Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica

Página principal: www.riiit.com.mx

Uso de tecnologías de impresión 3D para prototipos rápidos de carcasas

Use of 3D printing technologies for rapid prototyping of cases

***Farías-Moreno, V.U., Delgadillo-Gaytán, R., García-Díaz, N., Lúa-Madrigal, O.**

Instituto Tecnológico de Colima; C.P. 28976; Villa de Álvarez, Colima, México.
*g1746009@itcolima.edu.mx, g1746011@itcolima.edu.mx, ngarcia@itcolima.edu.mx, olimpo.lua@itcolima.edu.mx

Innovación tecnológica: En la propuesta presentada se muestra como factor de innovación el uso de tecnologías 3D para la optimización del diseño de prototipos.

Áreas de aplicación industrial: Empresas de manufactura y producción.

Enviado: 19 Diciembre 2018.
Aceptado: 19 Junio 2019.

Abstract

The advances in 3D printing techniques in combination with the surging of low-cost commercial models, had dramatically increased the amount of users of 3D Printer in the last years. Because of this, the number of applications where the use of 3D printing techniques as part of the design process of commercial products; became an attractive option for reducing costs, both, economical and timing; in this important phase of a product´s life cycle. The following article presents an instance of the inclusion of 3D printing technologies, as part of the design process of a ticket printer or Mini-Printer, using the technology for manufacturing rapid prototypes with the purpose of verifying the correct functionality of the product.

Key Words: 3D printing, additive manufacturing, rapid prototyping.

Resumen

Los avances en las técnicas de impresión 3D en combinación con el surgimiento de modelos comerciales de bajo costo han incrementado dramáticamente la cantidad de usuarios de impresoras 3D en los últimos años. Razón por la que cada vez se incrementa el número de aplicaciones que emplean la impresión 3D como parte del proceso de diseño para productos comerciales, convirtiéndose así en una opción atractiva para reducir los costos tanto económicos como de tiempo. Este artículo presenta un caso de inclusión de tecnologías de impresión 3D como parte del proceso de diseño de una impresora de tickets o Mini-Printer, utilizando la tecnología para la manufactura de prototipos rápidos con motivo de verificar la correcta funcionalidad del producto.

Palabras Clave: impresión 3D, manufactura aditiva, prototipado rápido.

1. Introducción

La impresión 3D es una tecnología disruptiva en la era de la manufactura digital [1, 2, 3].

La impresión 3D también conocida como manufactura aditiva (MA), manufactura rápida o manufactura digital directa [2], [3], [4], es un grupo de técnicas que utilizan un archivo digital abstracto que puede transformarse en un objeto físico usando una impresora 3D.

La existencia de la impresión 3D acelera el desarrollo de ciertas industrias, por ejemplo, la manufactura de piezas de repuesto [2], además de ofrecer la posibilidad de mejorar la creatividad en el proceso de diseño [5].

Existen varias áreas en donde la impresión 3D ha generado cambios significativos, particularmente en el diseño y prototipo de nuevos productos, en las artes y en la visualización de conceptos abstractos. Esto difiere de los procesos de manufactura convencionales ya que permite un prototipado rápido [6].

MA es un método de manufactura que construye objetos tridimensionales al agregar material capa-por-capa hasta producir el objeto, estos materiales pueden ser plásticos, metal, concreto o tejidos humanos [7], [8].

Las impresoras 3D pueden producir un objeto simple tal como un engrane en menos de una hora. Estas pueden desarrollar productos con partes móviles sueltas que no han sido ensambladas. Mientras que algunos expertos en el campo restringirían la impresión 3D a unidades con cabezales basados en las impresoras de inyección de tinta que crean objetos en una base capa-por-capa, otros aplicarían el término a las versiones de relativo bajo costo disponibles para los consumidores [9].

La empresa ECO PRINT S.A. de C.V. actualmente no cuenta con un proceso establecido para el diseño y producción de productos propios, en parte por la gran inversión económica que se requiere para la obtención de la maquinaria necesaria, situación que se extiende a lo largo del estado de Colima y que no permite a dichas empresas competir con aquellas que ya tiene establecido su proceso de fabricación; de entre las etapas del diseño, la elaboración de prototipos rápidos que funcionen como guía al cliente en la verificación de la calidad del resultado tentativo, y que además aporte información necesaria al diseñador para hacer

ajustes antes de proceder a la elaboración del molde, lo que implica un ahorro de recursos al evitar correcciones o cambios.

