

Bernardo Ismael Caguana-Pilapanta; Mateo Fernando Calderón-Sánchez; Lescano Castro; Jorge Luis Cepeda-Miranda

[DOI 10.35381/cm.v10i2.1432](https://doi.org/10.35381/cm.v10i2.1432)

Simulación de elevador de tijera hidráulico en inspire y simsolid

Simulation of hydraulic scissor lift in inspire and simsolid

Bernardo Ismael Caguana-Pilapanta
bernardocp38@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua
Ecuador
<https://orcid.org/0009-0006-6704-5520>

Mateo Fernando Calderón-Sánchez
mateocs28@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua
Ecuador
<https://orcid.org/0009-0008-1236-5847>

Carlos Abraham Castro-Lescano
carloscl49@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua
Ecuador
<https://orcid.org/0009-0007-0043-1459>

Jorge Luis Cepeda-Miranda
ua.jorgecepeda@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua
Ecuador
<https://orcid.org/0009-0002-1076-0516>

Recibido: 15 de mayo 2024
Revisado: 15 de junio 2024
Aprobado: 15 de septiembre 2024
Publicado: 01 de octubre 2024

Bernardo Ismael Caguana-Pilapanta; Mateo Fernando Calderón-Sánchez; Lescano Castro; Jorge Luis Cepeda-Miranda

RESUMEN

Este proyecto se centró en analizar un elevador de tijera hidráulico utilizando las herramientas Inspire y SimSolid. Como metodología, se empleó un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo. Dentro del procedimiento investigativo, se combinaron ambas herramientas. Esta combinación permitió explorar las diferentes configuraciones estructurales de manera automática. Como resultado, este enfoque integral garantizó que el elevador cumpliera no solo con los estándares de seguridad y rendimiento, sino también con la reducción del tiempo necesario para desarrollar el producto final, minimizando costos. En conclusión, el proyecto demostró cómo la simulación avanzada pudo revolucionar el diseño y la ingeniería de productos, tales como los elevadores hidráulicos de tijera.

Descriptores: Resistencia; rendimiento; seguridad. (Tesauro UNESCO).

ABSTRACT

This project focused on the analysis of a hydraulic scissor lift using Inspire and SimSolid tools. As a methodology, a descriptive quantitative approach was used. Within the research procedure, both tools were combined. This combination allowed exploring the different structural configurations automatically. As a result, this integrated approach ensured that the elevator met not only safety and performance standards, but also reduced the time required to develop the final product, minimizing costs. In conclusion, the project demonstrated how advanced simulation could revolutionize the design and engineering of products such as hydraulic scissor lifts.

Descriptors: Strength; performance; safety. (UNESCO Thesaurus).

Bernardo Ismael Caguana-Pilapanta; Mateo Fernando Calderón-Sánchez; Lescano Castro; Jorge Luis Cepeda-Miranda

INTRODUCCIÓN

Los elevadores de tijera hidráulicos tienen sus raíces en el desarrollo de sistemas hidráulicos que se remontan al siglo XIX, cuando comenzaron a utilizarse en una variedad de aplicaciones industriales. Sin embargo, los primeros diseños específicos de elevadores de tijera hidráulicos surgieron en el siglo XX, inicialmente en la industria automotriz y de la construcción.

A lo largo del tiempo, estos dispositivos han experimentado una evolución significativa en términos de eficiencia, capacidad de carga y seguridad. Los avances en tecnología hidráulica y materiales han sido fundamentales para esta evolución, permitiendo mejoras continuas en la estabilidad, capacidad de elevación y seguridad operativa de los elevadores de tijera hidráulicos. Por este motivo, Carvajal et al. (2007) proponen que “la tarea de un buen servicio debe incluir la opción de prever su formación en las zonas críticas y adelantar los controles respectivos antes de que los usuarios presentes quejas” (p. 71). Para tal fin, es necesario innovar a fin de ofrecer mejoras respectivas. Desde esta perspectiva, Villagómez (2020) define las innovaciones como “la consecuencia de una elección técnica realizada en un contexto específico” (p. 98).

