

Licenciatura: Ingeniería Mecánica

Nombre del proyecto:

Diseño mecatrónico y puesta en marcha de una mesa de coordenadas.

Modalidad: Proyecto de Investigación.

Versión: Segunda

Trimestre Lectivo: 22I

Datos de los alumnos:

Nombre: Alexis De León García

Matrícula: 2182000533

Correo: [al2182000533@azc.uam.mx](mailto:al2182000533@azc.uam.mx)

Firma: \_\_\_\_\_



Nombre: Jesús Daniel Alonso Isidoro

Matrícula: 2182002608

Correo: [al2182002608@azc.uam.mx](mailto:al2182002608@azc.uam.mx)

Firma: \_\_\_\_\_



Asesor: Dr. Zeferino Damián Noriega

Categoría: Titular

Departamento de adscripción: Energía

Tel: 55 5318-9072

Correo: [zdamian51@hotmail.com](mailto:zdamian51@hotmail.com)

Firma del asesor: \_\_\_\_\_

Asesor: Ing. Romy Pérez Moreno

Categoría: Asociado

Departamento de adscripción: Energía

Tel: 55 5318-9069

Correo: [romy@azc.uam.mx](mailto:romy@azc.uam.mx)

Firma del asesor: \_\_\_\_\_

Asesor: ing. Ernesto Montes Estrada

Categoría: Asociado

Departamento de adscripción: Energía

Tel: 55 4571-5309

Correo: [netomecanica52@hotmail.com](mailto:netomecanica52@hotmail.com)

Firma del asesor: \_\_\_\_\_

19 /Mayo/2022

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.

---

Alonso Isidoro Jesús Daniel

---

De Leon Garcia Alexis

---

Dr. Zeferino Damián Noriega

---

Ing. Romy Pérez Moreno

---

Ing. Ernesto Montes Estrada

## 1. Introducción:

El corte con láser es una técnica que, a través de la energía térmica, se utiliza para separar piezas de madera, acero, plástico, etc. El rayo láser concentra la luz sobre un punto de la superficie del material de trabajo elevando su temperatura hasta que se derrite o vaporiza. Una vez el rayo láser ha traspasado la superficie se inicia el proceso de corte [1].

Las mesas cartesianas XYZ son máquinas automatizadas con el fin de garantizar una alta precisión y aumentar la velocidad y repetitividad en los diferentes procesos (Figura 1). Entre las aplicaciones más conocidas donde se utilizan son corte y ruteado de materiales, transporte y manejo de objetos, medición automatizada, construcción de maquinaria y fabricación de circuitos electrónicos [2].

En el laboratorio de investigación de Mecánica ubicado en el edificio W existe la necesidad de contar con una mesa de coordenadas que integre un control numérico computarizado (CNC) para realizar cortes empleando un láser de baja potencia, que ya existe en ese laboratorio (Figura 2). Anteriormente se contaba con una mesa de coordenadas, la cual ya no funciona.

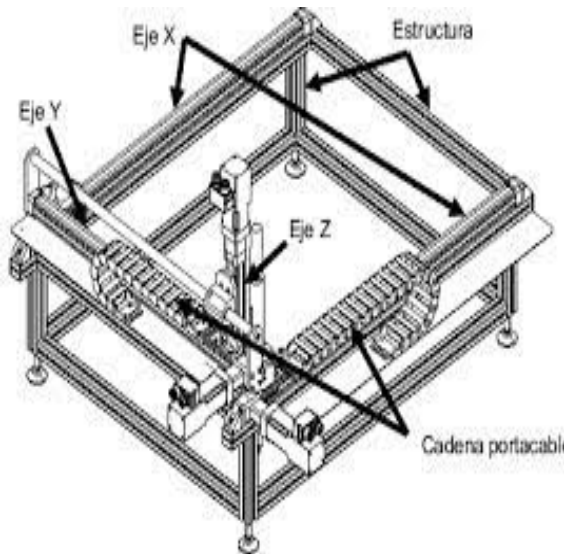


Figura 1: Mesa cartesiana XYZ



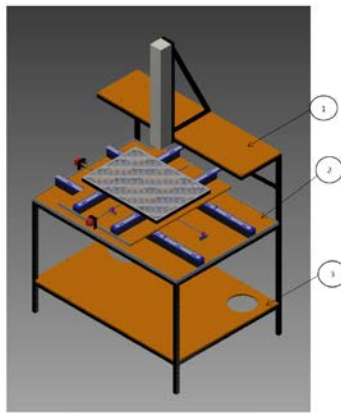
Figura 2: Cabezal de láser del laboratorio de investigación de Mecánica