1.1 Trabajo previo

Chan, Griffin et al. [10] exploraron los retos dentro de desarrollo y despliegue de la impresión 3D con enfoque en China, quien sigue siendo líder en manufactura a nivel mundial; y se tiene como finalidad descubrir los obstáculos que causan resistencia contra la aplicación de impresión 3D a gran escala.

Ngo, Kashani et al. [8] mostraron una revisión de los principales métodos de impresión 3D, materiales y sus desarrollos dentro de las tendencias actuales. En particular, la revolucionaria aplicación de MA en biomédica, aeroespacial, construcción y estructuras de protección.

El estudio realizado por Schniederjans [11] proporciona una opinión de parte de un grupo de participantes de la industria manufacturera de todos los niveles para así responder 3 consultas de investigación: el impacto por parte de la opinión de los altos mando en la velocidad con la que se están adoptando las tecnologías de impresión 3D en general así como su potencial adopción en la manufactura, la percepción de los altos mandos sobre la impresión 3D, así como los principales motivos para la adopción de ésta y el impacto en la percepción de los altos mandos basado en la adopción en general de las tecnologías de impresión 3D.

El estudio de Özceylan, Çetinkaya et al. [7] se busca y evalúa los cambios en una cadena de suministros asociados con la adopción de la impresión 3D para identificar el potencial de impacto de la MA; para lo cual se emplean dos cadenas de suministros, la red de cadenas de suministros tradicional y la red de cadenas de suministros con impresión 3D ambas en la industria del cuidado de la salud.

El trabajo de C.-Y. Hsia, Hsia et al. [5] Utilizó tecnologías de Diseño Asistido por Computadora, (DAC), Ingeniería Asistida por Computadora (IAC) e impresión 3D para el desarrollo de un gancho para ropa plegable, presentando un prototipo funcional utilizando Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS) como materia prima.

1.2 Propuesta de solución

En la figura 1 se puede visualizar la metodología utilizada para el desarrollo de carcasas iniciando con el análisis de los requerimientos seguido por un proceso iterativo de diseño, manufactura y evaluación de prototipos hasta obtener la aprobación por parte del cliente, en dónde destacan dos procesos críticos, el diseño del prototipo y la manufactura del prototipo. Para minimizar el tiempo a mercado (TaM) es necesario minimizar ya sea el tiempo de los procesos mencionados previamente o la cantidad de iteraciones necesarias para cumplir los requerimientos y ser aprobados por el cliente. La reducción se logra utilizando técnicas de impresión 3D para así reducir los tiempos de manufactura de prototipos, reduciendo de este modo el TaM del producto.

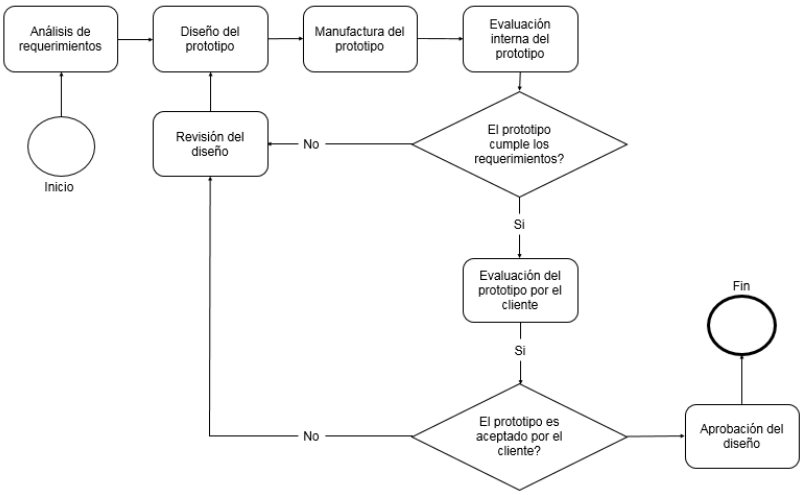


Figura 1. Diagrama de procesos para el desarrollo de prototipos utilizado.

