

Diseño y prototipado de un equipo para recubrimiento de artículos de piel

Gonzalo Partida Ochoa¹, José Abel Chocoteco Campos², María Mojarro Magaña³, José Antonio Moreno Arango⁴, Francisco Cueto Valencia⁵, Jennifer Salcedo Castillo⁶.

Resumen - El prototipado es una etapa esencial en el proceso de desarrollo de productos y proyectos que permite crear versiones preliminares de un producto o sistema antes de su producción final (equipo). Estas representaciones visuales o funcionales, conocidas como prototipos, desempeñan un papel crucial en la validación de conceptos, la obtención de retroalimentación temprana y la identificación de posibles problemas, lo que contribuye a la toma de decisiones informadas y al éxito general del proyecto. En este artículo se muestra el proceso de prototipado de un equipo para recubrimiento, obteniendo como resultado un equipo funcional para empresas talabarteras.

Índice de Términos – Diseño CAD, prototipado, equipo para recubrimiento.

I. INTRODUCCIÓN

La creación de un producto o sistema es un proceso que involucra múltiples etapas críticas, y dos de las más fundamentales son el prototipado y las pruebas. El prototipado implica la construcción de versiones preliminares de un producto para validar conceptos y funcionalidades antes de la producción final. Por otro lado, las pruebas son el proceso mediante el cual se evalúa y verifica el rendimiento y la calidad del producto. Ambas actividades son esenciales para garantizar que el equipo funcional cumpla con los requisitos y expectativas, minimizando riesgos y maximizando el éxito del proyecto. En este artículo examinaremos la interacción

entre el prototipado, las pruebas y el equipo funcional, destacando su importancia en el desarrollo de productos efectivos y confiables, obteniendo como resultado un equipo para recubrimiento funcional.

II. METODOLOGÍA

1. Estado del arte

En los últimos años, ha surgido una variedad de nuevas tecnologías de fabricación rápida (prototipado rápido). El prototipado rápido es el proceso de crear versiones preliminares o modelos de un producto o sistema con el fin de validar conceptos, probar funcionalidades y obtener retroalimentación temprana antes de la producción final [1].

Las tecnologías desarrolladas incluyen estereolitografía, sinterización selectiva por láser (SLS) [2], fabricación por deposición fundida (FDM) [3], fabricación de objetos laminados (LOM) [4], fabricación de partículas balísticas (BPM) [5], e impresión 3D [6-9]. Estas tecnologías son capaces de generar objetos físicos a partir de diseños CAD. Tienen una característica importante en común: la pieza prototipo se produce agregando materiales en lugar de quitándolos (Manufactura Aditiva) [10-13]. Esto simplifica los procesos de producción de piezas 3D a partir de procesos de adición de capas 2D, de modo que una pieza se pueda producir directamente a partir de su modelo de computadora.

¹ Dr. Gonzalo Partida Ochoa Docente en el Tecnológico Nacional de México / IT de Cd. Guzmán, México. gonzalo.po@cdguzman.tecnm.mx

² Dr. José Abel Chocoteco Campos Docente en el Tecnológico Nacional de México / IT de Cd. Guzmán, México. jose.cc1@cdguzman.tecnm.mx (autor correspondiente).

³ Dra. María Mojarro Magaña Docente en el Tecnológico Nacional de México / IT de Cd. Guzmán, México. maria.mm@cdguzman.tecnm.mx

⁴ M. A. José Antonio Moreno Arango Docente en el Tecnológico Nacional de México / IT de Cd. Guzmán, México. jose.ma@cdguzman.tecnm.mx

⁵ Estudiante Francisco Cueto Valencia NC 19290668 119290668@cdguzman.tecnm.mx

⁶ Estudiante Jennifer Salcedo Castillo NC 20290110 120290110@cdguzman.tecnm.mx

Estos prototipos pueden ser físicos o virtuales y sirven para optimizar el diseño y reducir riesgos en el desarrollo de un producto [14-18].

