

Licenciatura: Ingeniería Mecánica.

Nombre del Proyecto de Integración (PI): Diseño mecánico de una impresora 3D de resina con lavado y curado para la aplicación en Investment Casting.

Modalidad: Proyecto Tecnológico.

Versión: Segunda.

Trimestre Lectivo: 24I

Datos del alumno

Nombre: Lania Sarai Martínez Jiménez

Matrícula: 2203001943

Correo electrónico: al2203001943@azc.uam.mx



Firma

Datos del asesor

Nombre: Dr. Francisco Beltrán Carbajal

Categoría: Titular

Departamento de adscripción: Energía

Teléfono: 5553189000

Correo: fbeltran@azc.uam.mx

Firma

Datos del coasesor

Nombre: Dr. Iván González Uribe

Categoría: Asociado

Departamento: Energía

Teléfono: 5533067531

Correo: igu@azc.uam.mx

Firma

Datos del coasesor externo

Nombre: M. en C. Liliana Gutiérrez Lonche

Categoría: Externo

Departamento de adscripción: Gobierno de la CDMX

Teléfono: 5519026121

Correo: lilian_lonche@yahoo.com.mx

Firma

Fecha: 09/05/2024

Declaratoria.

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

Lania Sarai Martínez Jiménez

Dr. Francisco Beltrán Carbajal

Dr. Iván González Uribe

M. en C. Liliana Gutiérrez Lonche

1. Introducción.

La impresión de resina en 3D y el Investment Casting son dos tecnologías innovadoras que están transformando la industria manufacturera. La impresión de resina en 3D, también conocida como estereolitografía (SLA), permite crear objetos tridimensionales de geometrías complejas mediante la fotopolimerización capa por capa de una resina líquida utilizando luz UV (abreviación en inglés por *ultraviolet*) [1]. Además, la impresión de resina en 3D es versátil y puede utilizarse para producir prototipos de una amplia variedad de formas y diseños complejos, siendo una herramienta útil para diferentes ingenierías.

Por su parte, el Investment Casting o fundición a la cera perdida, posibilita la producción de piezas metálicas utilizando moldes de cera para la fabricación de piezas metálicas. Esta técnica permite la producción de piezas con tolerancias ajustadas. Con una amplia variedad de materiales, incluyendo metales ferrosos y no ferrosos [2]. En el Taller de Fundición de la UAM unidad Azcapotzalco, se enfrentan a limitaciones en la variedad de procesos disponibles para la creación de piezas. Actualmente, el proceso predominante es el moldeo de arena verde, el cual, aunque eficiente, limita la diversidad y personalización de las piezas producidas.

Este proyecto desarrollará el diseño mecánico de una impresora 3D de resina fotosensible que integra el lavado y curado de las piezas impresas en un solo dispositivo. Será diseñada para producir modelos de hasta $8,000 \text{ cm}^3$ para su posterior uso en el proceso de Investment Casting.

El diseño mecánico de un dispositivo que consolidará estas tres etapas; impresión, lavado y curado, tal como se muestra en la Figura 1, disminuirá los espacios requeridos al evitar tener 2 a 3 dispositivos separados para cada proceso. Teniendo un solo dispositivo de un aproximado máximo de la impresora 3D: $45 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}$. De esta manera, se obtendrá una solución más práctica, con potencial ahorro de tiempos. Este proyecto es la primera fase que solo involucra el diseño de las 3 etapas antes mencionadas.

