

## Software analizador de sistemas mecánicos desarrollado en la Universidad Tecnológica de Nayarit

## Mechanical systems analyzer software developed in the Universidad Tecnológica de Nayarit

MARTINEZ-OROZCO, Omar Alexis †\*

*Universidad Tecnológica del Estado de Nayarit*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Omar Alexis. Martinez-Orozco* / **ORC ID:** 0000-0002-7813-6771

**DOI:** 10.35429/JME.2019.9.3.5.12

Recibido: 15 de Enero, 2019; Aceptado 11 de Marzo, 2019

### Resumen

Esta investigación, tiene como principal propósito haber desarrollado una herramienta de uso libre al alcance de estudiantes, educadores y profesionales por medio de un software que facilite el proceso de enseñanza y aprendizaje, mismo que fue programado con el lenguaje Visual Basic (VB), siendo una herramienta de las tecnologías de desarrollo de software eficaces y de alto rendimiento de Microsoft. Será capaz de realizar diversos análisis de sistemas mecánicos en transmisiones, y su finalidad permite al usuario calcular, comprender y comparar los análisis de forma eficaz y ordenada para implementarlos a conveniencia. Las contribuciones del proyecto pueden concederse mayormente al entorno educativo y laboral, siendo destinado a aplicar ingeniería en sectores pedagógicos y laborales. El proyecto está orientado a las necesidades de conocer características de un sistema mecánico para implementar su funcionamiento óptimo a través del software. Todo esto justificado a partir de la obtención de conocimientos en la formación académica y una investigación rigurosa de sistemas mecánicos, programación y diseño, la investigación considera información proveniente de profesores de la universidad, libros, foros web y revistas.

**Sistemas Mecánicos, Herramienta de uso libre, Software**

### Abstract

This research, has as its main purpose to have developed a tool of free use available to students, educators and professionals through a software that facilitates the teaching and learning process. This one was programmed with the Visual Basic language (VB), being a tool of effective and high-performance software development technologies from Microsoft. It will be able to perform various analyses of mechanical systems in transmissions, and its purpose allows the user to calculate, understand and compare the analyzes in an effective and orderly way to implement them at convenience. The contributions of the project can be granted mostly to the educational and work environment, being destined to apply engineering in pedagogical and labor sectors. The project is oriented to the needs of knowing characteristics of a mechanical system to implement its optimal functioning through this software. All this is justified from the obtaining of knowledge in the academic training and a rigorous investigation of mechanical systems, programming and design, the research considers information coming from professors of the university, web forums and magazines.

**Mechanical Systems, Free-use tool, Software**

**Citacion:** MARTINEZ-OROZCO, Omar Alexis. Software Analizador de Sistemas Mecánicos Desarrollado en la Universidad Tecnológica de Nayarit. Revista de Ingeniería Mecánica. 2019 3-9: 5-12

\* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: [omardkc07mail.com](mailto:omardkc07mail.com))

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

El uso de software libres como recurso para la resolución de tareas es de suma utilidad para la educación y se encuentra al alcance de cualquiera, ya que no es requerido equipos potentes para su ejecución y fomentan el aprendizaje de forma gratuita.

Según Universia México (enero, 2019), haciendo uso de esta información, se ha desarrollado un software que permite realizar diversos análisis para sistemas mecánicos, tales como relación de transmisión, cálculo de velocidades, potencia, torque y desplazamiento; Se ha incorporado una herramienta de asistencia para aquellas personas inexpertas, quienes desean obtener ciertas características del sistema aun cuando no se conocen todos los parámetros del sistema de transmisión.

Por otra parte, la interacción con el software ha sido destinada a ser bastante intuitiva, esto debido a que la información mostrada ha sido programada para ajustarse con respecto a las decisiones del usuario, mostrando los datos y animaciones de forma ordenada y visualmente atractiva, mejorando el proceso de comprensión y enseñanza.

Los mecanismos, según Belen (Fajardo, 2010) están compuestos por conjuntos de elementos conectados entre sí por medio de articulaciones móviles y cuya misión es:

- Transformar una velocidad en otra velocidad
- Transformar una fuerza en otra fuerza
- Transformar una trayectoria en otra diferente o
- Transformar un tipo de energía en otro tipo distinto

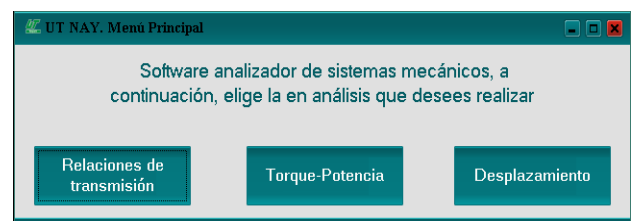
Esto por medio de partes móviles llamadas eslabón y su función puede ser fija, conductora o conducida y según el número de elementos, los mecanismos se pueden clasificar como simples o complejos.