2. Materiales y equipos

El desarrollo de este proyecto empleó las siguientes herramientas: para el diseño del prototipo se utilizó el software *Solid Works* para el diseño 3D, así como el software *Autodesk AutoCAD* para la generación de planos, mientras que el levantamiento de las medidas se realizó utilizando un vernier digital.

Para la producción de prototipos se utilizaron dos máquinas: una impresora 3D modelo TEVO Tornado y una modelo CreateBot MAX, mostradas en la figura 2.

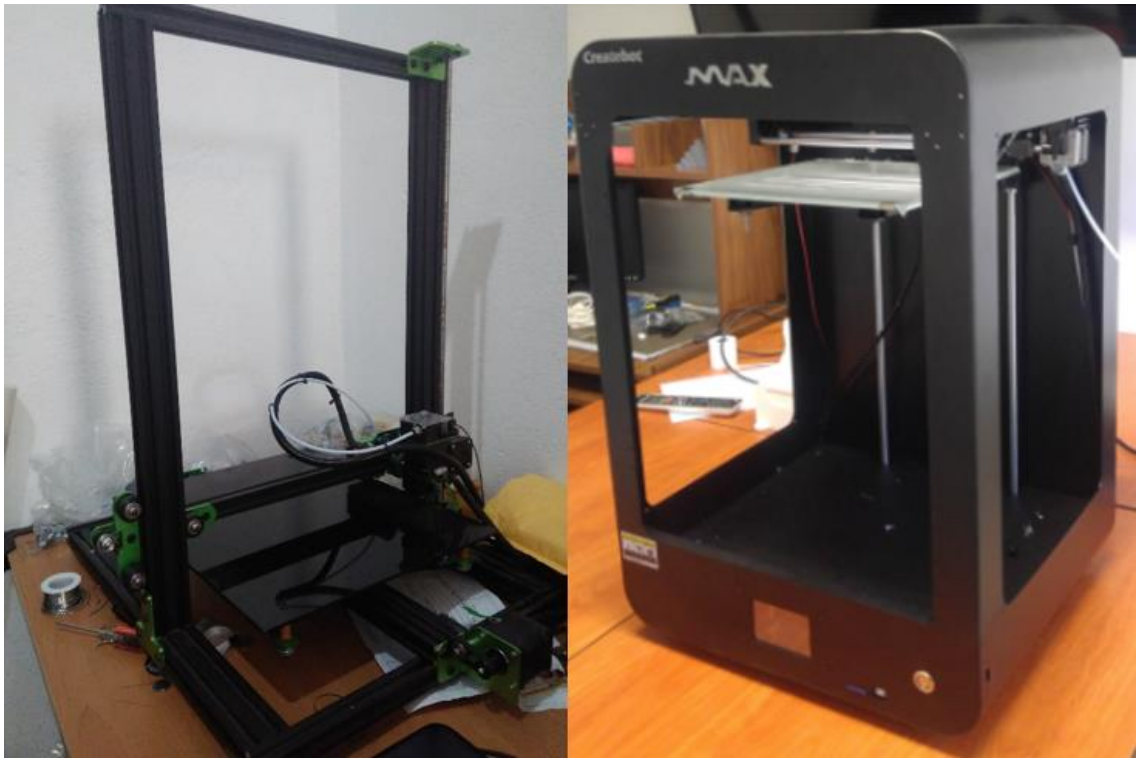


Figura 2. Impresora 3D tipo TEVO Tornado (Izquierda) e impresora 3D tipo CreateBot MAX (derecha).

Debido a su facilidad de uso y bajo costo, se utilizó el polímero conocido como ácido poliláctico (APL) como material para la producción de los prototipos.

3. Métodos

Para realizar un desarrollo adecuado del proyecto se optó por seguir la metodología del modelo de fabricación de prototipos sugerido por Pressman [12] que presenta un ciclo de desarrollo de 6 etapas:

- **Comunicación**: Definición de objetivos por medio de reunión con participantes del proyecto.
- **Plan rápido:** Planeación de tiempos de iteraciones y actividades.
- **Modelado/Diseño rápido:** Generación de un diseño rápido, representativo de aquellos aspectos que serán visibles para el usuario final.
- **Construcción del prototipo:** Durante esta etapa se elabora el prototipo en base al diseño rápido.
- **Desarrollo, entrega y retroalimentación:** Se hace entrega del prototipo para ser evaluado por todos los participantes del proyecto y entregar una retroalimentación que servirá para mejorar los objetivos y realizar cambios en el proyecto.

