



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Diseño de Mecanismos (071CP012) Laboratorio

Programa Académico
Plan de Estudios
Fecha de elaboración
Versión del Documento

Ingeniero en Mecatrónica
Plan 2021
01/06/2025
01



Dra. Martha Patricia Patiño Fierro
Rectora

Mtra. Ana Lisette Valenzuela Molina
**Encargada del Despacho de la Secretaría
General Académica**

Mtro. José Antonio Romero Montaña
Secretario General Administrativo

Lic. Jorge Omar Herrera Gutiérrez
**Encargado de Despacho de Secretario
General de Planeación**

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	4
IDENTIFICACIÓN	6
<i>Carga Horaria del alumno</i>	<i>6</i>
<i>Consignación del Documento</i>	<i>6</i>
MATRIZ DE CORRESPONDENCIA	7
NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS	8
<i>Reglamento general del laboratorio</i>	<i>8</i>
<i>Reglamento de uniforme.....</i>	<i>9</i>
<i>Uso adecuado del equipo y materiales.....</i>	<i>9</i>
<i>Manejo y disposición de residuos peligrosos.....</i>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<i>Procedimientos en caso de emergencia</i>	<i>9</i>
RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA..	12
PRÁCTICAS.....	3
FUENTES DE INFORMACIÓN	30
NORMAS TÉCNICAS APLICABLES.....	37
ANEXOS	3

INTRODUCCIÓN

Como parte de las herramientas esenciales para la formación académica de los estudiantes de la Universidad Estatal de Sonora, se definen manuales de práctica de laboratorio como elemento en el cual se define la estructura normativa de cada práctica y/o laboratorio, además de representar una guía para la aplicación práctica del conocimiento y el desarrollo de las competencias clave en su área de estudio. Su diseño se encuentra alineado con el modelo educativo institucional, el cual privilegia el aprendizaje basado en competencias, el aprendizaje activo y la conexión con escenarios reales.

Con el propósito de fortalecer la autonomía de los estudiantes, su pensamiento crítico y sus habilidades para la resolución de problemas, las prácticas de laboratorio integran estrategias didácticas como el aprendizaje basado en proyectos, el trabajo colaborativo, la experimentación guiada y el uso de tecnologías educativas. De esta manera, se promueve un proceso de enseñanza-aprendizaje dinámico, en el que los estudiantes no solo adquieren conocimientos teóricos, sino que también desarrollan habilidades prácticas y reflexivas para su desempeño profesional.

El presente Manual de Prácticas para el laboratorio de la materia de Diseño de Mecanismos se ha elaborado con el propósito de brindar a los estudiantes una guía clara, estructurada y contextualizada, para analizar, sintetizar, simular y evaluar mecanismos empleados en sistemas mecánicos complejos, fomentando una comprensión integral de su funcionamiento y su impacto en procesos automatizados e industriales.

En el contexto del programa educativo de Ingeniero en Mecatrónica, la materia de Diseño de Mecanismos constituye la base para entender cómo se transmiten y transforman los movimientos en sistemas automáticos y robóticos. El uso de este manual en el programa educativo permite conectar la teoría con la práctica mediante experiencias guiadas y orientadas a problemas reales, promueve el uso de herramientas digitales y software especializado en diseño y simulación, así como desarrolla competencias que integran el conocimiento mecánico con las áreas de control, electrónica y programación fomentando una actitud analítica, crítica y proactiva hacia el diseño de soluciones tecnológicas.

Este manual también responde a la necesidad de adaptar la enseñanza al enfoque por competencias, articulando las habilidades duras con el desarrollo de habilidades blandas esenciales en el entorno profesional actual, enfocándose en este caso en desarrollar habilidades para el análisis de problemas y el pensamiento crítico.

A través de las prácticas descritas en este manual, el estudiante desarrollará las siguientes competencias disciplinares:

- Aplicar los principios de la cinemática al análisis y diseño de mecanismos planos y espaciales.
- Interpretar y construir diagramas de movimiento, posiciones, velocidades y aceleraciones.
- Utilizar software de diseño y simulación para evaluar el comportamiento dinámico de mecanismos.
- Formular soluciones de diseño mecánico orientadas a requerimientos específicos de automatización.

Contribuyendo todo esto a desarrollar algunas de las competencias profesionales definidas en el perfil de egreso del estudiante, como:

- Evaluar sistemas de automatización y control de procesos, con base a las normas y estándares internacionales, para el mejoramiento de productos y servicios, en el sector industrial, público o privado, por medio del trabajo en equipo, toma de decisiones y responsabilidad.
- Seleccionar las metodologías apropiadas, con base a la Norma Oficial Mexicana aplicable, para el diseño de sistemas mecatrónicos factibles, mediante la planeación, innovación, comunicación y apertura al cambio.

IDENTIFICACIÓN

Nombre de la Asignatura		Diseño de Mecanismos	
Clave	071CP012	Créditos	6
Asignaturas Antecedentes	Ninguna	Plan de Estudios	2021

Área de Competencia	Competencia del curso
Integrar los fundamentos de la electrónica, mecánica, computación y control con base a las normas y estándares internacionales para el diseño, desarrollo y operación de equipos y maquinarias de uso industrial o de servicios a través del análisis de problemas, innovación, liderazgo y enfoque en resultados.	Aplicar las técnicas y herramientas de diseño de mecanismos para la optimización de sistemas mecánicos de uso industrial, con un enfoque en la solución de problemas, en apego a la normativa ASME.

Carga Horaria de la asignatura

Horas Supervisadas			Horas Independientes	Total de Horas
Aula	Laboratorio	Plataforma		
2	2	1	2	7

Consignación del Documento

Unidad Académica	Unidad Académica Navojoa
Fecha de elaboración	01/06/2025
Responsables del diseño	MC Juan Pablo Aguilar Limón, Mtro. Jesús Ramiro Aragón Guajardo
Validación	
Recepción	Coordinación de Procesos Educativos

MATRIZ DE CORRESPONDENCIA

Señalar la relación de cada práctica con las competencias del perfil de egreso

PRÁCTICA	PERFIL DE EGRESO
1.- Maqueta diagrama cinemático.	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluar sistemas de automatización y control de procesos, con base a las normas y estándares internacionales, para el mejoramiento de productos y servicios, en el sector industrial, público o privado, por medio del trabajo en equipo, toma de decisiones y responsabilidad. <p>El estudiante al cursar la materia de diseño de mecanismos y realizar las prácticas de este manual, desarrollara habilidades de análisis que le permitirán durante su quehacer profesional, realizar una evaluación más efectiva de los diferentes sistemas y problemáticas que se le presenten en el ámbito industrial.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Seleccionar las metodologías apropiadas, con base a la Norma Oficial Mexicana aplicable, para el diseño de sistemas mecatrónicos factibles, mediante la planeación, innovación, comunicación y apertura al cambio. <p>Las habilidades de análisis desarrolladas durante este curso y la realización de sus prácticas, le permitirán al egresado realizar una mejor valoración de las opciones disponibles para diseñar un sistema mecatrónico y tener herramientas para realizar una mejor selección de la metodología apropiada, para la situación presentada en el ámbito industrial.</p>
2.- Análisis de posición de mecanismos con AutoCAD.	
3.- Análisis de posición de ciclo completo con Excel.	
4.- Ensamble de mecanismos con Solidworks.	
5.- Análisis de velocidad y aceleración con Work Model.	

NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS

Reglamento general del laboratorio

NORMATIVIDAD

El siguiente conjunto de normas y regulaciones tiene como objetivo asegurar un ambiente seguro y productivo en el laboratorio. La seguridad y la integridad de las personas, así como la preservación de los equipos y recursos del laboratorio, son prioridades fundamentales. Todos los usuarios del laboratorio deben cumplir con estas normas:

1. Uso de vestimenta y Equipo de Protección Personal
 - Todos los usuarios deben usar ropa adecuada y/o equipo de protección personal necesario según las instrucciones del personal docente o supervisor.
 - Por cuestiones de seguridad las sandalias, zapatos abiertos y ropa suelta no están permitidos en el laboratorio.
2. Ingreso y Salida
 - El acceso al laboratorio está permitido únicamente a personas autorizadas. No permita la entrada a personas no autorizadas.
 - Al ingresar o salir del laboratorio, asegúrese de que las puertas estén cerradas y aseguradas correctamente.
3. Comportamiento Ético y Seguridad
 - Mantenga un comportamiento ético y profesional en todo momento. No realice experimentos o acciones que puedan poner en peligro la seguridad de otros o dañar equipos y materiales.
 - Reporte de inmediato cualquier accidente, lesión o daño al equipo al personal docente o supervisor.
4. Uso de Equipos y Materiales
 - Antes de utilizar cualquier equipo, asegúrese de estar capacitado y autorizado para hacerlo.
 - Siga las instrucciones del personal docente o supervisor sobre el uso y manipulación de equipos y materiales.
 - No modifique ni desactive intencionalmente ningún dispositivo de seguridad en los equipos.
 - No coma ni beba en el laboratorio, y evite tocar su cara mientras trabaja en el laboratorio.
 - Utilice los materiales de acuerdo con las normas de seguridad.
5. Orden y Limpieza
 - Mantenga su área de trabajo limpia y ordenada en todo momento.
 - Al finalizar, limpie los equipos y superficies que haya utilizado.
 - Es su responsabilidad devolver todos los materiales y herramientas a su lugar designado después de su uso.
6. Supervisión
 - Los estudiantes deben estar supervisados por un profesor o personal capacitado durante las actividades de laboratorio.

7. Sanciones

- El incumplimiento de estas normas puede dar lugar a sanciones disciplinarias, que pueden incluir la prohibición de acceso al laboratorio.

8. Cumplimiento de Normativas Adicionales

- Cumpla con todas las normativas y políticas específicas del laboratorio y de la institución educativa.

