

Cálculo de la Fuerza para la Validación del Diseño de un Relevador.

Dr. Mario Ibañez Olvera
División Ing. Mecatrónica
Tecnológico de Estudios Superiores de
Tianguistenco
Santiago Tianguistenco, México
mario_mecatronica@test.edu.mx

Dra. Bethsabet Jaramillo Sierra
División Ing. Ambiental
Tecnológico de Estudios Superiores de
Tianguistenco
Santiago Tianguistenco, México
bethsabet.jaramillo@test.edu.mx

Yarezi Martínez Juárez
División Ing. Mecatrónica
Tecnológico de Estudios Superiores de
Tianguistenco
Santiago Tianguistenco, México
yarezi_201826070@test.edu.mx

Abstract— *This work shows the calculation of the forces of a relay, which are exposed during its operation. Relays are crucial components in electrical protection and control systems, and their performance depends largely on the appropriate force to activate and deactivate electrical contacts. The importance of relays in electrical and electronic applications as they play a crucial role in circuit switching and protection against overloads and faults. In this context, the proper design and validation of the force exerted by the relays during their operation become crucial aspects.*

The sources of these forces in an electromagnetic field were simulated in detail, including forces generated by the flow of electrical current, mechanical forces resulting from vibration, these forces can affect the integrity of the relay.

The calculation of forces for the validation of the design of a relay, highlighting its importance in guaranteeing the safe and efficient delivery of electrical energy in a world increasingly dependent on electricity.

Keywords— relay, force, electromagnetic.

Resumen— *En este trabajo se muestra el cálculo de las fuerzas de un relevador, los cuales están expuestos durante su operación. Los relevadores son componentes cruciales en sistemas de control y protección eléctrica, y su rendimiento depende en gran medida de la fuerza adecuada para activar y desactivar los contactos eléctricos. La importancia de los relevadores en aplicaciones eléctricas y electrónicas, ya que desempeñan un papel crucial en la conmutación de circuitos y la protección contra sobrecargas y fallas. En este contexto, el diseño adecuado y la validación de la fuerza que ejercen los relevadores durante su operación se convierten en aspectos cruciales.*

Se simularon a detalle las fuentes de estas fuerzas en un campo electromagnético, incluyendo las fuerzas generadas por el flujo de corriente eléctrica, las fuerzas mecánicas resultantes de la vibración estas fuerzas pueden afectar la integridad del relevador.

El cálculo de fuerzas para la validación del diseño de un relevador, resaltando su importancia en la garantía de la entrega segura y eficiente de energía eléctrica en un mundo cada vez más dependiente de la electricidad.

Palabras clave— relevador, fuerza, electromagnética.

I. INTRODUCCIÓN

Los relevadores son componentes esenciales que permiten la operación segura y confiable de una amplia variedad de equipos eléctricos. Sin embargo, la capacidad de un relevador para cumplir su función depende en gran medida de su diseño y, en particular, de su capacidad para soportar y ejercer fuerzas precisas durante su operación.

Uno de los aspectos cruciales en la validación del diseño de un relevador es la evaluación de las fuerzas a las que está sometido durante su operación normal. Estas fuerzas pueden surgir debido a diversas condiciones operativas, como el flujo de corriente eléctrica, la vibración. La capacidad del relevador para soportar estas fuerzas sin degradación ni fallos es esencial para garantizar la continuidad del suministro eléctrico y la seguridad de la infraestructura eléctrica en general.

En este trabajo, exploraremos el cálculo de las fuerzas que actúan sobre un relevador, un proceso crítico en el diseño y la validación de estos dispositivos esenciales. Analizamos una fuerza, desde la fuerza electromagnética generada por el flujo de corriente. Además, abordamos las metodologías y herramientas avanzadas disponibles para llevar a cabo este análisis con precisión y eficiencia, aplicando en cada uno de los componentes el tipo de material correspondiente.

II. CONCEPTOS BÁSICOS

A. Campo magnético

Un campo magnético es una descripción matemática de la influencia magnética de las corrientes eléctricas y de los materiales magnéticos. El campo magnético en cualquier punto está especificado por dos valores, la dirección y la magnitud.[1]

La fuerza debida a campos magnéticos puede experimentarse en al menos tres formas en una partícula cargada en movimiento en un campo, en un elemento de corriente en un campo y entre dos elementos de corriente. [2]

B. Conductor eléctrico

Si a un conductor eléctrico por el que se le pasa una corriente eléctrica se ubica dentro de un campo magnético, se ejercer una fuerza magnética sobre los electrones en movimiento dentro del conductor. [3]

C. Relevador

Es un interruptor que puede ser controlador eléctricamente. Este dispositivo también puede entenderse como un controlador electromecánico.[3]

III. Caracterización del modelo

El desarrollo de la geometría del relevador se diseñó a partir del diseño real del dispositivo, como se muestra en la figura 1.