En esta propuesta se diseñará un sistema mecatrónico integrado por una mesa de coordenadas que mueva el material a cortar bajo el haz del láser (fijo) y un control numérico computarizado. El diseño de la mesa de coordenadas incluirá la construcción o selección de las guías, elementos de potencia y superficie de corte. Los motores serán controlados por el CNC para generar los patrones de corte necesarios y recibirán señales PWM (Pulse Width Modulation) de un Shield que será conectado a una tarjeta de desarrollo Arduino. El patrón de corte lo leerá el programa LaserGRBL en una computadora, quien lo interpretará y enviará por USB las instrucciones necesarias al Arduino. El programa LaserGRBL es de código abierto y no tiene costo.

¿Qué tipo de motores emplearán? Si son a pasos, la técnica PWM no se aplica.

## 2. Antecedentes:

En el 2016 el estudiante de Ingeniería Mecánica de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, David Ordoñez Díaz realizó el proyecto “Diseño mecánico de una mesa de coordenadas para corte y grabado con láser”. Se construyó la estructura de una mesa (Figura 3) con tres niveles, que son: soporte para bomba de vacío, mesa de soporte que sostiene a la mesa de coordenadas con dimensiones de 850 mm x 1200 mm x 300 mm y soporte del tanque de CO<sub>2</sub> [3]. Se analizó de este antecedente el diseño en 3D, el orden y funcionamiento de ese sistema, el cual es un punto de partida para el nuevo diseño, ya que restringirá las áreas establecidas para la base de la mesa y el láser fijo.



*Figura 3: Diseño en CAD de la propuesta 2016 [2].*

En el 2016 el estudiante de Ingeniería Mecánica de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Rodrigo Vázquez Mayorga realizó el proyecto “Automatización y control de movimientos de una mesa de coordenadas X-Y para prototipo de cortador láser”. El movimiento es realizado por 2 motores a pasos (Nema 17, 1.68 A, 2.2 v – 12 v), un CNC shield, una tarjeta de desarrollo R3 UNO (Arduino), 2 polea 2 Gt, tensores de banda, así como con la programación de los drivers y el control de los componentes electrónicos [4]. Este proyecto se tomará en cuenta ya que se utilizará el IDE (integrated development environment), es un programa informático compuesto por herramientas de programación y se analizará el código utilizado en el Arduino para entender la forma en que se comunica con la computadora.

En 2019 los estudiantes de Ingeniería Mecánica de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Raúl Aguilar Julián y Juan Francisco Enríquez Juárez realizaron el proyecto “Diseño, construcción y control de un sistema de corte-grabado para un robot cartesiano”. En este proyecto se consideró el uso de motores para la operación de un robot cartesiano, por lo que será considerado como una guía inicial para conocer el control utilizado, diseños mecatrónicos y la electrónica implementados para generar los movimientos de la mesa de coordenadas.

### 3. Justificación

El grupo de investigación Sistemas Mecánicos de Frontera cuenta con un láser de CO<sub>2</sub> fijo en una estructura para el que se necesita contar con un sistema que mueva el material no metálico a cortar de forma automatizada, siguiendo un patrón previamente definido en una computadora. Este laser se encuentra ubicado en el edificio W-A, 1er piso. Para cubrir esta necesidad se propone que, como parte de un proyecto de autoequipamiento del grupo de investigación, se diseñe y ponga en operación un sistema mecatrónico integrado por: una mesa de coordenadas X-Y y un control numérico computarizado.

### 4. Objetivos

#### Objetivo general:

Diseñar y poner en operación un sistema mecatrónico integrado por una mesa de coordenadas X-Y y su control numérico computarizado.

#### Objetivos Particulares:

Diseñar una mesa de coordenadas X -Y.

Determinar los materiales y componentes que se van a utilizar en la construcción del sistema mecatrónico de la mesa de coordenadas.

Analizar las deformaciones de la mesa X-Y por medio de simulación numérica

Analizar las interferencias geométricas por medio de simulación cinemática

Ensamblar

Construir y acoplar los sistemas de transmisión de potencia.