Reglamento de uniforme y Uso adecuado del equipo y materiales

La vestimenta adecuada en el laboratorio de manufactura es fundamental para garantizar la seguridad personal, prevenir accidentes y cumplir con las normas institucionales y de higiene industrial. Todos los estudiantes deberán asistir según las siguientes recomendaciones:

1. Ropa de trabajo obligatoria

Pantalón y camisa manga larga, para proteger brazos de virutas, chispas o calor.

2. Calzado de seguridad

Zapato cerrado, de preferencia de piel con suela anti derrapante, tenis bajo su propio riesgo.

3. Protección personal obligatoria (EPP)

Dependiendo del equipo a utilizar,

4. Prohibiciones específicas

No se permite el uso de ropa suelta, mangas amplias, bufandas, corbatas, faldas, o cualquier prenda que pueda engancharse en maquinaria.

Cabello largo debe estar recogido completamente.

Está prohibido el uso de joyería, relojes, pulseras o anillos durante la práctica.

No portar audífonos, celulares visibles ni artículos ajenos al laboratorio.

El incumplimiento de estas normas podrá ser motivo de reporte o suspensión temporal de la práctica.

Procedimientos en caso de emergencia

En el laboratorio de manufactura, la seguridad es una prioridad. A pesar de las medidas preventivas, pueden presentarse situaciones de riesgo o accidentes. Por ello, es fundamental conocer el protocolo de actuación para responder de manera rápida y efectiva, minimizando daños personales y materiales.

1. Mantener la calma

- Conservar la serenidad permite actuar con mayor eficacia.
- No grites ni corras; una actitud controlada facilita la atención adecuada.

2. Avisar inmediatamente al instructor o responsable del laboratorio

- El docente o técnico de laboratorio está capacitado para tomar decisiones rápidas y administrar los primeros auxilios si es necesario.
- Nunca actúes por tu cuenta sin notificar a la autoridad responsable.

3. Evaluar el tipo de accidente

Dependiendo de la naturaleza del incidente, se debe proceder de la siguiente manera:

a) Heridas leves (cortes, raspaduras, quemaduras menores).

- Interrumpir la actividad.
- Dirigirse al botiquín y aplicar primeros auxilios bajo supervisión.
- Reportar el incidente para su registro.

b) Heridas graves (hemorragias, fracturas, quemaduras extensas, pérdida de conciencia)

- No mover al accidentado, salvo riesgo inminente.
- Llamar al servicio médico de emergencia institucional.
- Acompañar al lesionado y proporcionar información detallada a los paramédicos.

c) Incendio o explosión

- Accionar la alarma de emergencia.
- Usar el extintor adecuado solo si se tiene conocimiento previo y es seguro hacerlo.
- Evacuar el laboratorio por la ruta establecida, siguiendo el plan de protección civil.

d) Derrame de sustancias peligrosas

- Alejar a los estudiantes del área afectada.
- Notificar de inmediato al personal responsable.
- Evitar el contacto directo con la sustancia.

4. Registrar el accidente

Todo incidente, por mínimo que sea, debe documentarse en el formato correspondiente del laboratorio. El registro es necesario para fines de seguimiento, mejora de protocolos y responsabilidades institucionales.

5. Revisión de causas

Una vez controlada la situación, se realizará un análisis del accidente con los involucrados para identificar las causas y evitar su repetición.

Reglamento de uso de salas de cómputo.

- Acceso autorizado: Solo podrán ingresar estudiantes, docentes o personal autorizado por la institución.
- Identificación obligatoria: El usuario deberá registrar su entrada o presentar su credencial institucional si así se solicita.
- Respeto al horario: El uso de la sala debe ajustarse a los horarios establecidos. No se permite permanecer fuera del tiempo asignado.
- Silencio y orden: Se debe mantener un ambiente de respeto, evitando hablar en voz alta o

generar ruidos que molesten a otros usuarios.

- Cuidado del equipo: Está prohibido dañar, mover, desconectar o manipular físicamente los equipos sin autorización.
- Prohibido instalar software: No se permite la instalación de programas ni la modificación de la configuración del sistema.
- No se permite el consumo de alimentos o bebidas dentro de la sala.
- Uso académico prioritario: Los equipos deben utilizarse exclusivamente con fines académicos o relacionados con actividades institucionales.
- Respaldo de información: La institución no se hace responsable por la pérdida de archivos personales. Se recomienda guardar en USB o en la nube.
- Prohibido el uso de contenido inapropiado: No se debe acceder a sitios con contenido violento, pornográfico, discriminatorio o ilegal.
- Cero tolerancias al plagio o uso indebido: Se sancionará el uso del equipo para realizar actividades fraudulentas como copiar trabajos o suplantar identidad.
- Comportamiento ético: Se espera un comportamiento profesional, respetuoso hacia los compañeros, el equipo y el personal a cargo.
- No se permite el uso de dispositivos externos sin autorización previa: Incluye memorias USB, discos duros, celulares conectados al equipo, etc.

RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Indicar EC I
	Emplear el análisis de posición y desplazamiento en la solución de problemas, para la optimización de mecanismos de uso industrial en apego las normas ASME de ingeniería mecánica.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 1	Maqueta y diagrama cinemático.	Construir una maqueta y analizar su diagrama cinemático, para optimizar mecanismos de uso industrial en apego a las normas ASME de Ingeniería Mecánica.
Práctica No. 2	Análisis de posición de mecanismos con AutoCAD.	Dibujar mecanismos en AutoCAD, para optimizar mecanismos de uso industrial en apego a las normas ASME de Ingeniería Mecánica.
Práctica No. 3	Análisis posición de ciclo completo con Excel.	Realizar análisis de ciclo completo en Excel, para optimizar mecanismos de uso industrial en apego a las normas ASME de Ingeniería Mecánica.

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Indicar EC 2
	Utilizar el análisis de velocidad en la solución de problemas que permitan la optimización de mecanismos de aplicación industrial de acuerdo con las normas ASME de ingeniería mecánica.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 4	Ensamble de mecanismos con Solidworks.	Realizar ensambles de mecanismos en solidworks, para optimizar mecanismos de uso industrial en apego a las normas ASME de Ingeniería Mecánica.

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Indicar EC 3
	Aplicar el análisis de aceleración en la solución de problemas, para la optimización de mecanismos de naturaleza industrial atendiendo las normas ASME de ingeniería mecánica.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 5	Análisis de velocidad y aceleración con Working Model.	Realizar análisis de velocidad y aceleración con Working Model, para optimizar mecanismos de uso industrial en apego a las normas ASME de Ingeniería Mecánica.



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

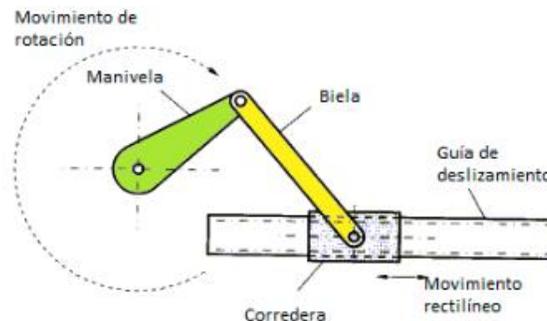
PRÁCTICAS

NOMBRE DE LA PRÁCTICA 1	Maqueta y Diagrama Cinemático
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Construir una maqueta y analizar su diagrama cinemático, para optimizar mecanismos de uso industrial en apego a las normas ASME de Ingeniería Mecánica.

FUNDAMENTO TEÓRICO

¿Qué es un mecanismo?

Un mecanismo es un conjunto de elementos rígidos, es decir, que no se deforman durante el análisis, o eslabones conectados entre sí mediante pares cinemáticos (uniones móviles) cuya función principal es transmitir y transformar el movimiento o la fuerza de una parte del sistema a otra, es decir, transferir movimiento y/o potencia. Los mecanismos convierten un tipo de movimiento (rotatorio, traslacional, oscilante) en otro, y son la base del funcionamiento de muchas máquinas.



Los mecanismos forman parte esencial de los sistemas mecatrónicos, ya que actúan como el vínculo físico entre los actuadores (motores) y el movimiento deseado, ya sea lineal, angular o una combinación de ambos.

Ejemplos comunes incluyen:

- Mecanismo de biela-manivela (motor de combustión).
- Levas y seguidores (máquinas textiles, motores).
- Mecanismos de cuatro barras (robot manipulador, limpiaparabrisas).

¿Qué es un diagrama cinemático?

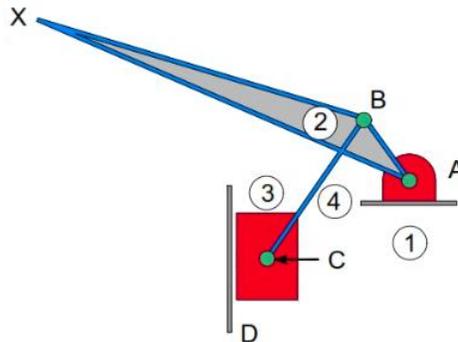
Un diagrama cinemático es una representación esquemática y simplificada de un mecanismo que muestra los eslabones (o cuerpos rígidos) y sus pares cinemáticos (uniones móviles), sin detalles constructivos, enfocándose principalmente en las relaciones de movimiento, es decir, es una síntesis del mecanismo a analizar, que nos permite entenderlo más fácilmente para su análisis.

Este diagrama tiene como finalidad:

- Identificar el tipo de movimiento de cada eslabón (rotacional o traslacional).
- Determinar los grados de libertad del mecanismo.
- Establecer las relaciones geométricas y cinemáticas entre los componentes.
- Facilitar el análisis del comportamiento del mecanismo en diferentes posiciones.

Los elementos comunes en un diagrama cinemático son:

- Una bancada, que será un elemento fijo o algún elemento móvil, si no hay elemento fijo, que nos servirá de referencia para hacer los diferentes análisis.
- Eslabones numerados: Representan partes móviles.
- Pares o juntas: Se indican como puntos o símbolos (juntas rotativas, prismáticas).
- Eslabón base o fijo: Se representa como un marco de referencia.



¿Cómo se analiza un diagrama cinemático?