En este orden de ideas, cabe citar a Arias (2008), quien llevó a cabo una maquinaria con “el atractivo de utilizar componentes de tecnología muy común en la práctica, de bajo costo, y de poca complejidad” (p. 41). Según Corona et al. (2019), “la necesidad de realizar ciertas funciones con mayor facilidad o seguridad mediante una conversión de energía de una forma a otra, ha obligado al hombre a buscar nuevos métodos que le apoyen con estas tareas” (p. 18). Por ejemplo, Félix et al. (2008) trabajaron con la termodinámica como una alternativa para explorar el comportamiento de las mezclas continuas y complejas. López y Canales (2022), Riccardi et al. (2013) y también Rojas y Domene (2005), por su parte, se centraron en el empleo de sistemas para la solución de problemas hidráulicos.

Bernardo Ismael Caguana-Pilapanta; Mateo Fernando Calderón-Sánchez; Lescano Castro; Jorge Luis Cepeda-Miranda

La investigación en este campo se ha centrado en varios aspectos, incluida la optimización del diseño para aumentar la estabilidad y la resistencia estructural, así como el desarrollo de sistemas de control avanzados para mejorar la precisión y seguridad durante las operaciones de elevación. Los elevadores de tijera hidráulicos han experimentado una evolución significativa a lo largo de los años, impulsada por la investigación y el desarrollo continuos en tecnología hidráulica, materiales y sistemas de control. Estos dispositivos juegan un papel crucial en una amplia gama de industrias, proporcionando una solución eficiente y segura para diversas aplicaciones de elevación y manipulación de carga.

Ante estas realidades, la simulación computacional se ha convertido en un recurso fundamental en ingeniería para comprender y optimizar el rendimiento de sistemas mecánicos complejos como los elevadores de tijera hidráulicos. Pérez y Parra (2005) afirman que “la simulación se ha convertido en una herramienta fundamental para el estudio de varios sistemas técnicos” (p. 19). Esta permite analizar el comportamiento estructural bajo diferentes condiciones de carga, materiales y geometrías, lo que ayuda a los ingenieros a diseñar y mejorar la eficiencia y seguridad de estos dispositivos.

La simulación computacional no solo conduce a analizar el comportamiento estructural de los elevadores de tijera hidráulicos, sino también a optimizar su diseño. La optimización topológica y el diseño generativo son técnicas que utilizan software como SimSolid e Inspire, los cuales ayudan a mejorar la eficiencia estructural y el rendimiento de los productos mediante la generación automática de geometrías optimizadas.

La simulación de un elevador de tijera hidráulico presenta varios desafíos, donde se requiere una comprensión profunda de los principios de ingeniería detrás del funcionamiento de estos elevadores, a fin de desarrollar una simulación precisa y realista para la optimización del rendimiento del componente. Esto implica la necesidad de utilizar software de simulación avanzado que pueda modelar con precisión el comportamiento de los componentes hidráulicos y mecánicos involucrados. La falta de

Bernardo Ismael Caguana-Pilapanta; Mateo Fernando Calderón-Sánchez; Lescano Castro; Jorge Luis Cepeda-Miranda

comprensión o el uso de software adecuado pueden llevar a simulaciones inexactas que no reflejen correctamente el rendimiento del elevador en condiciones reales.

Para simular un elevador de tijera hidráulico con el objetivo de determinar la fuerza requerida en los actuadores y evaluar su seguridad para su uso, se puede adoptar un enfoque de simulación utilizando herramientas como SimSolid e Inspire, mediante el cual se puede realizar un modelado del elevador de tijera hidráulico que permita definir los materiales con sus propiedades. Todo ello se enfoca en un propósito clave, es decir, el análisis de su comportamiento aplicando fuerzas y determinando varios análisis de la estructura. Con ello, se buscan obtener datos de las pruebas del modelo de simulación y una representación precisa del comportamiento real del elevador. Inspire se usa para diseñar y optimizar la forma del elevador, mientras que SimSolid se encarga de realizar análisis detallados de su resistencia y rendimiento. SimSolid es especialmente eficaz al manejar geometrías complejas sin necesidad de procesos complicados, lo que acelera todo el proceso.

MÉTODO

El proyecto se basó en una investigación cuantitativa-descriptiva porque implicó la recopilación de información y la descripción sobre el funcionamiento de las aplicaciones y de otros aspectos relevantes relacionados con este tipo de elevador.

Para la realización de este proyecto, se utilizó una página web llamada Grabcad.com, la cual se centró en el intercambio de modelos CAD (diseño asistido por computadora), desde donde se adquirió el modelo estructural del elevador de tijeras hidráulico.

