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: Primera.
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: 52189072
Correo electrónico: pegase@azc.uam.mx

Firma del Co-asesor: _____

09/12/2022

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 3D, es un conjunto de procesos que a través de la superposición material como polímero PLA, lo cual permite generar objetos tridimensionales. Este proceso aditivo es el más versátil ya que prácticamente permite elaborar cualquier objeto.

Una máquina de impresión 3D es aquella capaz de reproducir un objeto sólido tridimensional, su funcionamiento se basa en el depósito de varias capas de insumo de abajo hacia arriba hasta lograr la pieza modelada. Esta técnica de adición es una de las más versátiles ya que permite elaborar prácticamente cualquier objeto.
El inyector, es el mecanismo de la impresora que tiene movimientos lineales en tres dimensiones, en el eje X, Y, Z, controlado a través de un software que permite llevar a cabo 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 desplazamientos rotatorios A y C (Figura 1.0). El eje A describe la rotación alrededor del eje X, mientras que el eje C describe la rotación alrededor del eje Z [2]

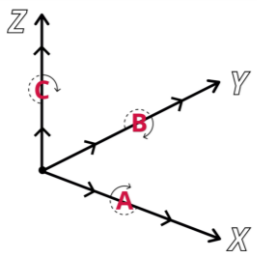

Figura 1. Representación de las direcciones de los ejes.

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]. Al tener superficies curvas muy pronunciadas en una pieza, como la esférica, presenta ciertas limitaciones para el extrusor, como el llegar a algunas zonas de la pieza, debido a la restricción de movimientos que tienen las impresoras al tener desplazamientos en tres ejes siendo lineales. Una impresora de cinco ejes descarta esta limitación mencionada, esto gracias a los tres movimientos lineales y a los dos rotatorios que se suman a los desplazamientos, ya que los dos últimos permiten realizar caminos curvos complejos y asi también eliminando el efecto escalera que es aquel que se genera en la adición de capa a capa [3].

En este proyecto se realizarán los cálculos dinámicos del robot con ayuda de la metodología Euler-Lagrange, así como se llevará a cabo la construcción de la impresora 3D con 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 Soldana 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 diseñó 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]. Gracias al trabajo de este proyecto permitirá ser de ayuda para realizar el diseño del dispositivo al igual que la construcción física del mismo. Por último, se usará como guía para estimar costos de construcción y materiales.

2. Justificación

Hoy en día las impresoras 3D al ser maquinas 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 mencionado que se busca. De igual manera hay un error de precisión debido a la complejidad geométrica que presentan algunas piezas. Es por eso que surge la necesidad de poder implementar el diseño y construcción de un dispositivo capaz de tener dos ejes adicionales, siendo los rotatorios, para disminuir esos problemas dando mayor eficiencia al dispositivo para generar piezas complejas con mayor calidad de construcción.

3. Objetivos

Objetivo general

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

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 3D será capaz de trabajar con los ejes lineales X, Y, Z, gracias al motor a pasos Nema 17 y trabajará con los ejes A y C que son aquellos rotatorios con motor a paso Nema 23.
Las dimensiones del dispositivo: 0.6 m de largo. 0,65 m de ancho y 0.65 m de alto.
El material de impresión será en PLA y ABS gracias a su extrusor.
El material de la estructura del dispositivo será de aluminio y de piezas comerciales estándar.

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. Es por esto que es importante llevarla a cabo.

6. Cronograma de actividades

N°	Actividades del trimestre 22-I	Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Modelar matemáticamente la dinámica del dispositivo de cinco ejes.	x	x										
2	Diseñar la estructura mecánica del dispositivo.			x	x								
3	Investigar costos de fabricación de materiales y llevar a cabo la adquisición de estos.					x	x						
4	Construir el dispositivo de cinco ejes mediante el ensamble de las piezas e implementar el sistema de control.							x	x	x			
5	Evaluar el funcionamiento del dispositivo y corregir defectos de este.										x	x	

6	Elaboración y entrega de 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

No aplica

11. Asesoría complementaria

No aplica.

12. Publicación o difusión de los resultados

No aplica.