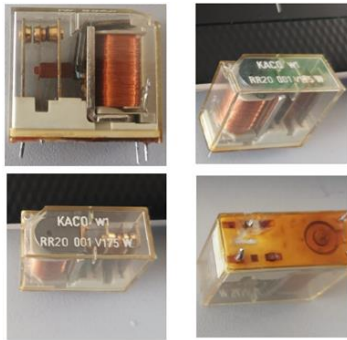


Figura 1. Imágenes del relevador donde se obtuvo el Dibujo Asistido por Computadora (CAD).

Para el Dibujo Asistido por Computadora (CAD) del relevador, se consideraron todas las piezas físicas, con la finalidad de que quedaran lo más real posible. Se muestra el CAD obtenido en la figura 2.

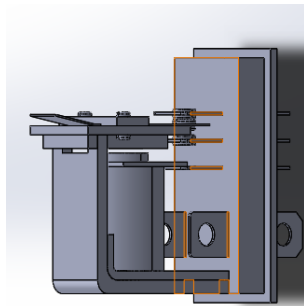


Figura 2. Dibujo Asistido por Computadora (CAD) del relevador de un polo doble tiro.

En la figura 3, se muestran las partes que componen a un relevador, para poder aplicar la fuerza y así realizar el cálculo.

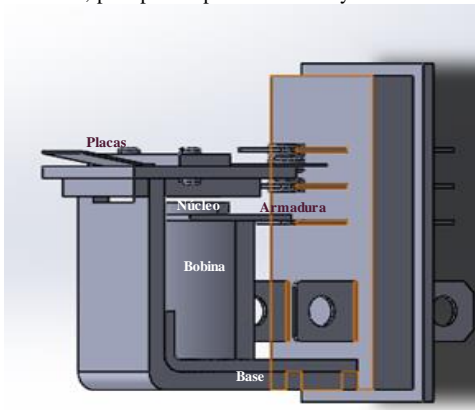


Figura 3. Partes del relevador.

IV. SIMULACIÓN

El cálculo de fuerza se realizó aplicando una con fuerza electromagnética, la simulación se realizó para conocer el comportamiento de la fuerza que ejerce el campo magnético en una de las placas del relevador. Para la simulación electromagnética se utilizó el software ANSYS AIM 18, en primer instante, se aplicaron los materiales utilizados en el relevador, como se muestran en la tabla 1 y tabla 2 se muestran la lista cargada en el software de los materiales aplicados en el Dibujo Asistido por Computadora (CAD).

Tabla 1. Lista de materiales

Descripción de la pieza	Material
Núcleo	Acero 1010
Armadura	Plástico
Placas	Cobre
Bobina	Cobre
Base	Plástico

Tabla 2. Lista de materiales utilizados en la simulación

Tipo de material	Volumen
Air Assignment 1	1 volumen
Copper Assignment 2	12 volúmenes
PVC plastic Assignment 3	6 volúmenes
Steel 1010 Assignment 4	1 volumen

Al tener los materiales en el Dibujo Asistido por Computadora (CAD) se le aplica una fuerza a una de las placas como se muestra en la figura 4.

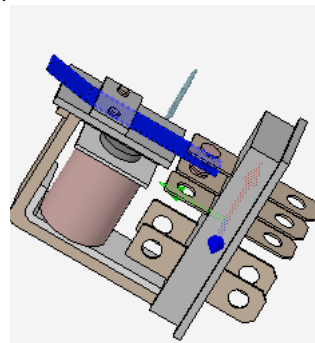


Figura 4. Aplicación de la fuerza.

Se crea una condición electromagnética en la terminal que se muestra en color azul en la figura 5, se especifica 200 como el número de conductores.

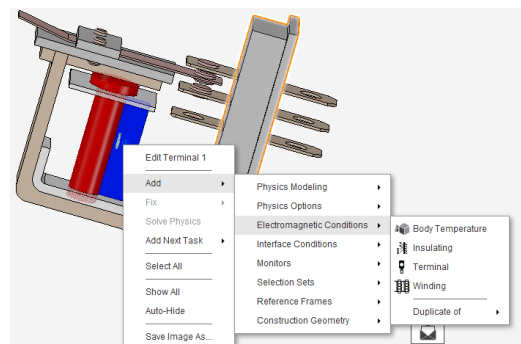


Figura 5. Terminal de conductores.