De acuerdo con Pressman [12] el empleo de esta metodología gusta tanto a los participantes como a los ingenieros debido a que se adquiere una sensación del sistema real, y los desarrolladores logran construir algo de inmediato. No obstante, hacer prototipos tiene ciertas problemáticas debido a las siguientes razones:

- El cliente suele no percibir la realización de prototipos que solo tienen el fin de mostrar la funcionalidad del sistema y que dichos prototipos no toman en cuenta la calidad final por lo que la idea de rehacer el producto con tal de obtener índices de calidad óptimos no suele estar dentro del calendario del cliente.
- La selección de herramientas y software no óptimos o ideales para el sistema con la finalidad de demostrar la funcionalidad y capacidad del prototipo al momento de la evaluación y que al final del proyecto pasan a formar parte permanente del mismo por olvido del diseñador.

3.1 Recopilación de requerimientos

Con base en la metodología empleada el proyecto inició con la etapa de comunicación por medio de una reunión con la empresa ECO PRINT S.A. de C.V. (http://www.ecoprint.mx) a partir de la cual se obtuvieron los requerimientos de diseño mostrados en la tabla 1.

Tabla 1. Requerimientos iniciales para el prototipo de la carcasa.

Requerimientos iniciales

Prototipo de carcasa de MiniPrinter

Requerimiento	Descripción
Diseño base	El diseño debe basarse en la carcasa existente
Diseño exterior	El diseño debe ser del tipo Hand-Held para fácil manipulación
Material	El material utilizado debe ser biodegradable
Peso máximo	Cada pieza individual no debe superar los 180 gramos

Los requerimientos obtenidos fueron empleados como guías para la revisión del avance del proyecto durante las etapas de entrega y retroalimentación.

4. Discusión de resultados

El diseño de la carcasa original mostrado en la figura 3 se obtuvo por medio de un proceso de medición exhaustiva, utilizando instrumentos de medición digitales conocidos como calibre de Vernier. Los resultados de la medición fueron introducidos en el software SolidWorks, produciendo así el modelo 3D observado en dicha figura.

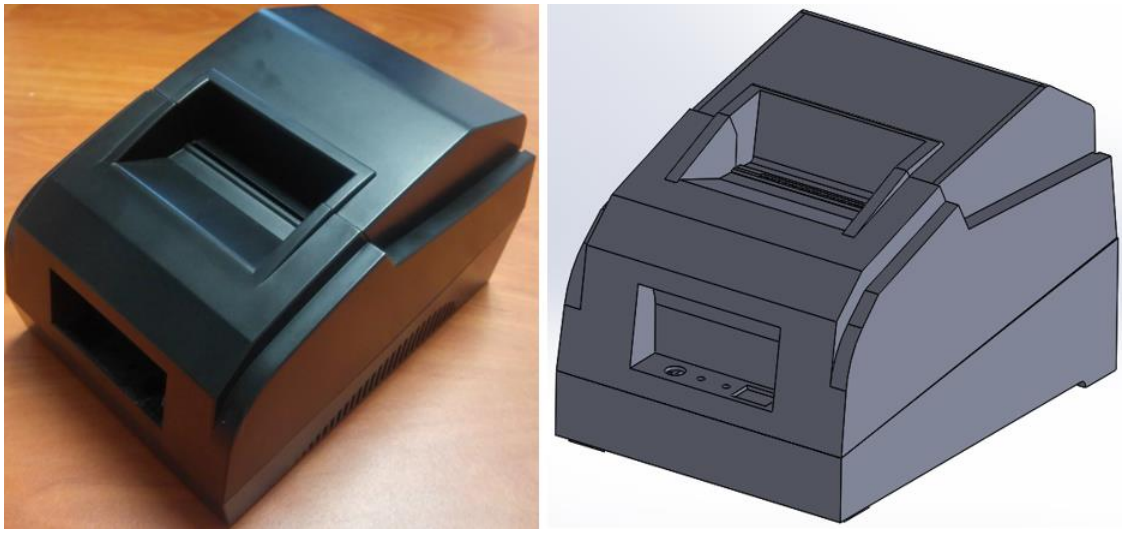


Figura 3. Carcasa original de MiniPrinter (izquierda) y modelo 3D obtenido (derecha).

