

MANUFACTURA ADITIVA PARA PROTOTIPADO RAPIDO

Olivo López, Giovanni Santiago (1), Diosdado De la Peña, José Ángel (2)

1 Licenciatura en Ingeniería en Mecatrónica, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato |
Dirección de correo electrónico: gs.olivolopez@ugto.mx

2 Departamento de Ingeniería Mecánica, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato |
Dirección de correo electrónico: jose.diosdado@ugto.mx

Resumen

Este artículo muestra las generalidades de la manufactura aditiva. Esta técnica fue utilizada para el desarrollo de un prototipo-didáctico (brazo robótico) a escala, realizado mediante el método de extrusión fundida. El estudio se efectúa mediante un enfoque práctico dedicado a identificar los factores y las condiciones necesarias para obtener un prototipado rápido de buena calidad. En los resultados obtenidos se demuestra la versatilidad de esta tecnología, así como su potencial para contribuir a la innovación de la industria manufacturera. Por último se discute su aplicación en la educación de ingeniería para alcanzar metas en diversos proyectos educativos; y se proporciona acceso al prototipo funcional, que cumple con las características deseadas de acuerdo al objetivo planteado.

Abstract

This article shows the generalities of the manufacture additive. This technology was used for the development of a didactic prototype (robotic arm) to scale, realized by means of the method of molten extrusion. The study is effected by means of a practical approach dedicated to identifying the factors and the necessary conditions to obtain a rapid prototype of good quality. In the obtained results, there has demonstrated the versatility of this technology, as well as its potential to contribute to the innovation of the manufacturing industry. Finally, its application is discussed in the education of engineering to reach goals in diverse educational projects; and there is provided access to the functional prototype, which expires with the wished characteristics of agreement to the stated goal.

Palabras Clave

Impresión 3D; prototipado rápido; método de extrusión fundida; factores; manufactura aditiva

INTRODUCCIÓN

La manufactura aditiva es un método de producción digitalizada que consiste en fabricar objetos previamente modelados, usando, por ejemplo, la deposición de capa por capa de material, hasta conformar un objeto tridimensional [1].

Se considera que la impresión 3D empezó en 1984 cuando Chuck Hull patentó su sistema en los Estados Unidos, con el nombre de *Stereolithography*. En 1986 se creó la primera impresora 3D por la empresa *3D Systems Corporation*, de forma que en 1987 el prototipado rápido ya era una realidad comercial [2-3].

El importante crecimiento de la manufactura aditiva se debe principalmente al descubrimiento continuo de nuevos e importantes beneficios específicos que aporta esta tecnología a un creciente número de sectores industriales, como en la medicina, la robótica, el transporte, la arquitectura y el arte y diseño [4]. La manufactura aditiva podría introducir cambios en los campos de producción y el comportamiento del consumidor. Al mismo tiempo las incertidumbres y especulaciones sobre el futuro desarrollo de la AM, se vuelve cada vez más difíciles de describir, el potencial de esta tecnología afectara el futuro debido a la gama amplia de aplicaciones y diversos materiales que se pueden utilizar [5].

En términos generales, la manufactura aditiva representa un nuevo camino en cuanto eficiencia energética, costo efectivo y ahorro de tiempo al producir objetos [6].

Por lo anterior, se propone este proyecto cuyo objetivo principal es la manufactura de un prototipo con piezas funcionales e identificar las condiciones para obtener una buena impresión, identificar y mostrar los percances al momento de realizar el ensamble del prototipo y su puesta en marcha. Así, se opta por el prototipado de un brazo robótico funcional a escala del que, en primera instancia, se describen el equipo y materiales utilizados para su manufactura; luego, se describe el ajuste del ensamble y, por último, se muestra el control usado para su puesta en marcha.

MATERIALES Y MÉTODOS

El equipo utilizado para realizar la manufactura de los componentes fue una impresora 3D Prusa i3 XL, que aplica el modelado rápido por extrusión fundida. Este equipo que posee las siguientes características: volumen de impresión aproximado de 200x200x400 mm, un peso aproximado de 12 kg, una tarjeta controladora Rumba® que cuenta con una resolución de 0.1 mm a 0.3 mm, 5 motores NEMA 17 y una boquilla extrusora J-Head de 0.4 mm [7].