El análisis de un mecanismo a partir de su diagrama cinemático se realiza en varias etapas:

1. Identificación de componentes:
 - o Eslabones móviles y fijos.
 - o Tipo de pares cinemáticos (revolución, traslación, etc.).
2. Cálculo de los grados de libertad (GDL):

Utilizando la Ecuación de Gruebler-Kutzbach para mecanismos planos:

$$GDL=3(n-1)-2j_1-j_2$$

Donde:

- n: Número total de eslabones (incluyendo el fijo).
 - j_1 : Número de pares de un grado de libertad (revolución o traslación).
 - j_2 : Número de pares de dos grados de libertad.
3. Análisis gráfico o computacional del movimiento:
 - Se emplean herramientas como el método de instantáneos, polígonos de velocidad, o software como GeoGebra, SolidWorks o Algodoo.
 - Se obtienen posiciones, trayectorias, velocidades y aceleraciones de puntos clave.
 4. Validación de función mecánica:
 - Comparar el movimiento deseado con el movimiento real del mecanismo.
 - Verificar la funcionalidad con la maqueta construida.

El análisis de posición es la primera etapa del estudio cinemático de un mecanismo. Consiste en determinar la ubicación espacial de todos los eslabones del mecanismo en un instante dado, a partir de los valores conocidos de entrada (generalmente un ángulo o desplazamiento de un eslabón conductor). En otras palabras, es ubicar todos los elementos del mecanismo cuando el eslabón de entrada tiene una posición definida.

Aplicación en la práctica

Al construir una maqueta física, los estudiantes pueden visualizar y manipular directamente el mecanismo, lo que permite:

- Entender la relación entre teoría y aplicación real.
- Observar el comportamiento cinemático (trayectorias, rotaciones).
- Identificar errores de diseño o montaje.
- Estimular la creatividad e innovación en el diseño.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

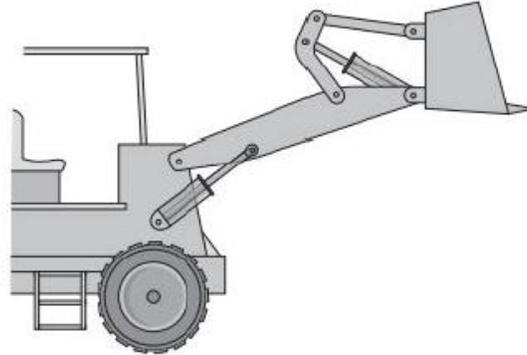
Material recomendado:

1. Materiales (estructurales y móviles), Cartón rígido o MDF delgado (3 mm) Para construir eslabones, bastidores o bases.
2. Popsicle sticks / palitos de madera (tipo paleta), fáciles de cortar y perforar, ideales como eslabones.
3. Hojas de foamy, acrílico o plástico reciclado: Alternativa liviana para algunos componentes.
4. Chapas metálicas delgadas o laminillas (opcional), Si se busca mayor resistencia o una maqueta semipermanente.
5. Tornillos, remaches o chinchetas con cabeza plástica, Para formar juntas rotacionales simples.
6. Alambre delgado, clips o sujetadores metálicos, para enlaces, topes o sistemas de movimiento alternativo.
7. Pegamento, silicón caliente o cinta doble cara, para fijar temporalmente o permanentemente.
8. Ojillos metálicos (ojales) o bujes plásticos, funcionan como centros de giro o ejes con menor fricción.

Herramientas básicas

9. Tijeras y cúter, para recortar eslabones o formas irregulares.
10. Pinzas de punta fina, para doblar, sujetar o instalar piezas pequeñas.
11. Regla milimétrica y escuadra, para medir longitudes y asegurar ángulos rectos.
12. Compás o transportador, para trazar arcos o medir ángulos.
13. Perforadora manual o taladro miniatura, para hacer orificios en los eslabones.
14. Lápiz, marcador y papel milimétrico, para diagramas previos y bocetos del mecanismo.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA



1. Selección del mecanismo a construir

- Elige el tipo de mecanismo a maquetar (por ejemplo: cuatro barras, biela-manivela, leva-seguidor, etc.).
- Define su función (ej. convertir rotación en oscilación).
- Especifica el tipo de movimiento de entrada y salida.
- Realiza un boceto inicial del mecanismo.

2. Diseño del diagrama cinemático

- Representa el mecanismo en forma esquemática.
- Identifica:
 - Eslabones móviles.
 - Eslabón fijo (bastidor).
 - Juntas (revolución, traslación).
- Numera los eslabones y marca los puntos de unión.

3. Definición de dimensiones

- Asigna longitudes reales a los eslabones de acuerdo con el diseño.
- Utiliza una escala proporcional si es necesario.
- Asegúrate de que las longitudes permitan el movimiento deseado sin interferencias.

4. Construcción de los eslabones

- Recorta los eslabones con los materiales seleccionados (cartón, madera, plástico).
- Marca y perfora cuidadosamente los orificios para las juntas.
- Verifica la alineación y el tamaño de los agujeros.

5. Montaje de las juntas

- Une los eslabones mediante:
 - Chinchetas con cabeza.
 - Tornillos con tuercas.
 - Remaches plásticos o metálicos.
- Asegúrate de que las uniones permitan libre movimiento (no deben estar ni muy sueltas ni muy rígidas).

6. Fijación del bastidor o base

- Sujeta el eslabón fijo (bastidor) a una base rígida (cartón grueso, madera, MDF).
- Asegúrate de que el mecanismo quede estable y funcione sobre su eje fijo.

7. Prueba de movimiento

- Realiza movimientos manuales del eslabón de entrada (ej. manivela o leva).
- Observa el comportamiento de los otros eslabones.
- Corrige interferencias, fricciones o problemas de alineación si es necesario.

8. Análisis funcional

- Verifica si la maqueta cumple con el movimiento previsto.
- Identifica el punto de interés (como trayectoria, desplazamiento angular, etc.).
- Realiza observaciones sobre la función y comportamiento del mecanismo.

9. Documentación

- Toma fotografías o video del mecanismo funcionando.
- Elabora un reporte que incluya:
 - Diagrama cinemático.
 - Dimensiones utilizadas.
 - Materiales empleados.
 - Problemas enfrentados y cómo se resolvieron.
 - Conclusiones del funcionamiento.

RESULTADOS ESPERADOS

1. Construir correctamente una maqueta funcional de un mecanismo seleccionado (como un mecanismo de cuatro barras, biela-manivela o leva-seguidor), respetando los principios cinemáticos básicos.
2. Representar adecuadamente el diagrama cinemático del mecanismo construido, identificando los eslabones, pares cinemáticos y la relación de movimiento entre ellos.
3. Analizar el comportamiento cinemático del mecanismo, explicando el tipo de movimiento que produce, los eslabones conductores y conducidos, y su trayectoria resultante.
4. Aplicar conceptos de diseño y análisis mecánico para validar que el mecanismo cumple con la función deseada (conversión de movimiento, trayectoria, oscilación, etc.).
5. Identificar y corregir problemas prácticos como interferencias, bloqueos, fricción excesiva o mal diseño de eslabones y juntas.
6. Desarrollar habilidades de trabajo en equipo, creatividad e innovación, al construir una solución mecánica tangible que responda a requerimientos funcionales.
7. Se comunica con sus compañeros para compartir herramientas y espacio.
8. Muestra compromiso con las normas del laboratorio.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Funcionamiento del mecanismo

La mayoría de las maquetas lograron cumplir con el objetivo cinemático propuesto (por ejemplo, convertir un movimiento rotacional en lineal u oscilante). Se comprobó que los eslabones estaban bien dimensionados y que las juntas permitían un movimiento fluido y continuo.

2. Relación con el diagrama cinemático

Los estudiantes demostraron comprensión al transferir el diagrama cinemático a una representación física, identificando correctamente los eslabones, pares cinemáticos y eslabón fijo. La relación entre el modelo teórico y la maqueta fue en general coherente.

3. Errores comunes detectados

Se identificaron algunos errores que permitieron reforzar el aprendizaje, tales como:

- Desalineación de orificios o eslabones que impedía el movimiento correcto.
- Eslabones mal dimensionados que provocaban interferencia o bloqueos.
- Uso de materiales demasiado frágiles o flexibles, lo que afectó la rigidez estructural.

4. Resolución de problemas

Los equipos demostraron capacidad para diagnosticar y corregir fallas mediante ajustes en las dimensiones, mejora de las uniones o reemplazo de materiales. Este proceso favoreció el desarrollo del pensamiento crítico y el trabajo colaborativo.

5. Observaciones sobre el movimiento

Se analizaron las trayectorias y el comportamiento cinemático de los puntos móviles. En algunos casos, se utilizaron herramientas de simulación previas o videos para comparar el modelo digital con la maqueta real.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Conclusiones

- La construcción de una maqueta permitió visualizar y comprender de manera tangible el comportamiento cinemático de un mecanismo, reforzando los conceptos aprendidos en clase.
- El desarrollo práctico evidenció la importancia de un diseño preciso y una adecuada selección de materiales para garantizar el funcionamiento correcto del sistema mecánico.
- Se comprobó que el análisis de posición y el diagrama cinemático son herramientas fundamentales para predecir el movimiento y configurar adecuadamente los elementos del mecanismo.
- A través de esta práctica, los estudiantes pudieron identificar errores comunes de diseño y ensamblaje, aplicando soluciones creativas y técnicas para corregirlos.
- La actividad promovió el desarrollo de competencias técnicas y blandas, como trabajo en equipo, pensamiento crítico, comunicación efectiva y manejo de herramientas básicas.