La relación existente entre los elementos de un sistema mecánico suele ser calculada para conseguir un funcionamiento deseado, por lo que es necesario realizar operaciones que nos proporcionen coeficientes de transmisión mecánica, un elemento con respecto a otro.

Sin embargo, estas operaciones suelen ser tediosas y extensas puesto que se manejan una gran cantidad de resultados, por esta razón se considera que la aplicación del software es indispensable para temas de interés, ya que garantiza simplificar este proceso, obteniendo análisis precisos de diferentes elementos en un sistema mecánico en cuestión de poco tiempo.

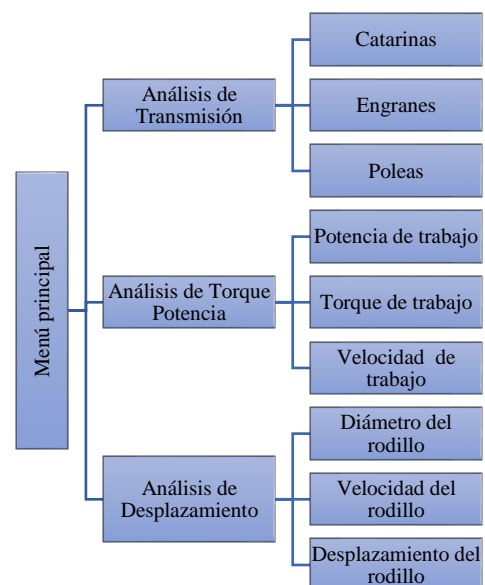
## Términos Generales de la Interfaz

Para la interacción del usuario con el software, se creó una interfaz visualmente agradable, en la cual, este pueda navegar fácilmente, cada decisión tomada a partir de aquí, le permitirá al software reajustar su contenido para que este oculte o muestre indicaciones que se deban llevar a cabo para el correcto funcionamiento, sobre todo, esto le facilitará al usuario una mejor comprensión de lo que está sucediendo en cada evento. El primer contacto es llevado a cabo en el menú principal expuesto a continuación (Figura 1), mismo que consta de 3 botones donde cada uno representa su análisis correspondiente, en el Diagrama 1 se aprecia gráficamente los diferentes análisis que proporciona el software.



**Figura 1** Menú principal del software

*Fuente: Elaboración propia*



**Figura 2** Representación gráfica del contenido del software

*Fuente: Elaboración propia*

Cada análisis cuenta con su propio contenido y le permite al usuario generar consultas, mismas que podrán ser guardadas en formato PDF según la ruta indicada.

Al momento que se deseen guardar los resultados del análisis, se ha habilitado la opción de que el documento se genere con las propiedades de autoría, asunto y título, aunque estos campos no son obligatorios para guardar.

**Figura 3** Proceso para guardar un documento  
Fuente: Elaboración propia

### Análisis de Relaciones de Transmisión

Cómo se ha mencionado, todo mecanismo requiere de uno o más componentes para transformar el movimiento producido por un elemento motriz a un movimiento de salida deseado, sin embargo, esta transformación generada por el elemento conducido, debe ser calculado por medio de la relación de transmisión entre sus componentes y está dado por sus características, como son velocidad, longitud de diámetro de polea y/o número de dientes de la rueda dentada.

Conocer estas propiedades del mecanismo permite realizar cálculos ideales para encontrar un cociente de transmisión, siendo este el que afecta a la velocidad conducida, dicha relación permite realizar los análisis deseados y está dada por la ecuación 1.

$$\frac{D1}{D2} = \frac{N2}{N1} = \frac{Z1}{Z2} \quad (1)$$

Siendo:

- $D_n$ : El diámetro de la polea
- $N_n$ : La velocidad del eje
- $Z_n$ : La cantidad de dientes del engrane o Catarina

Esta herramienta es capaz de analizar sistemas de transmisión simples o complejos que estén compuestos por catarinas, engranes o poleas, realizando cálculos de velocidad motriz, velocidad conducida, elemento motriz, elemento conducido, velocidad inicial y velocidad final según se necesite. La característica especial del sistema complejo es que el usuario puede añadir infinitos juegos de transmisión y analizar cada una de sus características por separado en un solo análisis, del mismo modo, el asistente del sistema simple, el cual tiene la capacidad de crear infinitas posibles transmisiones para obtener una sola velocidad de salida deseada, si así se le indica en un solo análisis.

