



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

Título:

Diseño y análisis de un mecanismo de biela – manivela para aplicaciones industriales, en la carrera de Electromecánica en la ULEAM Extensión El Carmen

Autores:

Anny Lisbeth Valencia Pinargote
Efrén David Zambrano Solís

Tutor(a)

Ing. René Fernando López Barberán, Mg.


Unidad Académica:

Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, Educación Virtual y Otras Modalidades

Carrera:

Tecnología Superior en Electromecánica.

El Carmen, febrero de 2026.

 Uleam <small>UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ</small>	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-05-IT-001-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE LAS CARRERAS TÉCNICAS Y TECNOLÓGICAS	VERSIÓN: 3 Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Extensión El Carmen de la carrera de Electromecánica de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante Valencia Pinargote Anny Lisbeth, legalmente matriculado/a en la carrera de Electromecánica, período académico 2025(1), cumpliendo el total de 144 horas, cuyo tema del proyecto es "Diseño y análisis de un mecanismo de biela- manivela para aplicaciones industriales en la carrera electromecánica en la uleam extensión El Carmen."

El presente trabajo de titulación ha sido desarrollado en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Lugar, 8 de diciembre de 2025.


Lo certifico,



Ing. Fernando López, MSc.
Docente Tutor(a)
Área: Electromecánica

Nota 1: Este documento debe ser realizado únicamente por el/la docente tutor/a y será receptado sin enmendaduras y con firma física original.

Nota 2: Este es un formato que se llenará por cada estudiante (de forma individual) y será otorgado cuando el informe de similitud sea favorable y además las fases de la Unidad de Integración Curricular estén aprobadas.

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-05-IT-001-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE LAS CARRERAS TÉCNICAS Y TECNOLÓGICAS	VERSIÓN: 3 Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Extensión El Carmen de la carrera de Electromecánica de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante Zambrano Solís Efrén David, legalmente matriculado/a en la carrera de Electromecánica, período académico 2025(1), cumpliendo el total de 144 horas, cuyo tema del proyecto es "Diseño y análisis de un mecanismo de biela- manivela para aplicaciones industriales en la carrera de electromecánica en la uleam extensión El Carmen."

El presente trabajo de titulación ha sido desarrollado en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Lugar, 8 de diciembre de 2025.

Lo certifico,



Ing. Fernando López, MSc.
Docente Tutor(a)
Área: Electromecánica

Nota 1: Este documento debe ser realizado únicamente por el/la docente tutor/a y será receptado sin enmendaduras y con firma física original.

Nota 2: Este es un formato que se llenará por cada estudiante (de forma individual) y será otorgado cuando el informe de similitud sea favorable y además las fases de la Unidad de Integración Curricular estén aprobadas.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quien(es) suscribe(n) la presente:

Anny Lisbeth Valencia Pinargote , Efrén David Zambrano Solís

Estudiante(s) de la Carrera de **Tecnología Superior en Electromecánica**, declaro(amos) bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: "Diseño y análisis de un mecanismo de biela – manivela para aplicaciones industriales, en la carrera de Electromecánica en la ULEAM Extensión El Carmen", previa a la obtención del Título de Tecnólogo Superior en Electromecánica, es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

El Carmen, febrero de 2026

Anny Valencia.

Anny Lisbeth Valencia Pinargote

Efrén David Zambrano Solís

Efrén David Zambrano Solís



APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: "Diseño y análisis de un mecanismo de biela – manivela para aplicaciones industriales, en la carrera de Electromecánica en la ULEAM Extensión El Carmen" de su(s) autor(es): Anny Lisbeth Valencia Pinargote , Efrén David Zambrano Solís de la Carrera "**Tecnología Superior en Electromecánica**", y como Tutor(a) del Trabajo el/la Ing. René Fernando López Barberán, Mg.

El Carmen, febrero de 2026

Dr. Henry Pinargote, PhD.
PRECIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. René Fernando López Barberán, Mg.
TUTOR

Ing. Rocío Mendoza, Mg.
PRIMER MIEMBRO TRIBUNAL

Ing. Carlos López, Mg.
SEGUNDO MIEMBRO TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Primeramente, darle gracias a Dios por darnos la vida, salud, especialmente por derramar sabiduría y fortaleza para culminar con éxito nuestro proyecto de tesis. Su guía y protección nos acompañó siempre en cada etapa académica, sosteniéndonos para no rendirnos en los momentos difíciles.

Agradecemos profundamente a nuestras familias, por su apoyo incondicional por estar siempre con nosotros, no faltarnos y motivarnos constantemente a seguir adelante de la mano de Dios.

Agradecemos también a nuestros ingenieros, especialmente a nuestro tutor de tesis Ing. René Fernando López Barberán, Mg. por brindarnos sus conocimientos, su paciencia, dedicación y valiosas orientaciones que nos ayudó a que este proyecto se desarrolle con criterio técnico y académico.

Agradecemos a nuestros compañeros y en especial a nuestros amigos que estuvieron de nuestro lado por apoyarnos, motivarnos siempre en cada momento y consejos oportunos que enriquecieron nuestra experiencia universitaria.

Finalmente, agradecemos a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Ext. El Carmen por su buena formación académica y brindarnos los recursos necesarios para nuestro desarrollo profesional, así como el espacio institucional que permitió llevar a cabo este proyecto con responsabilidad y compromiso.

Anny Valencia, Efrén Zambrano

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo, en primer lugar, a Dios, quien ha sido nuestro guía y fortaleza en todo este trayecto. Gracias por iluminarnos, brindarnos siempre sabiduría, paciencia y perseverancia para llegar a nuestra meta.

A nuestros padres por confiar y apoyarnos en todo momento. A nuestras familias por enseñarnos que todo es posible, que a pesar de las dificultades siempre habrá luz. Por sus enseñanzas, valores y sacrificios, que han forjado en nosotros el deseo de superarnos.

Anny Valencia, Efrén Zambrano

RESUMEN

El presente proyecto aborda los temas de análisis y diseño mecánicos, tomando de referencia el modelado del sistema de biela – manivela mediante herramientas digitales. El objetivo general trató de construir y simular dicho mecanismo utilizando software CAD, para comprobar su comportamiento cinemático y proponer mejoras en su estructura. Con una metodología basada en la investigación técnica, el modelado tridimensional en SolidWorks y simulaciones de movimiento. En los resultados, se obtuvieron valores precisos de la velocidad y aceleración de cada componente, tratando de comprender su funcionamiento en condiciones ideales. Asimismo, se compararon tres configuraciones en la geometría de la biela y manivela, dando a identificar la alternativa más eficiente. Por ultimo las conclusiones, revelan el desempeño de los objetivos planteados y enfatizan la utilidad del modelado asistido por computadora, como herramientas para el estudio de mecanismos industriales, preferente en contextos académicos sin acceso a espacios físicos.

PALABRAS CLAVE

Mecanismo biela – manivela, simulación, SolidWorks, diseño CAD, análisis cinemático.

ABSTRACT

This project addresses the topics of mechanical analysis and design, using digital tools to model the crank-connecting rod system. The overall objective was to construct and simulate this mechanism using CAD software to verify its kinematic behavior and propose structural improvements. The methodology used was based on technical research, three-dimensional modeling in SolidWorks, and motion simulations. The results obtained precise values for the velocity and acceleration of each component, helping to understand their operation under ideal conditions. Likewise, three configurations of crank and connecting rod geometry were compared, helping to identify the most efficient alternative. Finally, the conclusions reveal the achievement of the objectives and emphasize the usefulness of computer-aided modeling as a tool for the study of industrial mechanisms, ideally suited to academic settings without access to physical space.

KEYWORDS

Crank – rod mechanism, simulation, SolidWorks, CAD design, kinematic analysis

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA.....	V
RESUMEN	VI
PALABRAS CLAVE	VI
ABSTRACT	VII
KEYWORDS	VII
ÍNDICE	VIII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS	X
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PROBLEMA.....	3
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	4
1.3. OBJETIVOS.....	5
1.3.1. Objetivo general.....	5
1.3.2. Objetivos específicos	5
1.4. METODOLOGÍA	5
1.4.1. Procedimiento	5
1.4.2. Técnicas.....	6
1.4.3. Métodos	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1. DEFINICIONES	8
2.2. ANTECEDENTES.....	12
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS	14
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA	15
3.1. DESARROLLO	15
3.1.1. Descripción de la propuesta.....	15
3.1.2. Etapas	16

3.1.3. Presupuesto	17
3.2. RESULTADOS	17
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	28
4.1. CONCLUSIONES	28
4.2. RECOMENDACIONES.....	29
BIBLIOGRAFÍA	30
ANEXOS	33

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Aplicación del mecanismo biela – manivela en un sistema industrial.....	17
Ilustración 2. Influencia de propiedades del material sobre el desempeño del sistema biela – manivela.....	19
Ilustración 3. Vista isométrica del modelo biela – manivela ensamblada en SolidWorks.....	20
Ilustración 4. Comparación de velocidades y aceleraciones máximas en los componentes del mecanismo.....	20
Ilustración 5. Simulación de movimiento en SolidWorks	21
Ilustración 6. Ensamble completo de la configuración A.....	22
Ilustración 7. Velocidad y aceleración lineal del pistón configuración A	22
Ilustración 8. Velocidad y aceleración angular de la biela configuración A.....	23
Ilustración 9. Ensamble completo de la configuración B.....	23
Ilustración 10. Velocidad y aceleración lineal del pistón configuración B	24
Ilustración 11. Velocidad y aceleración angular de la biela configuración B...	25
Ilustración 12. Ensamble completo de la configuración C.....	25
Ilustración 13. Velocidad y aceleración lineal del pistón configuración C	26
Ilustración 14. Velocidad y aceleración angular de la biela configuración C...	26

Ilustración 15. Modelado las piezas de cada configuración con sus medidas	33
Ilustración 16. Las tres configuraciones ensambladas	34
Ilustración 17. Elaboración de la simulación cinemática	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requerimientos generales de materiales para mecanismos de transmisión de movimiento.	18
Tabla 2. Dimensiones estructurales de la biela y la manivela, de las tres configuraciones estructurales.	21
Tabla 3. Resultados cinemáticos por configuración.....	27

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La investigación sobre el diseño y análisis del mecanismo biela – manivela, es uno de los temas más esencial dentro de la industria mecánica. Actualmente, se utilizan sistemas de diseño asistido por computadora, en el cual, se realizan planos de las piezas que se requiere en el estudio, prologando el tiempo y el trabajo de los cálculos que se hacen físicamente, obteniendo una eficiencia en el desarrollo del modelado. Según Acosta (2015) se trata de implementar una herramienta de diseño, la cual, permita reducir los tiempos y facilitar las labores de cálculos y dibujo en un departamento de mantenimiento y fabricación de componentes de equipos rotativos.

El mecanismo tiene diversas utilidades en múltiples sectores, incluyendo el automotriz, el ferroviario y el de bombas. Gracias a la biela – manivela por proporcionar la función dentro de numerosas máquinas, que cuentan con este mecanismo de transforma el movimiento lineal o rotatorio según la aplicación que se requiere. Un dispositivo articulado es un conjunto de componentes mecánicos que están conectados entre sí y que poseen movimiento relativo, cuyo propósito es transmitir y transformar el movimiento según la aplicación, (Rodríguez et al, 2005).

Investigaciones anteriores han mostrado que un diseño mecánico mejorado, combinado con un sistema electrónico de seguimiento sólido y muy confiable, puede lograr incrementos en la recolección solar que exceden el 30 % en comparación con sistemas fotovoltaicos que no tienen seguimiento, con un leve aumento en el precio total de la instalación (Casanova et al, 2024). En este estudio se muestra un modelo de seguidor con un innovador diseño de movimiento basado en un sistema de biela y manivela que utiliza un sistema accionamiento hidráulico para su funcionamiento. Esparza & Núñez, (2014) sustentan lo siguiente, este trabajo presenta la validación de un sistema de control adaptativo por modelo de referencia con ley de control proporcional-derivativo MRAC-PD, se utiliza como un método de supervisión para una mesa oscilante de dos ejes. La mesa controlada se basa en un mecanismo biela –

manivela utilizada para reproducir movimientos sísmicos sobre modelos a escala de estructuras civiles.