Reflexiones

- Aprender haciendo resultó clave para interiorizar conceptos complejos como grados de libertad, transformación de movimiento y relaciones entre eslabones.
- La maqueta sirvió como un puente entre el diseño teórico y la ingeniería aplicada, demostrando cómo una buena planeación inicial se traduce en un mecanismo funcional.
- La práctica fomentó la curiosidad, exploración y experimentación, valores fundamentales en la formación del ingeniero en mecatrónica.
- Se reafirmó que el diseño de mecanismos no solo requiere conocimiento técnico, sino también una actitud proactiva y analítica para enfrentar y resolver desafíos reales.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Simulación digital del mecanismo.
- Análisis de posición para distintas configuraciones.
- Investigación breve: mecanismos en la vida real.
- Rediseño del mecanismo para una función diferente.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	La práctica se evaluará en función del requerimiento específico del docente y el reporte.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Práctica de laboratorio. Rúbrica de Reporte de práctica.
Formatos de reporte de prácticas	Reporte de práctica.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA 2

Análisis de posición de mecanismos con AutoCAD.

COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA

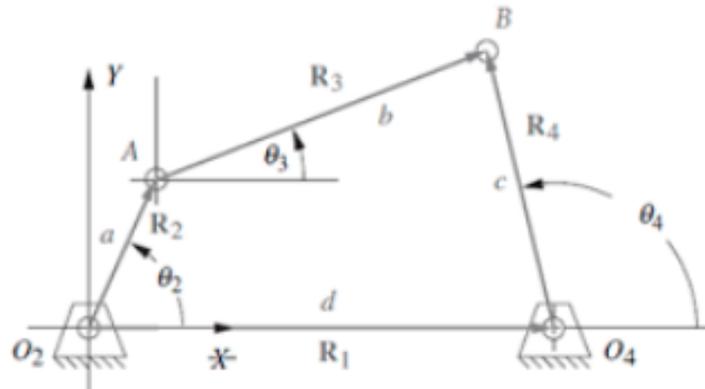
Dibujar mecanismos en AutoCAD, para optimizar mecanismos de uso industrial en apego a las normas ASME de Ingeniería Mecánica.

FUNDAMENTO TEÓRICO

¿Qué es el análisis de posición?

El análisis de posición es la etapa inicial en el estudio cinemático de un mecanismo. Consiste en determinar la ubicación espacial de todos los eslabones del sistema cuando uno o más parámetros de entrada (como el ángulo de una manivela) son conocidos. Su objetivo es conocer cómo se configura el mecanismo en un instante específico, en términos de:

- Ángulos relativos entre eslabones,
- Coordenadas de puntos clave,
- Geometría general del sistema en movimiento.



Este análisis es esencial para comprender el funcionamiento, verificar restricciones geométricas y anticipar problemas de interferencia entre componentes.

¿Por qué usar AutoCAD para el análisis?

AutoCAD es una herramienta de diseño asistido por computadora (CAD) ampliamente utilizada en ingeniería. Aunque su enfoque principal es el dibujo técnico, AutoCAD es también muy útil para realizar análisis gráficos precisos de mecanismos, gracias a su capacidad para:

- Dibujar eslabones y trayectorias con alta exactitud.
- Medir longitudes, ángulos y coordenadas.
- Construir múltiples posiciones de un mecanismo de manera visual y ordenada.
- Aplicar el método gráfico para resolver configuraciones sin necesidad de cálculos complejos.

Además, usar AutoCAD fomenta el desarrollo de habilidades digitales en el estudiante, lo cual es esencial para su formación como ingeniero mecatrónico.

Aplicación del análisis gráfico en AutoCAD

En esta práctica, se utilizará el análisis gráfico para resolver problemas de posición mediante la construcción de triángulos, arcos y referencias geométricas. El procedimiento general consiste en:

1. Fijar el eslabón base y el punto de rotación.
2. Dibujar el eslabón de entrada con un ángulo conocido.
3. Construir los posibles eslabones siguientes mediante el uso de círculos o arcos que representan longitudes conocidas.
4. Identificar la intersección de arcos para determinar la ubicación de los puntos móviles.
5. Repetir el procedimiento para diferentes posiciones del eslabón de entrada y observar cómo se transforma la configuración del mecanismo.

Este tipo de análisis permite obtener información como:

- Posiciones múltiples del sistema.
- Trayectoria de puntos acoplados.
- Cambios geométricos entre configuraciones abiertas o cruzadas.

Ventajas del método gráfico con AutoCAD

- Visualización clara del movimiento del mecanismo.
- Verificación rápida de posiciones sin resolver ecuaciones.
- Posibilidad de simular varias configuraciones en un mismo archivo.
- Documentación técnica precisa y reutilizable para informes o diseño.

Conexión con el perfil del ingeniero en mecatrónica

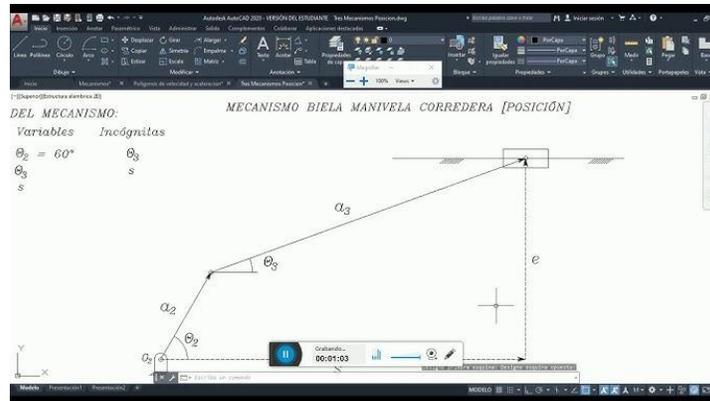
Esta práctica desarrolla habilidades esenciales en la formación del ingeniero mecatrónico, tales como:

- Análisis geométrico de mecanismos.
- Uso de herramientas CAD como parte del proceso de diseño mecánico.
- Interpretación de planos y configuración espacial de sistemas mecánicos.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Computadora de escritorio o portátil
- Software AutoCAD con licencia educativa o acceso institucional a AutoCAD
- Guía impresa o digital de la práctica
- Cuaderno de apuntes o bitácora de laboratorio
- Transportador físico (opcional)
- Regla o escala (opcional)
- Acceso a videos tutoriales o demostraciones
- Plantillas de archivo .dwg

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA



1. Preparación del entorno de trabajo

- Abre AutoCAD e inicia un nuevo dibujo en milímetros o centímetros.
- Configura la unidad de medida: escribe UNITS y selecciona las unidades decimales (mm o cm).
- Guarda el archivo con un nombre representativo:
Ejemplo: Analisis_Posicion_4Barras_NombreGrupo.dwg

2. Dibujo del eslabón base (eslabón fijo)

- Selecciona la herramienta Línea (LINE) o Círculo (CIRCLE).
- Dibuja el eslabón fijo (entre los puntos A y D) con la longitud especificada por el docente (por ejemplo, 100 mm).
- Etiqueta los extremos como A (pivote de entrada) y D (pivote de salida o fijo).

3. Colocación de la posición inicial del eslabón de entrada

- Toma un ángulo inicial para la manivela (por ejemplo, 45°).
- Desde el punto A, traza una línea con el comando POLAR o LINE y un ángulo de 45° con longitud igual a la manivela (por ejemplo, 60 mm).
- Marca el extremo como punto B.
- Este eslabón AB es el eslabón de entrada.

4. Construcción del eslabón de acoplamiento

- Desde el punto B, traza un círculo con radio igual a la longitud del acoplador (BC).
- Desde el punto D, traza otro círculo con radio igual a la longitud del eslabón de salida (CD).
- La intersección de ambos círculos dará lugar al punto C, que cierra el paralelogramo o cuadrilátero articulado.
- Une los puntos B–C y C–D con líneas para formar el mecanismo completo.

5. Análisis de nuevas posiciones

- Repite el paso anterior para 2 o 3 posiciones diferentes del ángulo de entrada (por ejemplo: 60°, 75°, 90°).
- Dibuja el mecanismo completo para cada nueva posición (con diferentes colores o en capas distintas).
- Observa cómo varía la ubicación de los puntos B y C, y la forma del mecanismo en cada caso.

6. Trazado de trayectoria (opcional)

- Usa la herramienta POINT o CIRCLE para marcar las posiciones del punto C en cada configuración.
- Une esos puntos con la herramienta SPLINE o POLYLINE para visualizar la trayectoria del punto C.

7. Etiquetado y acotación

- Usa la herramienta TEXT para nombrar puntos: A, B, C, D.
- Usa DIMLINEAR o DIMANGULAR para acotar longitudes y ángulos.
- Organiza el dibujo para que sea limpio, entendible y técnico.

8. Guardado y respaldo del archivo

- Guarda el archivo en formato .dwg y realiza una copia en PDF o imagen (PLOT) para entregar como evidencia.
- Nombra el archivo con el formato sugerido por el docente.

RESULTADOS ESPERADOS

Al finalizar la práctica, el estudiante será capaz de:

- Representar gráficamente un mecanismo plano (como un sistema de cuatro barras) utilizando herramientas básicas de dibujo en AutoCAD, con precisión y orden técnico.
- Aplicar el análisis de posición gráfico, trazando correctamente las diferentes configuraciones del mecanismo a partir de los datos geométricos iniciales (ángulos y longitudes).
- Identificar y ubicar con exactitud los puntos móviles del mecanismo (como el punto de acoplamiento), en función de los ángulos del eslabón de entrada.
- Visualizar el movimiento del mecanismo en distintas posiciones y comprender su comportamiento a través de métodos gráficos y simulación manual.
- Interpretar y relacionar el dibujo con el análisis cinemático teórico, estableciendo vínculos entre el modelo gráfico y los conceptos como eslabones, pares cinemáticos y grados de libertad.
- Documentar correctamente el análisis realizado, incluyendo acotaciones, etiquetado, captura de resultados y redacción de conclusiones claras y técnicas.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- 1.- Precisión en la representación geométrica.
- 2.- Comprensión del análisis de posición.
- 3.- Observación del comportamiento del mecanismo.
- 4.- Uso adecuado del software.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Conclusiones

- La práctica permitió a los estudiantes aplicar conceptos fundamentales del análisis cinemático mediante el uso de una herramienta digital, facilitando la comprensión y visualización de movimientos complejos.
- El uso de AutoCAD para el análisis gráfico demostró ser una herramienta efectiva para el diseño y representación técnica de mecanismos planos, facilitando la precisión y la documentación profesional.
- Los estudiantes adquirieron habilidades prácticas en el manejo de comandos básicos y avanzados de AutoCAD, así como en la construcción y análisis de diferentes configuraciones del mecanismo.
- Se evidenció la importancia del análisis de posición como base para posteriores estudios de velocidad, aceleración y diseño mecánico, al comprender cómo se disponen espacialmente los eslabones en cada instante.
- La práctica fomentó el desarrollo de competencias técnicas y digitales, esenciales en la formación del ingeniero mecatrónico, tales como el pensamiento espacial, atención al detalle y resolución de problemas.