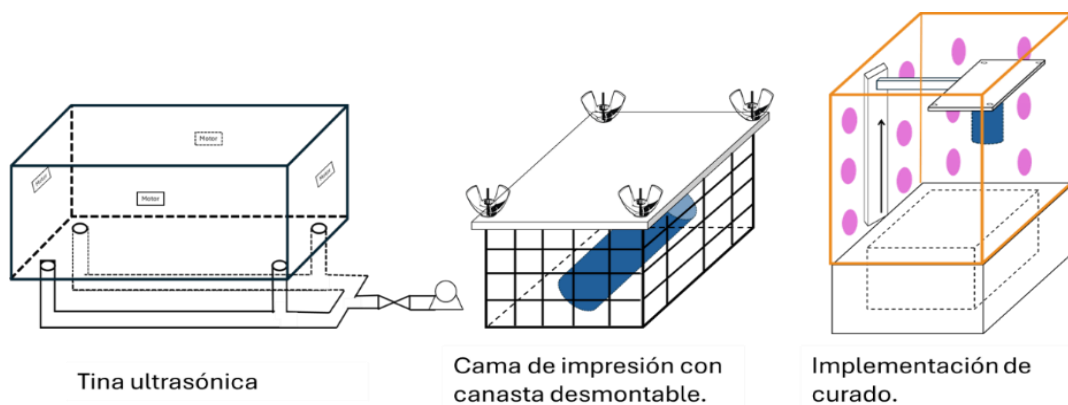


Figura 1.- Diagrama de implementaciones en la impresora 3D de resina con lavado y curado.

2. Antecedentes.

En 2015 Almeida Pavón y Leonardo Javier de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, presentaron la tesis que lleva por título, “Diseño y construcción de un equipo de impresión 3D con resina fotosensible UV para elaborar prototipos de piezas por medio del proceso DLP” [3]. En esta tesis se desarrolló el diseño mecánico para el funcionamiento de la impresora 3D en tanto se tomará como guía para el diseño de la cama de impresión.

En agosto de 2017 Jhonny Javier Núñez Heredia y Enrique Ceverino Villamar Martínez de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil presentaron el proyecto que lleva por título “Diseño e implementación de un prototipo de limpieza por medio de ultrasonido” [4]. De la tesis mencionada en el capítulo 2, en el estado del arte se explica el funcionamiento del dispositivo que permite limpiar mediante ultrasonido, el cual se tomará como inspiración para implementar en la etapa del lavado de la pieza terminada.

En enero de 2018 Inés Valls Pepió y David Blay Pozo de la Universidad Politécnica de Catalunya presentaron el trabajo que lleva por nombre “Impresora 3D de resina por estereolitografía” [5]. En dicho trabajo se diseñó una impresora 3D de resina. Se elaboró también el prototipo, calculando los parámetros generales de la estructura de la impresora, y los parámetros para la curación de la resina en la impresión. Este proyecto se tomará como base para conocer el sistema de curación.

3. Justificación.

En el Taller de Fundición de la UAM Azcapotzalco, existe una limitada variedad de modelos disponibles los cuales restringe las opciones de piezas a producir mediante fundición. Actualmente, la impresión 3D de resina y su postprocesamiento requieren de 2 a 3 dispositivos separados; impresión, lavado y curado. Haciendo un postprocesamiento tardado y laborioso. Este proyecto busca desarrollar el diseño mecánico de una impresora 3D de resina fotosensible que integre en un solo dispositivo compacto todos los procesos en piezas de hasta 8,000 cm³. Así se optimizará el proceso, se reducirán espacios requeridos, se simplificará el postprocesamiento y se sentarán las bases para una potencial implementación que promoverá la capacidad de fabricación de modelos personalizados para Investment Casting.

4. Objetivos.

Objetivo general.

Realizar el diseño mecánico de una impresora 3D de resina con lavado y curado para la aplicación en Investment Casting.

Objetivos particulares.

Diseñar la cama de impresión con medidas de 300 mm x 300 mm máximo.
Realizar el diseño del sistema mecánico de movimientos de la impresora 3D.
Diseñar el sistema de drenado de la tina de resina.
Seleccionar los dispositivos necesarios para el drenado de la tina de resina.
Integrar el proceso de lavado automático en la tina de resina.
Diseñar un módulo integrado de curado UV.
Seleccionar luces y material para la cubierta UV.
Simular las trayectorias de movimiento de la impresora 3D en SolidWorks.