Con propósito de comprobar las capacidades del equipo de impresión 3D se realizó un prototipo para el modelo 3D mostrado en la figura 3, el resultado visible en la figura 4 es una reproducción de la carcasa original.

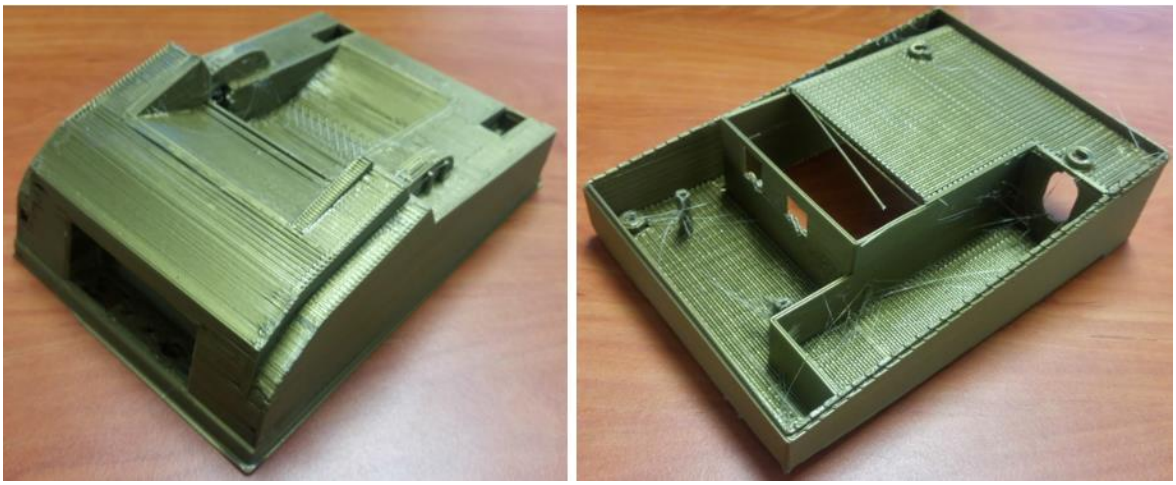


Figura 4. Reproducción de la carcasa original.

Siguiendo la metodología descrita en la propuesta de solución se diseñaron las mejoras solicitadas usando el software SolidWorks, produciendo así el modelo mostrado en la figura 5, conformando la primera iteración de diseño.

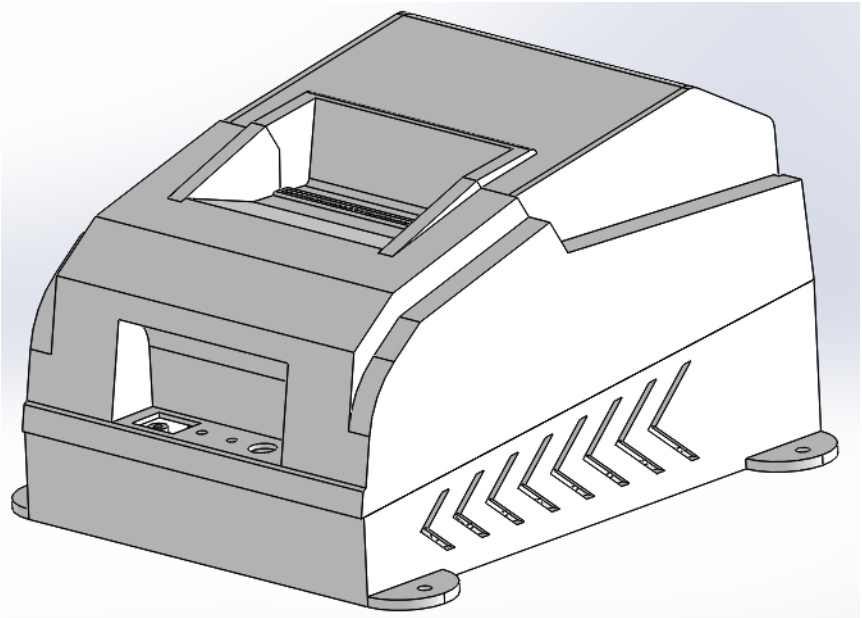


Figura 5. Modelo 3D: primera iteración de diseño.

