

Análisis y rediseño de cadena de lubricación de la empresa Tenaris Tamsa S.A. para optimizar el proceso del sistema, en convenio de colaboración con TECNM - Instituto Tecnológico de Veracruz

RESUMEN: En este trabajo se describe el proceso de análisis y rediseño del proyecto corto de mejora cadena de lubricación en FAT 2, ofrecido al ITV como parte del convenio de colaboración suscrito por Tenaris Tamsa - Tecnológico de Veracruz para realizarlo durante el periodo de octubre del 2021 a mayo del 2022, con la participación de tres alumnos y de docentes del grupo de Mantenimiento Industrial del departamento de Metal Mecánica del Instituto Tecnológico de Veracruz, quienes concluyeron de manera exitosa la asignación logrando el objetivo inicial, proporcionando una solución de mejora y optimización aceptada por la empresa la cual sería implementada en noviembre 2022, las propuestas que se hicieron para modificar elementos y dar solución a posibles fallas permitió a los integrantes del proyecto adquirir experiencias relevantes en su periodo de formación académica - profesional, así como, utilizar software de simulación y modelado en un entorno real y a los docentes establecer vinculación escuela - empresa y asesorar y dirigir este proyecto.

PALABRAS CLAVE: alumnos, cadena de lubricación, docentes, optimización del sistema, proyectos de mejora, Tenaris TAMSa - TNM, vinculación.



Colaboración

Vicente Miguel Díaz de León Santiago; Juan Manuel Bucio Ballado; Ángel Miranda Juárez; Eduardo Toledo Cerritos, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz

Fecha de recepción: 13 mayo del 2023

Fecha de aceptación: 18 de mayo del 2023

ABSTRACT: This paper describes the process of analysis and redesign of the short lubrication chain improvement project in FAT 2, offered to ITV as part of the collaboration agreement signed by Tenaris Tamsa - Tecnológico de Veracruz to be carried out during the period from October 2021 to May 2022, with the participation of three students and teachers of the Industrial Maintenance group of the Metal Mechanics department of the Instituto Tecnológico de Veracruz, who successfully completed the assignment achieving the initial objective, providing a solution for improvement and optimization accepted by the company which would be implemented in November 2022, the proposals that were made to modify elements and provide solutions to possible failures allowed the members of the project to acquire relevant experiences in their academic - professional training period, as well as, to use simulation and modeling software in a real environment and for the teachers to establish school - company linkage and to advise and direct this project.

KEY WORDS: students, lubrication chain, teachers, system optimization, improvement projects, Tenaris TAMSa - TNM, linkage.

We will continue working on improving the confidence level and thus be able to use this algorithm in a prototype that will alert the owner every time a person is detected prowling around the motor unit.

KEYWORDS: Deep Learning, Feature extraction, CNN, KNN, Decision tree, SVM, Naive Bayes, GLCM.



Figura 2b. Elemento de cadena de lubricación.

La propuesta de diseño

- 1) Ingeniería básica de propuestas de diseño.
- 2) FS del equipo con la nueva propuesta.
- 3) FS estático y a fatiga, estimación de ciclos de vida del componente.
- 4) Calculo de costos y retorno de inversión.
- 5) Desarrollo de ingeniería de detalle de la propuesta seleccionada.

Durante el primer análisis se detectaron posibles fallas que a continuación, se mencionan:

Sillas deformadas en el área del eje ver Figura 3.

Posibles causas

- Falta de dureza en el agujero y la superficie.
- Vibraciones.
- Corrosión por exceso de grafito.
- Concentraciones de esfuerzos en el área del eje.
- Cargas cíclicas.
- Deformación por impacto.
- Resistencia a la deformación mal calculada.



Figura 3. Sillas deformadas en el área del eje.

Pernos deformados ver Figura 4 (Axial y transversal)



Figura 4. Pernos deformados.

Posibles causas

- Corrosión por exceso de grafito.
- Deformación por impacto.
- Fatiga por cargas cortantes mal calculadas.
- Exceso de fricción.
- Sprocket con interferencia.
- Dientes de Sprocket no diseñados para deslizamiento suave.
- Juego excesivo

Cadena fuera de trayectoria y ruedas rotas vea Figura 5.

Posibles causas

- Ausencia de calibración en la altura de la guía.
- Falta de amortiguamiento.
- Deformación en las guías y eslabones.
- Carga de impacto (caída de mandril).
- Ausencia de ruedas.
- Movimiento sin restricción lateral y superior.



Figura 5. Cadena fuera de trayectoria y ruedas rotas.

Se llegó a la conclusión de que las fallas del sistema estaban ocasionadas por:

- a) Por la geometría original no se consideraron los elementos de concentración de esfuerzos.
- b) Falla de los pernos por cizallamiento.
- c) Falla por fatiga en bujes.
- d) Contaminación de los bujes.
- e) Falta de amortiguamiento en la descarga del bancal del mandril (fallas por impacto).

- f) Error de ajuste de calibración.
- g) Deslizamiento sin restricción sobre las guías.