Esta investigación es importante, por aportar conocimientos y brindar más información confiable a personas, que realicen trabajos con este tipo de mecanismo. Y dar a conocer que hay varias herramientas digitales, como los softwares que ofrecen varias funciones específicas para los estudios a realizar, y completarlos en menos tiempo, que físicamente sería innecesario efectuar. También podría aportar y facilitar en tareas y trabajos a los estudiantes de la carrera de “Tecnología Superior en Electromecánica”. Este artículo tiene la finalidad formar profesionales que comprendan la teoría detrás de los mecanismos y su aplicación práctica en las industrias, utilizando herramientas digitales brindando tiempo y rendimiento, y los prepara para enfrentar los desafíos del mundo laboral.

El estudio se relaciona directamente con la carrera tecnológica superior en Electromecánica, la cual, proporciona una metodología práctica y teórica para el aprendizaje y conocimientos mecánicos, encontrados en las asignaturas como: Tecnología de materiales, fundamentos de mecánica, diseño y desarrollo mecánico, las cuales son fundamentales para el desarrollo profesional. Asegurando un vínculo cercano y proponiendo relevancia en el proyecto sobre el mecanismo biela – manivela para aplicaciones industriales.

1.1. PROBLEMA

Varios análisis han señalado las consecuencias actuales respecto al mecanismo, lo cual, se observó que muestra falta en el estudio cinemático para el funcionamiento de la biela y manivela en ciertos equipos como motores de automóviles, trenes, bombas u otras aplicaciones industriales parecidas. Otra causa principal es el material de la que está compuesta la pieza, aunque la lubricación y diseño estructural también presentan complicaciones para el debido funcionamiento, generando daño y liberando varios errores en algunas partes de la construcción del modelado. Actualmente, el mecanismo es ampliamente utilizado en diversas industrias, para transformar el movimiento rotatorio a lineal o viceversa, por lo cual, es esencial para diferentes aplicaciones como compresores, motor de combustión interna y prensas mecánicas. A pesar de la importancia en varios sistemas industriales, presentan deficiencia en el diseño, lo que se traduce a un bajo rendimiento, desgaste de componentes ante de tiempo y consumo excesivo de energía. Específicamente, la carencia de análisis de los parámetros cinemáticos y dinámicos impacta la efectividad de la pieza, provocando diversas razones, como gastos adicionales en mantenimiento y en la operatividad.

Ante esta problemática surge la siguiente interrogante: ¿Cómo se puede diseñar y analizar un mecanismo biela – manivela, para mejorar su desempeño en aplicaciones industriales específicas? Actualmente, existen varios softwares que asisten en el desarrollo del diseño y contribuyen en la mejora de la eficiencia. Extendiendo la vida útil de los sistemas mecánicos industriales, al reducir desgaste y optimizar el consumo energético. Principalmente, la investigación establece un análisis estructurado en las variables que inciden en el rendimiento del mecanismo, constituyendo una base sólida para futuras configuraciones en la aplicación en entornos industriales.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Desde la perspectiva educativa, se determina que la comprensión del mecanismo es esencial para la formación de los estudiantes de la carrera de electromecánica, apoyando los conceptos de mecánica y tecnología. Dando así una evolución al realizar el modelado utilizando herramientas digitales, ya que al utilizarlas nos permite comprender con facilidad los principios del diseño asistido por computadora (CAD) y examinar la cinemática y la dinámica estructural. Actualmente, el trabajo contribuye en el fortalecimiento del conocimiento tanto teórico como práctico, facilitando la metodología a entornos industriales.

En lo tecnológico, la optimización del mecanismo representa la oportunidad en la mejora de la eficiencia de sistemas mecánicos para diversas industrias. Mediante el diseño asistido por computadora (CAD) y el análisis cinemático simulado por funciones integradas en el software, y el detallado comportamiento estructural con varios materiales integrados en las piezas. A través de este estudio, se establece que la biela – manivela sea más eficaz, duradera y se ajuste a las exigencias actuales en el ámbito de la operatividad industrial.

El presente análisis se sitúa dentro del área de investigación de la ingeniería, industria, construcción, urbanismo y arquitectura orientadas hacia un desarrollo sostenible y sustentable, al sugerir el diseño y evaluación de un mecanismo industrial utilizando herramientas CAD como SolidWorks. Este método posibilita mejorar el uso de recursos, disminuir el daño al medio ambiente y prevenir el derroche de materiales, mientras se promueve la capacitación de profesionales dedicados a la efectividad en la elaboración, la responsabilidad social y el cuidado del medio ambiente.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Modelar y analizar el mecanismo biela – manivela para aplicaciones industriales, detallando el desempeño cinemático y dinámico utilizando herramientas de diseño asistido por computadora.

1.3.2. Objetivos específicos

- Investigar los fundamentos teóricos y principios de funcionamiento del mecanismo en aplicaciones industriales.
- Realizar el modelado y simulación de la biela – manivela utilizando software de diseño asistido por computadora (CAD) y análisis cinemático
- Comparar diferentes configuraciones de modelado y escoger el material que mejora el rendimiento y la durabilidad del sistema.

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1. Procedimiento

Para la realización del presente proyecto sobre el mecanismo de biela – manivela, se realizó un procedimiento estructurado en función de los objetivos específicos planteados.

Investigación Teórica

Se realizó recolección de datos bibliográficos sobre los fundamentos del mecanismo, tanto su funcionamiento y aplicaciones en el ámbito industrial, con el fin de comprender su importancia y principios de operación. La recolección del estudio se encontró en fuentes validas, verificando los derechos del, la o los autores utilizando citas bibliográficas, respaldando la investigación del mecanismo de biela – manivela.

Modelado CAD

Uso de programas de diseño asistido por computadora para crear modelos tridimensionales del mecanismo, garantizando exactitud en las medidas y el

estudio de la cinemática del sistema. Se realizó la modelación de cada parte y, después de conseguir los elementos del sistema de la biela – manivela, se utilizó la herramienta de ensamblaje en el software SolidWorks.

Simulación Cinemática

El modelado asistido por computadora, ejecutando las simulaciones cinemáticas para observar el comportamiento del mecanismo en movimiento, verificando el cumplimiento de los principios teóricos. Generando gráficos de la velocidad y aceleración, tanto lineal y angular. Con el estudio adecuado del sistema y la consecución de resultados verificables sobre el movimiento de la biela y la manivela.

Comparación de configuración

El estudio con diferentes materiales y configuración geométrica del mecanismo mediante herramientas de análisis del software, con el objetivo de optimización el rendimiento y la durabilidad del sistema.

Análisis de resultados

Finalmente, se interpretó los resultados obtenidos en la simulaciones y comparaciones, para establecer conclusiones que permitan mejorar el diseño y aplicaciones del mecanismo.

1.4.2. Técnicas

Revisión Bibliográfica

Realiza la recopilación de información teórica desde fuentes académicas, libros de ingeniería mecánica y artículos científicos, tiene el propósito de informar sobre los principios de funcionamiento del mecanismo biela – manivela y análisis cinemático del mismo, (Joseph et al, 2008). El cual, se aplicó en la fase inicial del proyecto para verificar la teoría y el contexto del estudio.

Diseño tridimensional

El modelado (CAD) es esencial para visualizar y validar el sistema estructural mecánico, (Torres, 2010). Por el cual, actualmente se utilizan varios softwares para diferentes tipos de mecanismos, permitiendo ahorrar el tiempo que se tardaría en analizar el mecanismo de forma física, disminuyendo el gasto en material. Se aplicó en el diseño del mecanismo mediante las funciones que brinda SolidWorks, permitiendo la representación 3D.

Representación Cinemática

Esta técnica, permite validar el comportamiento del sistema, comparando trayectorias, fuerzas, velocidades y aceleraciones, (Norton, 2013). El cual permite comprender y estudiar cada uno de estos procedimientos mediante la representación graficas, generado y simulado por computadora. Aplicado en el software de SolidWorks, utilizando las herramientas de simulación para analizar el movimiento del mecanismo, con diferente diseño estructural.

1.4.3. Métodos

Método Científico

“El método científico permite obtener conclusiones objetivas y verificables, mediante investigación y formulación de numerosas hipótesis propuestas, para aclarar el tema a estudiar” (Bunge, 2000). Se aplicó para estructurar la investigación mediante la observación, formulación de hipótesis, experimentación con simulaciones y análisis de resultados, por lo cual se empleó durante todo el desarrollo del proyecto.

Método Cuantitativo

El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Una porción de un concepto que se va especificando y, al quedar definido, se generan metas y cuestiones de estudio, (Hernández, 2014). Se utilizó para los resultados obtenidos en las simulaciones del mecanismo estableciendo datos numéricos como fuerzas, velocidades, aceleraciones y tensiones. Este enfoque se aplicó en los procesamientos de datos de la simulación cinemática.

Método Deductivo

El método deductivo parte de principios generales, basados mediante razonamiento lógico, aceptados como válidos llegando a conclusiones particulares que se aplican en casos concretos, (Prieto et al, 2017). Se aplicó fundamentos generales de la cinemática al caso específico del mecanismo modelado. Empleándolo para predecir comportamiento desde un enfoque teórico.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIONES

2.1.1. Análisis cinemático

El análisis cinemático y dinámico constituye una parte fundamental en el estudio de mecanismos mecánicos, ya que permite comprender con precisión cómo se mueven sus componentes y qué fuerzas intervienen en dicho movimiento. En términos generales, el análisis cinemático se centra en describir el movimiento sin considerar las causas que lo generan: posición, desplazamiento, velocidad y aceleración. Por otro lado, el análisis dinámico se ocupa de estudiar las fuerzas y momentos que causan y resultan del movimiento, (Meriam, 2000).

Un propósito esencial de la cinemática es elaborar los movimientos requeridos de los componentes mecánicos y posteriormente calcular de manera matemática las localizaciones, velocidades y aceleraciones resultantes de esos movimientos en las partes. Dado que en la mayoría de los sistemas mecánicos relacionados con la Tierra la masa, en esencia, se mantiene constante a lo largo del tiempo, la caracterización de las aceleraciones en función del tiempo, también define las fuerzas dinámicas como una función del tiempo, (Norton, 2011).

En el contexto del mecanismo biela – manivela, el análisis cinemático permite calcular la posición del pistón a lo largo de un ciclo de rotación, la velocidad angular de la manivela y la aceleración que experimenta la biela. Estos parámetros son esenciales para optimizar el diseño del mecanismo, evitar problemas como vibraciones indeseadas o golpes de ariete, y garantizar que el

sistema funcione dentro de límites seguros. La cinemática también permite establecer relaciones matemáticas entre el giro del cigüeñal y la posición del pistón, facilitando la predicción de comportamientos en tiempo real (Meriam, 2000).

El análisis dinámico, por su parte, se enfoca en estudiar el equilibrio de fuerzas internas y externas que actúan sobre el sistema. En un motor, por ejemplo, las fuerzas de combustión producen presiones en el pistón, las cuales se envían a través de la biela al cigüeñal, creando un torque. Estas fuerzas deben ser cuidadosamente balanceadas para evitar daños por fatiga en las piezas, sobrecalentamiento en los cojinetes o pérdida de eficiencia debido al desequilibrio, (Budynas et al, 2008).