Para la simulación, se acudió a la dinámica fundada en el modelo de la estructura de elevador de tijeras hidráulico, cuyo software permitió la optimización topológica y el diseño generativo que contribuyó en la mejora de la eficiencia estructural y del rendimiento de los productos con la generación automática de geometrías optimizadas.

Bernardo Ismael Caguana-Pilapanta; Mateo Fernando Calderón-Sánchez; Lescano Castro; Jorge Luis Cepeda-Miranda

RESULTADOS

En la fase de resultados de nuestra investigación, se obtuvieron hallazgos significativos respecto a la conectividad y a la comunicación entre el dispositivo ELM327 y la unidad de control electrónico (ECU) del vehículo. A continuación, se detallan los puntos clave del proceso de conexión y la adquisición de datos en vivo.

Tabla 1.
Comparación Altair Inspire y SimSolid.

ALTA INSPIRE	SIMSOLID
Es un software de diseño y simulación que utiliza el método de análisis por elementos finitos para simular el comportamiento de productos y componentes bajo diferentes condiciones, lo que ayuda a informar sobre el diseño y la optimización de sus productos.	Es una herramienta de simulación de elementos finitos destacados por su enfoque en la simulación directa de modelos CAD, lo que permite realizar análisis rápidos y eficientes de comportamiento estructural y térmico.

Elaboración: Los autores.

La tabla 1, presenta una definición y comparación de Alta Inspire y Simsolid, los cuales constituyen herramientas de simulación que, al ser relacionadas, precisamos que ambas optimizan el funcionamiento de los productos.

Tabla 2.
Componentes del elevador con asignación de material.

Componentes	Material
Plataforma Superior	AISI 316
Plataforma Inferior	AISI 316
Tijeras	AISI 316
Base del actuador	AISI 316
Pin	AISI 316

Elaboración: Los autores.

Bernardo Ismael Caguana-Pilapanta; Mateo Fernando Calderón-Sánchez; Lescano Castro; Jorge Luis Cepeda-Miranda

La tabla 2, muestra los componentes y el material para la simulación dinámica del elevador de tijeras en Inspire con acero AISI 316.

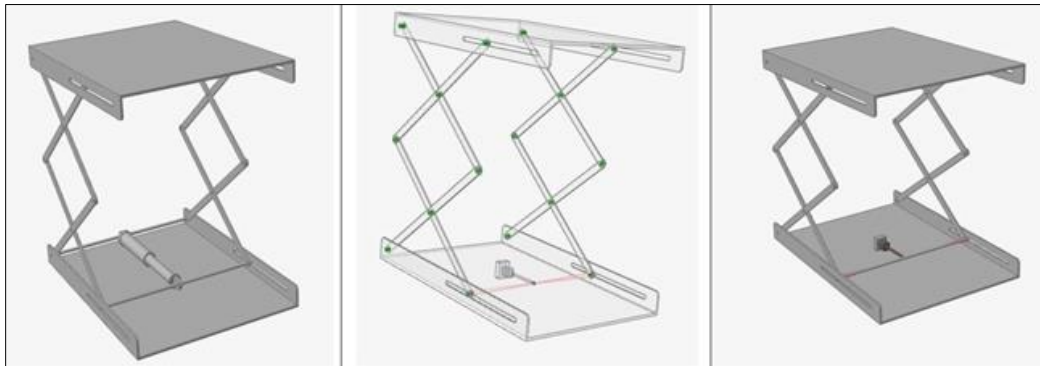


Figura 1. Estructura del elevador.
Elaboración: Los autores.

Con la simulación obtenida en Inspire se puede observar en la figura 1, la gráfica de la fuerza que está ejerciendo el actuador, para poder elevar el mecanismo. La simulación dinámica del elevador de tijeras hidráulico se basó en la página web GRABCAD.

