. El archivo de la malla fue tratado en el programa SolidWorks para obtener el modelo 3D en el formato sldprt solicitado por la empresa Grupo Tekkzu.

Palabras clave: Ingeniería inversa, Digitalización en 3D, Modelado Sólido.

Problemática

La falta de un archivo electrónico del modelo sólido tridimensional de una boquilla dispensadora, específicamente en el formato sldprt correspondiente al software de diseño SolidWorks, para obtener su plano de fabricación y facilitar la producción de refacciones.

Usuarios

El usuario directo es la empresa Grupo Tekkzu ubicada en la ciudad de Aguascalientes, dedicada al diseño y la reparación en el sector Metal-Mecánico.

Introducción

La boquilla dispensadora se utiliza para proporcionar materia prima mediante dosificación volumétrica para descargar un volumen específico de material a granel en el mecanismo de alimentación de una máquina extrusora. Con referencia en la funcionalidad, la boquilla dispensadora es similar al sistema de válvula rotativa presentada por Chadha et al. (2018). La empresa Grupo Tekkzu planteó al TecNM/Instituto Tecnológico de Aguascalientes la necesidad de obtener el archivo electrónico del modelo 3D de la boquilla dispensadora, a partir de una pieza física. Al analizar algunas opciones se consideró utilizar la tecnología subyacente en la ingeniería inversa. Haleem et al. (2021) aplicaron la ingeniería inversa, utilizando un digitalizador tridimensional de luz azul, para rediseñar el cuerpo de un carburador. Romero-Jarén y Arranz (2021) presentaron un método para segmentar, clasificar y modelar la nube de puntos que se obtiene durante la etapa de digitalización. Grimm T. (2006) analiza once aplicaciones de la digitalización 3D y los criterios asociados para su selección.

Objetivos

Obtener el modelo tridimensional de una boquilla dispensadora, en archivo con formato sldprt propio del software SolidWorks (Dassault Systemes 2022).

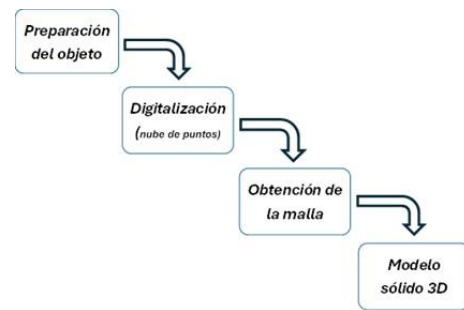


Figura 1. Proceso básico de la ingeniería inversa en el diseño 3D.

Materiales y Métodos

La ingeniería inversa, en sus diversas aplicaciones, es una técnica que permite analizar algún objeto y conocer su funcionamiento, diseño o fabricación. Su aplicación consiste en cuatro etapas principales partiendo de la preparación del objeto, su digitalización u obtención de nube de puntos, la obtención de una malla y posteriormente su conversión a un modelo sólido 3D. A continuación, se describe la aplicación de dicha técnica siguiendo el esquema de la Figura 1.

Preparación de la pieza. El trabajo se inició obteniendo una boquilla dispensadora, sin modelo ni marca, proporcionada por la empresa Grupo Tekkzu (Aguascalientes, Ags., México), cuyo material es un polímero similar al Nylamid con medidas generales de 32 x 42 cm de base y 60.21 cm de altura. Con base en la técnica seleccionada, se procedió a preparar la boquilla dispensadora para su digitalización agregándole objetivos o targets, según se muestra en la Figura 2 a, para continuar con la etapa de digitalización.

Digitalización. Después de haberse preparado la boquilla dispensadora, el proceso de digitalización se realizó manteniendo la boquilla sin movimiento y desplazando el digitalizador alrededor de la boquilla para obtener la nube de puntos. Para lo anterior, se utilizó un escáner Go!SCAN 20, (CREAFORM, de AMETEK, Canadá, 2017) profesional de luz blanca estructurada, mediante el sistema de posicionamiento automático a través de objetivos (targets) colocados en la boquilla dispensadora (ver Figura 2a). Durante la etapa de digitalización se realizaron cinco sesiones para obtener la nube de puntos con la densidad que proporcionara la mayor cantidad de detalles geométricos de la boquilla dispensadora. De los datos generados con el digitalizador (Go!SCAN 20), se analizaron la orientación y la densidad de las nubes de puntos (Figura 2b), y se procesaron para obtener una sola nube con la mayor densidad de puntos, con el software VXelements 6 (CREAFORM, de AMETEK, Canadá, 2017). VXelements es una plataforma 3D fácil de utilizar y contiene las herramientas y elementos necesarios para crear un archivo optimizado y está asociado con el digitalizador. En esta etapa se procede a eliminar los puntos que no son necesarios para la obtención de la geometría de la boquilla dispensadora.