La familia de impresión 3D de extrusión de material fue inventado en 1989 por S. Scott Crump [19], el cofundador de Stratasys Ltd. (Rehovot, Israel y Eden Prairie, EE. UU.). El mecanismo de FDM™ utiliza la extrusión de filamento fundido a través de una boquilla que se encuentra en un cabezal para depositar capa sobre capa y así fabricar las piezas deseadas. Esta invención fue patentada y comercializada por Stratasys dos años después [20]. Hasta el año 2012, las opciones de materiales para su uso en la MA basada en extrusión estaban principalmente limitadas a dos materiales poliméricos, a saber, el acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) y el ácido poliláctico (PLA) [5]; limitaciones de costo, equipos y software impedían el uso de otros materiales en esta aplicación. Nuevos avances durante la última década en la AM basada en extrusión, como el desarrollo de materiales de filamento más amigables para la impresión, así como avances en equipos de MA que permiten temperaturas más altas en el cabezal de impresión y una construcción más rápida, han resultado en una amplia expansión en los tipos de materiales que se pueden utilizar como materia prima para esta tecnología y una mejora en la integridad estructural de las piezas impresas; esto ha aumentado considerablemente el rango de posibles aplicaciones [19-22].

2. Diseño, pruebas, prototipo final (equipo) y mejora continua

El diseño de prototipos es un proceso esencial en el desarrollo de productos, sistemas o servicios que implica la creación de versiones preliminares para probar y validar conceptos, funciones y características. A continuación, se presenta la metodología general que se utilizó para el diseño de los prototipos del equipo para recubrimiento:

1. Se definieron los objetivos y requisitos:

- Un prototipo que permita realizar el laqueo de costuras de artículos de piel
- Que el proceso de laqueo se estandarice
- Un prototipo que pueda ser utilizado por cualquier usuario que reciba la capacitación
- Un prototipo de funcionamiento y accionamiento manual
- Un prototipo que permita realizar las pruebas de funcionalidad

2. Identificación de usuarios

- Se realiza la identificación del mercado al cual va a ser destinado el equipo.

3. Investigación y análisis:

- Se realiza la búsqueda y análisis en las distintas bases de datos, con el objetivo de encontrar equipo similar que pueda afectar la inventiva del prototipo a proponer

4. Diseño conceptual, creación del prototipo, pruebas y evaluación, validación y aprobación:

- Se generarán las ideas y conceptos iniciales del prototipo, tratando de cumplir con los objetivos y requisitos antes mencionados, se produce el primer prototipo, se realizan pruebas y en caso de fallos, se realiza el rediseño, se produce la siguiente versión y de nuevo se prueba en campo. Es un proceso iterativo que lleva a la conclusión con un prototipo final que cumple con todas las especificaciones técnicas y de diseño, el cual se le denomina "EQUIPO".

5. Seguimiento y retroalimentación continua:

- Se continua con la retroalimentación de los usuarios para realizar mejoras.

III. RESULTADOS

Haciendo uso de la metodología antes descrita, se procedió al diseño CAD del primer prototipo en SolidWorks, tomando en cuenta todos los requisitos, ver Figura 1.



Fig. 6 Diseño CAD del equipo para recubrimiento modelo no.1

Después se guardó en formato stl para realizar la programación del laminado en 3DGence Slicer, ver Fig. 2.

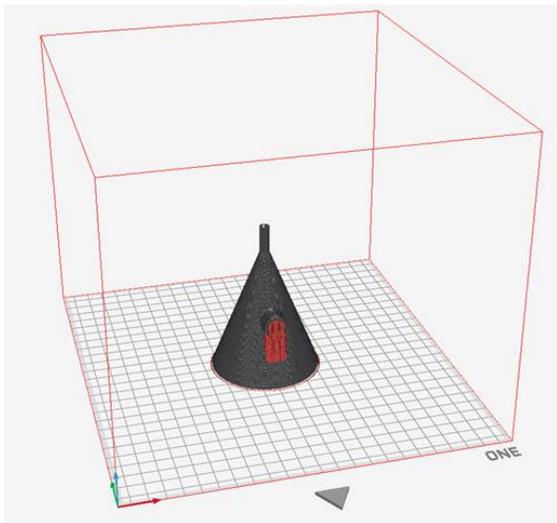


Fig. 2 Laminado del equipo para recubrimiento modelo no.1

A continuación, se guarda el código en formato gcode, y este se carga mediante una tarjeta SD en la impresora, se calibra y se procede a la impresión del primer prototipo, ver Fig. 3.



Fig. 3 Prototipo no.1

Probando el prototipo antes mencionado, se encontró que el tubo de descarga por su diseño cilíndrico manchaba el producto, tomando como decisión rediseñarlo, y que su extremo tuviera la terminación similar a la de una aguja. A continuación, se muestra el proceso de diseño e impresión.

Tomando la retroalimentación, se procedió al diseño CAD del segundo prototipo en SolidWorks, ver Fig. 4.