Con el uso de software especializado, como ANSYS, SolidWorks Motion o Simulink, es posible realizar simulaciones avanzadas de estos fenómenos. Estas herramientas permiten modelar sistemas multicuerpo, aplicar cargas variables, y simular condiciones reales de trabajo. Por ejemplo, se pueden comparar distintas configuraciones de biela y manivela, analizando cómo afectan al rendimiento mecánico, al consumo energético o a la respuesta dinámica del sistema. También permiten implementar algoritmos de optimización para seleccionar los materiales más adecuados según criterios de resistencia, peso o coste, (Fritzson, 2015).

Una de las primeras acciones al abordar cualquier reto en el diseño de mecanismo, es establecer la disposición cinemática requerida para generar los movimientos deseados. En términos generales, no se puede llevar a cabo el estudio de fuerzas y tensiones hasta que se hayan solucionado las cuestiones cinemáticas. Este documento se centra en la creación de mecanismos cinemáticos como son los conjuntos de eslabones, las levas y los engranajes. Cada uno de estos términos será definido a cabalidad en capítulos subsiguientes, pero puede ser útil mostrar algunos ejemplos de aplicaciones cinemáticas en este capítulo introductorio. Es posible que el lector haya

empleado numerosos sistemas como estos sin reflexionar sobre su movimiento, (Norton, 2011).

De todo el conjunto de actividades que el ingeniero debe realizar en la práctica, el diseño es al mismo tiempo el más desafiante y potencialmente el más satisfactorio. La realización de cálculos para analizar un problema claramente definido y estructurado, sin que importe cuán complejo sea, puede ser difícil, pero el ejercicio de crear algo a partir de bosquejos para resolver un problema que a menudo está preciso de manera deficiente, es complejo (Norton, 2011).

2.1.2. Mecanismo biela-manivela

La biela – manivela es un mecanismo fundamental en el mundo de la ingeniería y la mecánica. Este sistema convierte el movimiento lineal en movimiento rotativo, o viceversa, y se encuentra en numerosos dispositivos, desde motores de combustión interna hasta máquinas industriales. La biela es un elemento sólido que asegura la transferencia de fuerza entre una parte en movimiento y una parte estática. La manivela, en cambio, es una palanca unida a un eje giratorio (Aude, 2024).

El sistema de biela y manivela utiliza, fundamentalmente, una manivela, un soporte y una biela, cuya parte superior se une al eje excéntrico de la manivela (empuñadura). El eje cuenta con un movimiento rotatorio que se transmite a la manivela. La manivela transforma el movimiento rotatorio del eje en un movimiento circular en su mango (eje excéntrico). La cabeza de la biela está unida a la empuñadura de la manivela (eje excéntrico) y, por tanto, está dotada de un movimiento circular (Gómez et al, 2008).

El mecanismo de biela manivela es uno de los más utilizados dentro de las aplicaciones mecánicas. Es un elemento que sirve para la transformación de movimiento de uno lineal a otro rotacional o viceversa. Consta de un elemento llamado biela y de otro llamado manivela conectado a una base, la cual, mantiene las piezas uniformes al momento del funcionamiento (Morán, 2023).

En su movimiento circular, la cabeza de la biela arrastra el pie de biela, que sigue un movimiento lineal alternativo. La trayectoria seguida por el pie de biela es lineal alternativa, pero la orientación del cuerpo de la biela cambia en todo momento. Esto presenta un pequeño inconveniente que puede solventarse añadiendo otros operadores. Este sistema es totalmente reversible, pues se puede imprimir un movimiento lineal alternativo al pie de biela y obtener uno giratorio en el eje de la manivela”, Gómez & Parra (2008).

Desde una perspectiva de ingeniería, el funcionamiento del mecanismo está determinado por parámetros como el radio de la manivela, la longitud de la biela, y el ángulo de rotación del cigüeñal. Estos elementos condicionan el desplazamiento y la velocidad del pistón, así como las fuerzas internas que actúan durante el ciclo de trabajo. Actualmente, gracias al uso de software de simulación como SolidWorks, Autodesk Inventor o MATLAB/Simulink, es posible modelar el comportamiento dinámico del mecanismo y analizar su eficiencia bajo diferentes condiciones de operación (Norton, 2011).

Las aplicaciones del mecanismo siguen siendo fundamentales en la actualidad. Por ejemplo, en motores de automóviles, el sistema biela – manivela es responsable de transformar la combustión interna en movimiento del cigüeñal, que a su vez acciona las ruedas del vehículo. Además, se sigue utilizando en el diseño de compresores industriales, máquinas herramienta, y recientemente se ha explorado su adaptación a tecnologías limpias, como motores eléctricos con recuperación de energía cinética (Norton, 2011).

En el campo del diseño mecánico, se investigan constantemente nuevas configuraciones geométricas, materiales de alta resistencia, y recubrimientos que reduzcan el desgaste por fricción. Asimismo, se realizan análisis de balance dinámico para disminuir vibraciones y mejorar la vida útil del sistema. En este contexto, el estudio del mecanismo biela – manivela no solo es relevante por su historia, sino también por su proyección futura en aplicaciones de alta tecnología y eficiencia energética (Norton, 2011).

En el campo laboral se utilizan máquinas que contienen este tipo de sistema, proporcionando beneficio al usuario, en el campo que se requiere movimientos lineales y rotatorios a una determinada funcionalidad. Con la integración de este mecanismo ha revolucionado la industria mecánica, en la creación de nuevos elementos, utilizando el proceso de transformación de movimiento, tanto lineal como rotacional. Concluyendo con las aplicaciones que han realizados estudiantes y profesionales que están vinculados con el tema de la ingeniería mecánica (Norton, 2011).

2.2. ANTECEDENTES

La universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen, es una institución de educación superior comprometida con la formación integral de profesionales en diversas áreas del conocimiento, entre ellas la tecnología en electromecánica. Esta extensión universitaria ha sido creada con el objetivo de brindar oportunidades educativas en la zona norte de Manabí, fomentando el desarrollo académico, tecnológico y social de la región (ULEAM, 2023).

Dentro de la carrera de Tecnología en Electromecánica, se impulsa la investigación aplicada y el desarrollo de proyectos técnicos que respondan a necesidades industriales locales y nacionales. En este marco, los trabajos de titulación buscan resolver problemas reales mediante el diseño, análisis y optimización de sistemas mecánicos, eléctricos y de control, promoviendo la innovación y el uso eficiente de los recursos (ULEAM, 2024).

La presente investigación se inscribe en este compromiso institucional, desarrollándose en el entorno académico y práctico de la ULEAM El Carmen, con el respaldo de los laboratorios de mecánica y simulación computacional, y bajo la orientación de docentes especializados. Este trabajo responde a la necesidad de contar con mecanismos funcionales que puedan ser implementados en procesos industriales para mejorar la eficiencia operativa (ULEAM, 2023).

La ULEAM extensión El Carmen se ha caracterizado por su compromiso con la formación técnica de calidad, especialmente en la carrera de Tecnología en

Electromecánica. A través de una enseñanza orientada a resolver necesidades reales del entorno, la institución ha fortalecido su relación con el sector productivo local. Esta visión ha permitido que los estudiantes desarrollen proyectos con un enfoque práctico, alineados con el desarrollo y con los objetivos académicos planteados en el plan institucional (ULEAM, 2023).

Previo al progreso del proyecto, la Universidad contaba con una limitada implementación práctica con respecto al estudio y análisis del mecanismo. Aunque su funcionamiento era abordado desde la teoría en asignaturas relacionadas con las propiedades de materiales, diseño mecánico, dinámica, pero no existía una estructura adecuada, ni recursos tecnológicos que permitieran a los estudiantes profundizar o interactuar con este sistema de manera experimental o digital.

En particular, la institución no disponía de un laboratorio especializado en mecanismos, ni de modelos físicos prácticos del sistema biela – manivela. Esto dificultaba la comprensión del comportamiento cinemático en condiciones reales, restringiendo el aprendizaje a esquemas teóricos y gráficos resumidos.

Asimismo, no se encontraba implementado el uso de herramientas de diseño asistido por computadora (CAD), como SolidWorks, para el modelado y simulación de sistemas mecánicos en movimiento. La mayoría de los ejercicios prácticos eran realizados manualmente o pocas veces con software de baja calidad, limitando la precisión y profundidad en los análisis, por lo tanto, reduciendo el aprendizaje de los practicantes.

Dado la situación, el presente proyecto marca un avance significativo al introducir herramientas digitales para el aprendizaje en el modelado tridimensional, simulaciones cinemáticas y una propuesta didáctica aplicada al estudio del mecanismo biela – manivela. Lo cual, representa un aporte importante al fortalecimiento de las competencias técnicas de los estudiantes, así como la modernización de los métodos de enseñanza y aprendizaje en la carrera de electromecánica.

2.3. TRABAJOS RELACIONADOS

En el continente europeo, científicos en la ciudad de España han realizado estudios detallados del mecanismo biela -manivela, lo cual, mediante modelos de elementos definidos integrados en sistemas multicuerpo. El trabajo de Bodnár & Minárik (2019), se destaca en la elaboración de un modelo computacional en ANSYS, para evaluar o analizar la eficiencia dinámica y el comportamiento vibratorio del sistema, validando los resultados mediante pruebas o ensayos experimentales. Esta investigación constituye una referencia significativa, en cuanto a la aplicación técnica de simulación avanzada, el cual, optimiza el diseño de mecanismos de transmisión de movimiento.

En Cuba, un estudio combinado de simulaciones y la construcción de prototipos físicos, para analizar un mecanismo biela – manivela aplicados en bombas hidráulicas destinadas al uso agrícola (Gómez et al, 2010). Emplearon simulaciones en Simulink para evaluar las trayectorias de movimiento del mecanismo, lo cual, posteriormente fabricaron modelos a escala con el fin de validar los datos relacionados con la fuerza y la eficiencia del sistema. Los resultados obtenidos facilitaron la optimización del componente en entornos rurales, logrando perfeccionar el rendimiento general y reducir el consumo energético en un 12%.

En la provincia del Pichincha, se llevó a cabo un proyecto académico, centrado en el análisis cinemático del mecanismo biela – manivela. Para este estudio se utilizaron herramientas como Autodesk Inventor y MATLAB, con el objetivo de comparar diferentes configuraciones geométricas, orientadas a su aplicación en maquinarias utilizadas en el procesamiento de café (Tapuy, 2023). Por lo cual, el enfoque fue de carácter académico, los resultados proporcionaron una base comparativa válida sobre desempeño en distintos diseños, lo que enriqueció el conocimiento local del mecanismo.

Tras una exhaustiva revisión, no se han identificado trabajos específicos sobre el mecanismo en otros cantones de Manabí. Este vacío demuestra que la investigación representa una aportación novedosa en el ámbito local.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1. DESARROLLO

Se describe el desarrollo práctico de la propuesta planteada, enfocada en el análisis y optimización del mecanismo biela – manivela con fines industriales. Se detalla el proceso seguido para alcanzar cada uno de los objetivos específicos, iniciando con el modelado en software CAD, seguido por la simulación de movimiento y la evaluación comparativa de distintos materiales aplicados a la biela. Además, se abordan las etapas de ejecución, el presupuesto requerido y los elementos técnicos relevantes que sustentan la viabilidad y aplicabilidad de la propuesta. Los resultados derivados de esta implementación se presentan en la siguiente sección, validando la efectividad del diseño y las decisiones técnicas tomadas.

3.1.1. Descripción de la propuesta

Objetivo Específico 1:

Se documentó el funcionamiento del mecanismo en industrias, destacando cómo la elección del material influye en la eficiencia, resistencia y mantenimiento del sistema. Asimismo, se encontraron factores clave como la durabilidad frente a cargas cíclicas, la resistencia al desgaste y la reacción ante esfuerzos repetitivos, con el objetivo de definir parámetros técnicos que serían fundamentales para el diseño y la simulación posterior. Este paso facilitó la comprensión de las condiciones laborales efectivas del sistema y estableció parámetros de mejora que se implementarían en el modelo digital.