Reflexiones

- Integrar el diseño asistido por computadora en la enseñanza de mecanismos mejora significativamente la capacidad de análisis visual y espacial del estudiante.
- La experiencia práctica con AutoCAD permite vincular la teoría con la aplicación real, preparando al estudiante para retos profesionales en diseño e ingeniería.
- El trabajo en esta práctica incentiva la autonomía y creatividad, al permitir explorar diferentes configuraciones y analizar resultados de manera inmediata.
- Finalmente, se reafirma que la comprensión profunda de los fundamentos cinemáticos, apoyada por herramientas digitales, es clave para el éxito en el diseño y desarrollo de sistemas mecatrónicos complejos.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Simulación Dinámica.
- Diseño y Análisis de Otro Mecanismo.
- Elaboración de Video Tutorial.
- Integración con Diseño Mecánico.
- Aplicación en la industria (ensayo corto o exposición).

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	La práctica se evaluará en función del requerimiento específico del docente y el reporte.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Práctica de laboratorio. Rúbrica de Reporte de práctica.
Formatos de reporte de prácticas	Reporte de práctica.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA 3

Análisis de posición de ciclo completo con Excel

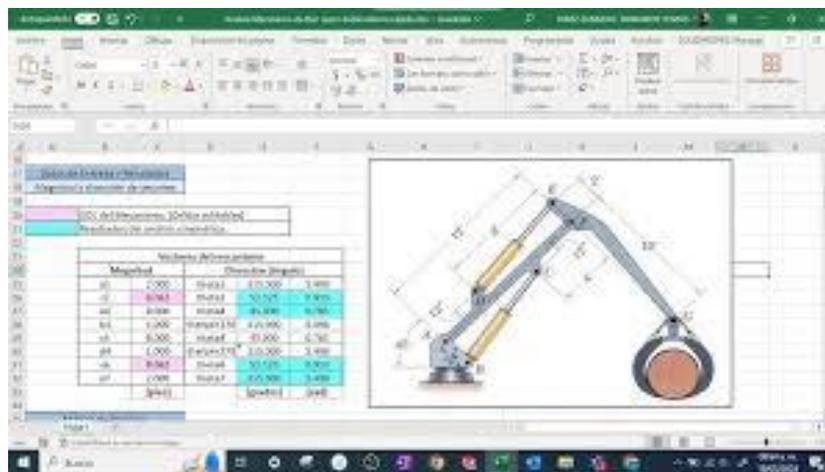
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA

Realizar análisis de ciclo completo en Excel, para optimizar mecanismos de uso industrial en apego a las normas ASME de Ingeniería Mecánica.

FUNDAMENTO TEÓRICO

¿Qué es el análisis de posición de ciclo completo?

El análisis de posición de ciclo completo se refiere al estudio detallado de todas las posiciones que un mecanismo puede adoptar durante una rotación completa del eslabón de entrada (generalmente la manivela). Esto significa calcular y representar la posición de cada eslabón en todos los ángulos de entrada desde 0° hasta 360°, obteniendo una visión integral de su comportamiento cinemático.



Este análisis es fundamental para:

- Visualizar el movimiento continuo y completo del mecanismo.
- Identificar puntos críticos o posiciones límite.
- Obtener trayectorias y desplazamientos precisos para cada parte móvil.

¿Por qué usar Excel para el análisis de posición?

Aunque Excel es tradicionalmente una herramienta para cálculo y análisis de datos, su uso en análisis cinemático es muy útil debido a:

- Su capacidad para automatizar cálculos mediante fórmulas.
- La facilidad para generar tablas y gráficos dinámicos que representan posiciones y trayectorias.
- La posibilidad de realizar análisis paramétricos cambiando valores de entrada.
- Su accesibilidad y facilidad de uso para estudiantes que no tienen acceso a software especializado.

Fundamentos matemáticos del análisis de posición en Excel

Para un mecanismo plano (como un mecanismo de cuatro barras), el análisis de posición implica resolver ecuaciones geométricas basadas en:

- Longitudes conocidas de los eslabones.
- Ángulo de entrada variable (de 0° a 360°).
- Relaciones trigonométricas para determinar los ángulos y posiciones de los otros eslabones.

Excel permite introducir estas fórmulas usando funciones trigonométricas (SIN(), COS(), ATAN2(), etc.) y calcular automáticamente las coordenadas (X, Y) de puntos clave, como las uniones entre eslabones.

Proceso básico en Excel

- Definir las longitudes de los eslabones y parámetros iniciales.
- Crear una tabla donde cada fila corresponda a un valor del ángulo de entrada (por ejemplo, en incrementos de 5° o 10°).
- Calcular las coordenadas (X, Y) de cada punto móvil utilizando fórmulas trigonométricas.
- Generar gráficos XY para visualizar las posiciones y trayectorias durante el ciclo completo.
- Analizar los resultados para identificar comportamientos especiales, limitaciones o posiciones de singularidad.

Aplicación en Ingeniería Mecatrónica

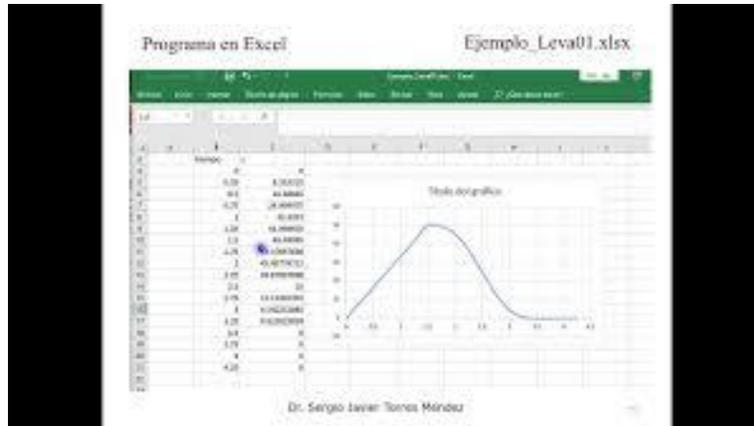
El uso de Excel para el análisis de posición:

- Desarrolla competencias en programación básica, modelado matemático y análisis de datos.
- Facilita la comprensión profunda del comportamiento cinemático de mecanismos reales.
- Permite la integración con otras disciplinas como control, electrónica y automatización.
- Es una herramienta rápida para validación y diseño preliminar de mecanismos antes de prototipado físico.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Computadora de escritorio o portátil
- Software Excel con licencia educativa o acceso institucional
- Guía impresa o digital de la práctica
- Cuaderno de apuntes o bitácora de laboratorio
- Transportador físico (opcional)
- Regla o escala (opcional)
- Acceso a videos tutoriales o demostraciones

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA



1. Definir el mecanismo a analizar

- Selecciona un mecanismo a resolver
- Asigna las longitudes de los eslabones (en mm o cm).

2. Abrir Excel y crear una tabla de ángulos de entrada

- En la columna A, coloca los valores del ángulo de entrada (θ), de 0° a 360° , en incrementos regulares (por ejemplo, cada 5° o 10°).

3. Convertir los ángulos a radianes.

- En la columna B, convierte el ángulo a radianes.

4. Obtenga las ecuaciones del problema.

- Analice el mecanismo obtenga las ecuaciones para resolverlo.

5. Capture las ecuaciones, una por columna.

- Vaya capturando las ecuaciones en la hoja de Excel, una por columna, hasta llegar al resultado.
- Las funciones trigonométricas en Excel, deben resolverse en radianes.

6. Repetir cálculos para todo el ciclo

- Copia las fórmulas hacia abajo para que Excel calcule todas las posiciones automáticamente, de 0° a 360° .

7. Graficar la trayectoria

- Usa un gráfico de dispersión (Insertar → Dispersión XY con líneas) con los valores de X_c y Y_c para mostrar la trayectoria del punto C durante el ciclo completo.
- Puedes hacer lo mismo para B, D u otro punto de interés.

8. Análisis de resultados

- Observa:
 - Forma de la trayectoria.
 - Existencia de posiciones cerradas o cruzadas.
 - Movimiento cíclico, simetría o deslizamiento.
- Identifica posibles puntos singulares o situaciones no factibles (donde el mecanismo se bloquea o no se cierra geoméricamente).