Obtención de la malla. Como siguiente etapa, la nube de puntos se transforma en una malla que puede exportarse en diferentes formatos. El archivo de la digitalización se procesó con el software VXmodel 6 (CREAFORM, de AMETEK, Canadá, 2017), que es un módulo que está incorporado con VXelements 6 (CREAFORM, de AMETEK, Canadá, 2017), para obtener un archivo electrónico que se puede utilizar en diferentes plataformas tanto de diseño asistido por computadora, como para manufactura aditiva (ver Figura 3a).

Modelado sólido 3D. Una vez refinada la malla del modelo digitalizado se obtiene un archivo con la malla en formato stl, mismo que se importó en el software SolidWorks (Dassault Systemes, versión 2020), para obtener el modelo tridimensional solicitado (ver Figura 3b), cual archivo electrónico se grabó en el formato sldprt propio de SolidWorks, tal y como lo solicitó la empresa Grupo Tekkzu.

Resultados y Discusión

La digitalización, a diferencia del trabajo presentado por Bi et al. (2021), se efectuó conservando la

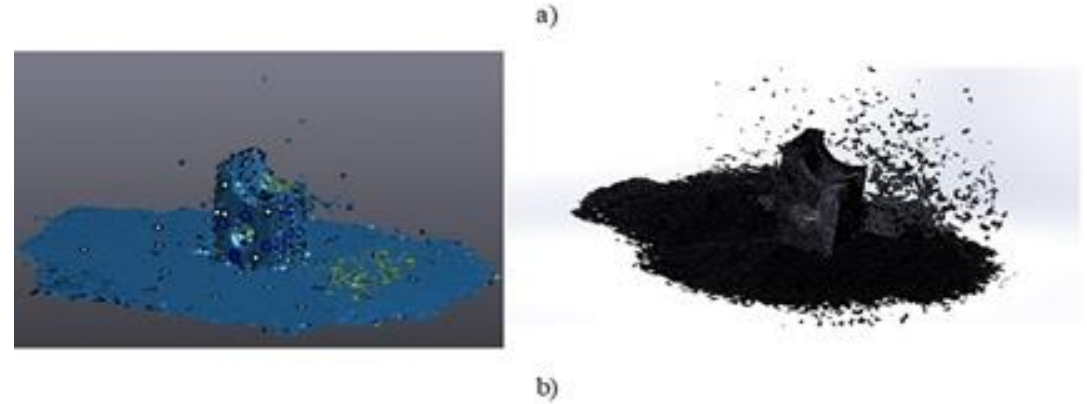
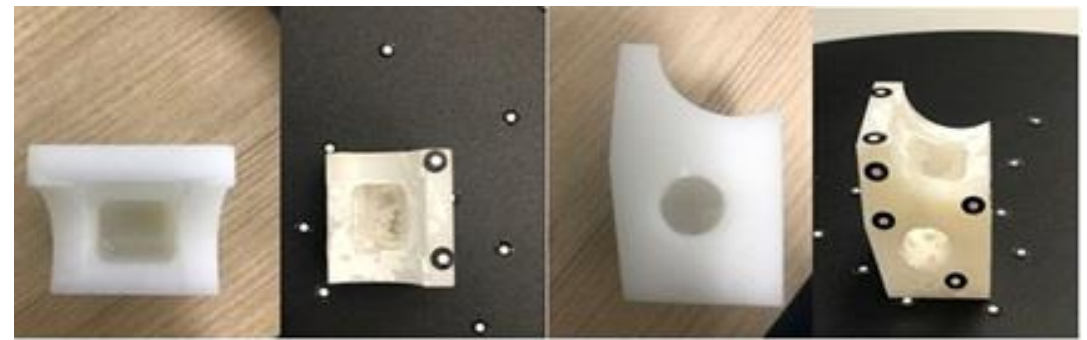


Figura 2. a) Boquilla dispensadora y su preparación. b) Digitalización y alineación de nubes de puntos.

