Limpiar formulario

Clave de la Propuesta	PPI- 065 - 22 - PT		
Puntos a considerar	**Si**	**No**	**Observaciones/Comentarios**
¿Se incluyen los datos de la **Portada** (licenciatura, título, modalidad, versión, declaratoria, firmas, etc.)?	✔		
¿La extensión del T**ítulo** es adecuada y sin abreviaturas?	✔		
¿El **Título** refleja de forma clara lo que se trabajará en el proyecto?	✔		
¿La **Introducción** describe en forma concisa el área de aplicación del proyecto?	✔		
¿Los **Antecedentes** sitúan el proyecto propuesto respecto a otros trabajos?	✔		
¿La **Justificación** describe la razón, relevancia o necesidad que origina el proyecto?	✔		
¿El **Objetivo General** es claro y tiene relación directa con el proyecto a realizar?	✔		
¿Los **Objetivos Particulares** se engloban en el objetivo general?	✔		
¿La secuencia de actividades que se presenta en la **Metodología** es congruente con los objetivos y permite que se alcancen éstos?			No aplica
¿La **Descripción Técnica** presenta las especificaciones generales y particulares (materiales, dimensiones, normas, etc.), así como la explicación funcional de cada uno de los bloques del sistema a desarrollar?	✔		
¿La **Normatividad** mencionada da un marco a la propuesta?	✔		
¿El **Cronograma de Actividades** señala con claridad las tareas a realizar para alcanzar los objetivos del proyecto?	✔		
¿El proyecto es realizable en el tiempo propuesto?	✔		
¿Se encuentran indicados los **Entregables** dentro de la propuesta? ¿Se incluye explícitamente la entrega del **Reporte Final**?	✔		
¿Se incluyeron las **Referencias Bibliográficas** y estas cumplen con el formato solicitado?	✔		
¿La **Terminología** especifica del proyecto, que no es del conocimiento general en Ingeniería Mecánica, está claramente explicada?			No aplica
¿Se indican instalaciones, equipos y materiales que se requieren para realizar el proyecto?	✔		
¿La propuesta tiene una redacción clara y sin faltas ortográficas?	✔		
¿El enfoque del trabajo corresponde a un proyecto de Ingeniería Mecánica?	✔		

Observaciones

Elaborar y entregar la PI-A.

Estado de la propuesta	
◉ Autorizada ○ Revisada ○ No autorizada	Comité de Estudios de Ingeniería Mecánica

Licenciatura: Ingeniería Mecánica.
Nombre del Proyecto de Integración: Diseño y construcción de un dispositivo de cinco ejes para la impresión de piezas tridimensionales.
Modalidad: Proyecto tecnológico.
Versión: Segunda.
Trimestre Lectivo: 22O.

Nombre: Edgar Manuel Cabrera Martinez.
Matricula: 2163035007.
Teléfono: 5633088291
Correo: al2163035007@azc.uam.mx
Firma: _____

Asesor: Dr. Benjamín Vázquez González
Departamento de adscripción: Energía.
Categoría: Titular
Teléfono: 5553189054
Correo electrónico: bvg@azc.uam.mx

Firma del asesor: _____

Co-asesor: M. en I. Pedro García Segura.
Departamento de adscripción: Energía.
Categoría: Asistente
Teléfono: 5523265598
Correo electrónico: pegase@azc.uam.mx

Firma del Co-asesor: _____

09/01/2023

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.

Edgar Manuel Cabrera Martinez

Dr. Benjamín Vázquez González

M. en I. Pedro García Segura

1. Introducción

La impresión tridimensional, es un proceso de manufactura aditiva que se lleva a cabo por la superposición de capas debido a la extrusión de material, logrando de esta forma, crear objetos tridimensionales diseñados digitalmente. Para crear los objetos solidos se requiere de una máquina de impresión 3D, donde el inyector, es el mecanismo de la impresora que con base a su configuración llega a tener al menos movimientos lineales en tres dimensiones (X, Y y Z), los cuales son controlados a través de algún tipo software libre o privado, logrando tener así la pieza deseada [1].