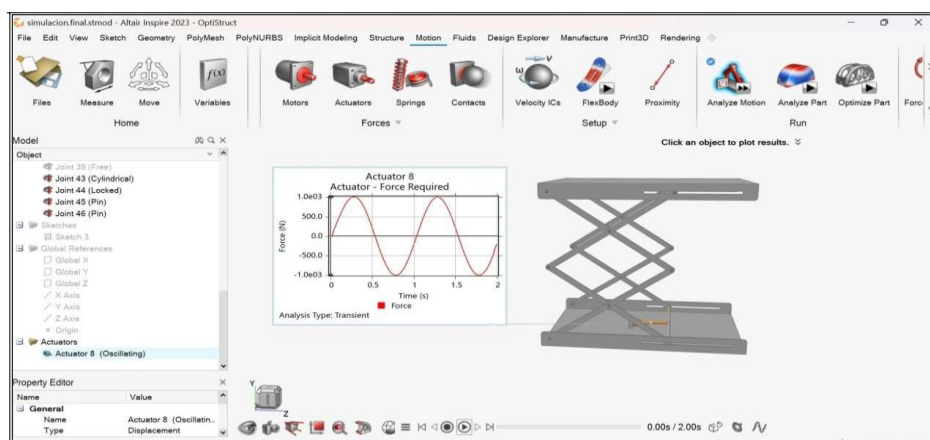


Figura 2. Fuerza aplicada en el actuador Inspire.
Elaboración: Los autores.

Bernardo Ismael Caguana-Pilapanta; Mateo Fernando Calderón-Sánchez; Lescano Castro; Jorge Luis Cepeda-Miranda

Una vez aplicado el material y la ubicación del actuador, se muestra el comportamiento gráfico del mismo en la figura 2.

Tabla 3.
Componentes y material.

Componentes	Material
Plataforma Superior	AISI 316 y Aluminio 7075
Plataforma Inferior	AISI 316 y Aluminio 7075
Tijeras	AISI 316 y Aluminio 7075
Base del actuador.	AISI 316 y Aluminio 7075
Pin.	AISI 316 y Aluminio 7075

Elaboración: Los autores.

Para la asignación de material se realizó con el AISI 316 y el Aluminio 7075 como se muestra en la tabla 3 para determinar su resistencia estructural.

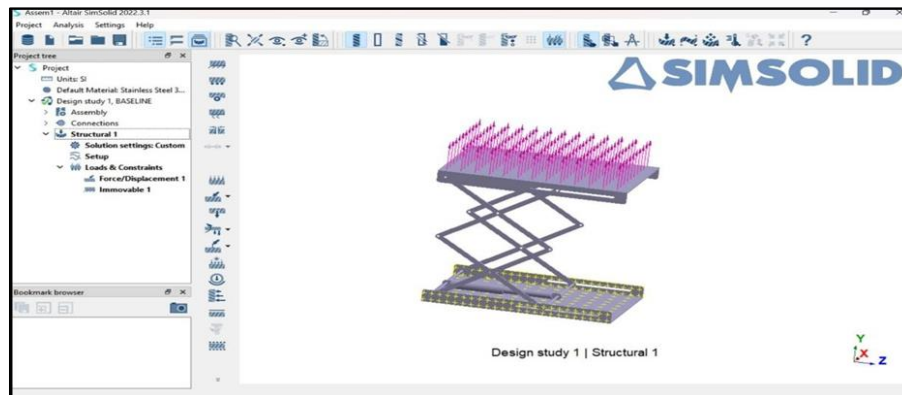


Figura 3. Simulación en Simsolid.

Elaboración: Los autores.

Con respecto a la Simulación del elevador de tijeras hidráulico con SimSolid, en el software se asignó un componente base y una plataforma superior, en el cual se aplican las diferentes fuerzas como se muestra en la figura 3.

Bernardo Ismael Caguana-Pilapanta; Mateo Fernando Calderón-Sánchez; Lescano Castro; Jorge Luis Cepeda-Miranda

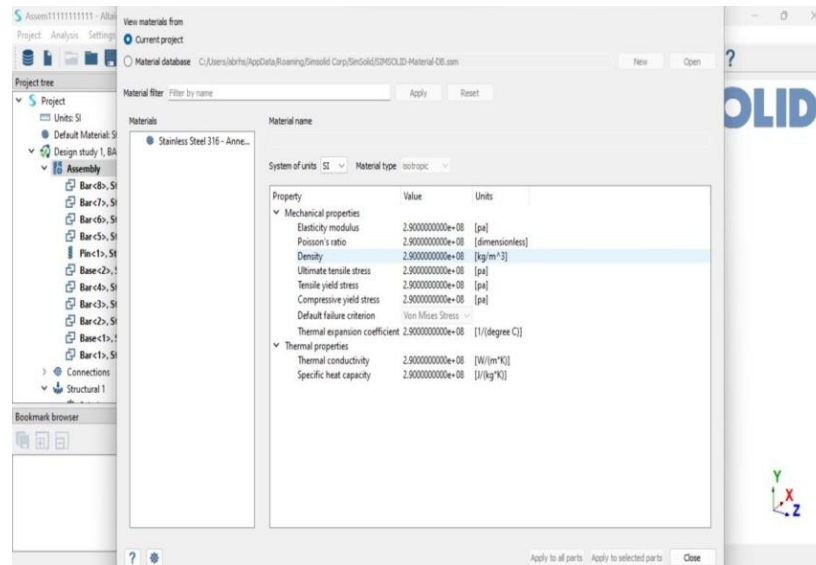


Figura 4. Especificaciones del AISI 316 Annealed.
Elaboración: Los autores.

