Licenciatura: Ingeniería Mecánica

Nombre del Proyecto (PI): Diseño de un robot cartesiano portátil para corte laser de láminas metálicas.

Modalidad: Proyecto de Investigación

Trimestre lectivo: 22 O

Datos del alumno:

Nombre: Daniel Barrera Steven Fernando

Matricula: 2162004231

Correo electrónico: al2162004231@azc.uam.mx

Teléfono: 5518734328

Firma:

Nombre: Romero Torres Carlos Fernando

Matricula: 2162000751

Correo electrónico: al2162000751@azc.uam.mx

Teléfono: 5516485876

Firma:

Datos de asesor:

Asesor: Dr. Francisco Beltrán Carbajal

Categoría: Titular

Departamento de adscripción: Departamento de energía

Correo electrónico: fbeltran@azc.uam.mx

Teléfono: 5553189069

Firma:

Asesor: Dr. Zeferino Damián Noriega

Categoría: Titular

Departamento de adscripción: Área de investigación de Mecánica y Mecatrónica

Correo electrónico: zedan@azc.uam.mx

Teléfono: 5535520644

Firma:

09/12/22

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.

Daniel Barrera Steven Fernando

Romero Torres Carlos Fernando

Dr. Francisco Beltrán Carbajal

Dr. Zeferino Damián Noriega

1.Introducción

El diseño de un robot cartesiano portátil para corte laser de láminas metálicas, tendrá como finalidad diseñará y tener un prototipo virtual que pueda mostrar su desempeño marcando las trayectorias de operación en laminas para cortes de geometrías complejas y precisas.

Los cortadores laser tienen una gran competitividad en la industria manufacturera por mencionar corte con agua y oxicorte, como primera ventaja al termino del proceso las piezas cortadas no necesitan acabado, lo cual representa menores gastos de manufactura y reducción de tiempos de producción, el diseño del mecanismo tendrá tres grados de libertad movimientos en el eje “x” y el eje “y” para desplazamientos de corte, el movimiento en el eje “z” será únicamente para calibrar la antorcha del cortador y poder introducir la materia prima (lamina).

Se modelará el sistema dinámico y matemático del dispositivo que permitirá consecuentemente realizar las ecuaciones de posición, velocidad y aceleración para un avance optimo en el proceso de corte para finalmente modelar el prototipo virtualmente.

La simulación del prototipo virtual tiene se basa principalmente en dos softwares para una interfaz adecuada (SolidWorks y MATLAB) en estos se podrá apreciar ya montados cada uno de los componentes necesarios, así como su operación. Todo el mecanismo estará diseñado en cada uno de sus componentes descritos en dibujos técnicos, así como del material que estarán hechos y costos de los mismos.

México es una potencia en manufactura por lo cual necesita para empresas de pequeño y mediano desarrollo este tipo de maquinaria a precios accesibles, las del mercado para las dimensiones de nuestro diseño esta previsto rondan entre los 15000 y 38000 pesos.

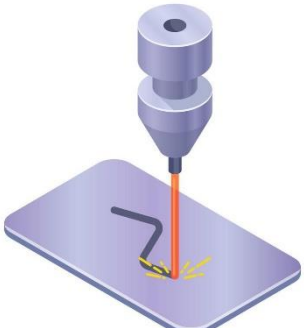

Ilustración 1 Antorcha laser

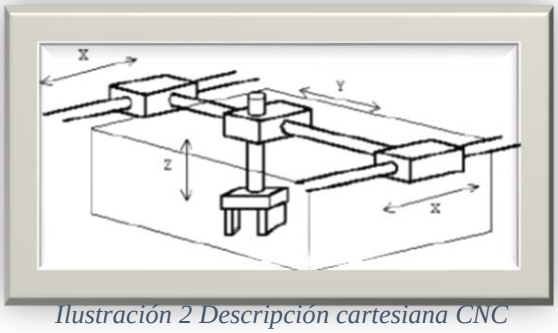

Ilustración 2 Descripción cartesiana CNC

2.Antecedentes

Prototipo cortador y grabador laser (Trabajo terminal 2 IPN UPIITA)