El desplazamiento de cinco ejes es aquel en el que principalmente se consideran los tres ejes lineales X, Y, Z, y se adicionan dos movimientos rotatorios A y C (Figura 1). El eje A describe la rotación alrededor del eje X, mientras que el eje C describe la rotación alrededor del eje Z. El sistema de cinco ejes permite acortar y optimizar los tiempos de proceso al generar una pieza con geometría compleja. Además, este sistema logra realizar el trabajo en una sola configuración a una mayor calidad [2].

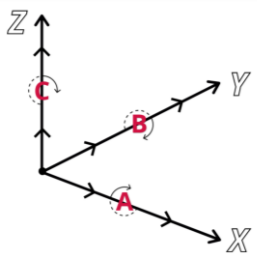

Figura 1. Representación de las direcciones de los ejes.

Cuando se manufactura una pieza en una máquina tridimensional de tres ejes y se tienen superficies curvas muy pronunciadas en dicha pieza, como son las formas de tipo esfera, entonces se presenta el efecto escalera (sobre todo en capas de cierre), el cual es una distorsión entre las capas que dan forma a la pieza, ya que algunas de ellas tienden a ser más gruesas debido a los movimientos limitados al momento de realizar la extrusión de material. Una impresora de cinco ejes descarta dicha limitación y esto gracias a los tres desplazamientos lineales y a los dos rotatorios, los cuales permiten realizar caminos curvos complejos reduciendo la distorsión en la pieza [3].

En este proyecto se realizarán los cálculos dinámicos de la impresora tridimensional de cinco ejes con ayuda de la metodología Euler-Lagrange, se llevará a cabo la construcción de la impresora a través de un previo diseño mecánico del mismo, por último, se evaluará el funcionamiento de dicho dispositivo.

1. Antecedentes

En diciembre del 2016 el licenciado Alfredo López Beltrán presentó una tesis acerca del Robot CNC para impresora 3D, en donde se muestra el diseño y construcción del robot cartesiano. Además, realizó el análisis de la dinámica y la cinemática del robot, describiendo las ecuaciones utilizadas al igual que los componentes empleados, inclusive se calculó la velocidad a la que el robot se mueve durante la impresión de la pieza finalizando con los circuitos que se utilizaron en el funcionamiento del robot [4]. La tesis descrita es una guía para realizar los cálculos matemáticos para la dinámica del robot, utilizando matrices homogéneas y ecuaciones de la metodología de Euler-Lagrange para este proyecto.

En el trimestre 18I el alumno Soladana Aguilar Manolo Iván de la carrera de ingeniería mecánica presentó el Proyecto de Integración, Diseño y Construcción de un Robot Cartesiano de Tres Ejes para Impresión de Piezas Pequeñas. Se realizó el diseño mecánico de un robot cartesiano donde posterior a este diseño seleccionó las herramientas y materiales electrónicos para el funcionamiento del mismo, de igual forma implementó el análisis matemático y de diseño para la selección de los motores comerciales para su integración en el dispositivo llegando a su objetivo de construcción y funcionamiento del mismo [5]. Este proyecto permite conocer la cinemática y dinámica de un robot cartesiano de tres ejes con el cual se pueden determinar los errores geométricos que surgen al generar la pieza. De igual forma sirve como guía para la selección de algunos materiales que se pueden implementar en la estructura del dispositivo, pero sobre todo ayudará para saber cómo realizar el análisis de selección de motores a incorporar.

En el trimestre 21P la alumna Ana María Ponce Cortez de la carrera de ingeniería mecánica presentó el Proyecto de Integración, Modelado y diseño de un prototipo de cinco ejes para la impresión 3D. En el proyecto se presentaron los cálculos cinemáticos del dispositivo de cinco ejes con las dimensiones de 0.6m de largo, 0.65m de ancho y 0.65m de alto. De igual manera se estimaron los costos de fabricación y de materiales propuestos, por último, se presentó el diseño del prototipo en el software SOLIDWORKS® [6]. Este trabajo será de ayuda para realizar el diseño, construcción física del dispositivo y además servirá de guía para estimar los costos de construcción y selección de materiales.