Fig. 4 Diseño CAD del equipo para recubrimiento modelo no. 2

Después se guardó en formato stl para realizar la programación del laminado en 3DGence Slicer, ver Fig. 5.

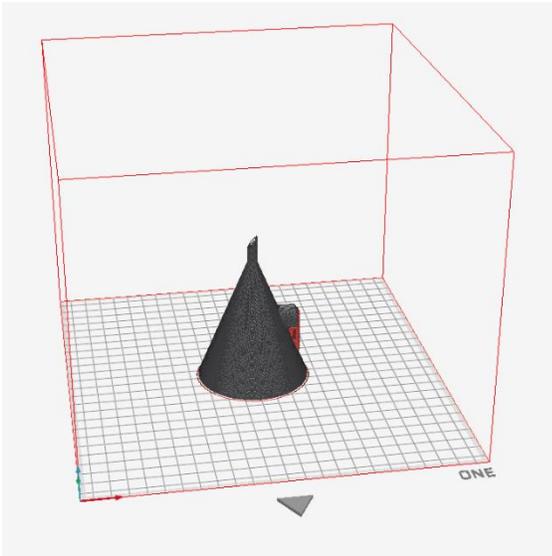


Fig. 5 Laminado del equipo para recubrimiento modelo no.2

A continuación, se guarda el código en formato gcode, y este se carga mediante una tarjeta SD en la impresora, se calibra y se procede a la impresión del primer prototipo, ver Fig. 6

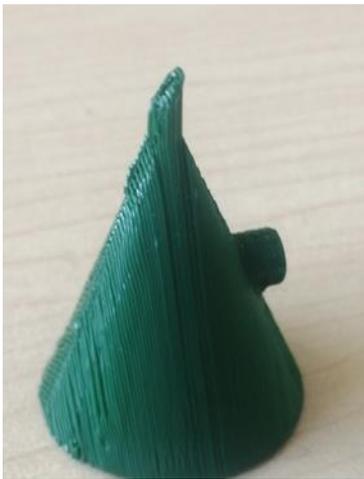


Fig. 6 Prototipo no. 2

Se probó este prototipo y se encontró que el método de sujeción del mismo generaba incomodidad al usuario, por tal motivo se reorientó en tubo de carga, dando lugar al siguiente prototipo, ver diseño CAD en la Fig. 7.



Fig. 7 Diseño CAD del equipo para recubrimiento modelo no. 3

Después se guardó en formato stl para realizar la programación del laminado en 3DGence Slicer, ver Fig. 8.

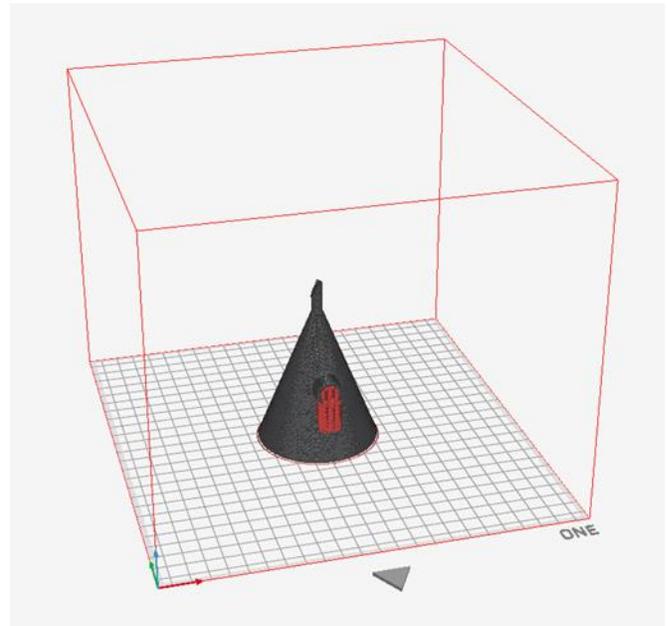


Fig. 8 Laminado del equipo para recubrimiento modelo no.3

A continuación, se guarda el código en formato gcode, y este se carga mediante una tarjeta SD en la impresora, se calibra y se procede a la impresión del primer prototipo, ver Fig. 9.