Se agrega una corriente de 0.1 A, en la terminal 1 que creamos anteriormente, para la generación del campo magnético, así como

se muestra en la figura 6 y en la figura 7 se muestra ya generando la corriente para el campo magnético.

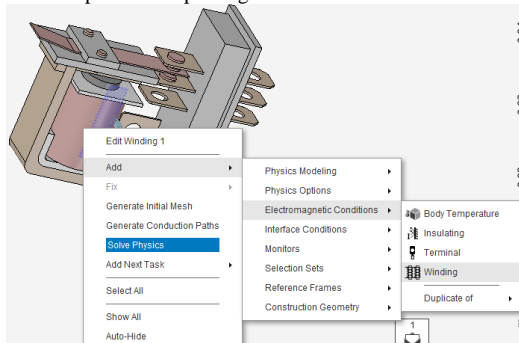


Figura 6. Aplicación de corriente en la terminal 1.

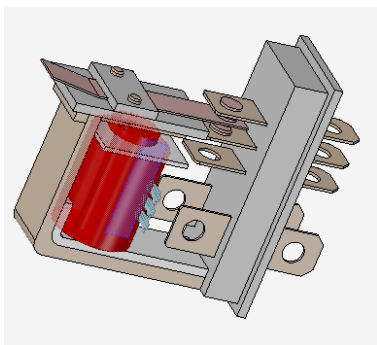


Figura 7. Generación del campo magnético.

Posteriormente seleccionamos en resolver física, para este modelo se alcanza el número máximo de pasadas adaptativas antes de lograr la convergencia. Podríamos modificar la Configuración del solucionador para permitir pases más adaptables, en la figura 8 podemos ver la configuración del solucionador.

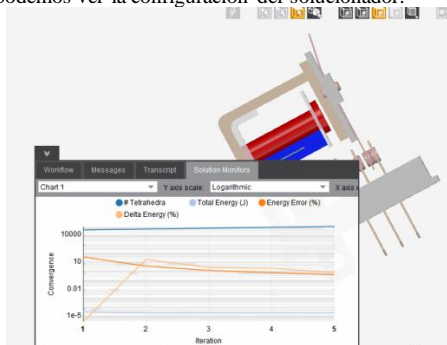


Figura 8. Configuración del solucionador.

V. ANÁLISIS Y RESULTADOS

En los resultados se mostrará la fuerza electromagnética generada en una de las placas para verificar que tenga un buen funcionamiento.

Se determinaría los resultados obtenidos cumplen con los estándares y las especificaciones relevantes para relevadores en términos de fuerza.

- a) Visualización del análisis de la fuerza en el campo electromagnético.

En figura 9 se muestra la aplicación del campo magnético, ejerciendo la fuerza correspondiente a una de las placas del relevador.

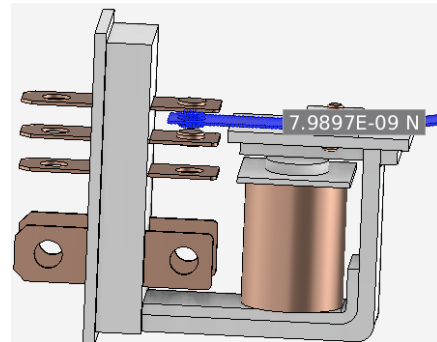


Figura 9. Resultados de la fuerza

El cálculo preciso de la fuerza en un relevador también tiene implicaciones en la eficiencia energética. Un relevador que requiere más fuerza de la necesaria puede consumir más energía de la que debería, lo que no solo aumenta los costos operativos sino también puede contribuir al desperdicio de recursos.

- b) Visualización de inductancia para el flujo magnético.

Se puede visualizar en la figura 10 la inductancia a través del enlace del flujo magnético entre el bucle de corriente en el devanado.

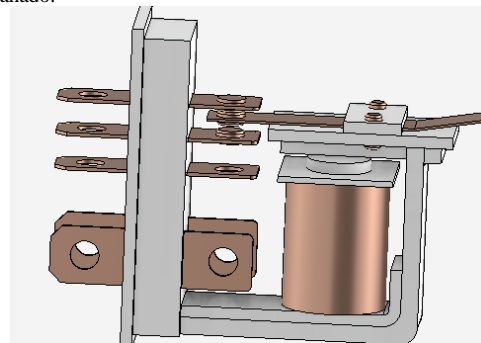


Figura 10. Inductancia para el flujo magnético.

- c) Visualización de la densidad de corriente en J.

En la figura 11 se muestra la densidad de corriente en la bobina, mediante la creación de una pantalla verde de vectores.

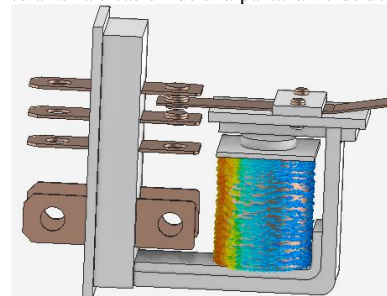


Figura 11. Densidad de corriente.

- d) Visualización magnitud de densidad de flujo magnético

En la figura 12 se muestra la densidad de flujo magnético muestra si el material Acero 1010 está experimentando saturación o no.

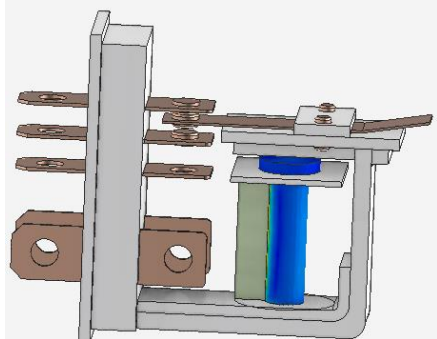


Figura 12. Magnitud de densidad de flujo magnético.

- e) Visualización de la densidad de flujo magnético.

Podemos ver en la figura 13 la densidad de flujo magnético en el aire circundante, dentro del relevador.

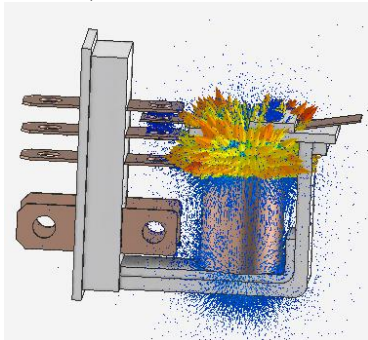


Figura 13. Densidad de flujo magnético

- f) Visualización de la fuerza en el campo electromagnético, densidad de corriente y la densidad de flujo magnético.

Se muestra en la figura 14 el campo electromagnético, densidad de corriente y la densidad de flujo magnético, que se

genera durante la validación del diseño de un relevador, para el cálculo de fuerza.

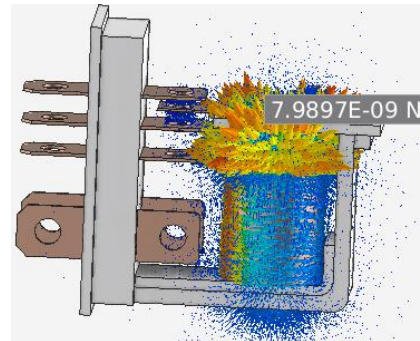


Figura 14. campo electromagnético, densidad de corriente y la densidad de flujo.

VI. CONCLUSIONES

En conclusión, el cálculo de la fuerza para la validación del diseño de un relevador, un componente fundamental en sistemas eléctricos y electrónicos. A través de una metodología rigurosa que incluyó simulaciones electromagnéticas, análisis de fuerzas mecánicas y, en algunos casos, validación experimental, se obtuvieron resultados y observaciones significativas. A continuación, se resumen las conclusiones clave de este estudio. Se ha demostrado que el cálculo preciso de las fuerzas electromagnéticas es esencial para entender el funcionamiento de un relevador bajo diferentes condiciones de operación. Las fuerzas de atracción y repulsión generadas por las bobinas son fundamentales para la operación precisa del relevador y varían linealmente con la corriente en las bobinas.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Luis L. Cantú, Electricidad y magnetismo para estudiantes de ciencias e ingeniería, 4a ed. México: Lumisa., 1989.
- [2] Matthew N. O. Sudoku, Elementos de electromagnetismo, 3a ed. México: Alfaomega., 2007.
- [3] Jaime Vega Pérez, Saúl Vega Pérez, Electromagnetismo, 1ª ed. México: Estela Delfin.,2020.
- [4] "ANSYS AIM 18.1 Software". Accedido el 12 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.ansys.com/products/3d-design/ansys-spaceclaim>