Programar la tarjeta Arduino para implementar el CNC empleando un Shield y una computadora para controlar los motores.

Construir y poner en operación la mesa de coordenadas X-Y.

### 5. Descripción técnica

Volumen de la mesa de coordenadas: 850 mm x 1200 mm x 300 mm

Área de corte: 625 mm x 450 mm.

Tipos de ejes: tornillo sin fin

Cantidad de ejes de movimiento: 2

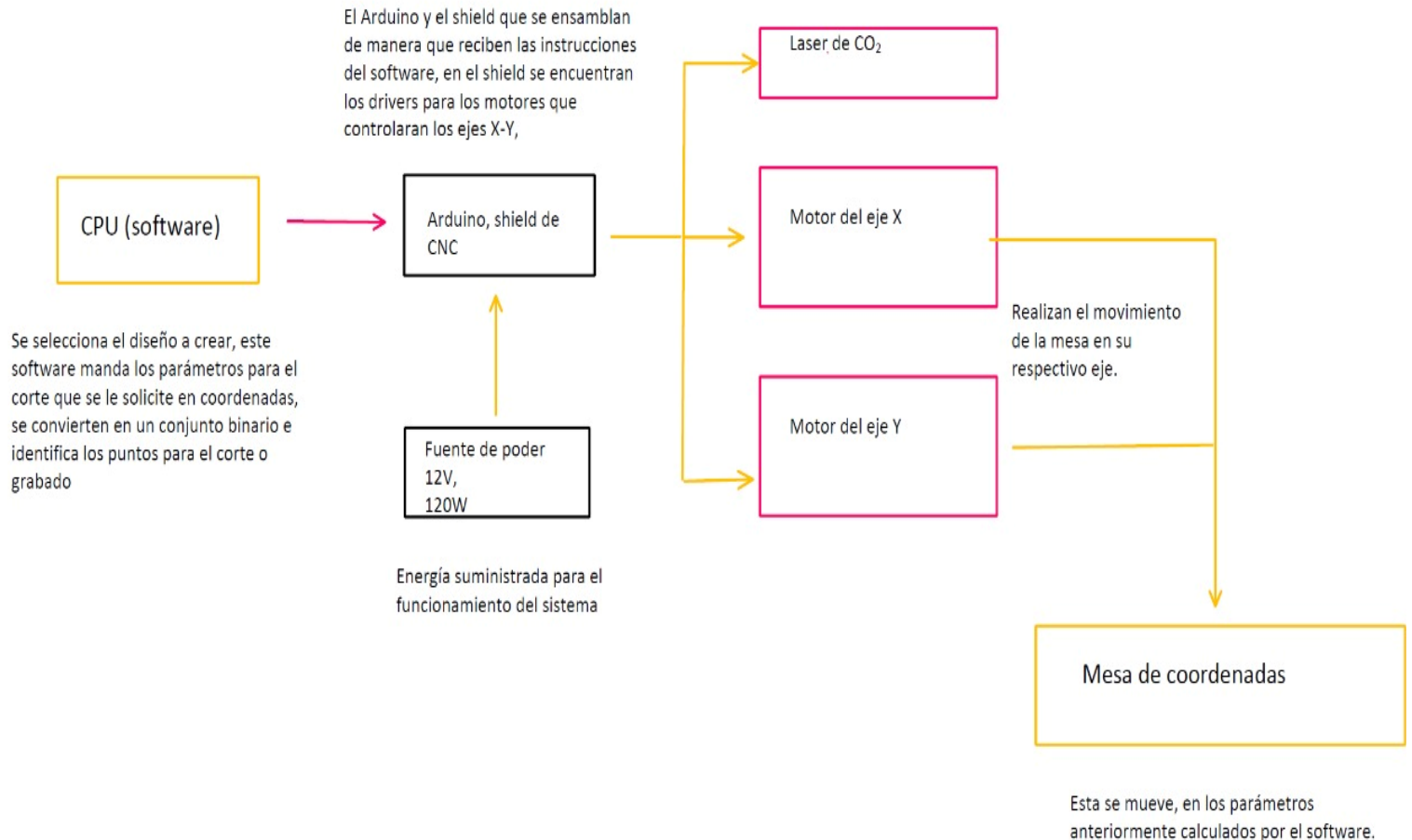
Precisión: entre 0.02 y 0.05 mm

Tipo de trayectorias: líneas rectas, circunferencias.