Fig. 9 Prototipo no. 3

Se probó el prototipo y ahora el usuario no encontró problema alguno, sin embargo, comentó que sólo personal con mucha experiencia podía hacer uno del prototipo, y que se requiere en época de gran demanda que más personas puedan utilizarlo, y que no se cuenta con el suficiente personal que pueda hacer esta tarea. Por tal motivo, como consecuencia se tomó la decisión de realizar el rediseño del prototipo con algún tipo de poka-yoke, que le permitiera a cualquier individuo utilizarlo. Se realizaron varias pruebas, dando como resultado el siguiente diseño, ver Fig. 10.



Fig. 10 Diseño CAD del equipo para recubrimiento modelo no. 4

Después se guardó en formato stl para realizar la programación del laminado en 3DGence Slicer, ver Fig. 11

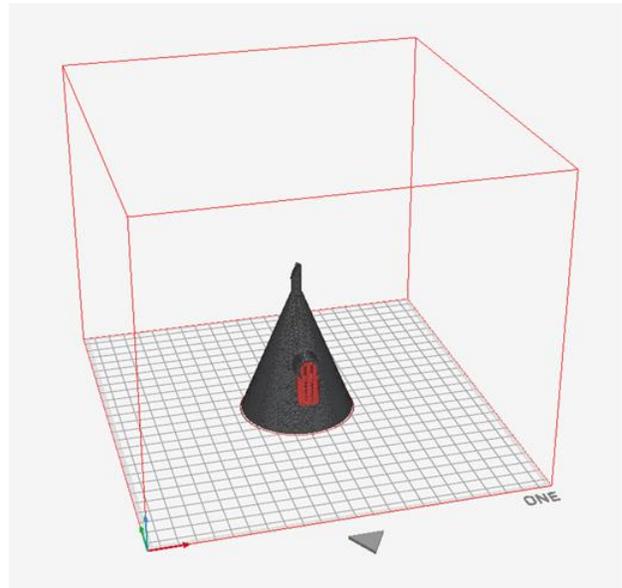


Fig. 11 Laminado del equipo para recubrimiento modelo no. 4

A continuación, se guarda el código en formato gcode, y este se carga mediante una tarjeta SD en la impresora, se calibra y se procede a la impresión del primer prototipo, ver Fig. 12.

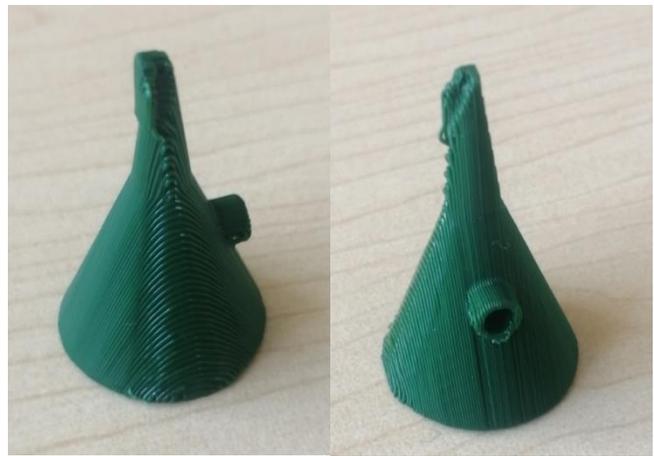


Fig. 9 Prototipo no. 3

El personal de la empresa probó el equipo, tanto aquel con experiencia como aquel que no la tenía, dando como resultado que los productos recubiertos eran uniformes independientemente del usuario del equipo, quedando ya este prototipo como un equipo final para el recubrimiento de artículos de piel.

En la actualidad se continua con la retroalimentación de los usuarios para realizar mejoras en el producto final a

medida que se identifiquen nuevas oportunidades. Hasta el momento no se han detectado oportunidades de mejora.

IV. CONCLUSIONES

El prototipado es una herramienta fundamental en el proceso de desarrollo, ya que acelera la toma de decisiones, reduce riesgos y costos, mejora la comunicación y permite la validación temprana de conceptos. Al adoptar esta práctica, las organizaciones pueden mejorar la calidad de sus productos y aumentar la satisfacción del cliente al tiempo que optimizan el proceso de desarrollo. Se logró el fin, se creó un equipo laqueador de costuras capaz realizar sus funciones: recubrimiento, estandarización y versatilidad.