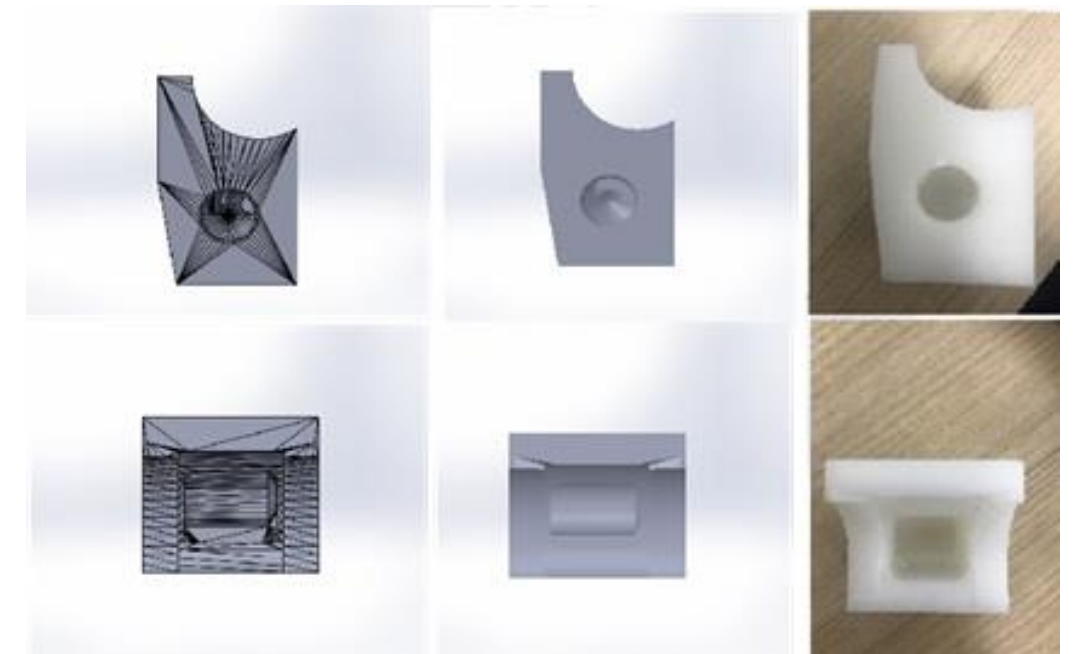


Figura 3. a) Malla alineada, b) Modelo 3D, c) Boquilla dispensadora.

boquilla sin movimiento. Al realizar cinco digitalizaciones, en las nubes de puntos (Figura 2b) se usaron puntos de control y un sistema de coordenadas para alinear los puntos entre las nubes, obteniéndose una sola nube optimizada que se convirtió en una malla (Figura 3a). De manera similar al trabajo presentado por Rozmus et al. (2021) se combinó el proceso de digitalización con el diseño asistido por computadora obteniéndose el modelo 3D de la boquilla dispensadora según se observa en la Figura 3b. Al contrastar el modelo 3D con la pieza física, geoméricamente se logró una similitud valorada en un 90%, así mismo, dimensionalmente en el barreno de la vista lateral se identificó una diferencia de 0.05mm (imágenes superiores de las Figuras 3b y 3c), mientras que, en la abertura de la vista superior la diferencia fue geométrica y dimensional valorada en un 8% de error (imágenes inferiores de las Figuras 3b y 3c). Los errores fueron corregidos en el modelo 3D aplicando metrología dimensional.

Conclusiones

La ingeniería inversa es una técnica muy eficaz para replicar las características de un producto. En este caso, permitió obtener el modelo 3D de una boquilla dispensadora para la empresa Grupo Tekkzu de forma rápida y eficaz. El modelo 3D se respaldó como archivo sldprt lográndose el objetivo del trabajo desarrollado, ofreciendo una solución a la

problemática planteada por la empresa. El archivo sldprt le permitirá a la empresa generar los planos de fabricación y usarlos cuando requiera producir refacciones de la boquilla dispensadora.

Impacto Socioeconómico

Al haber obtenido el modelo sólido tridimensional de la boquilla dispensadora se tiene un impacto socioeconómico tangible reforzando la relación Escuela-Industria. Ahora, Grupo Tekkzu tiene un diseño electrónico de la boquilla dispensadora a un costo menor comparado con otras técnicas como la fotogrametría (Lannes et al. 2024) o a través de la medición por coordenadas (MMC, Vázquez et al. 2003).