9. Conclusión y entrega

- Guardar el archivo con formato: CicloCompleto_NombreGrupo.xlsx
- Redactar un breve informe (Word o PDF) con:
 - Diagrama del mecanismo
 - Tabla de resultados
 - Gráficos
 - Reflexiones sobre el comportamiento del sistema

RESULTADOS ESPERADOS

- Construir una hoja de cálculo funcional en Excel para automatizar el análisis de posición de un mecanismo plano (como el mecanismo de cuatro barras) a lo largo de un ciclo completo (0° a 360°).
- Aplicar correctamente relaciones trigonométricas y principios geométricos para calcular las coordenadas de puntos clave del mecanismo (por ejemplo, puntos B y C) en cada posición angular del eslabón de entrada.
- Interpretar el comportamiento cinemático del mecanismo durante todo el ciclo, identificando cómo varía su configuración en función del ángulo de entrada.
- Representar gráficamente las trayectorias de puntos móviles, mediante gráficos de dispersión XY generados en Excel, y analizar la forma y regularidad de dichas trayectorias.
- Detectar configuraciones especiales o críticas del mecanismo, como posiciones singulares, inversión de movimiento o configuraciones cruzadas.
- Integrar cálculo numérico, análisis gráfico y redacción técnica, elaborando un reporte que contenga la interpretación de los resultados obtenidos.
- Desarrollar habilidades en el uso de herramientas digitales comunes en la ingeniería, fortaleciendo la competencia en modelado matemático y análisis computacional.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- 1.- Automatización correcta del análisis.
- 2.- Representación del movimiento completo.
- 3.- Generación de trayectorias gráficas.
- 4.- Identificación de puntos críticos.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Conclusiones:

- El uso de Excel como herramienta de análisis cinemático demostró ser efectivo para automatizar cálculos de posición, visualizar trayectorias y analizar el comportamiento completo de un mecanismo plano a lo largo de un ciclo de 360°.
- Los estudiantes lograron integrar conceptos de geometría, trigonometría y cinemática en un entorno computacional, lo cual fortaleció su capacidad de análisis y razonamiento técnico.
- La práctica permitió identificar puntos críticos y configuraciones especiales del mecanismo (como alineaciones, puntos muertos o trayectorias cerradas), los cuales son fundamentales para evaluar el funcionamiento de sistemas reales.
- Se promovió el desarrollo de competencias digitales al aplicar fórmulas, funciones y gráficos dentro de Excel, una herramienta accesible y poderosa para el análisis numérico.
- La práctica reforzó la idea de que el análisis de mecanismos no solo es una tarea teórica, sino una herramienta de diagnóstico, diseño y validación previa al prototipado físico o digital.

Reflexiones:

- Esta actividad permitió a los estudiantes experimentar cómo un análisis sistemático y bien estructurado puede convertirse en un modelo funcional, capaz de predecir el comportamiento cinemático de un sistema completo sin depender de software especializado.
- Al observar los resultados en forma de gráficas, se fomentó el pensamiento visual y analítico, permitiendo comprender mejor la naturaleza del movimiento de cada eslabón y su impacto en el sistema global.
- Se valoró la versatilidad del ingeniero mecatrónico, que no solo debe dominar herramientas avanzadas, sino también ser capaz de adaptarse y explotar al máximo recursos comunes como Excel para resolver problemas de ingeniería.
- Finalmente, la práctica ayudó a establecer la relación entre el modelo matemático y su representación visual, una habilidad clave para el diseño, simulación y optimización de mecanismos en la vida profesional.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Comparación con simulación en software CAD o CAM.
- Generación de trayectorias múltiples.
- Incorporación de parámetros variables.
- Análisis inverso (dado un punto, encontrar el ángulo).
- Informe técnico con análisis paramétrico.
- Lectura técnica guiada.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	La práctica se evaluará en función del requerimiento específico del docente y el reporte.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Práctica de laboratorio. Rúbrica de Reporte de práctica.
Formatos de reporte de prácticas	Reporte de práctica.

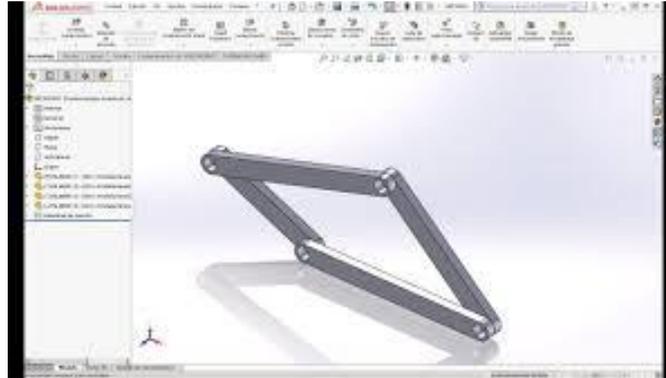
NOMBRE DE LA PRÁCTICA 4	Ensamble de mecanismos con Solidworks
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Realizar ensambles de mecanismos en solidworks, para optimizar mecanismos de uso industrial en apego a las normas ASME de Ingeniería Mecánica.

FUNDAMENTO TEÓRICO

¿Qué es un mecanismo?

Un mecanismo es un conjunto de cuerpos rígidos conectados entre sí mediante pares cinemáticos (uniones o restricciones mecánicas) cuya función principal es transmitir y transformar movimiento o fuerza. Los mecanismos son componentes esenciales de las máquinas, y su análisis y diseño permiten lograr movimientos deseados en sistemas mecatrónicos, robóticos e industriales.

Los mecanismos pueden clasificarse según el tipo de movimiento (rotacional, lineal o mixto), su topología (abiertos o cerrados), o su función (transmisión, conversión de energía, etc.).



¿Qué es un ensamble en SolidWorks?

En SolidWorks, un ensamble (Assembly) es un entorno de modelado tridimensional que permite unir varias piezas individuales (parts) para formar un sistema mecánico completo. Dentro del ensamble, se definen las relaciones geométricas llamadas restricciones o mates, que simulan los grados de libertad de un mecanismo real.

El proceso de ensamble es fundamental en el diseño de mecanismos porque permite:

- Visualizar cómo se interconectan los componentes.
- Verificar interferencias o colisiones.
- Simular el movimiento y validar su funcionamiento.
- Evaluar aspectos de montaje, materiales y espacio.

Pares cinemáticos y restricciones en SolidWorks

Para lograr que el mecanismo funcione como en la realidad, se deben aplicar mates que imiten los pares cinemáticos reales:

Par cinemático	Movimiento permitido	Equivalente en SolidWorks
Rotacional (revoluta)	Giro relativo	Coincidencia de ejes + libertad de rotación
Traslacional (prismática)	Deslizamiento lineal	Coincidencia de planos o caras deslizantes
Cilíndrico	Giro + deslizamiento	Coincidencia de ejes + deslizamiento
Fijo	Sin movimiento	Coincidencia total de caras y planos
Esférico	Rotación en 3D	Uso de geometrías con libertad angular

SolidWorks permite también definir mates avanzados como:

- Mates de ángulo, distancia, coincidencia de curvas, motores de rotación o traslación, etc., que son útiles para simular con precisión el comportamiento cinemático.

Simulación de movimiento

Una vez que el mecanismo está completamente ensamblado con las restricciones adecuadas, SolidWorks permite:

- Arrastrar componentes para observar el movimiento libre.
- Usar Motion Study (Estudio de Movimiento) para simular animaciones controladas y obtener gráficos de desplazamiento, velocidad o aceleración.
- Exportar resultados en video o realizar análisis dinámicos más profundos (si se cuenta con SolidWorks Motion).

Esto es muy útil para validar el funcionamiento del mecanismo antes de fabricarlo o programarlo.

Aplicación en el diseño mecatrónico

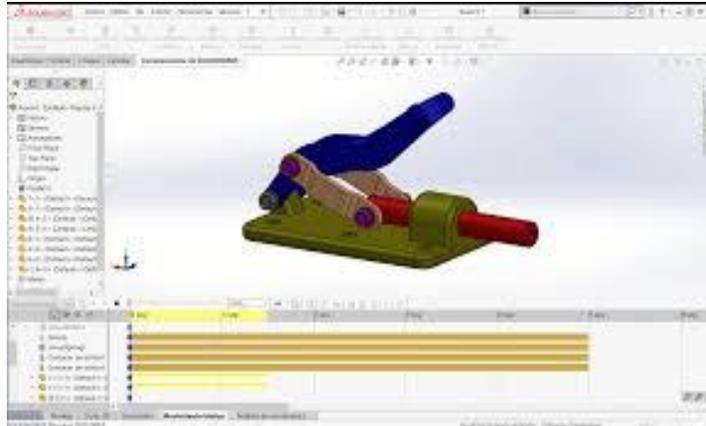
El ensamble de mecanismos en SolidWorks desarrolla competencias clave en el perfil de un ingeniero mecatrónico:

- Integración de diseño mecánico, movimiento y simulación.
- Validación previa al prototipado.
- Análisis de restricciones mecánicas y grados de libertad.
- Representación digital de sistemas reales con precisión y eficiencia.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Computadora de escritorio o portátil
- Software Solidworks con licencia educativa o acceso institucional
- Guía impresa o digital de la práctica
- Cuaderno de apuntes o bitácora de laboratorio
- Transportador físico (opcional)
- Regla o escala (opcional)
- Acceso a videos tutoriales o demostraciones

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA



1. Preparar las piezas individuales

Objetivo: Diseñar cada eslabón del mecanismo como un archivo de pieza (.SLDPRT)

- Crear los archivos individuales para cada componente del mecanismo:
 - Eslabón fijo (base)
 - Manivela
 - Acoplador
 - Balancín o eslabón de salida
 - (Opcional: pernos o uniones)
- Diseñar cada eslabón con las dimensiones exactas y referencias geométricas claras (centros de giro, planos intermedios, etc.).
- Asegurar que cada pieza esté completamente definida y bien orientada (ejes o planos de referencia visibles).

2. Iniciar un nuevo ensamblaje

Objetivo: Crear el archivo de ensamblaje (.SLDASM)

- En SolidWorks, abrir Archivo → Nuevo → Ensamblaje.
- Insertar la primera pieza (eslabón base o fijo) y fijarla con el comando Fijar (Fix) para evitar movimiento.

3. Insertar los demás componentes

Objetivo: Cargar todos los eslabones móviles en el ensamblaje

- Usar el comando Insertar componente para añadir el resto de las piezas.
- Asegurarse de que cada componente se inserte correctamente y cerca de su ubicación final.

4. Aplicar restricciones de ensamble (mates)

Objetivo: Simular los pares cinemáticos reales del mecanismo

- Aplicar Mates básicos:
 - Coincidir centros de giro (círculos concéntricos).
 - Restringir el contacto entre superficies planas (mate coincidente o paralelo).
- Evitar sobre-restringir el sistema. Solo aplicar las restricciones necesarias para permitir el movimiento deseado.
- Verificar que el mecanismo conserve 1 grado de libertad (ideal para un sistema planar de 4 barras).

5. Verificar el movimiento

Objetivo: Probar el funcionamiento del mecanismo ensamblado

- Arrastrar con el cursor uno de los eslabones móviles (la manivela, por ejemplo).
- Observar si los demás eslabones se mueven correctamente sin interferencias.
- Corregir restricciones si algún eslabón está bloqueado o se mueve incorrectamente.