Objetivo Específico 2:

Se desarrolló un modelo del mecanismo biela – manivela en SolidWorks, incorporando todas sus piezas operativas. Se llevaron a cabo simulaciones de movimiento centradas en las velocidades y las aceleraciones. Más tarde, se llevaron a cabo simulaciones de movimiento continuo con el fin de estudiar el comportamiento cinemático del sistema, centrándose en la recolección de datos sobre velocidad y aceleración en varios puntos del ciclo de trabajo. Este procedimiento facilitó la observación dinámica del funcionamiento del sistema, la

identificación de posibles áreas de mayor tensión y la evaluación de su rendimiento en condiciones operativas que se asemejan a un entorno real.

Objetivo Específico 3:

Se aplicó el material a la biela y se analizaron sus efectos en el comportamiento cinemático del sistema con varias modificaciones estructurales. Asimismo, se realizaron pruebas en un entorno virtual con diferentes modificaciones en la estructura de la biela y la manivela, variando dimensiones y formas, con la finalidad de examinar las variaciones en la dinámica del mecanismo. Estas simulaciones de comparación facilitaron identificar qué configuración proporcionaba un mejor balance entre la eficiencia en el movimiento, la disminución de cargas inerciales y la mejora en la transmisión de fuerza. Los resultados obtenidos fueron fundamentales para elaborar sugerencias técnicas respecto al diseño definitivo del mecanismo.

3.1.2. Etapas

Etapa 1:

- Revisión bibliográfica y técnica de aplicaciones industriales.
- Conexión de cada material con situaciones prácticas de utilización.
- Redacción de fundamentos técnicos y análisis funcional.

Etapa 2:

- Diseño 3D de cada componente.
- Ensamblaje del mecanismo en SolidWorks.
- Simulaciones de movimiento para observar aceleraciones y velocidades.

Etapa 3:

- Asignación del material ideal para el mecanismo biela – manivela en el entorno CAD.
- Comparación cinemática del mecanismo con diferentes medidas estructurales.

3.1.3. Presupuesto

Dado que el proyecto se centró en el diseño, modelado y simulación del mecanismo biela – manivela utilizando herramientas digitales (CAD), no se realizó gastos en materiales, fabricación o pruebas en laboratorios.

Las actividades desarrolladas se ejecutaron con recursos computacionales disponibles en el software especializado. El diseño tridimensional, ensamblaje y simulaciones cinemáticas se realizaron mediante SolidWorks, lo que permitió obtener los resultados técnicos con mayor precisión sin crear prototipos físicos.

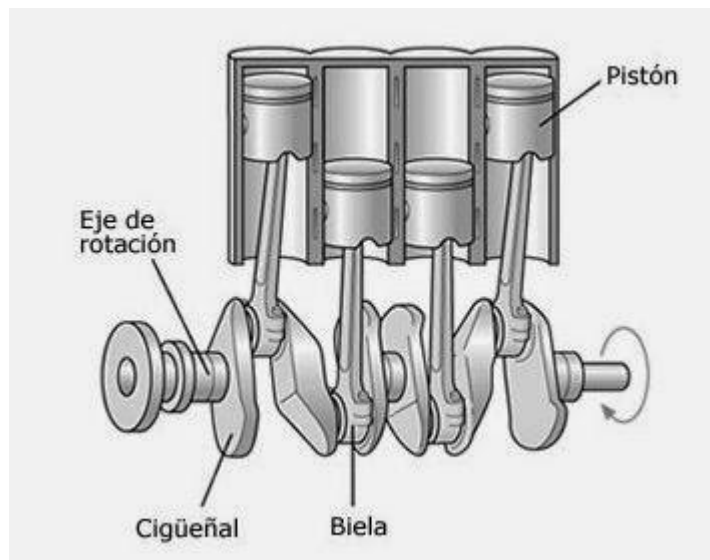
3.2. RESULTADOS

Objetivo 1

A través de un estudio teórico, se analizó la aplicación del mecanismo biela – manivela en diferentes áreas industriales, tales como la automotriz, metalmecánica y de fabricación, el cual es apreciado por su capacidad de convertir movimiento rotativo en alternativo de manera eficaz.

Ilustración 1.

Aplicación del mecanismo biela – manivela en un sistema industrial



Nota. Aplicación del mecanismo en un motor industrial

Nota: recuperado de <https://images.app.goo.gl/idzfVuay6uxHY2wU8>

A lo largo de la investigación bibliográfica y técnica, se planteó que la elección del material afecta variables como la inercia del sistema, resistencia a la fatiga, el desgaste en zonas de contacto, conductividad térmica y mantenimiento.

Tabla 1.

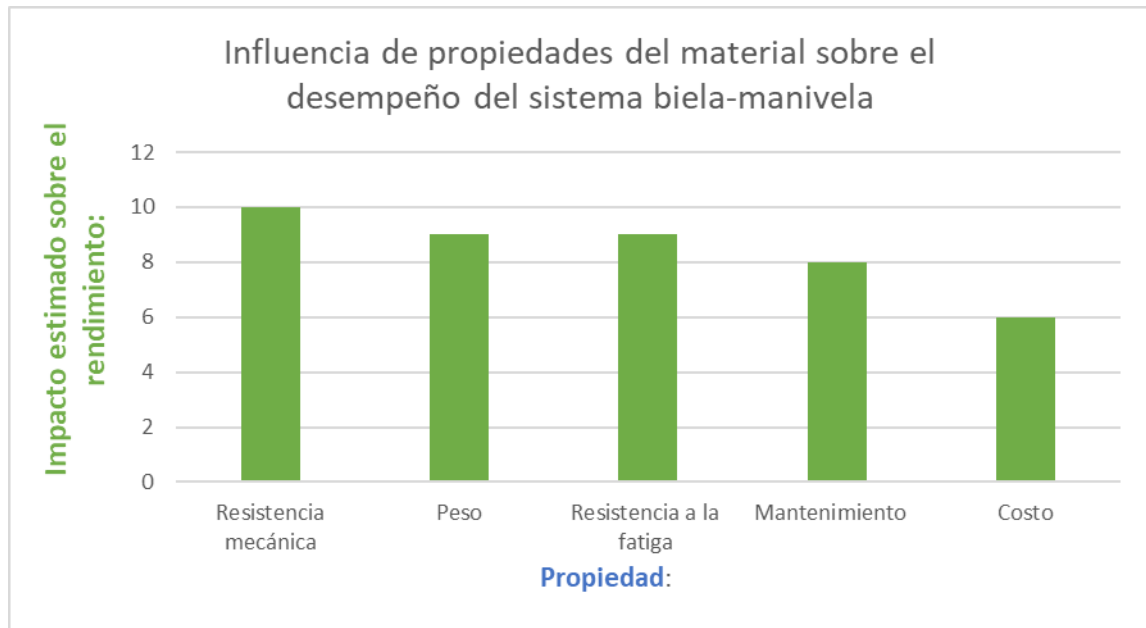
Requerimientos generales de materiales para mecanismos de transmisión de movimiento.

Variable Afectada	Influencia del material
Inercia del sistema	Determinada por la masa del material. Materiales ligeros reducen la carga rotativa.
Resistencia a la fatiga	Materiales más resistentes soportan mejor las cargas alternas repetitivas.
Durabilidad	Mejora cuando se emplean materiales con buena resistencia al desgaste.
Eficiencia energética	Materiales livianos reducen la energía necesaria para mover el sistema.
Mantenimiento	Influenciado por la vida útil y facilidad de desgaste de las piezas.

Se recopiló y analizó información de varios materiales para la aplicación en el mecanismo biela – manivela. En el cual, se optó por el uso del aluminio 7075-T6, por su resistencia, peso, mantenimiento y el bajo costo.

Ilustración 2.

Influencia de propiedades del material sobre el desempeño del sistema biela – manivela.



Nota: recuperado de <https://www.focusce.com.ar/post/biela-manivela-todo-lo-que-necesitas-saber>

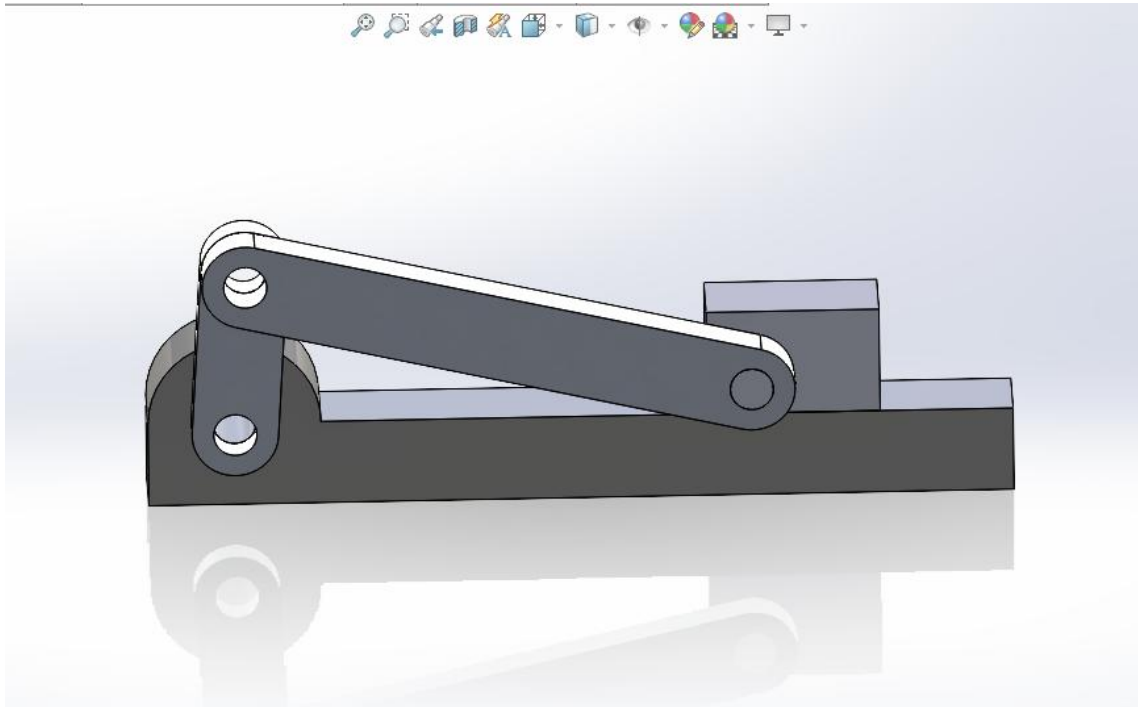
Objetivo 2

Se completó el modelado en SolidWorks, diseñando los componentes esenciales del mecanismo: manivela, biela, pistón y eje. Asimismo, se complementó el ensamblaje adecuadamente y se colocaron restricciones de movimiento para concluir la simulación cinemática.

- Se utilizó medidas estándar para replicar un mecanismo funcional a escala.
- Se definieron relaciones entre las piezas para simular el movimiento real del sistema.
- Se aplicó movimientos lineales y rotativos para observar la transmisión de movimiento en la manivela, biela y pistón.

Ilustración 3.

Vista isométrica del modelo biela – manivela ensamblada en SolidWorks.



Durante la simulación, se determinó los valores de velocidad y aceleración para diferentes componentes en función del ángulo de rotación. El cual se obtuvo mediante graficas exportadas desde SolidWorks.

Ilustración 4.

Comparación de velocidades y aceleraciones máximas en los componentes del mecanismo.