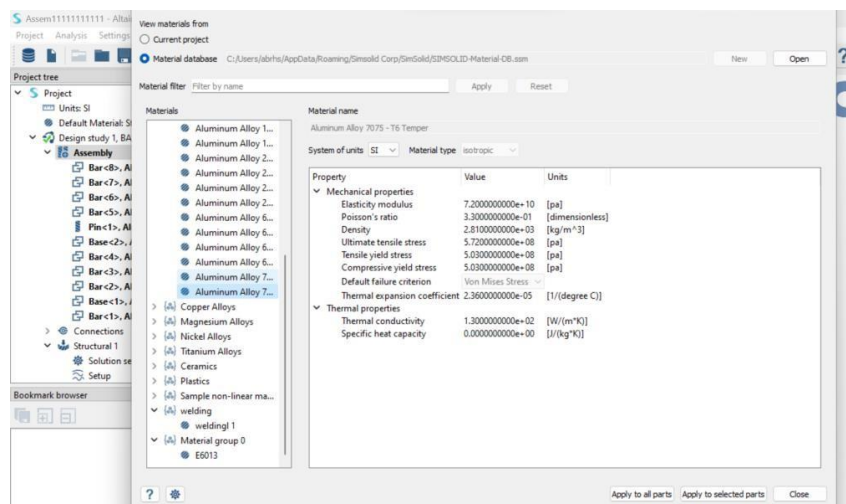


Figura 5. Especificaciones del Aluminio 7075 T6 Temper.
Elaboración: Los autores.

Las figuras 4 y 5, muestran tanto las especificaciones de cada material como su capacidad de resistencia.

Bernardo Ismael Caguana-Pilapanta; Mateo Fernando Calderón-Sánchez; Lescano Castro; Jorge Luis Cepeda-Miranda

Tabla 4.
 Comparativa de materiales, de fuerza, desplazamiento y esfuerzo.

Material	Fuerza	Desplazamiento(mm)	Esfuerzo(MPa)
AISI316 Annealed	200N	Min:1.9963e-10	Min:1.4981e-07
		Max:1.5590e+00	Max:6.5403e+01
	800N	Min:7.9852e-10	Min:5.9923e-07
		Max:6.2358e+00	Max:2.6161e+02
	1000	Min:9.9815e-10	Min:7.4904e-07
	N	Max:7.7948e+00	Max:3.2702e+02
Aluminio 7075T6Temper	200N	Min:7.4616e-10	Min:1.4431e-07
		Max:4.1860e+00	Max:6.4787e+01
	1500	Min:5.5962e-09	Min:1.0823e-06
		Max:3.1395e+01	Max:4.8590e+02
	N	Max:3.1395e+01	Max:4.8590e+02
	1800	Min:6.7154e-09	Min:1.2988e-06
	N	Max:3.7674e+01	Max:5.8309e+02

Elaboración: Los autores.

Se realizó la simulación con los diferentes materiales y con diferentes cargas, obteniéndose los resultados mostrados en la tabla 4.

DISCUSIÓN

Una vez realizada la simulación en el software Inspire se determinó una simulación dinámica con el material AISI 316, donde el comportamiento estructural del elevador se puede visualizar de forma real con un actuador que ejerce con una fuerza de 100N.

Bernardo Ismael Caguana-Pilapanta; Mateo Fernando Calderón-Sánchez; Lescano Castro; Jorge Luis Cepeda-Miranda

Tabla 5.
Análisis de resultados del AISI316.