Posterior a un análisis de las fallas detectadas se presentaron las siguientes propuestas las cuales se validaron a través de cálculos y simulaciones:

- a) Cambiar el sistema de sujeción actual a ajuste por interferencia para evitar juego.
- b) Modificar las propiedades y especificaciones de los pernos.
- c) Reemplazar los cojinetes de fricción por rodamientos tanto en el rodillo como en la rueda.
- d) Sistemas de rueda con rodamiento aislado herméticamente y amortiguado.
- e) Sistema de limpieza.
- f) Sistema de amortiguación para disminuir las consecuencias del impacto en la descarga del bancal de mandriles.
- g) Calibración de la altura de la guía y sistema de compensación a largo plazo.
- h) Guías y ruedas de tipo ferroviario para evitar desplazamientos fuera de la trayectoria recta.
- i) Disminuir la altura de la silla, para reducir la fuerza que entrega con efecto de "palanca" a las ruedas.

RESULTADOS

Este proyecto se desarrolló mediante investigación aplicada, ya que, dados las situaciones problemáticas, con los datos proporcionados por la empresa, el equipo de trabajo modeló la solución de estos utilizando herramientas computacionales de diseño con Solidworks. Utilizando este software de diseño SW para modelar los elementos de la cadena se realizaron mejoras en su diseño, se demostraron las deficiencias del diseño original resaltando en los elementos principales las causas y conclusiones a las que se llegaron.

A) Diseño con concentradores de esfuerzos. [2] [3] Falla: Sillas deformadas en la zona del agujero.

1.) Modificar propiedades del material y aplicar tratamientos térmicos localizado en agujero del eje en el eslabón de silla de la cadena, para incrementar dureza, proponiendo para ello el acero 8620 y obtener una dureza en el agujero de 86 HRC.

2.) Cambio en el sistema de sujeción actual a ajuste por interferencia para evitar juegos eliminando concentradores de esfuerzos, se determinó mediante simulación y análisis que, para condiciones iguales, con interferencia el FS es de 1.5 sin concentradores y con concentradores el FS es de 0.9 ver Figura 6, lo que indica que si aumentamos el espesor y/o diámetros de casquillo ese factor puede aumentar sin cambio de materiales. [4]

Se propone modificar las dimensiones de espesor de eslabón de silla y el externo de 27.5 mm a 32mm, diámetros de pernos de 25 mm a 35 mm, agujeros de eslabones de silla interno 55mm y externo 35mm con

guía, casquillos de 55 mm con condiciones de ensamblable utilizando tolerancias de interferencia H7g7 para eliminar el juego excesivo entre los elementos y aumentar el área de apoyo y así evitar deformaciones ver Figuras 6 y 7.

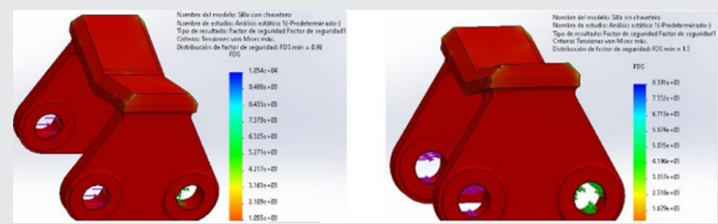


Figura 6. FS 0.92 para silla con chavetero (izq) y FS 1.5 para silla sin chavetero (der)

Se demuestra que aumentando el espesor de 27.5 mm actual a 32 mm recomendado para aumentar el área de apoyo en el eslabón de silla con chavetero el FS aumenta de 0.9 a 1.2 es decir el 100%.

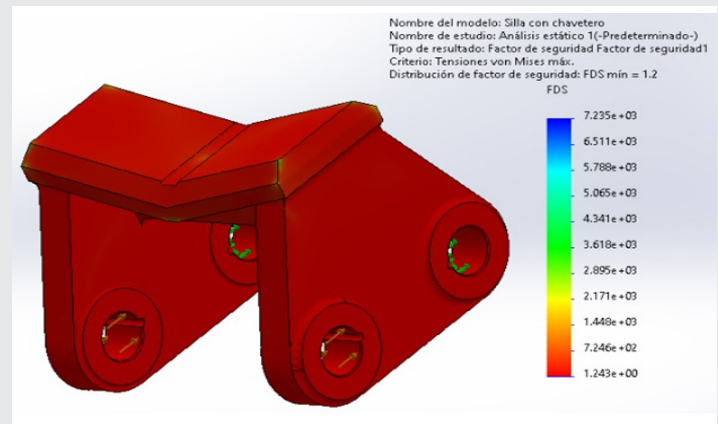


Figura 7. FS 1.2 para silla con chavetero y aumento de espesor a 32 mm.

3.) Se propone rediseño del eslabón de silla cambiando el orden actual, de externo a interno, agregando un casquillo de interferencia de 55mm H7g7, esto reduce el cortante en el perno y la deformación por fatiga del hueco de eslabón de silla, ya que se aumenta el área de apoyo reduciendo así el esfuerzo por aplastamiento en el eslabón de silla y el eje, de esta manera la falla por fatiga se reduce considerablemente ver Figura 8.