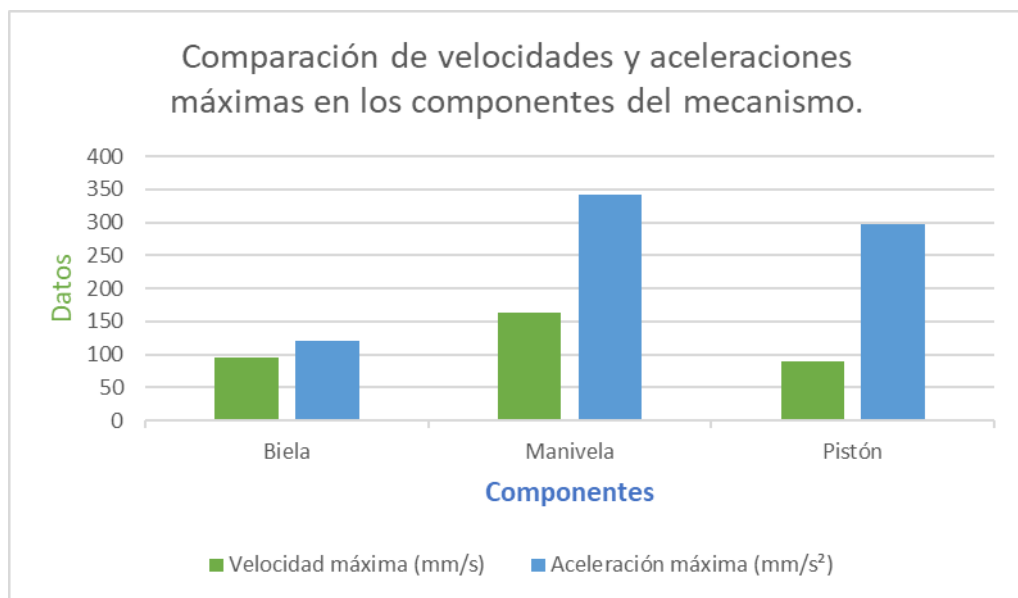
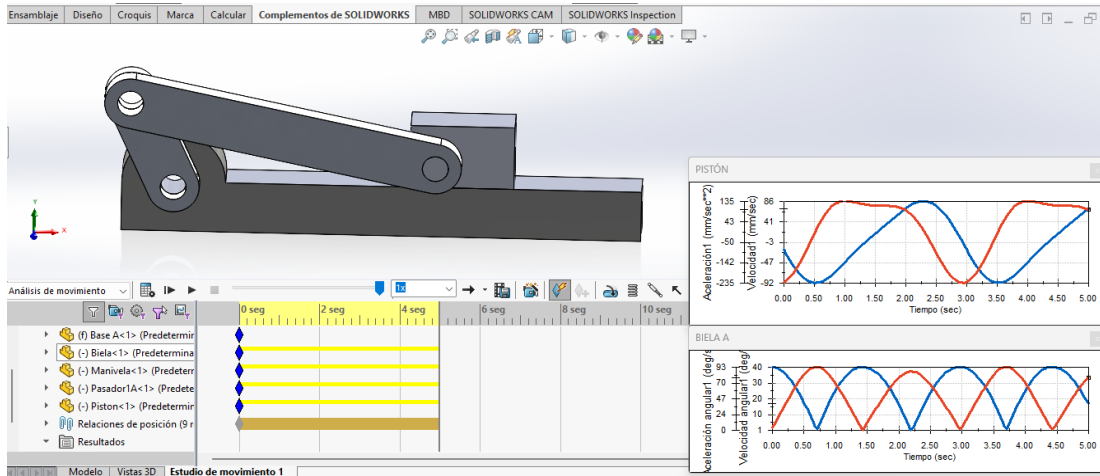


Ilustración 5.
Simulación de movimiento en SolidWorks



Al realizar el ensamble de cada una de las tres configuraciones con medidas estructurales diferentes en la biela y manivela. Se inició con la simulación cinemática, en cual se generó diferentes gráficos de la velocidad y aceleración, tanto lineal en el pistón y angular en la biela. Obteniendo los resultados en función del tiempo en segundos en el componente X y el desplazamiento en el componente Y.

Tabla 2.
Dimensiones estructurales de la biela y la manivela, de las tres configuraciones estructurales.

Configuración	Longitud Biela (mm)	Espesor Biela (mm)	Longitud Manivela (mm)	Espesor Manivela (mm)
A	120	10	40	8
B	140	12	45	10
C	160	14	50	12

Configuración A

Ilustración 6.
Ensamble completo de la configuración A.

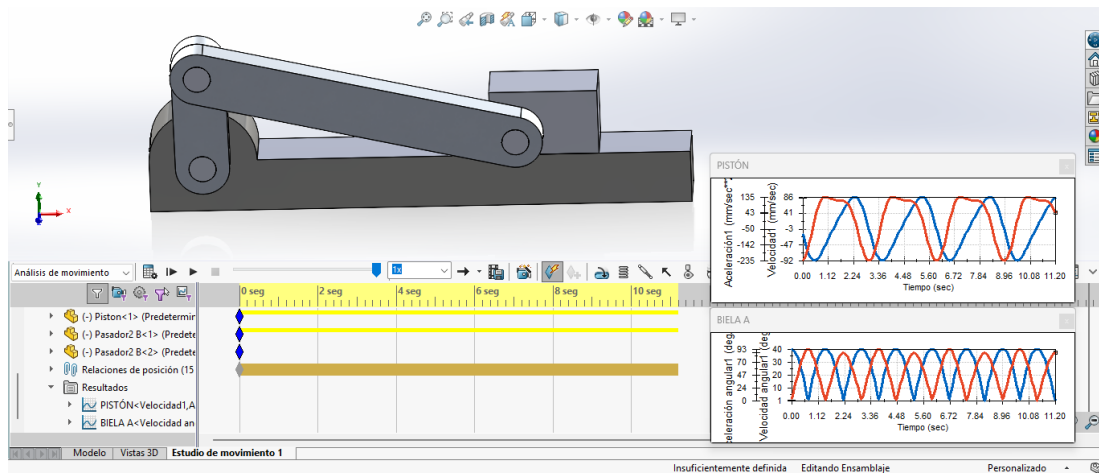
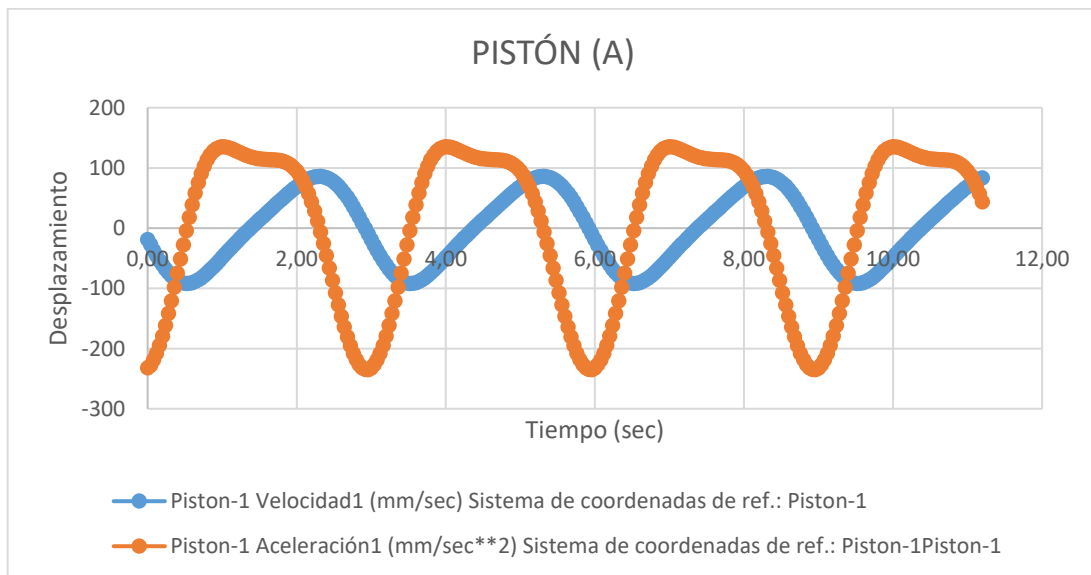


Ilustración 7.
Velocidad y aceleración lineal del pistón configuración A

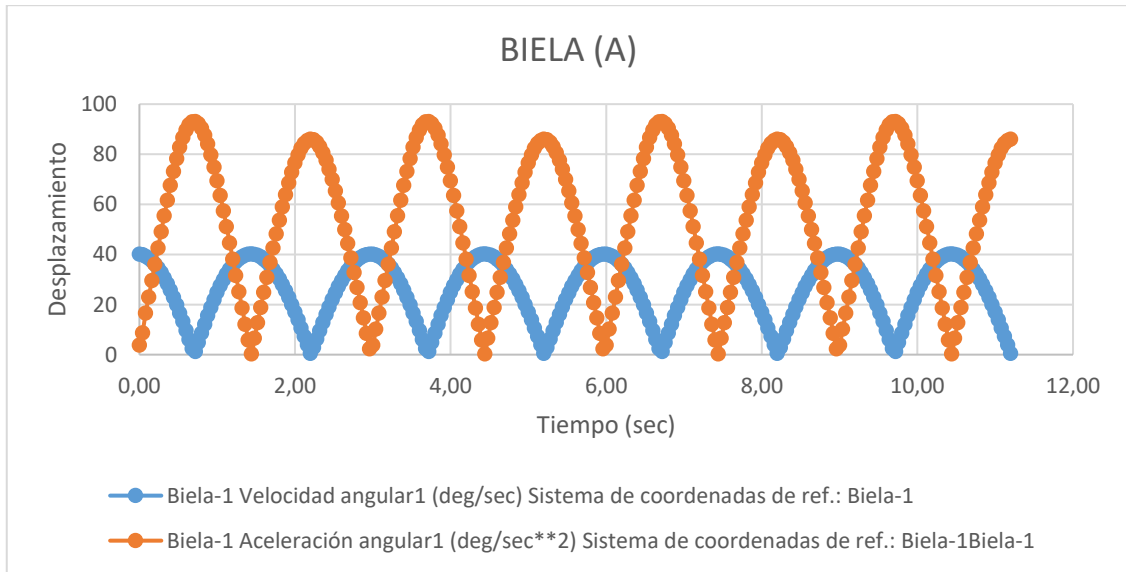


Exportado de software (CAD) en formato Excel.

La simulación graficada anteriormente sobre la velocidad y aceleración lineal del pistón, muestra que al inicio la velocidad parte desde cero y a los 2 segundos incrementó el desplazamiento a diez en el componente Y. Mientras que en la aceleración comienza en menos veinticuatro en el componente Y, hasta que tiende a ascender y llega a quince en 1 segundo.

Ilustración 8.

Velocidad y aceleración angular de la biela configuración A



Exportado de software (CAD) en formato Excel.

La ilustración 7, presenta el comportamiento cinemático de la biela, donde se analizan la velocidad y aceleración angular en función del tiempo. La gráfica muestra un movimiento oscilatorio periódico, característico del mecanismo biela – manivela.

Configuración B

Ilustración 9.

Ensamble completo de la configuración B.