Concluida la primera iteración de diseño se procedió con la manufactura del prototipo haciendo uso del equipo de impresión 3D, generando el prototipo mostrado en la figura 6.

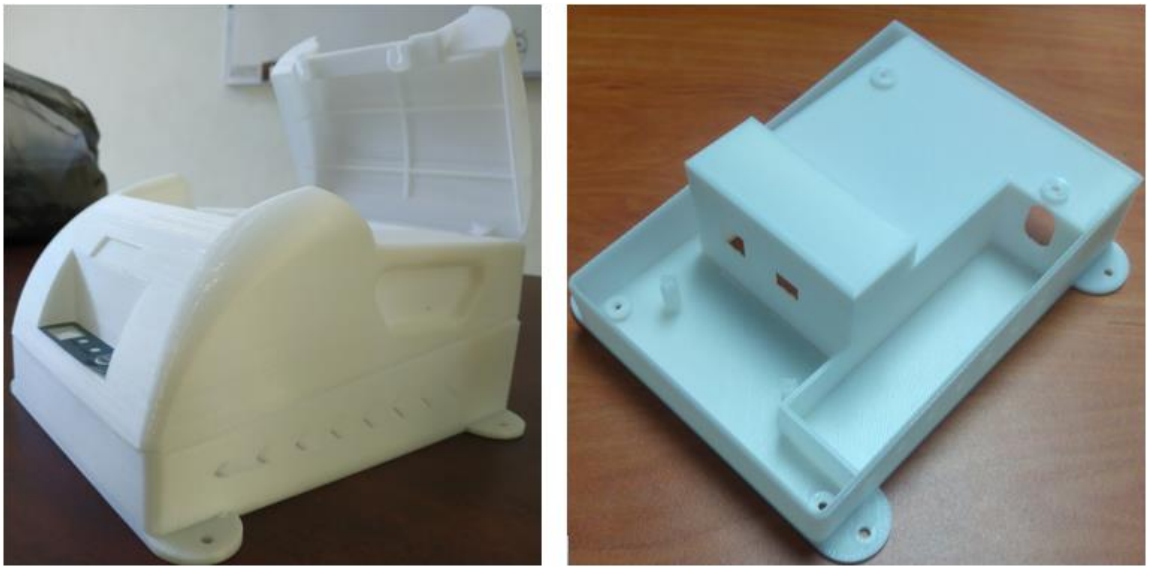


Figura 6. Prototipo: primera iteración de diseño.

Concluida la evaluación del prototipo tras una reunión con miembros de ECO PRINT S.A de C.V., se realizaron cambios al diseño basados en la retroalimentación obtenida, aplicados al modelo 3D mostrado en la figura 7 formando así una segunda iteración de diseño.

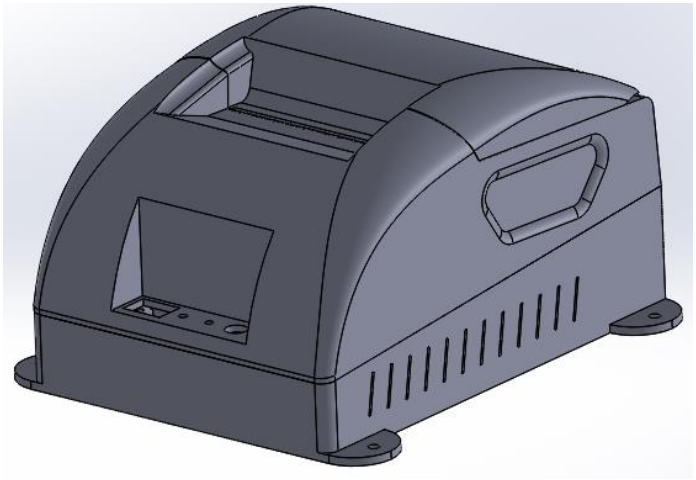


Figura 7. Modelo 3D: segunda iteración de diseño.