Para obtener un elemento impreso tridimensionalmente, se sigue un algoritmo de 5 pasos iniciando con el modelado de los componentes en un programa de dibujo asistido por computadora (CAD, por sus siglas en inglés). El prototipo aquí usado consiste en 17 piezas que conforman el brazo robótico, como se aprecia en la Figura 1a, mismo que está disponible en *Thingiverse* [8].

Como segundo paso se exportan los datos de cada pieza del modelo a un formato de archivo STL; el cual es un formato estándar para las tecnologías de fabricación aditiva, que define geometría de objetos 3D excluyendo información como color, texturas o propiedades físicas.

El tercer paso consiste en generar un código G, el cual describe el movimiento y las diferentes operaciones que la máquina debe realizar para la fabricación del objeto, para esto se usó el software Ultimaker-CURA-3.2.1®, en donde se pueden realizar modificaciones de tamaño, posición, porcentaje de relleno de las piezas y temperatura de fundición (observar la Figura 1b). El cuarto corresponde a cargar el código G en una tarjeta SD que se inserta en la impresora 3d; y el quinto paso es comenzar a imprimir la pieza, como se muestra en la Figura 1c.

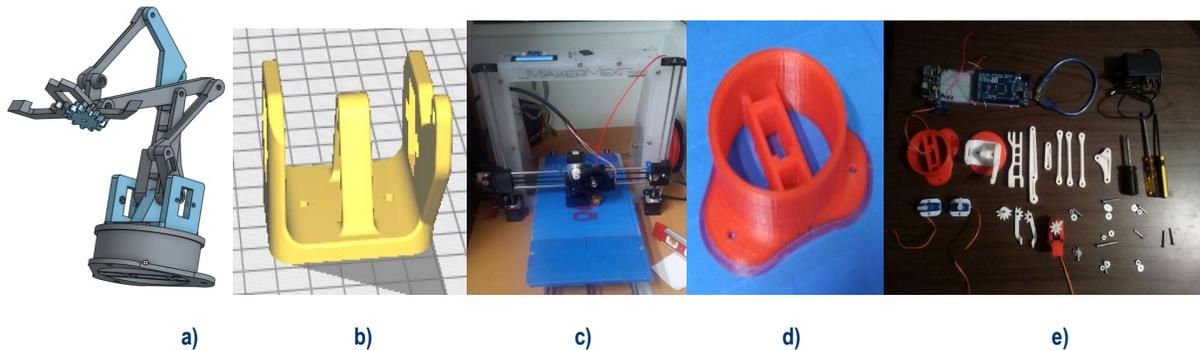


Figura 1 Prototipo del proyecto: a) Modelo 3D del brazo robótico. b) Componente del modelo en software generador de código G, c) Pruebas de impresión, d) Pieza impresa y e) Materiales empleados

Para este último paso, se toma en cuenta las condiciones a las cuales se sometió la impresión del proyecto, como la temperatura ambiente (30° C), el porcentaje de relleno de impresión (40 %), la velocidad de impresión (60 mm/s) y la cantidad de capas recomendable. Otro factor que afecta el resultado de la impresión es el diseño de las piezas, que debe de ser apropiado, puede disminuir el tiempo de impresión y el desperdicio de material innecesario. Siguiendo esta serie de pasos se obtiene como resultado una impresión de buena calidad (Figura 1d). En la Figura 1e se muestran los materiales empleados y el total de piezas impresas

Para el ensamble del brazo robótico se requieren 4 servomotores y 18 tornillos, después se hace uso de una placa programable Arduino® para ejecutar los distintos movimientos a realizar. Todo este sistema se basa en la creación de barras con articulaciones que utilizan la rotación de los servomotores para su movimiento. La programación se encuentra en el video: “Brazo Robótico, como se hace (Robotic Arm)! CNC!” [9-10]. De uso libre, lo que le permite a cualquier interesado su construcción.

El primer servomotor se encuentra en la base, Figura 2a, que permite la rotación en el eje z y, define la primera orientación. Existen otros 2 servomotores que se alojan en los laterales de la pieza superior de la base y su rotación define la posición final del cuerpo del brazo, y por último se cuenta con un servomotor en la parte final del cuerpo del brazo accionando unos engranes que mueven las pinzas que son utilizadas para agarrar un objeto. La Figura 2b muestra el brazo ensamblado con los servomotores en la estructura.