Fuerza	Desplazamiento(mm)	Esfuerzo (MPa)	Condición
200N	Min:1.9963e-10	Min:1.4981e-07	Normal
	Max:1.5590e+00	Max:6.5403e+01	
800N	Min:7.9852e-10	Min:5.9923e-07	Se aproxima al valor de la resistencia del material, cuyo peso máximo es de 81.55Kg.
	Max:6.2358e+00	Max:2.6161e+02	
1000N	Min:9.9815e-10	Min:7.4904-07	Sufre daños estructurales principalmente en las tijeras del elevador por lo que no se debe aplicar dicha fuerza.
	Max:7.7948e+00	Max:3.2702e+02	

Elaboración: Los autores.

La tabla 5, indica que en el software SimSolid, se aplicó primeramente el material AISI 316, donde se involucraron tres fuerzas. Primeramente, se comenzó con 200N para determinar su esfuerzo, lo cual obtuvo un valor de 6.5403e+01MPa, lo que significó que la estructura logró una resistencia adecuada. Se aumentó la fuerza a 800N, mediante lo cual se obtuvo un valor de 2.6161e+02 MPa, aproximándose al esfuerzo límite del material sin sobrepasarse. Adicionalmente, se elevó a una fuerza de 1000N, arrojando un esfuerzo de 3.2702e+02, lo cual hizo que la estructura sufriera un daño estructural en las tijeras, siendo no óptimo para sobrepasar a esta fuerza.

Tabla 6.
Análisis de resultados del Aluminio 7075.

Fuerza	Desplazamiento(mm)	Esfuerzo (MPa)	Condición
200N	Min: 7.4616e-10	Min: 1.4431e-07	Normal
	Max: 4.1860e+00	Max: 6.4787e+01	
1500N	Min: 5.5962e-09	Min: 1.0823e-06	Se aproxima a valor de la resistencia del material lo cual su peso máximo es de 152.96 Kg.
	Max: 3.1395e+01	Max: 4.8590e+02	
1800N	Min: 6.7154e-09	Min: 1.2988e-06	Sufre daños estructurales principalmente en las tijeras del elevador por lo que no se debe aplicar dicha fuerza.
	Max: 3.7674e+01	Max: 5.8309e+02	

Elaboración: Los autores.

Bernardo Ismael Caguana-Pilapanta; Mateo Fernando Calderón-Sánchez; Lescano Castro; Jorge Luis Cepeda-Miranda

De acuerdo con la tabla 6, para tener más datos estructurales, se simuló con otro material, el cual fue el Aluminio 7075, mediante el cual se obtuvieron los siguientes resultados: con 200N, el esfuerzo fue de $6.4787e+01$, lo cual es muy bueno. Con 1500N fue de $4.8590e+02$ MPa, lo cual, de acuerdo a sus especificaciones, se aproxima al límite del material donde llega la fuerza a lo máximo. Y para detectar dónde se percibían más daños con este material, se evidenció una superación del límite, con una fuerza de 1800N, obteniéndose así un resultado de $5.8309e+02$ MPa. Cabe destacar que, al igual del AISI 316, el daño estructural se reflejó en las tijeras del elevador.

CONCLUSIONES

Finalizado el presente trabajo de investigación, se han obtenido las siguientes conclusiones. Con la elaboración de este proyecto, se reforzaron tanto los conocimientos teóricos como prácticos adquiridos durante la carrera; adicionalmente, se reforzó el criterio técnico en el diagnóstico electrónico.

Uno de los propósitos de esta investigación fue conocer las funciones, propiedades y características de la Mecánica de la distribución y el sistema de encendido tanto físico como mecánico. Para ello, se recolectó información de fuentes bibliográficas como libros, catálogos, manuales, entre otros, donde se obtuvieron datos teóricos y prácticos sobre las principales averías en los sensores CKP Y CMP.

Es muy importante tener en cuenta toda la información relacionada con la presente investigación, para, de esta manera, planificar un mantenimiento preventivo-correctivo óptimo y oportuno en la Mecánica de la distribución y el sistema de encendido

Se ejecutó una sincronización correcta en la mecánica de la distribución y encendido, recopilando información del manual del propietario para realizar trabajos de reparación y mantenimiento confiables.

Bernardo Ismael Caguana-Pilapanta; Mateo Fernando Calderón-Sánchez; Lescano Castro; Jorge Luis Cepeda-Miranda

Se examinó cada uno de los sensores y actuadores que intervienen en el sistema de encendido, obteniendo valores reales de su funcionamiento y sus respectivos diagramas.

Al realizar el diagnóstico mecánico y electrónico de la Mecánica de la distribución y encendido, se creó un plan de gestión de mantenimiento para mantenerlos en óptimas condiciones en caso de presentar fallas mecánicas o electrónicas.