5. Descripción técnica.

Tipo de estructura: Sistemas de coordenadas ortogonales X, Y, Z.
Tres ejes de movimiento lineal independientes (X, Y, Z).
Volumen máximo de impresión: 200 mm x 200 mm x 200 mm (8,000 cm³).
Largo máximo de la impresora 3D: 45 cm.
Ancho máximo de la impresora 3D: 40 cm.
Altura máxima de la impresora 3D: 60 cm
Tamaño de superficie máximo de la cama de impresión: 300 mm x 300 mm.
Sistema de movimiento con motores a pasos.
Sistema de drenaje en la tina de resina.
Limpieza de piezas por vibración ultrasónica.
Tina de resina doble propósito.
Sistema de curado con UV.

6. Normatividad

Norma ISO 20430:2020. Máquinas para plásticos y caucho.

Máquinas de moldeo por inyección Requerimientos de seguridad [6]. La norma específica requisitos para los accionamientos utilizados en el movimiento del plato de las máquinas de moldeo por inyección. Se aplicarán estos requisitos al diseño del sistema de movimiento de la cama de impresión de la impresora 3D, se puede asegurar un funcionamiento seguro.

Norma ISO/ASTM 52900:2015. Manufactura aditiva [7].

La norma describe cómo la fabricación aditiva construye geometrías 3D físicas mediante la adición sucesiva de material. Esto se tomará en cuenta en el diseño de la impresora 3D, ya que se deben considerar los procesos de deposición de resina por el método de impresión de capa por capa para procurar la calidad de los modelos impresos.

NORMA Oficial Mexicana NOM-030-ENER-2016 [8]. Eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz (led).

La Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones y métodos de prueba para promover el uso eficiente de energía en las lámparas de LED integradas utilizadas en iluminación general. Esta normativa es aplicable a todas las lámparas de LED integradas, esta norma se utilizará para seleccionar el sistema de curación para los modelos de resina.

7. Cronograma de actividades.

UEA para la que se solicita autorización:

Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I.

Actividades Trimestre 24-P		Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Diseñar la cama de impresión con medidas de 900 cm ² máximo	■	■										
2	Realizar el diseño del sistema mecánico de movimientos de la impresora 3D		■	■	■	■	■						
3	Diseñar el sistema de drenado de la tina de resina				■	■	■	■					
4	Diseñar un módulo integrado de lavado automático en la tina de resina						■	■	■				
5	Seleccionar dispositivos necesarios para el drenado de la tina de resina								■	■			
6	Integrar el proceso de lavado automático en la tina de resina								■	■	■		
7	Diseñar un módulo integrado de curado UV										■	■	■

Actividades Trimestre 24-O													
1	Seleccionar luces y material para la cámara de curado	■	■										
2	Realizar los planos de fabricación		■	■	■	■							
3	Realizar la simulación cinemática de la impresora 3D en SolidWorks				■	■	■	■	■				
4	Realizar y entregar reporte de proyecto de integración	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

8. Entregables

Reporte de Proyecto de Integración de Ingeniería Mecánica I.