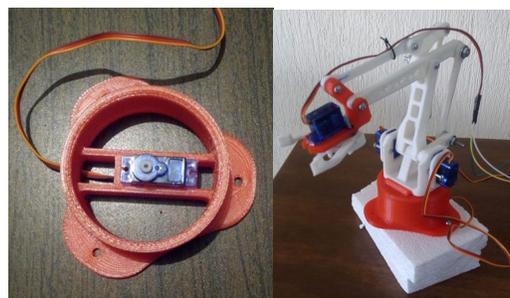


Figura 2 Prototipo impreso: a) Servomotor en la base y b) Ensamble final

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este apartado se divide en dos secciones, que describen los factores que alteran la obtención del producto tridimensional: Proceso de impresión y Ensamble del prototipo.

Para el proceso de impresión se debe considerar, en primera instancia, la alteración de la temperatura ambiente en la unión de las capas del filamento (PLA), y por enfriamiento del material. La segunda consideración es la orientación inadecuada de las piezas al imprimirles, que puede provocar deformaciones en éstas y alteración en el mecanismo al ensamblarlo. El tercer aspecto es un diseño inadecuado, es decir cuando se realiza el modelado de la pieza sin tomar en cuenta las dimensiones y la capacidad de la impresora, provocando gasto excesivo de material y mayor tiempo de impresión. La cuarta es el porcentaje de relleno de las piezas, que puede ser ajustado de un 0 a un 100 %. Por último, se deben de considerar las fallas de la impresora, por ejemplo, la obstrucción de la boquilla de extrusor que impide el paso de filamento y demanda tiempo para su limpieza, que extiende el tiempo de impresión; en ocasiones se tiene que dar mantenimiento al equipo, realizando un paro total de actividades y extendiendo el tiempo de realización del proyecto.

En el ensamble del prototipo del brazo robótico, se requirieron ligeros ajustes dimensionales en las piezas a través de su lijado para que ensamblaran de forma adecuada. Otro aspecto que considerar fue el rango de movimiento de los servomotores, es de 180° , por lo que al ser colocados se debió ser cauteloso para que el movimiento cumpliera con esta característica. Por otro lado, en la programación del movimiento del brazo, el programa regula el movimiento de los 4 servomotores (Figura 4a). Este código, llamado firmware, es un programa que está corriendo localmente en la tarjeta de Arduino®, ver Figura 4b, con el que se usó una interfaz gráfica para manipular el movimiento de los motores y así controlar la posición del brazo. En la Figura 4c se muestra el ensamble completo del prototipo con el control y en el Anexo se proporciona acceso a evidencias multimedia de su funcionamiento.

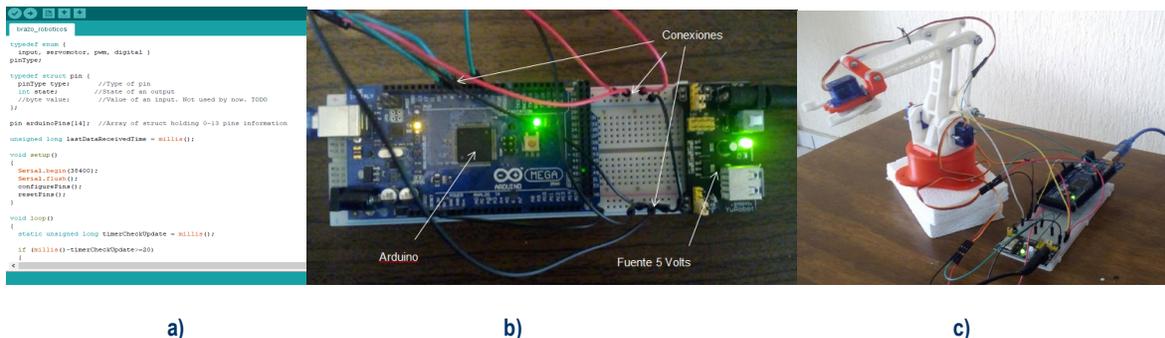


Figura 4 Prototipo de brazo robótico funcional: a) Firmware en Arduino®, b) Conexiones al Arduino® y c) Producto final

En este caso el sistema desarrollado cuenta con 3 grados de libertad y no se realizó un estudio cinemático que, aunque pueda parecer complicado es un ejercicio estupendo en donde se pueden integrar varios conceptos y comprender la posición final del cuerpo del brazo. En dicho estudio se deben de establecer relaciones geométricas y fórmulas para establecer un modelo y desarrollar la cinemática inversa del sistema. Por ello, se propone como trabajo futuro de este proyecto.