El presente trabajo describe la implementación, construcción y caracterización de un sistema de corte y grabado de materiales no metálicos utilizando un láser de semiconductor. El prototipo se basa en un robot de posicionamiento cartesiano construido con perfil de aluminio estructural, un módulo láser de 808 nm de longitud de onda a 4 W regulables mediante modulación de ancho de pulso, una interfaz de desarrollo (IDE) para la generación de códigos G y la etapa de electrónica para el control de potencia óptica y el monitoreo de la temperatura. El posicionamiento XYZ es accionado por medio de motores paso a paso (PaP) que trasfieren el movimiento sobre la mesa de trabajo a través de tornillos de bolas, cuyas medidas de trabajo efectivo son: 384 mm en el eje X, 240 mm en el eje Y 190 mm en el eje Z. Éste último se emplea para el proceso de focalización del haz entregado por el láser de semiconductor, el cual se puede concentrar en un punto de 150 µm de diámetro mínimo. La IDE encargada del procesamiento de imágenes se basa en el protocolo de comunicación USB, el cual permite trabajar diversos formatos de intercambio gráfico, entre los que destacan .dxf y .jpg. La etapa de electrónica se encarga de regular la potencia óptica del módulo láser permitiendo la obturación del haz de luz entregado y, por otra parte, el monitoreo de la temperatura se efectúa mediante un sensor infrarrojo. Las pruebas finales se realizaron sobre acrílico, madera y tela. Las velocidades, potencias y tiempos de operación dependen de la complejidad del diseño, proceso a realizar, tipo de material y espesor del mismo.

Como primera referencia a lo idealizado el trabajo terminal 2 se obtiene un prototipo de corte y grabado para materiales no metálicos lo que tendrá una gran diferencia de potencia de onda de corte y potencia eléctrica, los avances de corte y grabado fueron caracterizados a diferentes materiales de espesores delgados y de diferentes permeabilidades de luz.

Nuestro prototipo estará diseñado para lamina lo cual implicará mayores consumos de gas y luz para de principio penetrar el material y después tener un avance en relación al espesor de lámina el presente trabajo terminal tiene tanto las bases de un diseño así como de un prototipo físico demostrando la eficiencia con diferentes materiales, el proyecto a presentar tiene en común los grados de libertad a trabajar en sus caso es operado con un software abierto en internet, el programa a diseñar tendrá compatibilidad de formato para observar en conjunto el diseño 3D y software que marcara recorrido.

PROYECTO TÉCNICO: DISEÑO DE UNA MÁQUINA LÁSER PARA CORTE Y GRABADO DE MATERIALES NO METÁLICOS EN LA EMPRESA “S.T.S”

Diseño del sistema mecánico

En esta sección se calculará la potencia requerida para seleccionar el láser CO2 adecuado para realizar el corte y grabado en los distintos materiales no metálicos mencionados anteriormente. El método seleccionado y más apropiado para el corte con el láser CO2 es por vaporización. 25 En el corte basado en la vaporización; el rayo enfocado primero calienta la superficie hasta el punto de ebullición y, por lo tanto, genera un ojo de cerradura. El ojo de

la cerradura provoca un aumento repentino de la absorción debido a múltiples reflejos y el agujero se profundiza rápidamente. A medida que se profundiza, se genera vapor que escapa y se expulsa por el orificio o corte y estabiliza las paredes fundidas del orificio. Este es el método habitual de corte para láseres pulsados o en el corte de materiales que no se funden, como madera, carbono y algunos plásticos, (Steen, 2010). Este proceso de corte se puede modelar asumiendo que toda la energía entra en la masa fundida y se elimina antes de que se produzca una conducción significativa. Para calcular la potencia máxima requerida se tomará como referencia los datos de Polimetilmetacrilato (PMMA), Steen (2010), a continuación, se presenta la ecuación 1 del balance de energía para la transferencia de calor, de la cual al despejar se obtiene la ecuación para potencia requerida para el láser CO2.

Ejes de traslación

A continuación, se definen la disposición de los ejes de traslación para la máquina cortadora láser como se observa en la siguiente imagen, este diagrama sirve para poder diferenciar los ejes al momento de realizar el respectivo análisis.

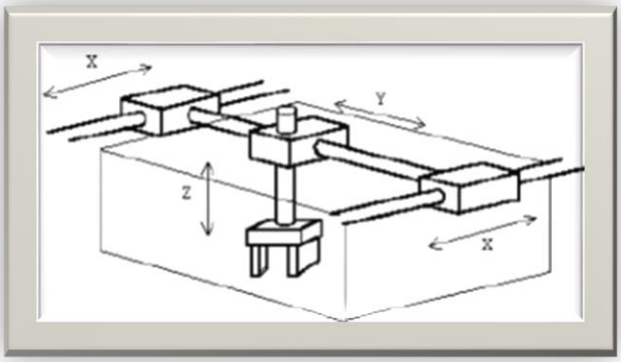

Ilustración 3 Diagrama de Análisis de ejes

Este proyecto demuestra parámetros para diseño de un robot laser para grabado y corte para no metales , proporciona los análisis pertinentes en estructura por las cargas a la que estará sometido, caracteriza materiales como polímeros, metales, así como una ecuación de balance de energía muy importante para regular la potencia con la que operará de acuerdo a el material sin dañarlo, hace énfasis en el tipo de materiales que son de utilidad para poner los ejes XYZ para una traslación con la menor fricción, especificaciones técnicas para construcción, tablas de potencia y tipo de gas a utilizar para distintos tipos de materiales.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CORTADORA LÁSER PARA PAPEL CON INTERFAZ GRÁFICA