9. Referencias bibliográficas.

- [1] Systems, 2023, “Estereolitografía” [En línea] Disponible: [https://es.3dsystems.com/stereolithography#:~:text=La%20estereolitograf%C3%ADa%20\(SLA\)%20es%20la,convirti%C3%A9ndolos%20de%20l%C3%ADquidos%20en%20s%C3%B3lidos](https://es.3dsystems.com/stereolithography#:~:text=La%20estereolitograf%C3%ADa%20(SLA)%20es%20la,convirti%C3%A9ndolos%20de%20l%C3%ADquidos%20en%20s%C3%B3lidos). Consulta: 20/03/2023.
- [2] David, 2023, “What is Investment Casting?” [En línea] Disponible: <https://www.reliance-foundry.com/blog/investment-casting#:~:text=Investment%20casting%2C%20also%20known%20as,with%20a%20refractory%20ceramic%20material>. Consulta: 20/03/2023.
- [3] A. Pavón, L. Cruz, 2015 “Diseño y construcción de un equipo de Impresión 3D con resina fotosensible UV para elaborar prototipos de piezas por medio del proceso DLP”, tesis, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Consulta: 05/03/2023.
- [4] H. Núñez & E. Villamar, 2017, “Diseño e implementación de un prototipo de limpieza por medio de ultrasonido”, Universidad Politécnica salesiana sede Guayaquil. Consulta: 14/03/2023.
- [5] Valls, 2018. “Impresora 3D de resina por estereolitografía”, trabajo de grado, Universidad Politécnica de Catalunya. Consulta: 20/03/2023.
- [6] Comité técnico ISO/TC270, 2020, “ISO 20430: 2020 Máquinas para plásticos y caucho – Máquinas de moldeo por inyección – Requisitos de seguridad”, de <https://www.iso.org/standard/68000.html> Consulta: 05/03/2023.
- [7] ISO/ASTM 52900, 2015, ISO/ASTM 52900:2015 [ASTM F2792], de <https://www.iso.org/standard/69669.html> Consulta: 05/03/2023.
- [8] Diario Oficial de la Federación, NOM-030-ENER-2016 “Eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz (led) integradas para iluminación general. Límites y métodos de prueba.” de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5469188&fecha=17/01/2017#gsc.tab=0 Consulta: 05/03/2023.

10. Terminología.

No es necesaria.

11. Infraestructura.

Taller de Mecánica, ubicado en el edificio 2P de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.

12. Asesoría complementaria.

No es necesaria.

13. Publicación o difusión de resultados.

No se tiene la intención de publicar.

Diseño mecánico de una impresora 3D de resina con lavado y curado para la aplicación en Investment Casting.

COMENTARIO DEL CEIM		ACCIÓN REALIZADA EN LA PPI	
Pág. Expo.	Copiar íntegro el comentario del CEIM del archivo E2 o lo cuestionado en la exposición.	Pág. Expo.	Breve descripción del cambio realizado o justificación del cambio realizado.
3	aquí define qué es UV.	3	Se agregó la definición de UV.
3	usa punto o coma, pero el mismo signo gráfico para separar miles	3	Se reemplazó el punto por una coma.
4	vinculado al comentario anterior	4	Se utilizó el mismo signo gráfico para separar miles.
5	los	5	Se agregó la palabra los entre seleccionar y dispositivos.
5	antes de este momento ya usaste las siglas UV, coloca la definición en la primera aparición, y quítala del resto de ocasiones que la uses.	3, 5	Se agregó la definición de UV en la primera aparición y se eliminó en el resto de las ocasiones.
5	separa	5	Se agregó un espacio: x 200
7	No se indica la UEA para la que se solicita autorización.	7	Se agregó la indicación de la UEA para la que se solicita autorización.
7	¿sobra?	7	Se reescribió la actividad de forma adecuada.
*	En la presentación se preguntó, ¿tiene mejoras que supere a lo que se utilice comercialmente? ¿Eso sería más económico que una impresora que tuviera la misma capacidad de la propuesta? ¿Hay alguna intención que se haga la maquinita?	3, 4	Se atendieron las preguntas en base a la introducción y justificación. La impresión, lavado, curado se integrarán en un solo dispositivo. Se explicó que los alcances del proyecto no están en el análisis de costos, pero sí, el reducir espacios además se explicó que en este proyecto no se construirá, pero se podría retomar para su futura construcción en otro proyecto.
*	¿Cuáles son las dimensiones aproximadas del dispositivo? ¿Para probarla que se imprimirá en un futuro?	3, 5	Se agregaron las dimensiones que se mencionaron en la presentación en la introducción y descripción técnica. Se atendió la segunda pregunta que, al ser solo diseño mecánico y no construcción, no imprimirá y para comprobar su funcionalidad se hará la simulación cinemática con el software SolidWorks.
*	Los dispositivos comerciales lo hacen por separado, ¿qué razón abra para hacerlo así que pueda complicar tu diseño?	*	Lo más complejo será el diseño del drenaje en la tina de resina, debido a que se tiene que considerar que el movimiento del láser en ningún momento toque alguna tubería.