CONCLUSIONES

Se obtuvieron los conocimientos básicos del proceso de manufactura aditiva, con lo cual se logró la impresión satisfactoria de diversas piezas y se obtuvo un prototipo didáctico funcional. Dentro de las principales áreas de conocimiento necesarias para el manejo de la manufactura aditiva se identifica el uso de los equipos, el modelamiento tridimensional de los objetos a fabricar mediante programas CAD, el uso de diferentes materiales y técnicas de fabricación.

En los resultados se identificaron los factores a considerar para obtener una impresión de calidad, considerando el tiempo de impresión, cambios en el diseño de la pieza y paros debido a fallas o al mantenimiento de la máquina. Para el brazo robótico se requiere considerar que las articulaciones del robot sean lo suficientemente rígidas, lo cual depende del porcentaje de relleno de impresión y del diseño. El movimiento es restringido por un código, tomando en cuenta la compatibilidad para obtener el resultado deseado. Este prototipo es ideal para mostrar aplicaciones para recoger y colocar piezas ligeras, con fines de aprendizaje, el cual fue el propósito de este artículo.

Con esto se manifiesta la utilidad de la manufactura aditiva para el desarrollo formativo de los estudiantes en las instituciones educativas, donde se podrán realizar proyectos que involucren prototipados didácticos.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de investigación fue realizado bajo la supervisión del Dr. José Ángel Diosdado de la Peña, a quien me gustaría expresar mi más profundo agradecimiento por hacer posible la realización de este proyecto. Y a la Universidad de Guanajuato por permitirme participar en el 24º verano de Investigación Científica.

REFERENCIAS

- [1] Christoph, R., Muñoz, R., & Hernández, A. (2016). Manufactura Aditiva (ISSN 1992-6510). *Modern Machine Shop*, 43, pp. 97-100.
- [2] Fontrodona Francoli, J., & Blanco Díaz, R. (2014). Efectos de la fabricación aditiva (AM) sobre la estructura de la producción. Estado actual y perspectivas de la impresión 3D (pp. 3-5). España: Artículos de economía Industrial.
- [3] Junk, S., Klerch, B., Nasdala, L., & Hochberg, U. (2018). Topology optimization for additive manufacturing using a component of a humanoid robot. *Procedia CIRP*, 70, pp. 102-107.
- [4] Maresch, D., & Gartner, J. (2018). Make disruptive technological chance happen- The case of additive manufacturing. *Technological Forecasting and Social Change*, (June 2017), pp. 01.
- [5] Aburaia, M., Markl, E., & Stuja, K. (2015). New concept for design and control of 4 axis robot using the additive manufacturing technology. *Procedia Engineering*, 100(January), pp. 1364-1369.
- [6] Yin, S., Cavaliere, P., Aldwell, B., Jenkins, R., Liao, H., Li, W., & Lupoi, R. (2018). Cold spray additive manufacturing and repair: Fundamentals and applications. *Additive Manufacturing*, 21(August), pp. 628-650.
- [7] MakerMex S.A. de C.V. (2018). Prusa I3 XL. Recuperado de <http://makermex.com/shop/product/impresora-3d-prusa-i3-xl-90?search=prusa>.
- [8] Thingiverse (2015). EEZYbotARM. Recuperado de <https://www.thingiverse.com/thing:1015238>. [Fecha de consulta: 26 de Junio del 2018]
- [9] El Profe García, Electrónica y Robótica libre (2016). Brazo Robótico, como se hace (Robotic Arm) ¡CNC!. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=_lba8qYcc0E. [Fecha de consulta: 6 de Julio del 2018]
- [10] El Profe García, Electrónica y Robótica libre (2016). Firmware para S4A. Recuperado de <https://create.arduino.cc/editor/ProfeGarcia/a73ac91b-bb28-4df1-bc67-7d721ea0abd7/preview>. [Fecha de consulta: 6 de Julio del 2018]

ANEXOS

<https://www.dropbox.com/home/MANUFACTURA%20ADITIVA-%2024%C2%BA%20VERANO%20DE%20INVESTIGACION%20CIENTIFICA%20UG>