V. RECONOCIMIENTOS

Reconocer a las autoridades del Tecnológico Nacional de México / IT de Cd. Guzmán, la facilidad brindada para realizar este artículo con coautoría de estudiantes. Esto como parte de los esfuerzos que están realizando para formar en investigación a los docentes y coadyuvar al proceso de formación de los estudiantes. Este trabajo es parte de los resultados de los proyectos de investigación titulados “Diseño, prototipado y fabricación de equipo para empresas regionales” con clave M00-PR-03-R02 No. 18503, “Diseño de un diplomado para la formación en investigación científica y tecnológica para docentes del TecNM” con clave M00-PR-03-R01 No. 18668 y “Diseño de troqueles para incentivar la economía de las empresas familiares de talabartería de la comunidad de Atoyac, Jalisco” con clave M00-PR-03-R02 No. 18278.

REFERENCIAS

[1] Wood, K. L., Jensen, D., Bezdek, J., & Otto, K. N. (2001). Reverse engineering and redesign: Courses to incrementally and systematically teach design. *Journal of Engineering Education*, 90(3), 363-374.

[2] Kafle, A., Luis, E., Silwal, R., Pan, H. M., Shrestha, P. L., & Bastola, A. K. (2021). 3D/4D Printing of polymers: Fused deposition modelling (FDM), selective laser sintering (SLS), and stereolithography (SLA). *Polymers*, 13(18), 3101.

[2] Solomon, I. J., Sevel, P., & Gunasekaran, J. (2021). A review on the various processing parameters in FDM. *Materials Today: Proceedings*, 37, 509-514.

[4] Dermeik, B., & Travitzky, N. (2020). Laminated object manufacturing of ceramic-based materials. *Advanced engineering materials*, 22(9), 2000256.

[5] Rosochowski, A., & Matuszak, A. (2000). Rapid tooling: the state of the art. *Journal of materials processing technology*, 106(1-3), 191-198.

[6] Choi, J. W., & Kim, H. C. (2015). 3D printing technologies-a review. *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers*, 14(3), 1-8.

[7] Gokhare, V. G., Raut, D. N., & Shinde, D. K. (2017). A review paper on 3D-printing aspects and various processes used in the 3D-printing. *Int. J. Eng. Res. Technol*, 6(06), 953-958.

[8] Nadagouda, M. N., Ginn, M., & Rastogi, V. (2020). A review of 3D printing techniques for environmental applications. *Current opinion in chemical engineering*, 28, 173-178.

[9] Jandyal, A., Chaturvedi, I., Wazir, I., Raina, A., & Haq, M. I. U. (2022). 3D printing—A review of processes, materials and applications in industry 4.0. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 33-42.

[10] Wong, K. V., & Hernandez, A. (2012). A review of additive manufacturing. *International scholarly research notices*, 2012.

[11] Bikas, H., Stavropoulos, P., & Chryssolouris, G. (2016). Additive manufacturing methods and modelling approaches: a critical review. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 83, 389-405.

[12] Li, N., Huang, S., Zhang, G., Qin, R., Liu, W., Xiong, H., ... & Blackburn, J. (2019). Progress in additive manufacturing on new materials: A review. *Journal of Materials Science & Technology*, 35(2), 242-269.

[13] Beaman, J. J., Bourell, D. L., Seepersad, C. C., & Kovar, D. (2020). Additive manufacturing review: Early past to current practice. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 142(11), 110812.

[14] Drezner, J. A., & Huang, M. (2009). On prototyping: Lessons from RAND research.

[15] Lim, Y. K., Stolterman, E., & Tenenber, J. (2008). The anatomy of prototypes: Prototypes as filters, prototypes as manifestations of design ideas. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 15(2), 1-27.

[16] Stowe, D. T. (2009). Investigating the role of prototyping in mechanical design using case study validation (Doctoral dissertation, Clemson University).

[17] Michaelraj, A. (2009). Taxonomy of physical prototypes: structure and validation (Doctoral dissertation, Clemson University).

[18] Pei, E., Campbell, I., & Evans, M. (2011). A taxonomic classification of visual design representations used by industrial designers and engineering designers. *The Design Journal*, 14(1), 64-91.

[19] Crump SS. Apparatus and method for creating three-dimensional objects. 1992. US.

[20] Turner BN, Strong R, Gold SA. A review of melt extrusion additive manufacturing processes: I. Process

design and modeling. *Rapid Prototyp J* 2014;20(3):192–204.

[21] Spoerk M, Holzer C, Gonzalez-Gutierrez J. Material extrusion-based additive manufacturing of polypropylene: a review on how to improve dimensional inaccuracy and warpage. *J Appl Polym Sci* 2020;137(12).

[22] Altıparmak SC, Xiao B. A market assessment of additive manufacturing potential for the aerospace industry. *J Manuf Process* 2021; 68:728–38.