6. Añadir Motion Study (opcional)

Objetivo: Crear una animación del movimiento

- Abrir el entorno de Estudio de Movimiento (Motion Study).
- Añadir un motor rotativo o traslacional, indicando velocidad o ángulo.
- Ejecutar la simulación para observar el movimiento continuo del mecanismo.

7. Guardar y documentar

Objetivo: Registrar el trabajo realizado

- Guardar el archivo .SLDASM junto con todos los archivos .SLDPRT asociados.
- Tomar capturas de pantalla del ensamble completo y del movimiento.
- (Opcional) Exportar un video del movimiento simulado.
- Documentar en un informe: diagrama cinemático, piezas involucradas, tipos de pares usados, capturas y reflexión técnica.

8. Cierre de la práctica

Objetivo: Reflexionar y consolidar aprendizajes

- Responder preguntas de análisis como:
 - ¿Qué restricciones son equivalentes a los pares cinemáticos reales?
 - ¿Qué dificultades técnicas encontraste durante el ensamble?
 - ¿Cómo se garantiza que el mecanismo funcione como en la vida real?

RESULTADOS ESPERADOS

Al finalizar la práctica, el estudiante será capaz de:

- Modelar correctamente los componentes individuales de un mecanismo (por ejemplo, manivela, acoplador, eslabón de salida, base) utilizando las herramientas básicas de diseño paramétrico en SolidWorks.
- Importar y organizar adecuadamente las piezas dentro del entorno de ensamblaje (Assembly), definiendo relaciones espaciales entre ellas conforme al diseño cinemático.
- Aplicar las restricciones de ensamblaje (“mates”) correctas, de acuerdo con los pares cinemáticos que representan (revoluta, prismática, fija, etc.), conservando los grados de libertad adecuados para permitir el movimiento del mecanismo.
- Simular de manera visual el funcionamiento del mecanismo, verificando la interacción y el movimiento relativo de los componentes, asegurándose de que el sistema no presente colisiones ni errores de restricción.
- Configurar un estudio de movimiento básico, aplicando motores o trayectorias dentro del entorno de Motion Study para observar y documentar el comportamiento dinámico del sistema.
- Evaluar interferencias, errores de diseño o limitaciones geométricas, detectando posibles fallas antes del proceso de fabricación o prototipado.
- Documentar el proceso de ensamblaje, incluyendo capturas, esquemas cinemáticos, descripción de piezas y reflexión técnica en un reporte de práctica formal.
- Fortalecer competencias en modelado 3D, interpretación de planos y análisis mecánico, fundamentales para el diseño y simulación de sistemas mecatrónicos complejos.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- 1.- Construcción correcta del ensamble.
- 2.- Aplicación adecuada de restricciones (mates).
- 3.- Identificación de errores de diseño y restricción.
- 4.- Simulación de movimiento efectiva.
- 5.- Documentación técnica del ensamble.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Conclusiones

- La práctica permitió comprobar que el entorno de ensamblaje de SolidWorks es una herramienta eficiente para diseñar, simular y validar mecanismos de forma virtual, antes de construir prototipos físicos.
- Los estudiantes aprendieron a representar pares cinemáticos mediante restricciones (mates), lo cual facilitó la comprensión del comportamiento mecánico real de los eslabones.
- Se evidenció la importancia de un diseño geométrico preciso y de la correcta alineación de componentes para asegurar el movimiento funcional del mecanismo.
- La simulación por medio del Motion Study aportó una perspectiva dinámica y visual del mecanismo, permitiendo observar trayectorias, verificar colisiones y evaluar el rendimiento cinemático.
- Esta práctica integró conocimientos de modelado 3D, cinemática, análisis espacial y diseño mecánico, fortaleciendo habilidades esenciales del perfil del ingeniero mecatrónico.

Reflexiones

- El uso de herramientas CAD como SolidWorks permite a los estudiantes cerrar el ciclo entre teoría y práctica, al pasar de ecuaciones y esquemas planos a modelos funcionales en tres dimensiones.
- Comprender cómo interactúan los eslabones en un sistema real ayuda a desarrollar criterio técnico en el diseño de soluciones mecatrónicas efectivas, seguras y funcionales.
- La simulación de movimiento no solo evita errores de fabricación, sino que permite explorar variaciones de diseño, optimizaciones y mejoras desde una etapa temprana del desarrollo.
- Finalmente, esta práctica refuerza la importancia del pensamiento sistémico y la comunicación técnica, al documentar el proceso de forma clara, ordenada y profesional.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Diseño de un mecanismo alternativo.
- Análisis de trayectorias.
- Simulación con motor y velocidad variable.
- Creación de planos de ensamble.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	La práctica se evaluará en función del requerimiento específico del docente y el reporte.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Práctica de laboratorio. Rúbrica de Reporte de práctica.
Formatos de reporte de prácticas	Reporte de práctica.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA 5	Análisis de velocidad y aceleración con Working Model
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Realizar análisis de velocidad y aceleración con Working Model, para optimizar mecanismos de uso industrial en apego a las normas ASME de Ingeniería Mecánica.

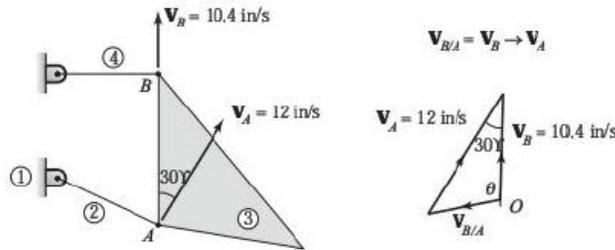
FUNDAMENTO TEÓRICO

¿Qué es el análisis de velocidad y aceleración en mecanismos?

En el estudio de mecanismos, el análisis cinemático no se limita a conocer las posiciones de los eslabones en el espacio, sino que también implica determinar:

- Velocidad: Qué tan rápido cambia la posición de un punto o eslabón en un instante determinado.
- Aceleración: Qué tan rápido cambia la velocidad, ya sea en magnitud o dirección.

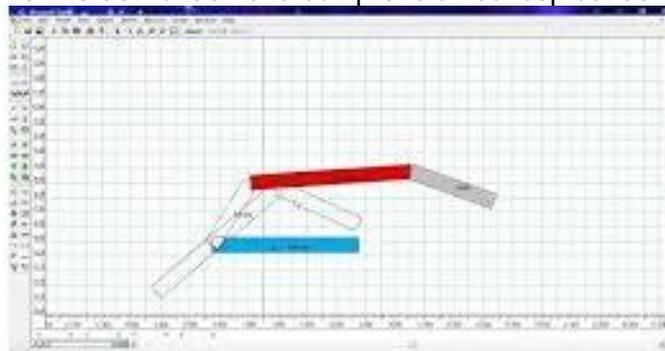
Estos análisis permiten entender el comportamiento dinámico del mecanismo, prever esfuerzos mecánicos, identificar zonas críticas y diseñar con mayor seguridad y eficiencia.



¿Por qué usar Working Model 2D?

Working Model 2D es un software de simulación mecánica que permite crear modelos bidimensionales de mecanismos y analizar su comportamiento dinámico en tiempo real. Es ideal para el análisis de velocidad y aceleración porque:

- Permite simular el movimiento de mecanismos con condiciones reales (gravedad, fricción, masa).
- Calcula automáticamente velocidades lineales y angulares, así como aceleraciones de cada componente.
- Permite visualizar gráficamente los resultados y exportar datos para análisis numérico.
- Su entorno visual e interactivo facilita la comprensión conceptual del análisis dinámico.



Componentes del análisis en Working Model

Para analizar velocidad y aceleración en Working Model, se deben considerar los siguientes elementos:

- Modelado del mecanismo: Representar los eslabones como cuerpos rígidos y conectarlos mediante juntas (revolutas o prismáticas).
- Condiciones iniciales:
 - Establecer un eslabón de entrada (manivela, leva, etc.).
 - Definir velocidad angular inicial o utilizar motores.
- Propiedades físicas:
 - Asignar masa y momento de inercia a cada cuerpo.
 - Ajustar fricción y fuerzas externas si es necesario.
- Instrumentación virtual:
 - Colocar sensores o puntos de medición sobre los eslabones.
 - Activar trazadores de movimiento, velocímetros o acelerómetros.
- Simulación y análisis:
 - Ejecutar la simulación y observar gráficamente el cambio en:
 - Velocidades lineales y angulares
 - Aceleraciones lineales y angulares
 - Exportar los resultados como tablas o gráficas para su interpretación.

Aplicación práctica en ingeniería mecatrónica

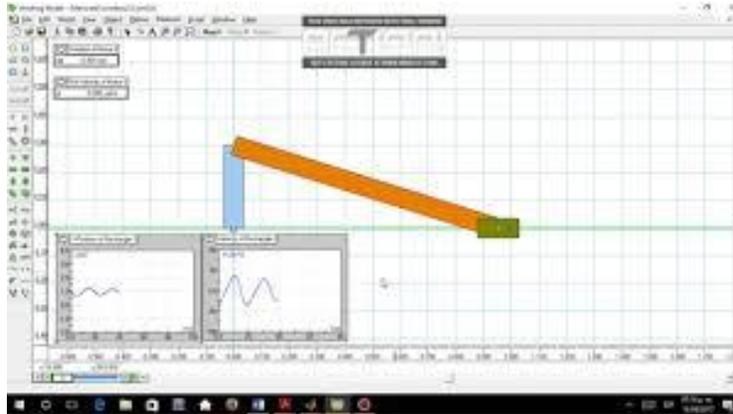
El análisis de velocidad y aceleración en Working Model permite a los estudiantes:

- Visualizar el efecto dinámico de los eslabones sobre el sistema completo.
- Evaluar el comportamiento transitorio y permanente del mecanismo.
- Determinar condiciones de diseño como velocidad máxima, vibraciones, y carga en las uniones.
- Integrar el análisis dinámico con procesos de automatización, control y robótica.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Computadora de escritorio o portátil
- Software Working Model con licencia educativa o acceso institucional
- Guía impresa o digital de la práctica
- Cuaderno de apuntes o bitácora de laboratorio
- Transportador físico (opcional)
- Regla o escala (opcional)
- Acceso a videos tutoriales o demostraciones

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA



1. Definir el mecanismo a simular

Objetivo: Establecer el tipo de mecanismo que se va a analizar.