Plataforma de desarrollo: Arduino UNO R3

Software: LaserGRBL

#### DIAGRAMA A BLOQUES DE LA PROPUESTA.



## 6. Normatividad

NORMA Oficial Mexicana NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.

Indica establecer las condiciones de seguridad y los sistemas de protección y dispositivos para prevenir y proteger a los trabajadores contra los riesgos de trabajo que genere la operación y mantenimiento de la maquinaria y equipo [5].

NORMA Oficial Mexicana: NOM-013-STPS-1993. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes.

Establece sobre las medidas preventivas y de control en los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes, para prevenir los riesgos a la salud de los trabajadores que implican la exposición a dichas radiaciones [6].

Norma Oficial Mexicana NOM-110-STPS-1994, Seguridad en máquinas-Herramienta para taladrado, fresado y mandrilado.

Establece las características y/o condiciones de seguridad que deben cumplir las máquinas herramientas, taladradoras, fresadoras y mandriladoras, para prevenir los riesgos de trabajo en los centros laborales [7].

Norma Mexicana NMX-I-271/01-NYCE-2008 Electrónica-seguridad de los productos laser-parte 01: clasificación de los equipos y requisitos (cancela a la nmx-i271-nyce1999) Es aplicable a la seguridad de los productos láser que emitan radiación láser en el intervalo de longitud de onda de los 180 nm a 1 mm [8].

## 7. Cronograma de actividades.

Se solicita autorización para:

Proyecto de integración en Ingeniería Mecánica I (1100118).

Actividades												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 Diseñar una mesa de coordenadas X y Y.												
2 Elaborar las piezas en un software CAD												
3 Seleccionar los materiales a utilizar en la construcción de la mesa de coordenadas												
4 Simular las deformaciones de la mesa X-Y												
5 Realizar el diseño de los sistemas de transmisión												
6 Simular la cinemática del sistema de transmisión en software CAD												
7 Construir mesa de coordenadas X-Y												
8 Construir y acoplar los sistemas de transmisión												
9 Realizar la programación para el control y automatización de los componentes												
10 Ensamblar los componentes mecánicos y electrónicos nuevos del prototipo 2022												
11 Realizar pruebas de funcionamiento del sistema												
12 Corregir deficiencias del diseño												
13 Realizar y entregar el reporte final												

## 8. Entregables.

Dibujos en 2D y 3D de los diseños realizados.

Diagrama esquemático del circuito de control.

Mesa de coordenadas X-Y y el CNC funcionando.

Reporte final.

## 9. Referencias bibliográficas.

- [1] Some stamping solutions, 2019, “Corte láser: como funciona, ventajas y materiales”, de <https://www.some.es/es/Corte-laser-como-funciona-ventajas-y-materiales>
- [2] Ramírez, M., Correa, J., Flórez, S., 2013, Diseño de la plataforma mecánica de una mesa cartesiana XYZ automatizada”, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4886444.pdf>
- [3] Vázquez, R., 2016, “Automatización y control de movimientos de una mesa de coordenadas x-y, para prototipo de cortador láser”, Proyecto de Integración, Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco, de [http://espartaco.azc.uam.mx/F/833XGBJPKGHTBXJPP4PMKUXSR7SM3D16R3F8DDL5YC9HN1D6UR-09167?func=full-set-set&set\\_number=104698&set\\_entry=000006&format=999](http://espartaco.azc.uam.mx/F/833XGBJPKGHTBXJPP4PMKUXSR7SM3D16R3F8DDL5YC9HN1D6UR-09167?func=full-set-set&set_number=104698&set_entry=000006&format=999)
- [4] Ordoñez, D., 2016, “Diseño mecánico de una mesa de coordenadas para corte y grabado con láser, y cálculo de los costos de materiales para su fabricación”, Proyecto de Integración, Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco, de [http://espartaco.azc.uam.mx/F/833XGBJPKGHTBXJPP4PMKUXSR7SM3D16R3F8DDL5YC9HN1D6UR-06107?func=full-set-set&set\\_number=104680&set\\_entry=000005&format=999](http://espartaco.azc.uam.mx/F/833XGBJPKGHTBXJPP4PMKUXSR7SM3D16R3F8DDL5YC9HN1D6UR-06107?func=full-set-set&set_number=104680&set_entry=000005&format=999)
- [5] Diario Oficial de la Federación NORMA Oficial Mexicana NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo, [en línea], <http://www.cucba.udg.mx/sites/default/files/proteccioncivil/normatividad/NOM-004STPS-1999.pdf>
- [6] Diario Oficial de la Federación NORMA Oficial Mexicana: NOM-013-STPS-1993. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes, [en línea], [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4809618&fecha=06/12/1993&print=true](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4809618&fecha=06/12/1993&print=true)
- [7] Diario Oficial de la Federación Norma Oficial Mexicana NOM-110-STPS-1994 Seguridad en máquinas-Herramienta para taladrado, fresado y mandrilado, [en línea], [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4748892&fecha=05/10/1994](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4748892&fecha=05/10/1994)
- [8] Diario Oficial de la Federación Norma Mexicana NMX-I-271/01-NYCE-2008 Electrónica-seguridad de los productos laser-parte 01: clasificación de los equipos y requisitos (cancela a la nmx-i271-nyce-1999), [en línea], [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5047079&fecha=19/06/2008&print=true](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5047079&fecha=19/06/2008&print=true)