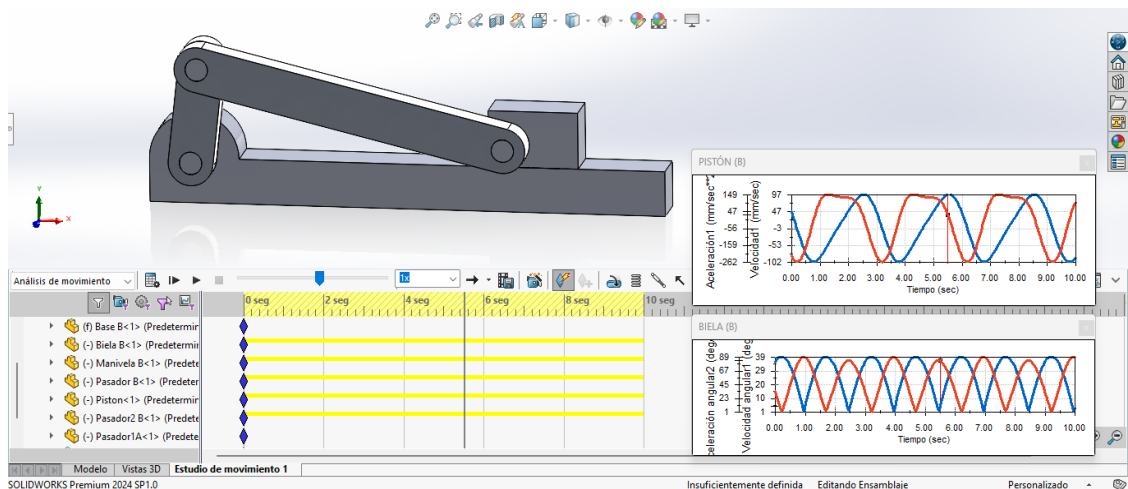
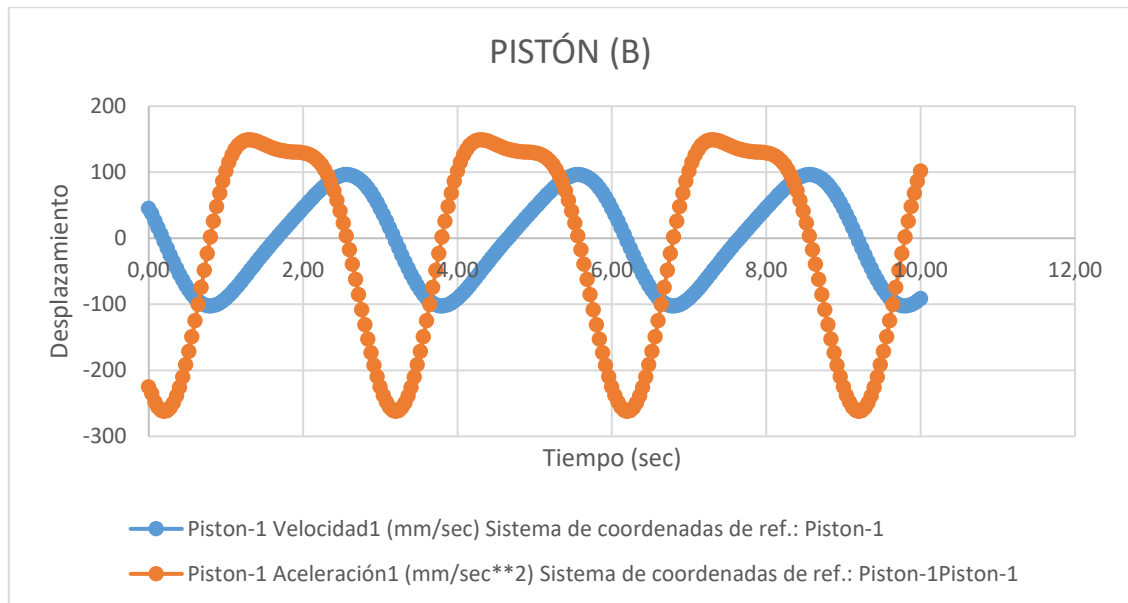


Ilustración 10.

Velocidad y aceleración lineal del pistón configuración B

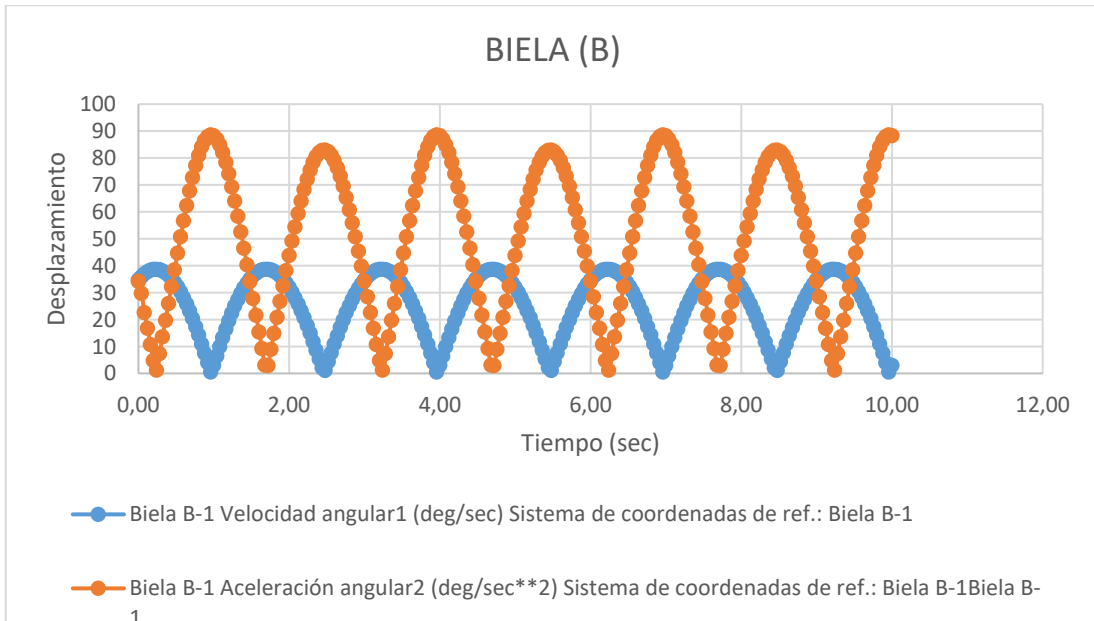


Exportado de software (CAD) en formato Excel.

La gráfica sobre la velocidad y aceleración lineal del pistón, muestra que al inicio la velocidad parte desde cinco y a los 2 segundos incrementó el desplazamiento a diez en el componente Y. Mientras que en la aceleración comienza en menos veinticinco en el componente Y, hasta que comienza a ascender y llega a quince en 1,5 segundo.

Ilustración 11.

Velocidad y aceleración angular de la biela configuración B



Exportado de software (CAD) en formato Excel.

La ilustración 9, disminuyó en el desplazamiento de la aceleración angular en comparación con la ilustración 7. Mientras que en la velocidad se mantiene igual en el desplazamiento.

Configuración C

Ilustración 12.

Ensamble completo de la configuración C.

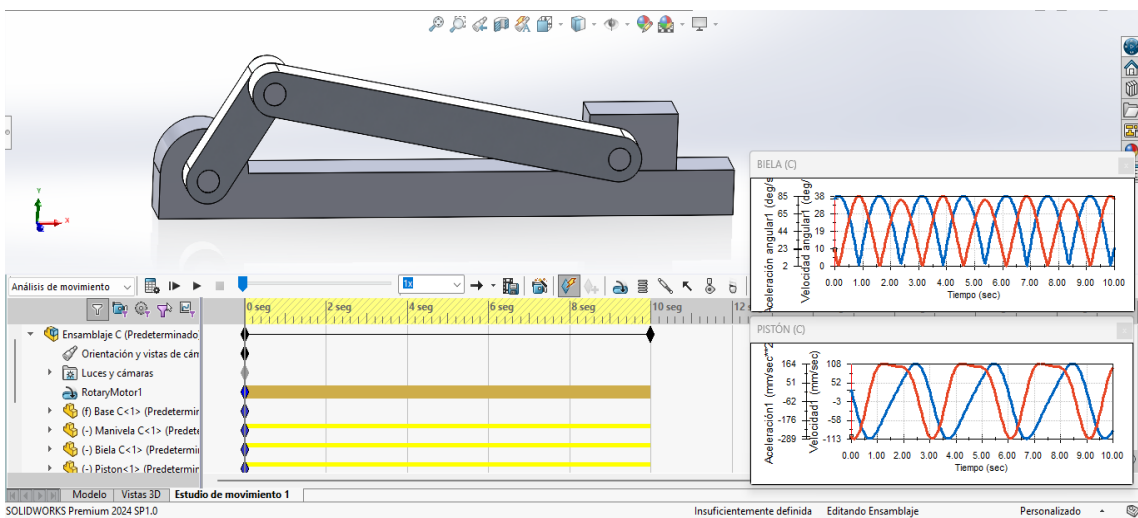
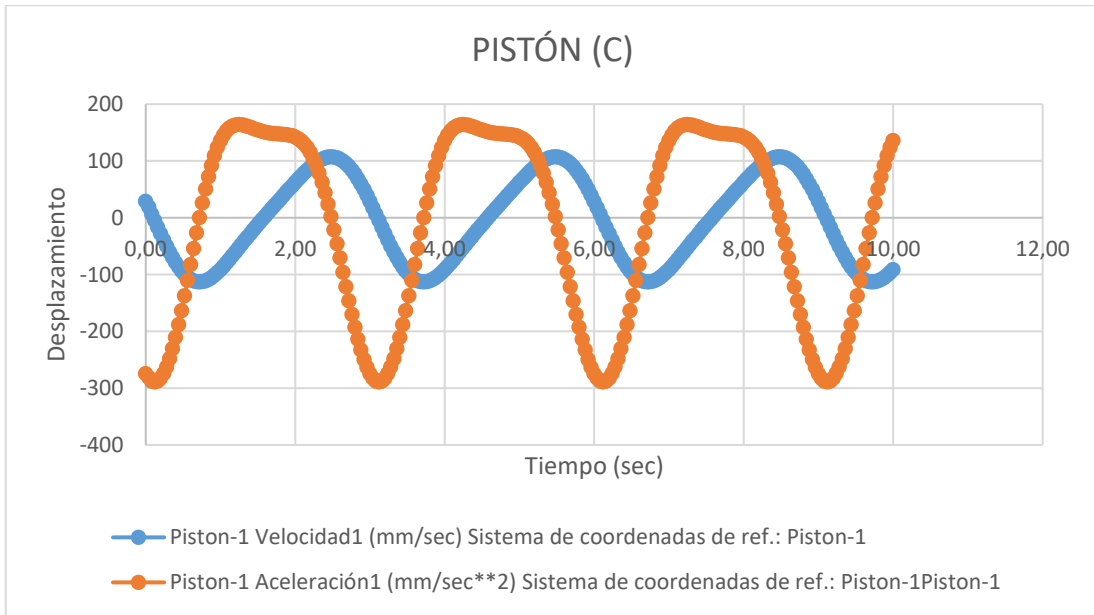


Ilustración 13.

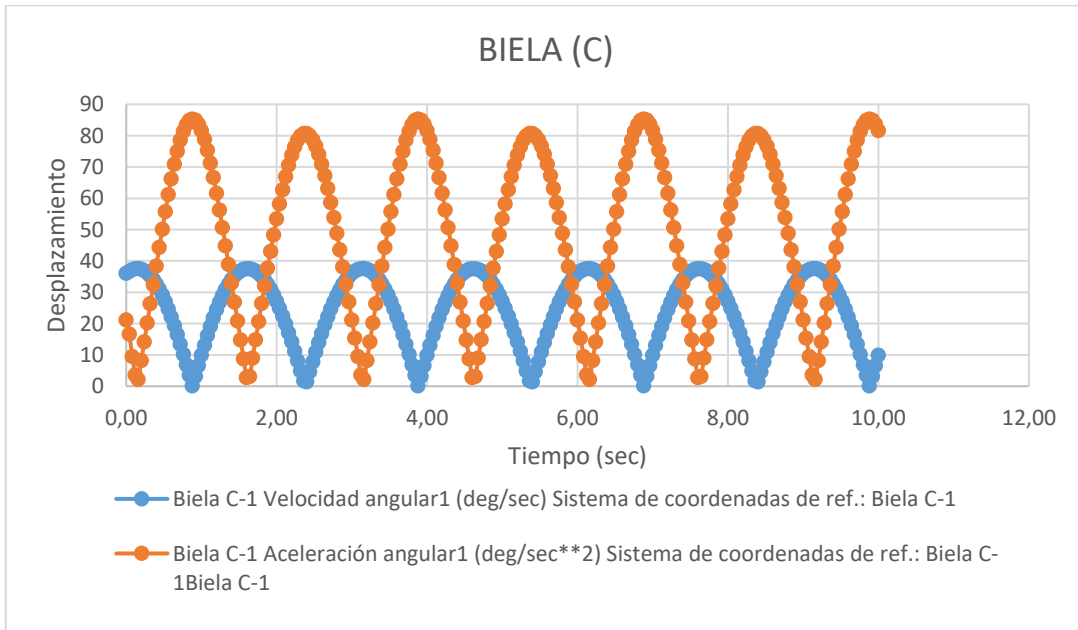
Velocidad y aceleración lineal del pistón configuración C



Fuente: Exportado de software (CAD) en formato Excel.