Para comprobar la funcionalidad del prototipo, éste fue reproducido por medio de modelado por deposición fundida (MDF) utilizando el equipo de impresión 3D, utilizando APL como materia prima, produciendo así el prototipo observado en la figura 8.

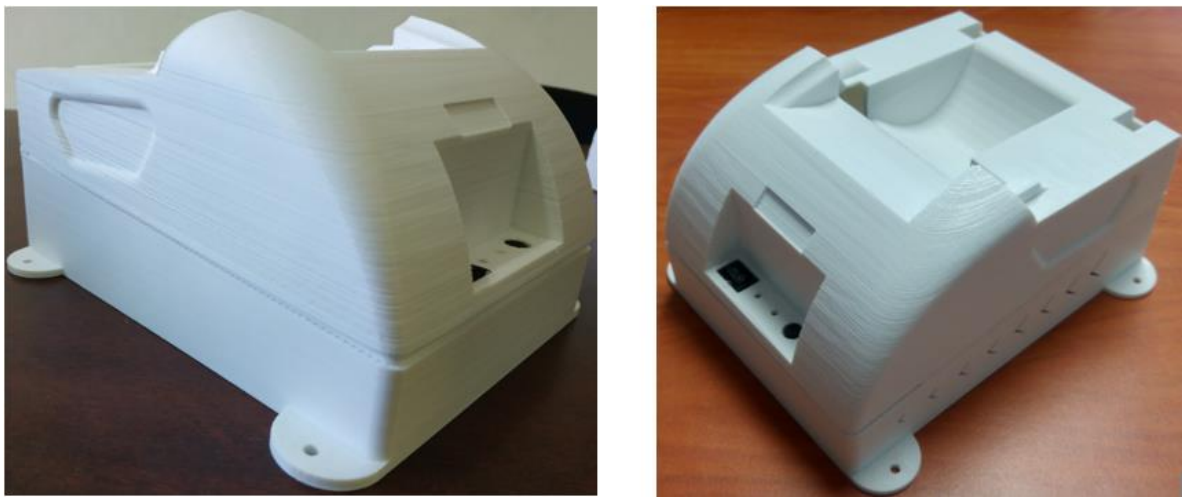


Figura 8. Prototipo: segunda iteración de diseño.

Los componentes internos de la carcasa conformados por una fuente de poder, una tarjeta lógica y un módulo de impresión se instalaron en la carcasa prototipo de manera exitosa como se aprecia en la figura 9.

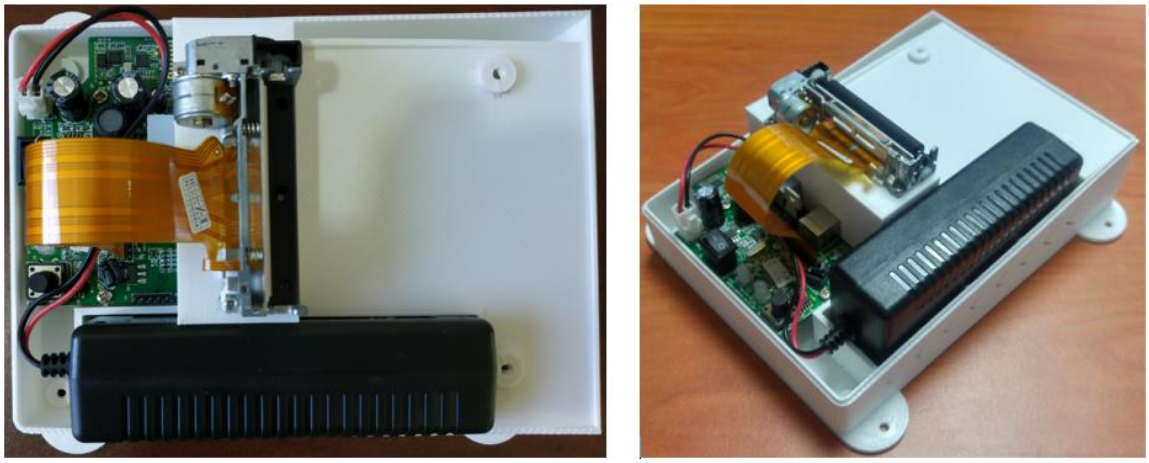


Figura 9. Componentes internos instalados en el prototipo.