## 10. Terminología.

No aplica.



### 11. Infraestructura

Laboratorio de Ingeniería Mecánica, edificio W-A primer piso.

### 12. Asesoría Complementaria.

No aplica.

### 13. Publicación o difusión de los resultados del proyecto.

No aplica.

Diseño mecatrónico y puesta en marcha de una mesa de coordenadas			
COMENTARIO DEL CEIM		ACCIÓN REALIZADA EN LA PPI	
Página	Comentario	Página	Comentario
3	Describir brevemente el uso del láser para el corte y el uso de las mesas de coordenadas. Mejorar la redacción al presentar el marco inicial del proyecto anterior. Establecer el porqué se menciona ahora como mecatrónico	3	Se agrego la descripción del uso del láser para el corte y de las mesas de coordenadas, se cambió la redacción al presentar el proyecto anterior, se estableció como mecatrónico porque se va a unir la teoría de control, electrónica y mecánica
*	Nueva	*	Se corrigió la redacción
3	La falta de piezas no indica desgaste	3	Se eliminó esa parte porque no aporta nada concretamente, se agregó lo proyectado para la construcción del diseño de la mesa de coordenadas.
4	¿De qué ingeniería? ¿De qué escuela?	4	Se agregó la escuela, unidad e ingeniería a las que pertenecieron dichas personas.
4	¿Se debe suponer que esta es la mesa origen?	4	Se especificó que es un punto de partida para realizar el nuevo diseño
4	En el resto del documento no se habla sobre estos elementos actuales	4	Se reformuló el antecedente y se le dio enfoque para poder utilizarlo en nuestra PPI como referencia.
*	No se entiende la razón de incluir este párrafo	*	Se eliminó el párrafo al no ser relevante

5	No se observa la problemática de forma puntual, especifica lo que se quiere resolver	5	Se específico de mejor manera el problema que se quiere resolver
6	Homologar el objetivo y el título	5	Se modificó el objetivo general para que tenga características en común con el título
*	<del>Simular las deformaciones de la mesa X-Y</del> , se sugirió: Analizar las deformaciones de la mesa X-Y por medio de simulación numérica	*	Se modificó la redacción del objetivo como lo sugirió el CEIM.
*	<del>Simular la cinemática de los sistemas de transmisión</del> , se sugirió: Analizar las interferencias geométricas por medio de simulación cinemática	*	Se modificó la redacción del objetivo como lo sugirió el CEIM.
*	<del>Implementar un software con una tarjeta Arduino para gobernar</del> , se sugirió: Implementar un programa para una tarjeta Arduino	*	Se modificó la redacción del objetivo como lo sugirió el CEIM.
*	<del>Poner en marcha el sistema</del> , se sugirió: Construir y poner en operación la mesa	*	Se modificó la redacción del objetivo como lo sugirió el CEIM.
6	¿Cuál será la interfaz usuario - máquina? ¿Qué tarjeta de Arduino se tiene pensado usar?	6	Se agregó el software a utilizar y el modelo de Arduino
6	¿?????	6	Se quitó la velocidad porque será controlada en la programación del Arduino