2. Justificación

Hoy en día las impresoras 3D al ser máquinas con tres ejes presentan algunos problemas debido a sus movimientos lineales. Uno de estos es el efecto escalera, este se genera en la superficie curva de una pieza debido a que el extrusor no puede realizar movimientos rotatorios que permitan dar el acabado que se busca. De igual

manera hay un error de precisión debido a la complejidad geométrica que presentan algunas piezas. Por estos motivos surge la necesidad de poder implementar el diseño y construcción de un dispositivo capaz de tener dos ejes adicionales, siendo los rotatorios, para poder crear superficies curvas disminuyendo en gran medida los problemas mencionados y dando mejor calidad de acabado en la pieza final.

3. Objetivos

Objetivo general

Diseñar y construir un dispositivo con cinco ejes capaz de imprimir piezas tridimensionales a través de manufactura aditiva.

Objetivos particulares

Modelar matemáticamente la dinámica del dispositivo de cinco ejes.
Diseñar la estructura mecánica del dispositivo de cinco ejes.
Construir el dispositivo de cinco ejes e implementar el sistema de control.
Evaluar el funcionamiento del dispositivo.

4. Descripción técnica

El dispositivo de impresión tridimensional será diseñado mediante el programa INVENTOR, el cual deberá contar con las siguientes dimensiones: 0.6 m de largo. 0,65 m de ancho y 0.65 m de alto.
El modelado dinámico se realizará con ayuda de la metodología Euler-Lagrange.
Se determinarán los materiales de construcción.
El dispositivo contará con piezas comerciales.
El material de impresión será en PLA y ABS gracias a su extrusor.

5. Normatividad

ISO/ASTM 52900:2015 “Aditive manufacturing – General principles – Terminology. Geneva, Switzerland”
Esta norma da a conocer los términos y nomenclatura para la fabricación aditiva para las geometrías 3D.

ISO 17296-2: 2015, “Fabricación aditiva. Principios generales. Parte 2: Visión general de categorías de proceso y materia prima”.
Esta norma da a conocer los procesos para la fabricación por el método aditivo, por lo que funciona como guía para conocer los diferentes materiales que se pueden

implementar inclusive en combinación para los procesos sin perder la calidad que se busca.

UNE-EN ISO 17296-3:2017 “Fabricación aditiva, principios generales Parte3: Características principales y métodos de ensayo correspondientes”.
Esta norma nos da a conocer cuáles son las características requeridas en la impresión de una pieza, dando a conocer cuales procesos de ensayo implementar para poder seleccionar la pieza con el material adecuado e indicando cuales son las características requeridas en la impresión de una pieza para que sea de calidad.

6. Cronograma de actividades

Se solicitará autorización para la UEA: Proyecto de integración de Ingeniería Mecánica.

N°	Actividades del trimestre 23-I	Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Diseñar el dispositivo de impresión 3D.	X	X	X	X	X							
2	Modelar matemáticamente la dinámica del dispositivo de cinco ejes.						X	X	X	X			
3	Determinar los materiales de construcción.										X	X	X
4	Elaborar reporte.						X	X	X	X	X	X	X

N°	Actividades del trimestre 23-P	Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Investigar los costos de las piezas y realizar su adquisición.	X	X	X									
2	Construir el dispositivo de cinco ejes mediante el ensamble de las piezas e implementar el sistema de control.				X	X	X	X	X				
3	Evaluar el funcionamiento del dispositivo y corregir los defectos de este.									X	X	X	
4	Elaborar y entregar reporte final.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

7. Entregables

Reporte final
Planos de las piezas del dispositivo de cinco ejes.
Ensamble virtual del dispositivo.
Dispositivo en su construcción física.

8. Referencias

[1] Bordignon Fernando, A. Iglesias Alejandro A. Iglesias y Hahn Angela 2018, Diseño e impresión de objetos en 3D, 1ra ed, Unipe editorial universitaria, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

[2] Mastercam, S. Septiembre 2021. *CADAVSHMEIP.* Obtenido de https://www.cadavshmeip.com/blog/articulos-1/mastercam-2022-multiaxis-214

[3] Mohamed A. Isa, Ismail Lazoglu. 2019, “Five axis additive manufacturing of freeform models throug buildup ostransition layers”. Manufacturing and Automation Reserch Center.