Se realizó la aplicación del método AMFE, el cual permitió identificar y priorizar los posibles fallos y riesgos en el sistema de distribución y encendido, facilitando una planificación más efectiva y confiable para el mantenimiento preventivo. Este tiene un enfoque proactivo, ya que contribuye a evitar problemas en el momento del encendido del vehículo y a mejorar la eficiencia del motor. De acuerdo con Santos De la Cruz et al. (2005), la duración de un equipo depende de su utilidad eficaz y del mantenimiento que se le dé al mismo.

Se logró un método de aprendizaje más práctico y claro, el cual se reforzó mediante las investigaciones y prácticas relacionadas con el sistema de Distribución, el Sistema de Encendido y los distintos elementos al momento de realizar el proyecto.

FINANCIAMIENTO

No monetario.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a quienes brindaron su significativo apoyo en los procesos de simulación.

REFERENCIAS CONSULTADAS

Arias, G. (2008). Motor hidráulico de alto torque de cilindros y cigüeñal. [High torque hydraulic motor with cylinder sand crank shaft]. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 17(4), 41-45. <https://n9.cl/zexc1>

Bernardo Ismael Caguana-Pilapanta; Mateo Fernando Calderón-Sánchez; Lescano Castro; Jorge Luis Cepeda-Miranda

- Carvajal, L., Gómez, A., y Ochoa, S. (2007). Simulación de un lavado hidráulico en tuberías para el control del crecimiento de biopelícula. [Hydraulic flushing modeling in pipes to control of biofilm growth]. *DYNA*, 74(152), 63-72. <https://n9.cl/x7l4cs>
- Corona, J., Centeno, R., Romero, M., y Oliva, A. (2019). Diseño y fabricación de un sistema mecánico elevador para el manejo de una cámara de vacío. [Design and fabrication of a mechanical elevator system for handling a sputtering vacuum chamber]. *Ingeniería*, 23(2), 17-27. <https://n9.cl/xf7km>
- Félix, M., Hernández, J., y Vázquez, R. (2008). Descripción de las corrientes en un tubo elevador a través de la distribución gamma. [Description of the riser streams through the distribution gamma function]. *Información tecnológica*, 19(3), 33-42. <https://n9.cl/qf2p5>
- López, J., y Canales, G. (2022). Norias hidráulicas en el regadío histórico de Albudeite (Región de Murcia). Un sistema singular en el mediterráneo español. [Waterwheels in the historic irrigation of Albudeite (Murcia Region). A singular system in the Spanish mediterranean]. *Revista de geografía Norte Grande*, (81), 263-281. <https://n9.cl/jza9e>
- Pérez, J., y Parra, Y. (2005). Metodología de diseño de sistemas hidráulicos. [Methodology of design of hydraulic systems]. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 14(2), 18-22. <https://n9.cl/vpb8f0>
- Riccardi, G., Stenta, H., Scuderi, C., Basile, P., Zimmermann, E., y Trivisonno, F. (2013). Aplicación de un modelo hidrológico-hidráulico para el pronóstico de niveles de agua en tiempo real. [Application of a hydrological-hydraulic model for real-time water level forecasts]. *Tecnología y ciencias del agua*, 4(1), 83-105. <https://n9.cl/r43os>
- Rojas, J., y Domene, J. (2005). Ingeniería y diseño asistido por ordenador: estudio de molinos hidráulicos en el sureste español. [Engineering and computer-aided design: a study of watermills in southeastern Spain.]. *Interciencia*, 30(12), 745-751. <https://n9.cl/j7iezp>
- Santos De la Cruz, E., Rojas, O., Yenque, J. & Lavado, A. (2005). Diseño y construcción de pistón hidráulico. [Hydraulic piston design and construction]. *Industrial Data*, 8(1), 13-17. <https://n9.cl/x1ehh>

Bernardo Ismael Caguana-Pilapanta; Mateo Fernando Calderón-Sánchez; Lescano Castro; Jorge Luis Cepeda-Miranda

Villagómez, R. (2020). Innovación hidráulica y elecciones técnicas en los Altos de Morelos, México. [Hydraulic innovation and technical choices in Northern Morelos, Mexico]. *Relaciones. Estudios de historia y sociedad*, 41(162), 86-103.
<https://n9.cl/zhkn2>

©2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)