Para el desarrollo del análisis de transmisión es necesario que el usuario indique al software las características actuales del sistema. Una vez que se han llenado los campos para el análisis específico, el resultado se mostrará de forma automática en la parte inferior del programa con sus diferentes unidades de medida, todos los datos introducidos por el usuario pueden ser modificados a conveniencia en cualquier momento, cabe mencionar que los datos generados en el análisis y las casillas involucradas para su resolución, podrán ser guardados como consulta ya que haya concluido el análisis.

Como caso práctico en la figura 3, se desea conocer la cantidad de dientes requeridos en el engrane conducido, considerando un sistema con una velocidad motriz de 1725 RPM, una velocidad conducida de 500 RPM y un engrane motriz con 60 dientes, como resultado, el software calcula un engrane motriz con 207 dientes, para satisfacer las características planteadas.

**Figura 4** Cálculo de engrane transmitido  
Fuente: Elaboración propia

Como se ha mencionado, esta herramienta cuenta con un analizador de transmisiones complejas y un asistente para el análisis de transmisiones simples.

El análisis de transmisiones complejas debe ser utilizado cuando se tiene un mecanismo con trenes de engranes, catarinas o poleas, y se quiere calcular la velocidad de la transmisión en cada punto del mismo, por lo que el usuario debe añadir cada juego de transmisión a analizar en la lista.

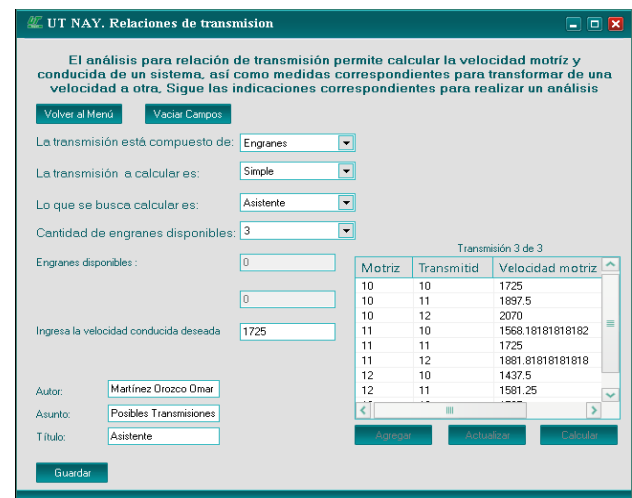
Por otro lado, el asistente para el análisis de transmisiones simple, es utilizado cuando se quiere obtener una velocidad de salida pero se desconoce la velocidad motriz requerida y el cociente de transmisión en el sistema para obtenerla, por lo que se deben añadir en lista una colección de todos los posibles elementos conductores y conducidos a combinar en una transmisión, de esta manera, se calcula y se muestran las posibles transmisiones junto con su respectiva velocidad motriz, para obtener la velocidad conducida indicada inicialmente.

Para llenar la lista utilizada en ambas herramientas ya mencionadas, el usuario primero asigna la cantidad de elementos que esta tendrá por medio de un campo, mientras que las respectivas características de cada elemento son añadidas por medio de casillas y un botón llamado “Agregar”, los elementos añadidos podrán ser editados con el botón de “Actualizar” si es necesario.

Una vez añadidos todos los elementos en la lista, ciertos atributos del programa se desbloquearán, permitiendo así indicar la velocidad de salida deseada y calcular las transmisiones. Para el uso del asistente, se plantea un escenario donde se sabe que en el stock de un almacén se dispone exclusivamente con engranes de 10, 11 y 12 dientes, se desea conseguir una velocidad de salida de 1725 RPM por medio de una transmisión, desafortunadamente, el operador no sabe el arreglo adecuado de engranes y no sabe la velocidad motriz requerida para obtener esta velocidad conducida.

El asistente le mostrará las posibles transmisiones que se pueden armar con los elementos disponibles y la velocidad motriz necesaria en cada una.