Ilustración 14.

Velocidad y aceleración angular de la biela configuración C



Fuente: Exportado de software (CAD) en formato Excel.

Objetivo 3

Se utilizó exclusivamente el aluminio 7075-T6, apto por su alta resistencia, peso y excelente respuesta en la dinámica. Se prolongó varias dimensiones estructurales de la biela y la manivela en tres configuraciones diferentes, con el objetivo de analizar la optimización del rendimiento cinemático del sistema.

Se compararon los parámetros principales de movimiento del pistón en la tabla 3, que refleja el comportamiento global del sistema.

Tabla 3.
Resultados cinemáticos por configuración.

Configuración	Velocidad Máxima del Pistón (mm/s)	Aceleración Máxima del Pistón (mm/s ²)	Observaciones
A	100.0	150.0	Movimiento suave y rápido, buena eficiencia.
B	125.0	190.0	Mayor estabilidad, leve aumento de inercia.
C	115.0	175.0	Mejor rigidez estructural, pero requiere mayor esfuerzo de arranque.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

El análisis teórico permitió entender que el diseño del sistema biela – manivela depende en gran medida de la correcta elección del material. Lo cual, cumplió con el objetivo al identificar detalladamente el uso en sectores industriales. El estudio técnico facilitó la comprensión de su operación en la transformación de movimiento rotativo a lineal alternativo mediante el uso de software. Asimismo, se destacó la influencia del material en la eficiencia y durabilidad del sistema, lo cual sirvió como base para las decisiones de diseño posteriores.

La simulación del sistema facilitó la evaluación del comportamiento cinemático del mecanismo en condiciones óptimas. La fluctuación de velocidad y aceleración en cada parte muestra con precisión el desempeño verdadero, facilitando la anticipación en áreas con mayor carga dinámica. Cumpliendo el objetivo del modelado en SolidWorks de todas las partes del mecanismo, seguido por simulaciones de movimiento. Lo cual, permitieron analizar el comportamiento cinemático, obteniendo datos precisos de velocidad y aceleración.

La configuración B, es la más recomendada al ofrecer una combinación equilibrada entre el peso, respuesta dinámica y durabilidad. Realizando la comprobación del objetivo, evaluando las tres configuraciones estructurales de la biela y la manivela, utilizando un mismo material previamente elegido. Se observó que las variaciones geométricas influían directamente en el comportamiento cinemático, evidenciando diferencias en aceleración y respuesta dinámica. Permitiendo seleccionar la geometría más eficiente, optimizando el rendimiento del mecanismo sin comprometer la resistencia estructural.

4.2. RECOMENDACIONES

Se debe considerar la integración de análisis cinemáticos en las etapas iniciales del diseño de varios mecanismos con igual funcionamiento que la biela – manivela, con el fin de comprender los principios del comportamiento dinámico como la velocidades y aceleraciones que pueden causar cambios en el rendimiento estructural.

Se sugiere evaluar detalladamente tipo de material utilizado en los componentes móviles, que influye directamente en la eficiencia energética, la vida útil del mecanismo y el mantenimiento preventivo. Priorizando materiales que ofrezcan propiedades de resistencia, equilibrio y peso en varios casos, con la finalidad de obtener beneficios operativos en las maquinas.

Se aconseja realizar pruebas comparativas entre múltiples configuraciones geométricas e implementar varios materiales en el momento del análisis y simulación mediante el uso de software. Con lo cual, poder validar los resultados obtenidos en cada simulación sin necesidad de ensayos físicos, permitiendo realizar el trabajo sin necesidad de un presupuesto alto.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, J. (2015). *HERRAMIENTA SOFTWARE PARA DISEÑO DE SELLOS MECANICOS*. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/6cbb2709-d244-46ac-a9bb-fb58ed338ffd/content>
- Aude, J. (2024, Noviembre 8). *FOCUS*. Obtenido de Mecanismo biela manivela: Todo lo que necesitas saber: <https://www.focusce.com.ar/post/biela-manivela-todo-lo-que-necesitas-saber>
- Bodnár, F., & Minárik, M. (2019, Diciembre). *Dynamic Analysis of the Crank Mechanism through the Numerical Solution*. Obtenido de <https://journalmt.com/pdfs/mft/2019/06/17.pdf>
- Budynas, R., & Nisbett, K. (2008). *Shigley, J. E., & Mischke, C. R. (2009). Diseño en ingeniería mecánica. McGraw-Hill*. Obtenido de <https://termoaplicadaunefm.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/03/disec3b1o-en-ingenierc3ada-mecc3a1nica-de-shigley-8-edicic3b3n-budynas.pdf>
- Bunge, M. (2000). *La investigación científica: Su estrategia y su filosofía. Siglo XXI Editores (1 ed.)*. Obtenido de <https://books.google.es/books?id=iDjRhR82JHYC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Casanova Peláez, P. , Palomar Carnicero, J. M., Díaz Garrido, F. A., Cruz Peragón, F., & López García, R. (2024). Nuevo sistema de seguimiento solar de dos ejes basado en el mecanismo de biela – manivela. *Tecnología Energética*, 84(8), 671 - 680. Obtenido de <http://revista-dyna.com/index.php/DYNA/article/view/2361>
- Fritzson, P. (2015). *Introducción al Modelado y Simulación*. Obtenido de <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:853769/fulltext01.pdf>
- Gómez Bauzá, J. A., Parra Escalona, Y., & Paneque Rondón, P. (2010). *Diseño y rendimiento de bombas hidráulicas agrícolas basadas en mecanismos de biela-manivela. Revista de Ingeniería Agrícola*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/932/93218954005.pdf>
- Gómez, S. M., & Parra, J. N. (2008). *INTRODUCCIÓN PARA ENSEÑAR EL CONCEPTO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA, MECANISMO BIELA-MANIVELA*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7531078.pdf>
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación Hernández Sampieri 6a Edición*. Obtenido de <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Bap>

tista-

Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf

Joseph, Shigley, & John. (2008). *Mecanismo y teoría de máquinas*. Obtenido de <https://lsbunefm.files.wordpress.com/2018/10/teoria-de-maquinas-y-mecanismos-joseph-edard-shigley.pdf>

Meriam, J. L. (2000). *Mecánica para ingenieros. Dinámica. II, Volumen 2*. Obtenido de <https://books.google.fr/books?id=YlqP-acrYkC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Morán Espinel, D. A. (2023). *Análisis del mecanismo biela-manivela*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/25138/1/CD%2013842.pdf>

Norton, R. (2011). *Diseño de Maquinaria*. Obtenido de <https://lsbunefm.wordpress.com/wp-content/uploads/2018/10/disec3b1o-de-maquinar-ia-robert-l-norton-4.pdf>

Norton, R. (2013). *DISEÑO DE MAQUINARIA 5ED Síntesis y análisis de máquinas y mecanismos*. McGraw-Hill. Obtenido de <https://lsbunefm.wordpress.com/wp-content/uploads/2018/10/disec3b1o-de-maquinar-ia-robert-l-norton-4.pdf>

Norton, R. L. (2012). *Diseño de maquinaria*. Obtenido de *Diseño de maquinaria: una introducción al diseño y análisis de mecanismos y máquinas (4.ª ed.)*: <https://lsbunefm.wordpress.com/wp-content/uploads/2018/10/disec3b1o-de-maquinar-ia-robert-l-norton-4.pdf>

Prieto, C., & Bayron, J. (2017). El uso de los métodos deductivo e inductivo para aumentar la eficiencia del procesamiento de adquisición de evidencias digitales. *SCIELO*, 11. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/cuco/v18n46/0123-1472-cuco-18-46-00056.pdf>

Rodríguez Montes, J., Sánchez Rodríguez, J. C., Retana Maqueda, J., & Cledera Castro, D. M. (2005). *Teoría de máquinas. Fundamentos y aplicaciones: fundamentos y aplicaciones*. Obtenido de *Vision Libro*: https://books.google.es/books?hl=es&lr=lang_es&id=isUgZHfbZywC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Aplicaciones+industriales+de+mecanismos+biela+manivela&ots=FvCuxpTKCF&sig=azxrnTCvWXu1ampDFc1gOinSlmY

Shigley, J. E., & Mischke, C. R. (s.f.). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. Obtenido de <https://www.yumpu.com/es/document/read/60424299/diseño-en-ingeniería-mecánica-de-shigley-9na-edición-richard-g-budynas>

Tapuy Cacinto, D. E. (2023). *Diseño y construcción de una máquina separadora y despulpadora de café*. Obtenido de

<https://repositoriobe.espe.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d10e6adc-d512-418a-bd25-dea5510ae835/content>

Torres, J. (2010). *Diseño asistido por ordenador*. Universidad de Granada. Obtenido de

<https://lsi2.ugr.es/~cad/teoria/Tema1/RESUMENTEMA1.PDF>

ULEAM. (2021). *Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí*. Obtenido de <https://www.uleam.edu.ec/plan-estrategico-institucional/>

ULEAM. (2023). *Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí*. Obtenido de https://www.uleam.edu.ec/wp-content/uploads/2024/07/INFORME_PI_FINAL_signed-signed-signed.pdf

ULEAM. (2024). *Dirección de la Extensión El Carmen*. Obtenido de <https://carreras.uleam.edu.ec/extension-el-carmen/carrera-electromecanica/>

ANEXOS

Fotos:

Ilustración 15.