La cortadora láser para papel con interfaz gráfica es una máquina que realiza cortes y grabados en diferentes clases de papel, con el uso de una interfaz gráfica en la cual se puede realizar el diseño que se quiere cortar o grabar para que la máquina realiza el corte con la herramienta que en este caso es un láser de baja potencia, de esta manera el operario puede

realizar diversos diseños para obtener tarjetas personalizadas de acuerdo al requerimiento que presente el cliente de una manera más eficiente, debido a que antes estos trabajos se los enviaba a realizar a la ciudad de Quito por lo que al implementar esta máquina se acorta el tiempo de entrega, se aumenta la calidad, y disminuyen los costos de producción. Añadiendo el hecho de que no solo se pueden realizar cortes sino también grabados en materiales como fomix, madera y cartón. Se determinaron los requerimientos de la cortadora, las dimensiones, las cargas a soportar y de acuerdo a esta información se seleccionó el material, el sistema de transmisión, la herramienta de corte, el actuador y el controlador para la máquina.

3.Justificación

La industria manufacturera es considerable en México como ya se mencionó, este prototipo virtual permitirá junto con su diseño tenerla a bajo costo en comparación con las ya existentes en el mercado debe ser compacta fácil de transportar ya que no es una máquina de producción en masa tendrá dimensiones aproximadas de 50x50cm de largo y ancho y de altura 30 cm, tendrá versatilidad de acoplarse a una línea de producción, cabe mencionar que esta dirigida a las pequeñas y medianas empresas.

(La versatilidad es más en referencia a darle continuidad un numero definido de actuadore ya externos a este proyecto de separar el material útil del desecho).

4.Objetivos

Objetivo general:

Diseñar un robot cartesiano portátil para realizar tareas de corte de láminas metálicas usando tecnología laser

Objetivos Particulares:

1. Desarrollar el modelo dinámico que describa el comportamiento del dispositivo.
2. Diseñar la arquitectura del robot.
3. Desarrollar el software capaz de generar las trayectorias de corte y comunicación máquina-hombre.
4. Desarrollar un prototipo virtual del sistema robótico.

5.Metodologia

El desarrollo del presente proyecto considera las principales fases:

Fase1.Modelado dinámico del robot cartesiano

Como punto de partida el modelado dinámico describirá tanto las ecuaciones de comportamiento en los tres ejes de movimiento representados como q_1=z, q_2=y y q_3=x, la dinámica de sus cuerpos será llevada en relación a la masa que cada uno de los ejes desplacen y el sistema de transmisión con el que se efectuarán cualquiera de los movimientos, el modelado dinámico tiene que representar la posición de la antorcha, velocidad y su aceleración, los movimientos de corte siempre se realizaran únicamente en los ejes “x” y “y”, el eje z no influirá en los cortes ya que el material será uniforme.

Fase 2. Formulación del problema del diseño

Ya previamente consultadas algunas arquitecturas de cortadoras laser, se procederá de manera muy ligada con el modelado dinámico a optar por un diseño apropiado considerando las masas m_1, m_2 y m_3 que con relación al previo modelo dinámico establecido y además de asociar la aplicación a cada uno de los ejes consecutivamente ya mencionados, nos da pie a seleccionar los materiales óptimos ya consultados en el mercado.

Fase 3. Desarrollo de software para análisis de movimiento

Los softwares seleccionados (SolidWorks y Matlab), tiene la facilidad de el formato programable transportarlo a nuestro diseño de modelo virtual y comenzar a realizar distintas trayectorias comenzado con geometrías básicas como prueba de funcionamiento, como ya fue mencionado anteriormente la interfaz robot-software para poder programar nuevas geometrías y finalmente comunicación software-hombre con un menú intuitivo para el operador.

Fase4. Diseño mecánico detallado

Con el sistema de transmisión de potencia ya considerado un tornillo milimétrico y motores a pasos se procederá como afectadores de movimiento y a realizar el sistema mecánico con el tipo de rieles para movimientos en “x” y “y” se tiene contemplado pares de baleros en los extremos de los tornillos de avance ya que tienen menor fricción, eso representa menor cantidad de energía requerida lo cual se refleja en costos, con dibujos de definición se describirán cada uno de los componentes del sistema de transmisión.