[4] Alfredo López Beltrán, 2016, “Robot CNC para impresora 3D”. Tesis para obtener el grado (Maestro en ciencias de la electrónica) Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

[5] Soldana Aguilar Manolo Ivan, 2008, “Diseño y construcción de un robot cartesiano de 3 ejes para impresión de piezas pequeñas”. Proyecto tecnológico, para Universidad Autónoma Metropolitana, CBI.

[6] Ponce Cortes Ana María, 2021, “ Modelado y diseño de un prototipo de cinco ejes para la impresión 3D”. Proyecto de investigación, para Universidad Autónoma Metropolitana, CBI.

9. Terminología

No aplica.

10. Infraestructura

Taller de Ingeniería mecánica de la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco.

11. Asesoría complementaria

No aplica.

12. Publicación o difusión de los resultados

No aplica.

Pág.	**COMENTARIO DEL CEIM**	Pág.	**ACCION REALIZADA EN LA PPI**
3	Introducción: Corregir la redacción no se entiende	3	Se corrigió la redacción del párrafo
3	Introducción párrafo dos: Parece que se repite la idea, ¿Para qué se incluye este párrafo?	3	Se corrigió la redacción para no repetir la idea lo cual redujo el párrafo sin necesidad de eliminarlo.
3	Introducción párrafo cuatro: Corregir redacción, resulta en cierto grado repetitiva.	3	Se modificó el párrafo.
4	Limitar la Introducción a una cuartilla, como lo indica la guía	3	Se redujo a una cuartilla mediante la modificación del texto.
4	Introducción párrafo cinco: Se han referido a una impresora	3	Se modificó la palabra robot por impresora.
4	Antecedentes: corregir la redacción.	4	Se modificó la redacción.
5	¿Cómo la definen y como se va a evaluar?	5	Se modificó el texto.
5	Objetivo general: ¿será aditiva?	5	Se modificó la palabra asistida por aditiva.
5	Descripción técnica: No se describen parámetros de diseño, sólo hay una descripción somera de los movimientos que ya se han descrito anteriormente.	7	Se agregó el parámetro de diseño.
5	Descripción técnica: Pareciera que se habla de motores que ya se tienen, entonces ¿cuál será el impacto del modelado en el diseño a proponer? ¿se cuenta ya con los motores?		Se retiraron los modelos de los motores, modificando la redacción.

5	Descripción técnica: Lo importante para este diseño y el modelado matemático que se sugiere realizar no se menciona.	5	Se realiza mención del modelado mediante la metodología de Euler-Lagrange.
5	Descripción técnica: ¿ya se ha determinado el material para construir?	5	Se eliminó el ultimo párrafo y se agrego el determinar los materiales de construcción.
6	Normatividad: Revisar redacción.	6	Se modificó la redacción.
6	Cronograma de actividades: No se indica la UEA para la que solicita autorización		Se agregó el texto de solicitar la autorización de la UEA correspondiente.
6	Cronograma de actividades: ¿Cuál será el impacto de este modelado? En la actividad 2 se describe diseñar la estructura, que no queda claro si es algo estático o dinámico. Si es algo dinámico, debió diseñarse antes de modelarse. Resultan confusa la relación de las actividades.	6	Se modificó la primera actividad colocando el diseño del dispositivo y posterior a esta el modelado dinámico.
6	De la descripción técnica: se entiende que se implementarán piezas comerciales, no se ha descrito la manufactura de algún componente.	6	Se retiró el texto de la fabricación de los materiales.
6	De la descripción técnica: No se ha hablado ni descrito el sistema de control.	6	No se menciona por que será implementado por el alumnado de servicio social.
7	De la descripción técnica: Redactar en infinitivo	6	Se redactó en infinitivo.
8	Infraestructura: ¿No se requiere para la construcción?	7	Se agreg+o la infraestructura en donde se llevará acabo el trabajo