Modelado las piezas de cada configuración con sus medidas

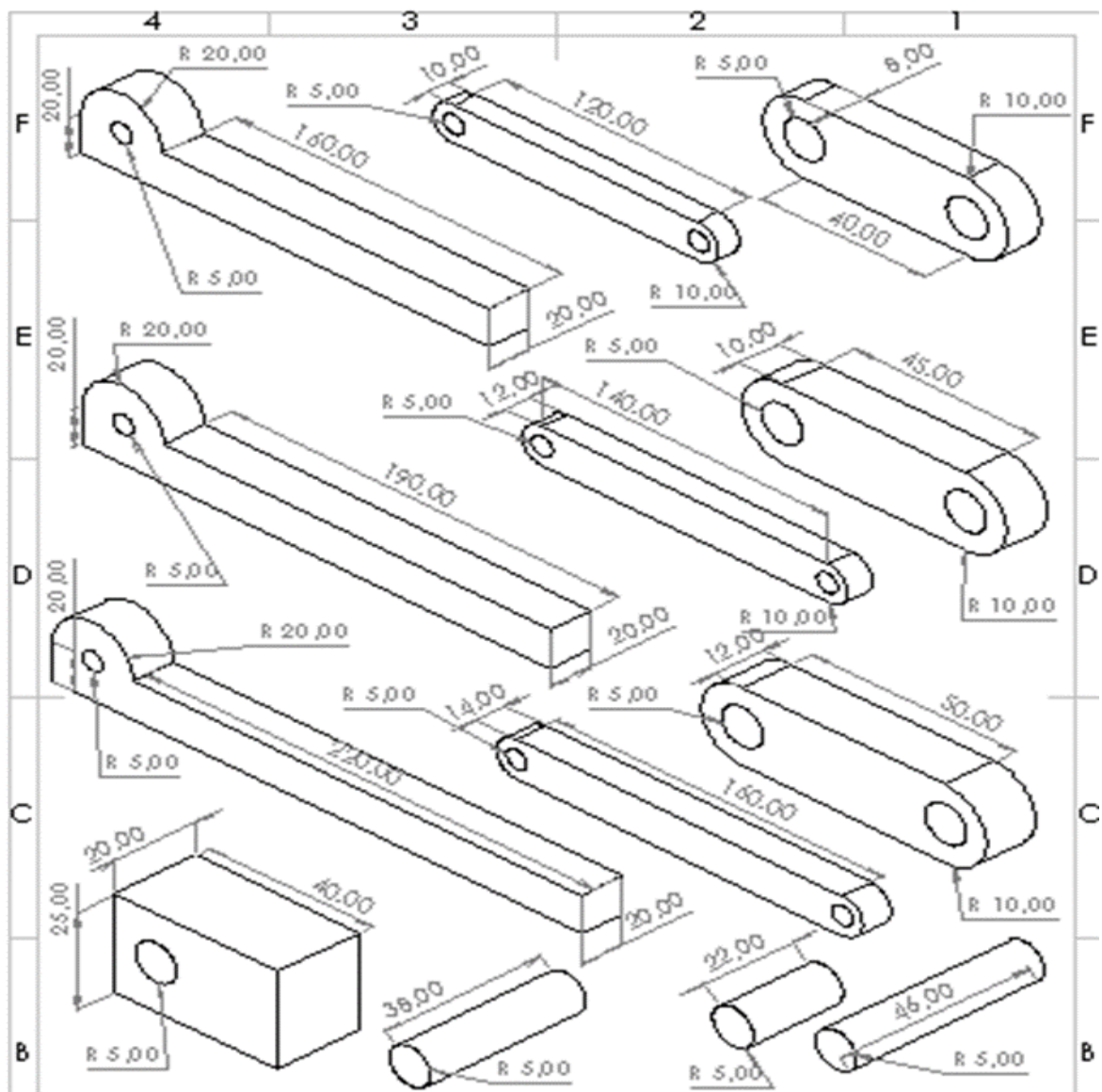


Ilustración 16.
Las tres configuraciones ensambladas

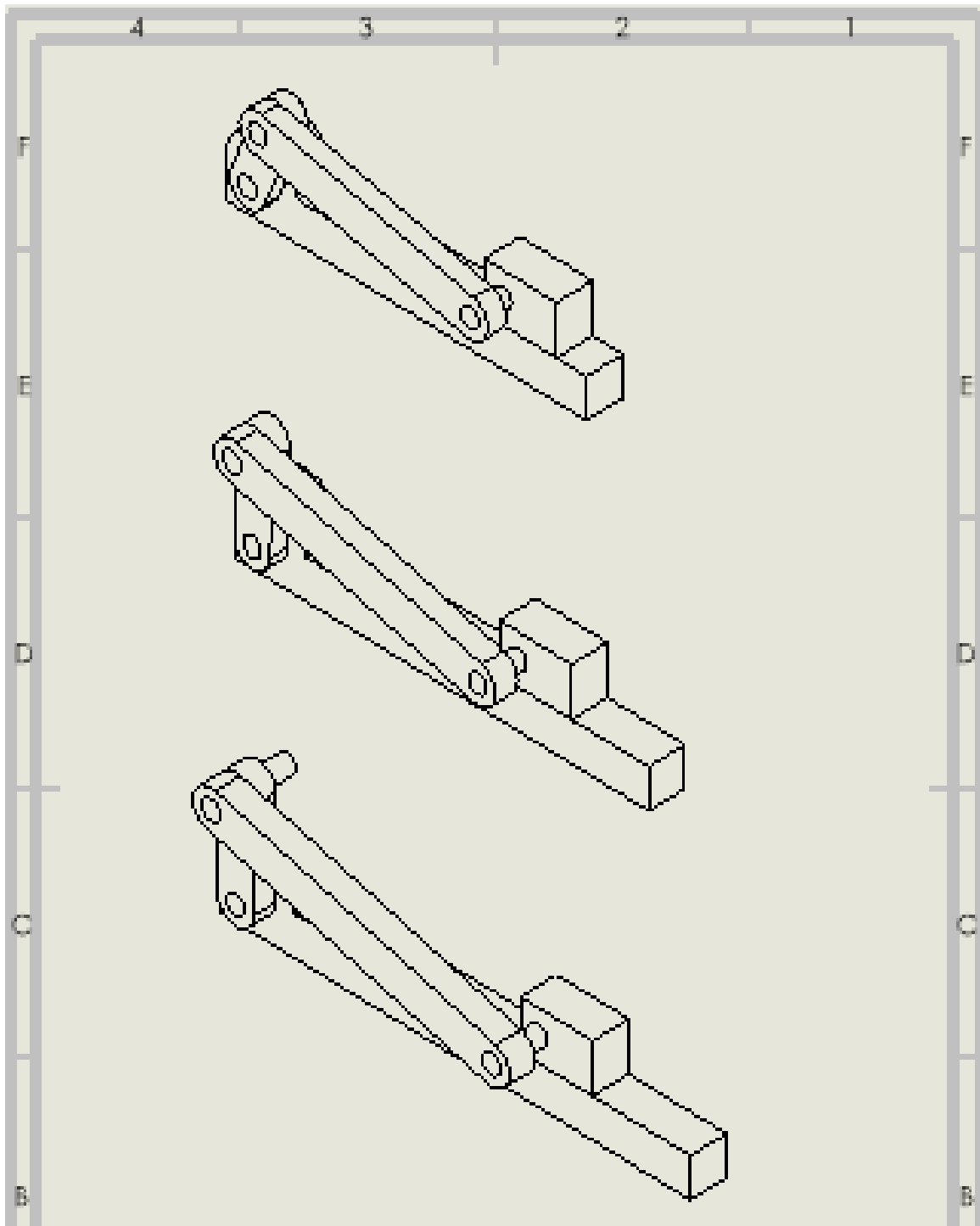
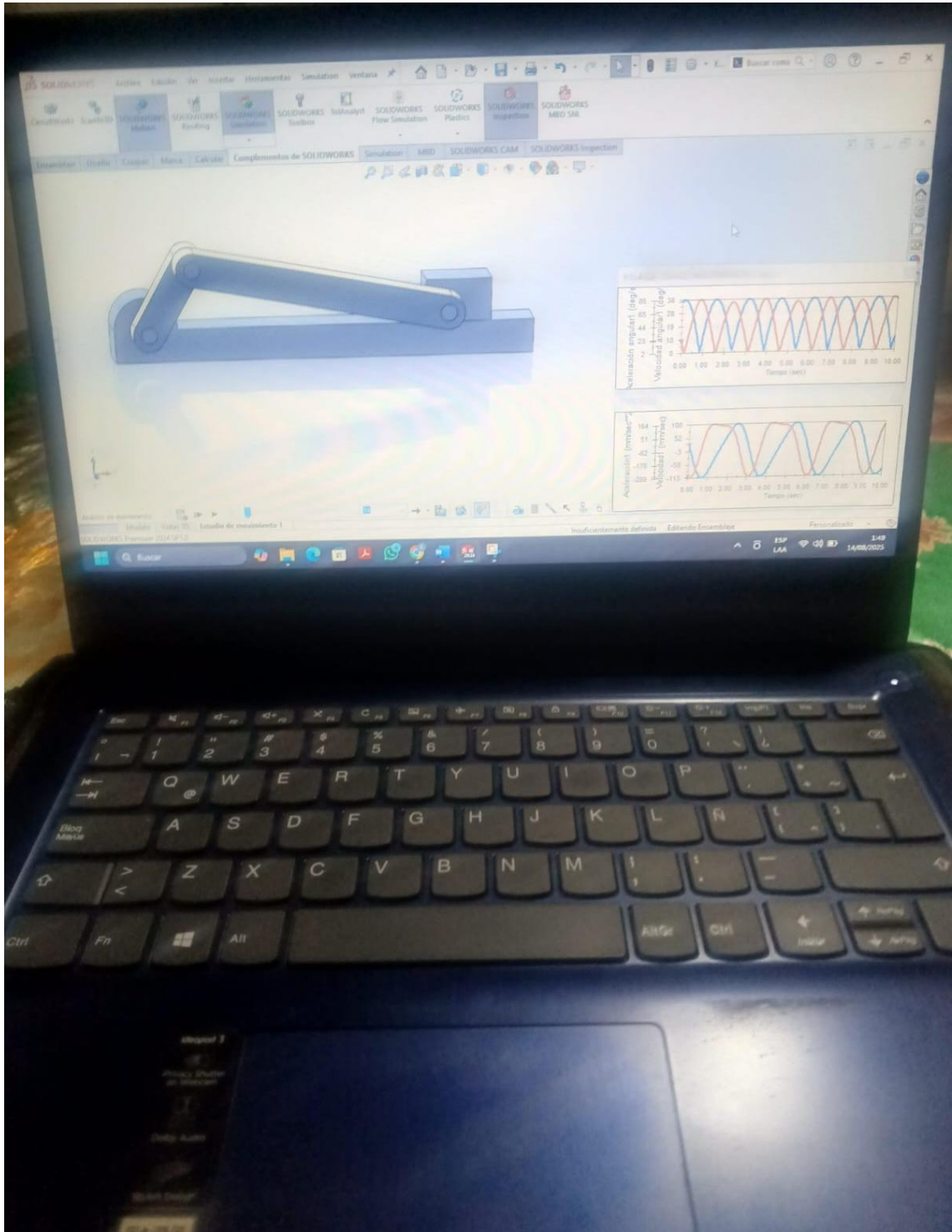


Ilustración 17.
Elaboración de la simulación cinemática



Efren Zambrano - Anny Valencia

8%
Textos sospechosos

4% Similitudes

0% similitudes entre comillas
< 1% entre las fuentes mencionadas

5% Idiomas no reconocidos

9% Textos potencialmente generados por la IA (Ignorado)

Nombre del documento: Efren Zambrano - Anny Valencia.docx
ID del documento: bf44397c5455ac26230df5e9da336e6ecac86d05
Tamaño del documento original: 1,05 MB

Depositante: RENE FERNANDO LOPEZ BARBERAN
Fecha de depósito: 15/8/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 15/8/2025

Número de palabras: 6252
Número de caracteres: 43.720

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	www.iesmarenostrum.com Mecanismo biela-manivela http://www.iesmarenostrum.com/departamentos/tecnologia/mecanoso/mecanica_basica/me... 6 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (104 palabras)
2	www.scielo.cl http://www.scielo.cl/pdf/infotecv25n2/art21.pdf 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (58 palabras)
3	bibdigital.epn.edu.ec https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/25138/1/CD_13842.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (46 palabras)
4	www.focusce.com.ar Mecanismo biela manivela: Todo lo que necesitás saber https://www.focusce.com.ar/post/biela-manivela-todo-lo-que-necesitas-saber	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (39 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	maquinariasyequiposindustriales.blogspot.com APLICACIONES DE LA CINEM... https://maquinariasyequiposindustriales.blogspot.com/2022/02/aplicaciones-de-la-cinematic...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (19 palabras)
2	132.248.9.195 Práctica de trabajo y energía; diseño mecánico http://132.248.9.195/pd2008/0627731/Index.html	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (15 palabras)
3	Documento de otro usuario #2faaf4 Viene de de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)

Fuente mencionada (sin similitudes detectadas)

Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

- <https://images.app.goo.gl/idzfVuay6uxHY2wU8>