5. Conclusiones

El seguimiento del procedimiento planteando en la propuesta de solución al problema en conjunto con los prototipos desarrollados durante el mismo, comprueban la funcionalidad del uso de tecnologías de impresión 3D para la optimización de los diseños en la manufactura, ya que a través del proceso iterativo el cliente puede realizar cambios al prototipo actual que se reflejarán en un nuevo prototipo, para su posterior evaluación por el cliente. El proceso antes mencionado tendrá un costo en su mayoría comprendido por el material empleado, que tiene un costo por gramo de alrededor de 50 centavos de peso (MXN).

6. Trabajo futuro

Dado que la investigación realizada demuestra la viabilidad de las técnicas de impresión 3D para el rápido desarrollo de diseños, es posible extender el alcance de esta técnica diseñando parámetros ideales para la construcción de prototipos, que incluyan materiales más económicos pero representativos del deseado, parámetros que aceleren la impresión 3D, y reglas para el diseño de prototipos de forma que optimice el material y tiempo invertido.

7. Agradecimientos

Los autores de este trabajo de investigación deseamos agradecer al Instituto Tecnológico de Colima, al CONACYT, y al PRODEP.

De manera especial agradecemos al M.C. Saturnino Castro Reyes, director del Instituto Tecnológico de Colima, por el apoyo brindado para la realización del proyecto.

8. Referencias

[1] B. Berman, «3-D printing: The new industrial revolution,» *Business Horizons*, vol. 55, nº 2, pp. 155-162, 2012.

[2] S. H.Khajavi, J. Partanen y J. Holmström, «Additive manufacturing in the spare parts supply chain,» *Computers in Industry*, vol. 65, nº 1, pp. 50-63, 2014.

[3] A. Sasson y J. C. Johnson, «The 3D printing order: variability, supercenters and supply chain reconfigurations,» *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 46, nº 1, pp. 82-94, 2016.

[4] H. Rogers, N. Baricz y K. S. Pawar, «3D printing services: classification, supply chain implications and research agenda,» *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management,* vol. 46, nº 10, pp. 886-907, 2016.

[5] C.-Y. Hsia, S.-Y. Hsia y Y.-T. Chou, «Application of CAD/CAE/3D Printing to Development of Magnetic Foldable Hanger,» de *Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Materials for Science and Engineering*, Tainan, Taiwan, 2016.

[6] V. A. Balogun, O. B. Otanocha y A. O. Ibhadode, «The Impact of 3D Printing Technology to the Nigerian Manufacturing GDP,» *Modern Mechanical Engineering,* vol. I, nº 8, pp. 140-157, 2018.

[7] E. Özceylan, C. Çetinkaya , N. Demirel y O. Sabırlıoglu, «Impacts of Additive Manufacturing on Supply Chain Flow: A Simulation Approach in Healthcare Industry,» *Logistics,* vol. 2, nº 1, pp. 1-20, 2018.

[8] T. D. Ngo, A. Kashani, G. Imbalzano, K. T. Nguyen y D. Hui, «Additive manufacturing (3D printing): A review of materials, methods, applications and challenges,» *Composites Part B: Engineering,* vol. 143, nº 1, p. 172–196, 2018.

[9] L. Casey, « Prototypes pronto,» *Packaging Digest,* vol. 46, nº 8, pp. 54-56, 2009.

[10] H. K. Chan, J. Griffin, J. J. Lim, F. Zeng y A. S. Chiu, «The impact of 3D Printing Technology on the supply chain: Manufacturing and legal perspectives,» *International Journal of Production Economics,* vol. 205, nº 1, pp. 156-162, 2018.

[11] D. G. Schniederjans, «Adoption of 3D-printing technologies in manufacturing: A survey analysis,» *International Journal of Production Economics,* vol. 183, nº 1, pp. 287-298, 2017.

[12] R. S. Pressman, Ingeniería del Software. un Enfoque Práctico, México, D. F: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. DE C.V, 2010.