- Seleccionar un mecanismo plano sencillo (ejemplo: biela-manivela o mecanismo de cuatro barras).
- Determinar las longitudes de los eslabones y su disposición inicial.
- Establecer qué eslabón funcionará como entrada (generalmente la manivela) y su velocidad angular.

2. Abrir Working Model 2D y configurar el entorno

Objetivo: Preparar el espacio de trabajo para la simulación.

- Iniciar un nuevo archivo en Working Model.
- Configurar las unidades del sistema (preferentemente en milímetros, segundos, y grados).
- Ajustar parámetros globales si se desea incluir gravedad o fricción (opcional para esta práctica).

3. Crear los eslabones del mecanismo

Objetivo: Representar cada componente como un cuerpo rígido.

- Usar la herramienta "Rod" o "Body" para crear los eslabones del mecanismo.
- Ajustar las dimensiones geométricas según el diseño planeado.
- Ubicar correctamente las piezas en el plano de trabajo, respetando su orientación inicial.

4. Establecer juntas y restricciones

Objetivo: Simular los pares cinemáticos reales del mecanismo.

- Utilizar la herramienta "Pin Joint" (articulación rotacional) o "Sliding Joint" para unir los eslabones en sus puntos de conexión.
- Fijar el eslabón base a tierra con un "Grounded Joint" o fijar su punto de pivote.
- Verificar que el mecanismo tenga un solo grado de libertad.

5. Asignar movimiento al eslabón de entrada

Objetivo: Controlar el movimiento del sistema.

- Insertar un motor rotacional (con la herramienta Motor) sobre el eslabón de entrada.
- Definir su velocidad angular (ej. $90^\circ/s$ o 2 rad/s) y sentido de giro.
- Ajustar el tiempo de simulación total (ej. 5 o 10 segundos).

6. Agregar sensores y marcadores de medición

Objetivo: Medir velocidad y aceleración.

- Colocar un marcador (marker) sobre uno o varios puntos móviles del mecanismo (como el extremo de la biela o del acoplador).
- Usar la opción de "Velocity Probe" y "Acceleration Probe" para registrar:
 - Velocidad lineal (en m/s)
 - Aceleración lineal (en m/s^2)
 - Velocidad angular (rad/s)
 - Aceleración angular (rad/s^2)

7. Ejecutar la simulación

Objetivo: Obtener los datos cinemáticos del mecanismo.

- Presionar Run o Play para iniciar la simulación.
- Observar el movimiento del sistema y los valores dinámicos generados por los sensores.
- Detener la simulación una vez que el ciclo de movimiento se haya completado.

8. Visualizar y analizar resultados

Objetivo: Estudiar el comportamiento dinámico del sistema.

- Abrir las gráficas de velocidad y aceleración desde el menú de sensores.
- Identificar:
 - Variación de velocidad en el tiempo.
 - Picos de aceleración.
 - Comportamiento periódico o irregular.
- Exportar los datos a Excel si se requiere un análisis cuantitativo más detallado.

9. Guardar el archivo y documentar

Objetivo: Registrar los resultados y reflexiones.

- Guardar el archivo del mecanismo simulado (.wm2).
- Capturar imágenes de:
 - El modelo ensamblado.
 - Las gráficas de velocidad y aceleración.
- Redactar un breve informe con:
 - Diagrama del mecanismo.
 - Valores máximos y mínimos observados.
 - Reflexiones sobre el comportamiento del sistema.

RESULTADOS ESPERADOS

Al finalizar esta práctica, el estudiante será capaz de:

- Modelar correctamente un mecanismo plano en Working Model 2D, incluyendo la creación de eslabones, su configuración geométrica y las uniones cinemáticas apropiadas (revolutas o deslizantes).
- Asignar movimiento al eslabón de entrada (generalmente una manivela) utilizando un motor rotacional con velocidad constante definida por el usuario.
- Simular el comportamiento dinámico del sistema a lo largo del tiempo, observando el movimiento coordinado de los eslabones del mecanismo.
- Colocar y configurar sensores virtuales (probes) en puntos clave del mecanismo para medir:
 - a. Velocidad lineal
 - b. Velocidad angular
 - c. Aceleración lineal
 - d. Aceleración angular
- Obtener gráficas cinemáticas en función del tiempo, interpretando correctamente los picos, los intervalos de comportamiento uniforme y los cambios abruptos en las magnitudes dinámicas.
- Comparar el comportamiento entre distintos eslabones, identificando relaciones entre entrada y salida, o zonas de mayor aceleración, lo que resulta útil para el análisis de esfuerzos mecánicos.
- Registrar y documentar los resultados mediante capturas, gráficas y tablas que sirvan como evidencia de la simulación realizada y del análisis interpretativo correspondiente.
- Comprender la utilidad del análisis dinámico en el diseño de mecanismos reales, anticipando fenómenos como vibraciones, golpes mecánicos o sobreesfuerzos estructurales en sistemas mecatrónicos.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- 1.- Obtención exitosa de datos cinemáticos.
- 2.- Análisis de trayectorias y magnitudes.
- 3.- Comprensión del impacto del diseño sobre el movimiento.
- 4.- Limitaciones identificadas.
- 5.- Reflexión del estudiante.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Conclusiones

- El uso de Working Model 2D permitió simular y visualizar con precisión el comportamiento dinámico de mecanismos planos, facilitando el estudio detallado de las velocidades y aceleraciones en diferentes puntos del sistema.
- Se comprobó que las velocidades y aceleraciones no son uniformes en todos los eslabones ni en todos los momentos del ciclo, incluso cuando el movimiento de entrada es constante, lo que evidencia la complejidad del análisis dinámico en mecanismos reales.
- La simulación digital demostró ser una herramienta útil para anticipar posibles problemas de diseño, como zonas de alta aceleración que podrían provocar vibraciones, esfuerzos excesivos o desgaste prematuro en aplicaciones reales.
- Los estudiantes desarrollaron habilidades para instrumentar virtualmente un mecanismo, recolectar datos de manera estructurada y analizar gráficamente el comportamiento cinemático de los elementos móviles.
- Esta práctica integró conocimientos de modelación, cinemática, análisis gráfico y herramientas computacionales, consolidando competencias clave para el diseño de sistemas mecatrónicos eficientes y seguros.

Reflexiones

- La posibilidad de visualizar el movimiento y los cambios de velocidad y aceleración en tiempo real permite al estudiante comprender conceptos que en papel resultan abstractos o difíciles de interpretar.
- El análisis dinámico refuerza la importancia de un diseño bien fundamentado, ya que una mala elección de dimensiones o proporciones puede generar efectos indeseados en el rendimiento del mecanismo.
- El uso de simuladores como Working Model no reemplaza el análisis teórico, sino que lo complementa, brindando una perspectiva más completa y práctica del comportamiento mecánico.
- Finalmente, esta práctica promueve una actitud crítica frente al diseño y motiva al estudiante a validar siempre sus propuestas mediante simulación y análisis, antes de su implementación física o automatización.

--

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Comparación entre dos mecanismos distintos.
- Exportación y análisis de datos en Excel.
- Análisis de sensibilidad.
- Diseño de mecanismo con criterio de aceleración mínima.
- Aplicación práctica en un sistema real.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	La práctica se evaluará en función del requerimiento específico del docente y el reporte.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Práctica de laboratorio. Rúbrica de Reporte de práctica.
Formatos de reporte de prácticas	Reporte de práctica.

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Aprendiendo Ingeniería con J.a. Pacheco. (30 de julio del 2020). Mecánica de Máquinas: diagramas cinemáticos. <https://www.youtube.com/watch?v=1IJBAYnkp4>
2. Besa González, A. J. (2016). Diseño de máquinas. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. <https://elibro.net/es/lc/ues/titulos/57432>
3. Ian Lebonnois. (20 de junio del 2020). La historia de los mecanismos (análisis y síntesis de mecanismos). <https://www.youtube.com/watch?v=61adEm0VSTo>
4. ingGenio dinámico. (22 de mayo del 2020). Análisis de posición de un mecanismo plano cuatro barras utilizando AutoCAD: método gráfico. <https://www.youtube.com/watch?v=meVPW38tdEo>
5. Mott, R., Vavrek, E., y Wang, J. (2018). Machine Elements in Mechanical Design (6a ed.). Pearson.
6. Myszka, D. (2012). Máquinas y Mecanismos (4a ed.). Pearson Educación de México. https://ues.aya10.mx/files/3000924to3022155_r_0_011220125812.pdf
7. Nisbett, J., y Budynas, R. (2012). Diseño en ingeniería mecánica de Shigley (9a ed., pp. 69-143). McGraw-Hill Interamericana. <http://www1.frm.utn.edu.ar/electromecanica/materias%20pagina%20nuevas/elementoMaquina/material/libroCabecera.pdf>
8. Norton, R. L. (2013) Machine Design: An integrated approach. Prentice Hall

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

Marco normativo aplicable:

Las actividades dentro del laboratorio de procesos de manufactura se alinean con las disposiciones de seguridad establecidas por las siguientes normas:

- NOM-004-STPS-2023 (seguridad en maquinaria)
- NOM-017-STPS-2008 (uso de EPP)
- NOM-026-STPS-2021 (señalización)
- Y toda la reglamentación institucional, ya que es una actividad académica.

El cumplimiento de estas normas es obligatorio para estudiantes, docentes y personal técnico.



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

ANEXOS

- 1.- Diagramas, tablas, ejemplos de reportes
- 2.- Formatos de seguridad y protocolos adicionales
- 3.- Problemas o ejercicios de apoyo



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu