



Mecánica
de
Materiales

Ingeniantes

Simulación computacional para la identificación de los factores que ocasionan fractura del resorte helicoidal de cerraduras automotrices sometido a torques a alta velocidad

RESUMEN: Las simulaciones computacionales son una herramienta útil en la industria automotriz, con esta herramienta se puede predecir el comportamiento de sistemas mecánicos sujetos a diferentes condiciones de operación. En este trabajo se estudió la fractura de un resorte helicoidal a torsión instalado en el interior de una cerradura automotriz. Los factores que ocasionan la falla son obtenidos por medio de una encuesta con dos fabricantes de resortes, posteriormente se decide incluir el factor de la velocidad. El objetivo es identificar el nivel de los factores, así como los más significativos que pueden afectar el desempeño del resorte, utilizando un diseño de experimentos factorial completo 25 para poder realizar las diferentes simulaciones utilizando la técnica de elemento finito. La variable de respuesta es el máximo esfuerzo en unidades de Megapascales.

Los resultados en la pata móvil del resorte indican que el espacio radial y espacio axial son factores que tienen un alto impacto en la variable de respuesta, mientras que en la pata fija del resorte únicamente la interacción entre el espacio radial y la velocidad de impacto ocasionan un efecto significativo en la variable de respuesta. Los resultados obtenidos en este trabajo de investigación nos permitirán diseñar nuevos resortes en cerraduras para la industria automotriz que ofrezcan mayores ahorros económicos y mayores condiciones de seguridad a los usuarios.

PALABRAS CLAVE: Análisis de elemento finito, diseño de experimentos, resortes, simulación, torque.



Colaboración

Martin Gustavo Reyes Chávez; Ana Isela García Acosta, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

ABSTRACT: The computer simulations are a useful tool in the automotive industry, with this tool it is possible to predict the mechanism behavior of different mechanical devices under different operation conditions. In this work the torsion spring fracture inside an automobile latch it is studied. The factors that cause the failure are obtained by a survey made to the spring's manufacturers and then the speed factor is included. The objective is to find the level of the factors, as well as the most significant factors that can affect the spring performance, using a full factorial DOE 25 in order to carry the different simulations using a Finite Element Analysis software. The response variable is the maximum stress in units of MPa.

The factors that affect the response variable in the mobile spring leg are the radial and axial spaces, while in the fixed spring leg only the interaction between the radial space and the impact velocity affect the response variable. The results obtained in this work would help in the design of new springs for automotive locks that offer savings and more security to customers.

KEYWORDS: Finite element analysis, design of experiments, spring, simulation, torque.

INTRODUCCIÓN

La industria automotriz ha tenido un crecimiento significativo a partir del año 2009 en México, de acuerdo a datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) [1] en su reporte "La industria automotriz en México 2014". Este incremento en la industria trasciende en el desarrollo de nuevas tecnologías importantes como en los componentes de seguridad para los usuarios de automóviles. Los componentes desarrollados en la industria automotriz clasifica-

dos como componentes de seguridad son de vital importancia que deben seguir ciertas regulaciones y controles para garantizar la seguridad del conductor y sus pasajeros.

Las cerraduras de los automóviles a su vez, son sometidas a velocidades de impacto del orden de 1 m/s de acuerdo a las especificaciones del cliente en pruebas de validación en actuaciones mecánicas. Se desconoce el comportamiento de estos componentes al ser sometidos directamente a cargas a alta velocidad.

Al considerar un resorte como un elemento en el cual se pueden aplicar las formulas del movimiento armónico simple como “el de un peso unido al extremo inferior de un resorte helicoidal (el extremo superior se encuentra fijo) al cual se le permite vibrar de forma libre”. (Seely, Ensign, 1948) [2], es necesario profundizar más y analizar qué sucede cuando el cuerpo no vibra libremente. Es importante mencionar, que no se puede analizar un resorte que es sometido a esfuerzos utilizando el método mencionado por Seely y colaboradores, al ser sometido a cargas a alta velocidad no vibrará libremente debido a que se encuentra dentro de un mecanismo que delimita su velocidad de desplazamiento y la distancia a la que viaja.

Es necesario realizar una investigación detallada y a fondo sobre el comportamiento de los resortes sometidos a cargas a alta velocidad mediante un diseño de experimentos para identificar los factores involucradas en su falla o fractura (Montgomery, 2013) [3]. El Conocimiento de estos factores nos brindará diversas ventajas como el diseño óptimo del componente y ahorros en costos, así como también la seguridad en estos sistemas mecánicos para el usuario final.

El elegir el diseño correcto de estos resortes podría significar un impacto económico trascendente para las compañías, además de ahorros en tiempos de desarrollo y diseño. En base a estos factores es necesario el estudio de este tipo de resortes sometidos a altas velocidades.

En la actualidad existen varias investigaciones relacionadas con problemas en cerraduras automotrices enfocadas hacia otros tipos de elementos que provocan fallas debido a vibraciones (Villagrana, 2015) [4]; Actuadores basados en trenes de engranes impulsados por un motor de corriente directa en cerraduras automotrices de guantera (Galindo, 2015) [5]; Esfuerzos relacionados con el mecanismo de la cerradura mediante un análisis estadístico donde se formula una ecuación para el esfuerzo de cierre (Chiang & Barber, 2012) [6].

También se han desarrollado modelos metodológicos y procedimientos de diseño secuenciado para la selección de resortes espirales a torsión para diferentes entornos y aplicaciones. El procedimiento de selección se define en ocho pasos: 1) obtención de la curva característica, restricciones de diseño. 2) diseño de la sección resistente. 3) selección del tipo de espiral y variación. 4) selección de

eje y carcasa. 5) determinación del espiral de fabricación. 6) determinación de la longitud del fleje en función de la energía de la curva característica menos las pérdidas. 7) comprobación de interferencias. 8) interacción del tipo de espiral y variación para ajustar la curva específica (Fernández 2011) [7].

Por otra parte, también existen en la literatura propuestas para la elaboración de modelos de resortes helicoidales a torsión mediante la optimización dinámica basados únicamente en la mecánica, en donde se seleccionan cuatro parámetros geométricos como variables de diseño: a) diámetro del alambre, b) diámetro medio de la helicoidal, c) número de bobinas activas y d) el paso del resorte. (Mohamed 2014) [8]. Además, también se ha estudiado la influencia de la carcasa, en donde se encuentra localizado el resorte helicoidal para su desempeño (Muñoz y Col. 2011) [9].

Hipótesis

Se espera en este trabajo que a través del uso de herramientas de simulación computacional y la utilización de diseño de experimentos se logre identificar los factores más significativos que influyen en la fractura de las patas del resorte, así como sus niveles asociados a la fractura y la existencia de una correlación entre los distintos factores.

Objetivo

El objetivo fundamental de este trabajo es identificar a través de la simulación computacional en conjunto con un diseño de experimentos los factores más significativos que ocasionan la fractura en un resorte helicoidal a torsión en una cerradura automotriz, el nivel de valores de estos factores e identificar la existencia de correlaciones entre los distintos factores; el conocimiento de estos factores nos permitirá un mejor diseño del componente y ahorros en costos, así como también lograr una mayor seguridad en estos sistemas mecánicos para el usuario final.

Elemento Finito

Fue desarrollado por ingenieros por la necesidad de solucionar problemas aplicados en resistencia de materiales usando cálculos abstractos (Cook, 1995) [10]. El principio básico del elemento finito es dividir un cuerpo en varios elementos y sus vértices se conectaran entre sí a los cuales se les denomina nodos. A este proceso se le llama mallado debido a la apariencia que obtienen los cuerpos una vez que se dividen en elementos o triángulos.

El método de elemento finito tiene como base la solución de ecuaciones utilizando matrices para la determinación de los esfuerzos en un área específica. Estas ecuaciones algebraicas lineales simultáneas en forma matricial se simbolizan de la siguiente forma.

$$KD=R \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde K es una matriz cuadrada con constantes conocidas, R es una columna de vectores de constantes conocidas (fuerza aplicada) y D es una columna de vec-

tores desconocidos (deformación del material). La solución de los vectores D puede expresarse como.

$$D=K^{-1}R \quad \text{Ec. (2)}$$

El elemento finito K es la matriz de "rigidez" por lo que es necesario su transformación en una matriz inversa. La obtención del valor de D en la ec. 2 es la parte más complicada del análisis de elemento finito, debido al inmenso número de ecuaciones y la alta dimensionalidad de los sistemas. Por lo cual esta parte del cálculo se realiza comúnmente con la ayuda de diferentes paquetes computacionales (Cook, 1995) [10].

MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales utilizados en esta investigación están basados en la ejecución del diseño de experimentos y los softwares de análisis y diseño para llevar a cabo las distintas simulaciones de elemento finito.

Los materiales utilizados fueron:

1. **Computadora**, éste elemento se utilizó para poder ejecutar el programa de Minitab 17°, el procesador de palabras, el procesador de hoja de cálculo y el software para las simulaciones de elemento finito.
2. **[11] Minitab 17°**, éste paquete computacional se utilizó para realizar el diseño de experimentos y la captura de los datos.
3. **Procesador de Palabras Microsoft Word**, se utilizó para registrar los avances durante la corrida de las simulaciones y la escritura de este artículo.
4. **Procesador de hoja de cálculo [12] Microsoft Excel**, este elemento se utilizó para registrar los primeros datos de información obtenidos en las diferentes simulaciones.
5. **[13] Abaqus® software**, este paquete computacional se utilizó para realizar las simulaciones de elemento finito con los diferentes niveles en los factores definidos en el diseño de experimentos.
6. **[14] HyperMesh® software**, es un paquete computacional con el cual se realizaron las tareas de creación de las mallas para los modelos 3D.
7. **[15] CATIA® software**, este paquete computacional se utilizó para el desarrollo de los modelos en 3D de los componentes que se analizan en este trabajo.

La metodología para el desarrollo de este trabajo comprende cinco etapas, la primer etapa consiste en definir los factores de estudio que mayormente contribuyen a la falla del resorte tomando en cuenta la experiencia de los ingenieros involucrados en el diseño de este tipo de resortes, la segunda etapa describe el diseño de experimento el cual incluirá los factores de entrada definidos en la etapa uno y la concentración de esfuerzo como la variable de respuesta, en la tercera etapa se simularán los diferentes niveles de los factores de entrada seleccionados en base al diseño de experimentos y se obtendrá la concentración de los esfuerzos como la variable de salida, en la cuarta etapa se analiza cuál de todos los factores que fueron definidos en la etapa uno es la que tiene mayor contribución para que

ocurra la falla en el resorte o al menos la que incrementa de forma significativa la concentración de esfuerzos en la zona crítica del resorte. Las cinco etapas de esta metodología se representan en la Figura 1.

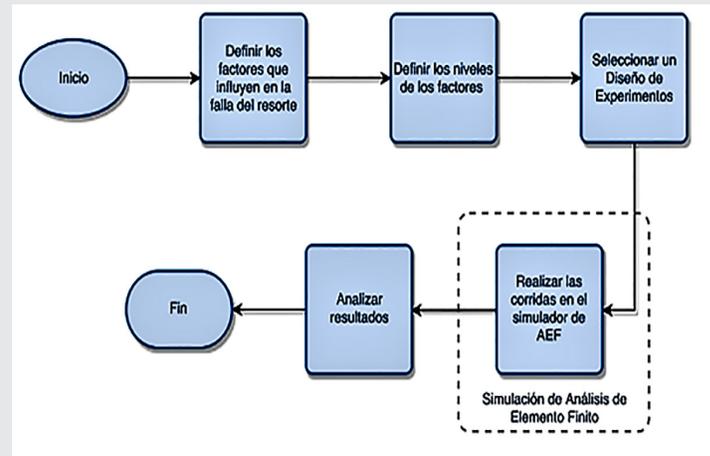


Figura 1. Etapas de la metodología a utilizar en la investigación.

Se utilizaron únicamente dos niveles para cada factor, con la finalidad de poder efectuar un arreglo factorial completo. El resumen de los valores para cada factor se muestra en la Figura 2.

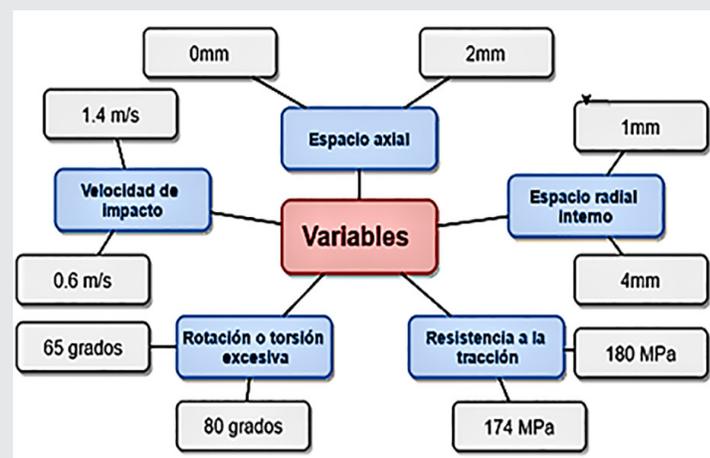


Figura 2. Resumen de factores y valores de los niveles considerados para el diseño de experimentos.

La variable de respuesta es la concentración de esfuerzos que existe en el cuerpo geométrico del resorte para cada combinación de los factores en los dos niveles establecidos. Esta concentración de esfuerzos se representa en unidades de Megapascuales. La zona en donde se va a tomar el nivel de máximo esfuerzo es en la curva de las patas del resorte como se muestra en la Figura 3.

El diseño del experimentos se realizó utilizando la metodología factorial completo 25 y el software de Minitab. Los factores se definieron de acuerdo a los puntos revisados en la literatura y los sugeridos por los dos fabricantes de resortes consultados.

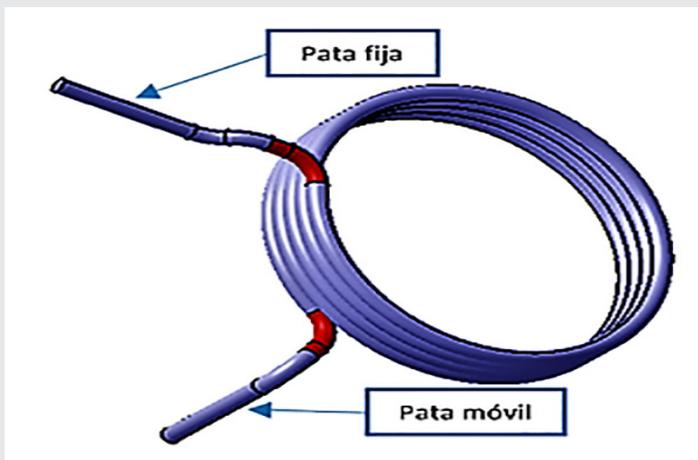


Figura 3. Zonas en donde se va a evaluar la cantidad de esfuerzos en el resorte.

El análisis de elemento finito se realizó utilizando tres tipos de software. El primero es el software CATIA® empleado para la generación de los cambios en los modelos sólidos en 3D. El segundo es un software denominado HyperMesh® el cual nos permite construir la malla de cada componente para la evaluación del esfuerzo en cada uno de los elementos de la geometría, permite definir los parámetros de entrada que se van a utilizar en el sistema y generar una serie de algoritmos para su resolución. El tercero, es el paquete Abaqus® el cual resuelve todas las operaciones necesarias en cada uno de los elementos algorítmicos generados por HyperMesh®, tomando en cuenta todas las variables definidas en el sistema.

RESULTADOS

Se obtuvieron utilizando treinta y dos simulaciones (2⁵). Cada simulación consume un tiempo de procesamiento de cuatro horas y media. En cada simulación se genera un archivo en el que se muestra una escala de Von Mises en la cual el color rojo es el límite de rendimiento del material o "Yield". En la Figura 4 se puede observar el código de colores para el esfuerzo al cual el resorte es sometido en las patas móvil y fija durante la primera simulación.

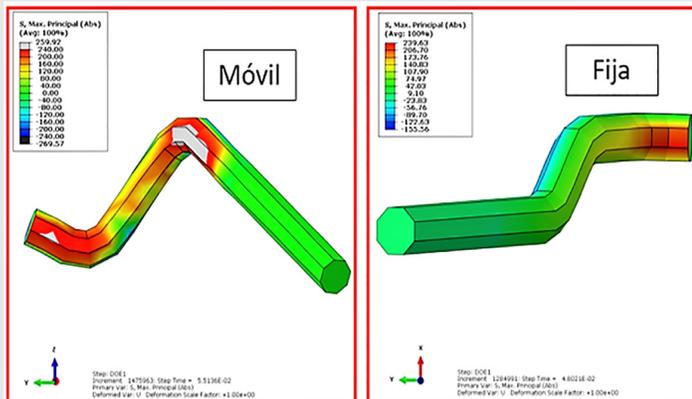


Figura 4. Resultado de la primera simulación en escala Von Mises.

Los resultados obtenidos se introducen en la Tabla de datos del paquete Minitab y se procede a analizar estadísticamente el nivel de efecto que tienen las variables. La matriz de experimentos utilizada en este trabajo de investigación se presenta como Anexo al final del artículo. Los resultados obtenidos de las simulaciones se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados de esfuerzo máximo en la pata móvil 1) y pata fija del resorte (2).

Corrida	Esfuerzo 1 (Mpa)	Esfuerzo 2 (Mpa)
1	259.92	239.63
2	247.54	225.12
3	294.03	226.24
4	258.59	266.54
5	258.27	234.89
6	255.59	227.92
7	288.32	226.05
8	257.46	230.24
9	297.51	239.63
10	248.72	225.12
11	299.49	226.24
12	250.17	266.54
13	261.79	234.89
14	245.53	227.92
15	300.33	226.05
16	250.74	230.24
17	248.81	245.57
18	258.39	236.39
19	308.71	236.35
20	255.69	228.02
21	262.91	241.38
22	258.12	241.8
23	300.78	232.19
24	259.87	228.36
25	265.61	245.57
26	257.71	236.39
27	329.71	236.35
28	243.66	228.02
29	267.77	241.38
30	257.57	241.8
31	316.35	232.19
32	251.63	228.36

Los resultados de las simulaciones se analizaron para determinar el efecto de los factores y la interacción que existe entre ellos; por lo cual se dividió en análisis por separado para cada pata del resorte, debido a que los resultados para la pata uno y la pata dos proporcionaron valores distintos de la variable de respuesta.

Resultados pata móvil del resorte

Los resultados de la pata móvil del resorte indican que todos los valores en las simulaciones exceden el límite de rendimiento del material el cual es de 240 Mpa. Lo cual indica que esta pata en específico podría presentar problemas durante la vida útil del resorte.

El análisis de los resultados indicó que los factores de espacio axial y espacio radial son los factores que afectan con mayor impacto a la variable de respuesta. Los resultados son obtenidos con un nivel de confianza de 95%. En la Figura 5 se muestra el resultado del análisis del diseño de experimentos de (2⁵) en Minitab.

Source	P-Value
Model	0.001
Linear	0.000
Espacio Axial mm	0.000
Espacio radial interno mm	0.002
Mpa	0.733
Rotacion	0.439
Velocidad de impacto m/s	0.452
2-Way Interactions	0.938
Espacio Axial mm*Velocidad de impacto m/s	0.890
Espacio radial interno mm*Velocidad de impacto m/s	0.479
Mpa*Velocidad de impacto m/s	0.627
Rotacion*Velocidad de impacto m/s	0.981

Figura 5. Resultados de 2⁵ en pata móvil.

En base a los resultados obtenidos se decidió elaborar un diagrama de Pareto de efectos estandarizados para visualizar de manera gráfica el impacto de cada uno de los factores y su interacción con la velocidad. La Figura 6 muestra estos resultados.

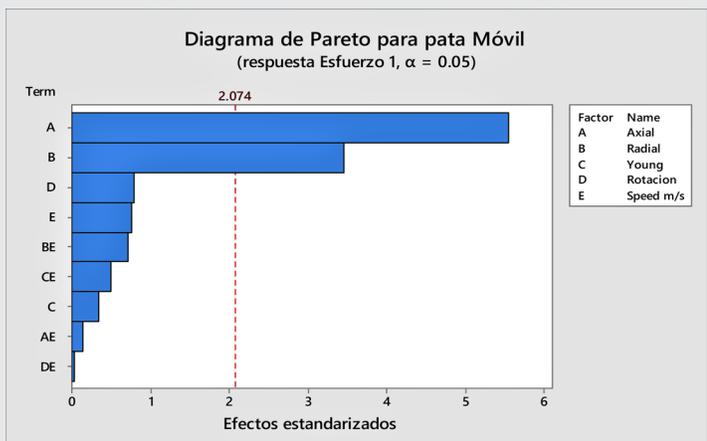


Figura 6. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados para la pata móvil.

Al observar que únicamente dos factores presentan el mayor impacto en el rendimiento de la pata móvil del resorte, se elaboró un gráfico de contorno para estos dos factores el espacio axial del resorte y el espacio radial del resorte como se muestra en la Figura 7.

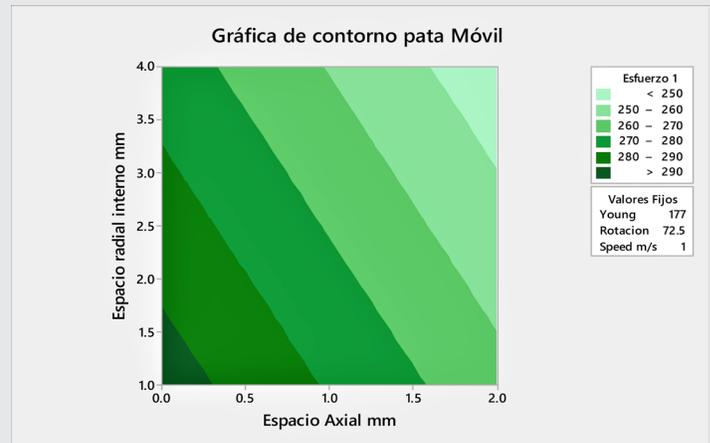


Figura 7. Gráfica de contorno para la pata móvil.

La gráfica de contorno nos permite visualizar que las variables de espacio radial y espacio axial son factores que tienen un alto impacto en la variable de respuesta y se puede inferir que entre más espacio tenga el resorte para expandirse durante su funcionamiento es posible reducir la probabilidad de falla en la pata móvil al producirse un bajo esfuerzo.

Resultados pata fija del resorte

Muestran que no todos los valores de salida en las simulaciones exceden el límite de rendimiento del material el cual es de 240 Mpa. Esto nos indica que esta pata depende de las interacciones con otros factores. El análisis de los resultados muestra que los factores de espacio axial y espacio radial son los factores que afectan con mayor impacto a la variable de respuesta. Los resultados son obtenidos con un nivel de confianza de 95%. En la Figura 8 se muestra el resultado del análisis del diseño de experimentos factorial 2⁵ en Minitab.

Source	P-Value
Model	0.280
Linear	0.721
Espacio Axial mm	0.941
Espacio radial interno mm	0.509
Mpa	0.155
Rotacion	1.000
Velocidad de impacto m/s	0.634
2-Way Interactions	0.095
Espacio Axial mm*Velocidad de impacto m/s	0.129
Espacio radial interno mm*Velocidad de impacto m/s	0.037
Mpa*Velocidad de impacto m/s	0.212

Figura 8. Resultados de 2⁵ en pata fija.

En base a los resultados obtenidos se decidió elaborar un diagrama de Pareto de efectos estandarizados para visualizar de manera gráfica el impacto de cada uno de los factores y su interacción con la velocidad. La Figura 9 muestra estos resultados.

con un nivel de confianza del 95%, estableciendo como hipótesis que ambas muestras son diferentes entre sí. El análisis indicó que las dos poblaciones de resultados de la pata fija y la pata móvil, son de poblaciones distintas como se reporta en la Figura 11.

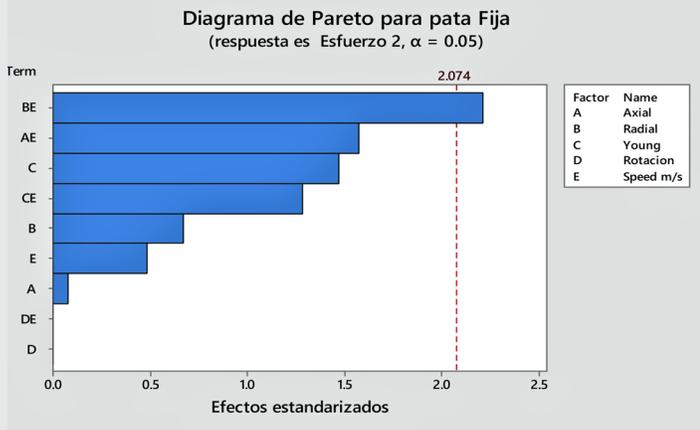


Figura 9. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados para la pata fija.

Al observar que únicamente la interacción entre dos factores tiene efecto en la variable de respuesta del resorte, se elaboró un gráfico de contorno, considerando como factores a analizar el espacio radial del resorte y la velocidad de impacto del resorte como se muestra en la Figura 10.

Two-Sample T-Test and CI: Esfuerzo 1, Esfuerzo 2

Two-sample T for Esfuerzo 1 vs Esfuerzo 2

	N	Mean	StDev	SE Mean
Esfuerzo 1	32	269.3	23.5	4.2
Esfuerzo 2	32	235.4	10.3	1.8

Difference = μ (Esfuerzo 1) - μ (Esfuerzo 2)

Estimate for difference: 33.87

95% CI for difference: (24.71, 43.04)

T-Test of difference = 0 (vs \neq): T-Value = 7.46 P-Value = 0.000 DF = 42

Figura 11. Resultado de la prueba T en las dos muestras.

Este resultado se puede representar de manera más sencilla con un gráfico de caja como se observa en la Figura 12, donde se aprecia la dispersión de cada una de las muestras y la separación entre las medias.

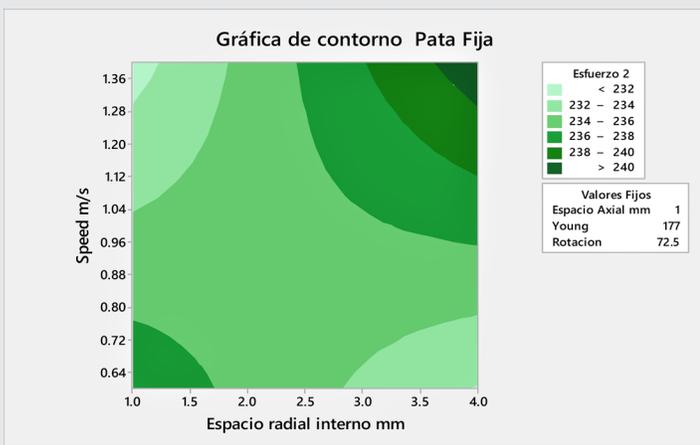


Figura 10. Gráfica de contorno para la pata móvil.

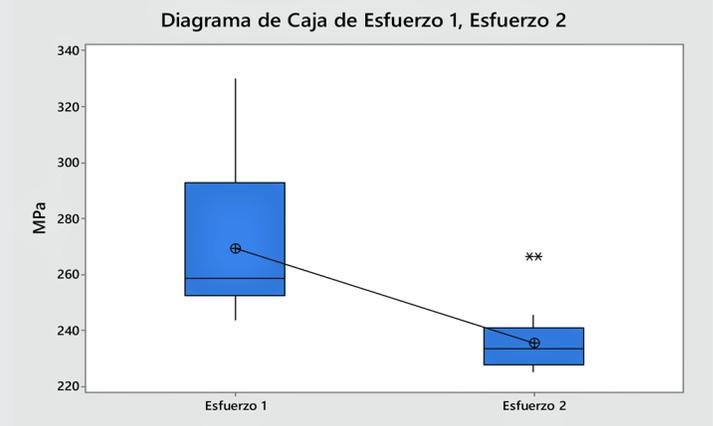


Figura 12. Gráfico de caja para las pata móvil (esfuerzo 1) y pata fija (esfuerzo 2).

El resultado muestra claramente la interacción entre los dos factores, la velocidad y el espacio radial interno que se encuentra entre el poste pivote del resorte y el diámetro interno del resorte. La zona segura para el funcionamiento del resorte podría encontrarse en los niveles medios de cada factor.

Análisis de la prueba T para las dos patas

Para estudiar si las patas se estresan de manera diferente se realizó una prueba estadística T para las dos muestras de pata móvil y pata fija. La prueba se realizó

CONCLUSIONES

Se puede concluir en este trabajo que el resorte helicoidal a torsión es afectado severamente por tres diferentes factores que son: el espacio axial que existe entre el cuerpo del resorte y la carcasa que lo contiene; el espacio radial, que es el que está definido por la distancia que existe entre el pivote de la carcasa hacia el diámetro interno del resorte y por último, la velocidad factor que interactúa con el espacio radial.

Cada una de las dos patas tiene diferentes factores que afectan de manera independiente su desempeño dentro de la cerradura automotriz. Para la pata fija, el espacio radial y el espacio axial son los dos factores que contribuyen a la fractura; mientras que para la pata móvil, el espacio radial y la velocidad son los contribuyentes pero de manera conjunta y no de forma individual.

Las simulaciones en este trabajo generaron sesenta y cuatro datos, los cuales la mitad pertenece al esfuerzo en la pata móvil y la otra mitad al esfuerzo en la pata fija. Estos datos se utilizaron para comparar si ambas patas se desempeñaban de manera similar en las simulaciones empleando una prueba T en las dos muestras. El resultado obtenido indico una separación entre las dos poblaciones demostrando que la pata móvil es mayormente afectada, mientras que la pata fija tiene menor esfuerzo durante las simulaciones. Estos resultados comprueban que ambas patas tienen comportamientos diferentes durante el funcionamiento del resorte.

Los resultados obtenidos en este trabajo de investigación coadyuvaran a los ingenieros a diseñar mejores resortes de cerraduras automotrices.

AGRADECIMIENTOS

M.G. Reyes Chávez agradece al CONACyT por la beca otorgada para la realización de estudios de Maestría.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Instituto Nacional de Estadística y geografía (2014). "La Industria automotriz en México 2014". Instituto Nacional de Estadística y Geografía- México: INEGI. Páginas 15, 16.

[2] Fred B. Seely and Newton E. Ensign (1960). "Mecánica analítica para ingenieros" Unión topográfica editorial panamericana. Páginas 347 y 348.

[3] Montgomery D. (2013). "Design and analysis of experiments". Octava edición. John Wiley & Sons Inc. Arizona.

[4] Villagrana, M. N. (2015) "Determinación de los factores y sus niveles que provocan el fallo en una cerradura automotriz debido a vibración". Tesis de Maestría en el Instituto Tecnológico de Cd Juárez.

[5] Galindo, R. A. (2015) "Análisis de los componentes de un actuador basado en un tren de engranajes impulsados por un motor de corriente directa". Tesis de Maestría en el Instituto Tecnológico de Cd Juárez.

[6] Chiang Y. I. & Barber G., (2002), "Operating effort and related statistical tolerance analyses of automotive latching mechanisms". International

Journal of Materials and Product Technology. Páginas 5-6.

[7] Fernández, D. C. (2011) "Modelización generalizada de resortes espirales a torsión. Aplicación en el almacenamiento de energía". Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Departamento de ingeniería mecánica y fabricación. Páginas 49-51.

[8] Mohamed T., Khalifa O. & Abdessattar A. (2014), "Dynamic optimization design of a cylindrical helical spring. Applied Acoustics (Elsevier) 77, Páginas 178-183.

[9] Muñoz-Guijosa, J. M., Fernández Caballero, D., Rodríguez de la Cruz, V., Muñoz Sanz, J. L., & Echávarri, J. (2012). Generalized spiral torsion spring model. Mechanism & Machine Theory, Volume 51 Páginas 110-130, doi.org/10.1016/j.mechmachtheory.2011.12.007.

[10] Cook, R. D. (1995). Finite element modeling for stress analysis. New York: Wiley.

[11] Minitab17. Copyright 2016 Minitab Inc. All rights Reserved <http://www.minitab.com>.

[12] Excel 2013 Microsoft. <https://products.office.com/en-us/microsoft-office-2013>.

[13] Abaqus 2016° Dassault Systèmes. Francia <https://www.3ds.com/products-services/simulia/products/abaqus/latest-release/>.

[14] Hypermesh, Altair Engineering, Inc. Estados Unidos de Norte America. <http://www.altair-hyperworks.com>.

[15] CATIA (Computer Aided Three-dimensional Interactive Application). Dassault Systèmes. Francia. <http://www.3ds.com/products-services/catia>.

Anexo

Matriz utilizada en el diseño de experimentos

Std Order	Run Order	CenterPt	Blocks	Axial (mm)	Radial (mm)	Resistencia / tracción Mpa	Rotación Grados	Velocidad m/s	Esfuerzo 1 (Mpa)	Esfuerzo 2 (Mpa)
1	1	1	1	0	4	174	65	0.6	259.92	239.63
2	2	1	1	2	4	174	65	0.6	247.54	225.12
3	3	1	1	0	1	174	65	0.6	294.03	226.24
4	4	1	1	2	1	174	65	0.6	258.59	266.54
5	5	1	1	0	4	180	65	0.6	258.27	234.89
6	6	1	1	2	4	180	65	0.6	255.59	227.92
7	7	1	1	0	1	180	65	0.6	288.32	226.05
8	8	1	1	2	1	180	65	0.6	257.46	230.24
9	9	1	1	0	4	174	80	0.6	297.51	239.63
10	10	1	1	2	4	174	80	0.6	248.72	225.12
11	11	1	1	0	1	174	80	0.6	299.49	226.24
12	12	1	1	2	1	174	80	0.6	250.17	266.54
13	13	1	1	0	4	180	80	0.6	261.79	234.89
14	14	1	1	2	4	180	80	0.6	245.53	227.92
15	15	1	1	0	1	180	80	0.6	300.33	226.05
16	16	1	1	2	1	180	80	0.6	250.74	230.24
17	17	1	1	0	4	174	65	1.4	248.81	245.57
18	18	1	1	2	4	174	65	1.4	258.39	236.39
19	19	1	1	0	1	174	65	1.4	308.71	236.35
20	20	1	1	2	1	174	65	1.4	255.69	228.02
21	21	1	1	0	4	180	65	1.4	262.91	241.38
22	22	1	1	2	4	180	65	1.4	258.12	241.8
23	23	1	1	0	1	180	65	1.4	300.78	232.19
24	24	1	1	2	1	180	65	1.4	259.87	228.36
25	25	1	1	0	4	174	80	1.4	265.61	245.57
26	26	1	1	2	4	174	80	1.4	257.71	236.39
27	27	1	1	0	1	174	80	1.4	329.71	236.35
28	28	1	1	2	1	174	80	1.4	243.66	228.02
29	29	1	1	0	4	180	80	1.4	267.77	241.38
30	30	1	1	2	4	180	80	1.4	257.57	241.8
31	31	1	1	0	1	180	80	1.4	316.35	232.19
32	32	1	1	2	1	180	80	1.4	251.63	228.36