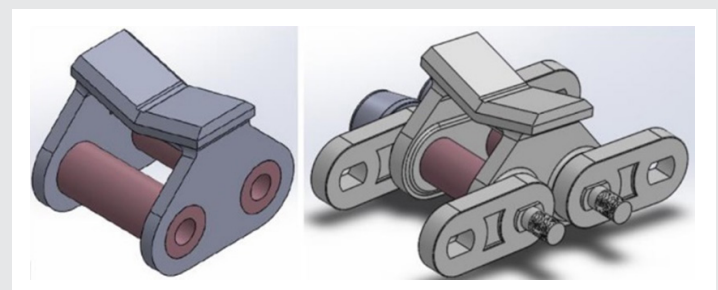


Figura 8. Rediseño del eslabón de silla.

4.) Disminuir la altura de la silla para reducir los efectos provocados por la fuerza de impacto a la descarga del mandril, lo que ocasiona un efecto "palanca" tanto en el eslabón de cadena como en las ruedas. Esa fuerza de impacto, es en realidad la causante de la forma de deformación del eslabón de silla ver Figura 9.

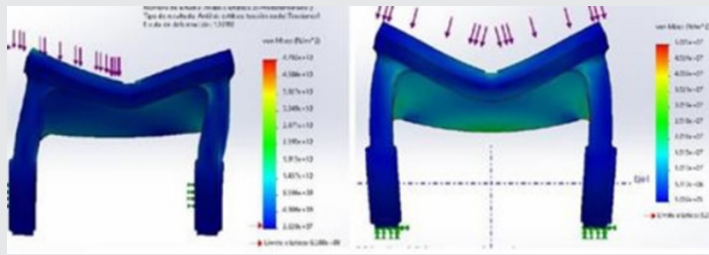


Figura 9. Eslabón de silla con disminución de altura para mejorar resistencia al impacto.

B) Falla de los pernos por deformación y cizallamiento

1). Modificar las propiedades del material y especificaciones de los pernos (cambiando materiales, incrementando dureza superficial, y diámetro); se sugiere un acero 8620 logrando una dureza de 86 HRC aumentando el diámetro a 35mm. 2. Se propone diseñar el eje con ajuste por interferencia con el eslabón de cadena externo del tipo H7g7 para evitar juegos.

C) Falla por Contaminación de los bujes de ruedas y Deslizamiento sin restricción sobre las guías

1). Se propone implementar un sistema de ruedas con rodamiento aislado herméticamente, con sistema de amortiguación lateral, esto evita las roturas en las ruedas por corrosión.

Se propone diseñar también las ruedas con guías tipo ferroviario y restricción de amortiguamiento lateral para limitar los desplazamientos provocados por el impacto a la descarga del mandril y así evitar desplazamientos fuera de la trayectoria, lo que evitara la deformación por fatiga en el eslabón de silla de la cadena [5]

CONCLUSIONES

El resultado del proyecto cadena de lubricación aporta información que puede utilizarse en la solución de los problemas de investigación, permitiendo obtener un mayor costo beneficio a la empresa. Las modificaciones propuestas contribuirán a optimizar el trabajo que se desarrolla en el proceso de producción de FAT 2, reduciendo los costos de mantenimiento y alargando la vida útil los elementos del sistema, un ahorro de recursos y su implementación dará solución a las deficiencias presentadas por la cadena que permanecía sin modificaciones desde hace más de veinte años, lo cual contribuirá a una mejora significativa.

Solid Works y autocad son dos softwares de diseño que permiten simular en condiciones similares a la rea-

lidad brindando un acercamiento rápido a la solución para la toma de decisiones.

La participación en este proyecto de alumnos dentro de la industria regional brindó a los jóvenes participantes una oportunidad mucho más motivadora en la que entran en juego el intercambio de ideas, la creatividad, la colaboración y una mejor preparación, ya que este tipo de proyectos desafía los conocimientos adquiridos en el aula y su aplicación dentro del entorno laboral y en cuanto al equipo de profesionales docentes la oportunidad de aplicar los conocimientos teóricos a los problemas prácticos, la resolución de problemas relevantes de la ingeniería en el ámbito industrial, permitiéndole al docente dirigir, asesorar y retroalimentar dentro del proyecto el proceso de enseñanza aprendizaje.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Márquez, Díaz de Leon, *Mantenimiento: Técnicas y aplicaciones industriales*, México: Patria, 2017.
- [2] J. K. R. Budynas, *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*, Mc Graw Hill. , (2008).
- [3] Díaz de Leon Santiago Vicente M., *MECANICA DE MATERIALES*, MEXICO: PATRIA, 2018.
- [4] *Catalogo de cadenas*, «<https://www.skf.com/mx/products/power-transmission/chains>,» 08 octubre 2021. [En línea]. Available: <https://www.skf.com/mx/products/power-transmission/chains>.
- [5] B. Hamrock , *Elementos de máquinas*, Primera edición. Mc Graw Hill., (2000).