Fase 5. Evaluación y ajustes del diseño

Ya efectuadas cada una de las fases anteriores se procede a realizar varias pruebas con diferentes geometrías el software deberá dejar marca de cada una como en todo un diseño se evaluará realizaran cambios de ser necesario.

Amount of heat input required for various material at various thicknesses using a CO_2 laser [watts][14]

Material	Material thickness				
	0.51 mm	1.0 mm	2.0 mm	3.2 mm	6.4 mm
Stainless steel	1000	1000	1000	1500	2500
Aluminium	1000	1000	1000	3800	10000
Mild steel	–	400	–	500	–
Titanium	250	210	210	–	-
Plywood	–	-	–	-	650
Boron/epoxy	–	-	–	3000	–

Tabla 1 Potencia requerida para corte de láminas de distintos materiales

6.Normatividad

ISO 9001-2015 Sistema de Gestión de Calidad

El diseño, así como el prototipo virtual está dirigido hacia las empresas de pequeño y mediano desarrollo es importante tener en cuenta lo que se considera un producto de calidad para ser más específico en la sección 8.3.4 “Controles de diseño y desarrollo” donde se definen cuáles serán los entregables, realizarán las revisiones para evaluar la capacidad de los resultados del diseño y desarrollo para cumplir los requisitos.

Realizar las actividades de verificación para asegurarse que las salidas del diseño y desarrollo cumplen los requisitos de entrada, realizar actividades de validación para asegurarse de que los productos y servicios resultantes satisfacen los requisitos de para su aplicación especificada o uso previo etc.

7.Cronograma de actividades

Proyecto de integración en ingeniería mecánica l.

Proyecto de integración en ingeniería mecánica ll.

Introducción al Trabajo de Investigación en Ingeniería Mecánica.

Actividades/Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Desarrollo de modelo dinámico												
Desarrollo de ecuaciones de comportamiento												
Cálculo de cargas estructurales												
Calcular relación, paso milimétrico velocidad motores de paso												
Calcular potencia requerida de laser												
Establecer rangos de calibres y tipo de metales												
Diseñar estrutura soporte												

Tabla 2 Introducción al Trabajo de Investigación en Ingeniería Mecánica.

Actividades/Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Diseñar rieles de ejes "X" y "Y"												
Diseñar mesa de trabajo												
Diseñar bajo norma tornillos de paso mm												
Diseñar soporte de antorcha laser con eje de transmisión en "Z"												
Ensamblado estructural 3D												
Ensamblado de partes mecánicas a estructura												
Ploteo de arquitectura de robot en conjunto												
Dibujos de definición de robot en general												

Tabla 3 Cronograma Proyecto de integración ll

Actividades/Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Desarrollo de software interfaz maquina												
Desarrollo interfaz máquina-hombre												
Desarrollo prototipo virtual con marca de trayectorias de geometría de operación												
Entrega reporte final												

Tabla 4 Cronogramde Actividades Poryecto de integracion l

8.Entregables

1. Reporte final

9.Referencias

[1] Chávez Talavera Ricardo Emmanuel, Chávez Ugalde Edith, Rivera Fernández Josué Daniel, Roa Tort Karen, 2015," Prototipo Cortador y Grabador Laser", Mecatrónica, Instituto Politécnico Nacional (IPN).

[2] Byron Israel Chucaralao Minchala, Edwin Ismael Llivisaca Silva, 2021, "DISEÑO DE UNA MAQUINA LASER PARA CORTE Y GRABADO DE MATERIALES NO METALICOS EN LA EMPRESA "S.T.S"", Mecatrónica ,Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.

[3] Padilla Ortiz Roxana Natalia, 2017, "Diseño y construcción de una cortadora laser para el papel con interfaz gráfica", Mecatrónica, Universidad Técnica del Norte Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas Escuela de Ingeniería en Mecatrónica.

[4] Ollin Tonatiuh Rodríguez Bravo,2018, "Diseño y construcción de un robot cartesiano de 3 ejes, para el corte de láminas de asbesto y cartón empleando un láser comercial", Proyecto tecnologico, Universidad Autónoma Metropolitana, CBI.

[5] Soldana Aguilar Manolo Ivan,2018," Diseño y construcción de un robot cartesiano de 3 para impresión de piezas pequeñas", Proyecto tecnológico, para Universidad Autónoma Metropolitana, CBI.

[6] ISO 2015, ISO/ ISO 9001: 2015 "Sistema de Gestión de Calidad", https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es

[7] ISO,2003, "UNE-EN ISO/ASTM 15616-1:2003", https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0029814

10.Terminología

No aplica

11.Infraestructura

Centro de Desarrollo Asistido por Computadora (CEDAC).

12.Asesoría complementaria

No aplica

13.Publicacion o difusión de resultados

No aplica