En el software se indican y añaden estos 3 elementos a la lista (engranes de 10,11 y 12 dientes) y finalmente se indica la velocidad de salida solicitada en la casilla correspondiente, al presionar el botón “Calcular”, por medio de un arreglo matemático calcula las transmisiones y las muestra en la lista, en la figura 4 se exponen los resultados de esta consulta.



**Figura 5** Uso del asistente para una transmisión simple  
Fuente: Elaboración propia

## Análisis de Torque y Potencia

El torque es una magnitud de trabajo necesaria para hacer girar un eje, o bien, es el esfuerzo necesario para lograr desplazar o levantar una carga física desde un eje, su unidad de medida viene comúnmente dada en Newton-metro (Nm) o libras pie (lbft) y puede ser calculado de la siguiente forma (ecuación 2):

$$Torque = \frac{K \times POTENCIA}{F} \quad (2)$$

Siendo:

- K: 5252 para Newton metro ó 7124 para libras pie
- Potencia: Potencia de trabajo del motor (HP)
- F: Revoluciones del motor (RPM).

Para calcular cualquiera de estas magnitudes es posible utilizar diferentes unidades de medida, si se trabaja con diferentes a las establecidas en la ecuación 2, será requerido realizar la conversión adecuada de datos, la tabla 1 muestra las diferentes unidades involucradas para el desarrollo de la fórmula.

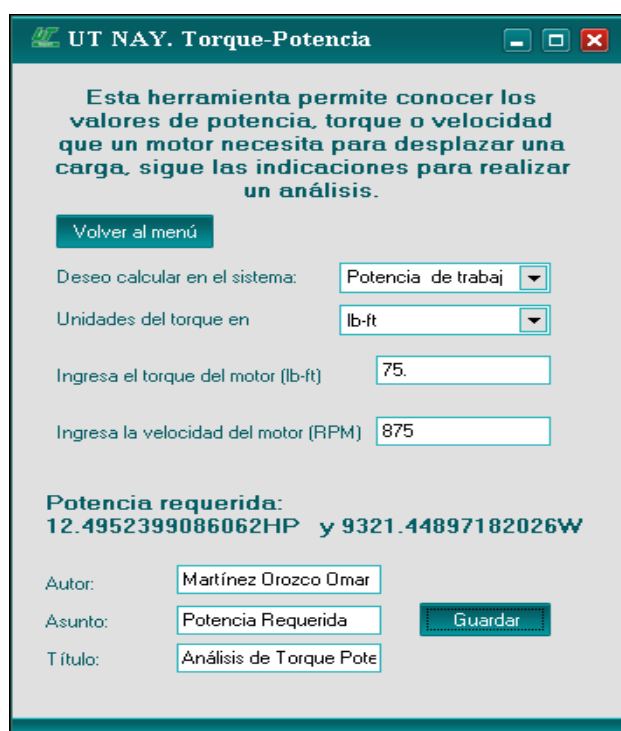
Magnitud	Unidades	
Potencia	Watts	HP
Torque	Lb-ft	Nm
F	RPM	RAD/s

**Tabla 1** Unidades de medida utilizadas en el análisis de torque potencia

Fuente: *Elaboración propia*

El análisis de torque-potencia permite al usuario conocer los valores de potencia, torque o velocidad que un motor necesita para desplazar una carga según se le indique al software, también posibilita al usuario trabajar con las unidades de medida mencionadas en la tabla 1, de este modo, le permite realizar el análisis de una forma más sencilla, ya que no será necesario que el usuario convierta de una unidad de medida a otra. Una vez llenados los campos solicitados para completar el análisis, los resultados se mostrarán en la parte inferior del programa, representados en dos diferentes unidades de medida para la comodidad del usuario.

Haciendo uso de esta herramienta se toma el siguiente caso: Un motor está ejerciendo 75 lb-ft de torque desplazando una carga a una velocidad de 875 RPM, Se quiere calcular la potencia requerida del motor bajo estas condiciones. La figura 5 muestra cómo calcular la potencia por medio del software habiendo llenado los campos adecuados.



**Figura 6** Cálculo de potencia requerida mediante el análisis de torque potencia

Fuente: *Elaboración propia*

### Análisis de Desplazamiento

En los sistemas de transmisión, es requerido conocer el desplazamiento que recorrerá un rodillo, cilindro o eje con respecto al tiempo para estimar en donde se encontrará un objeto en determinado momento, con el fin de comprenderlo, este se expresará en velocidad (mts/min) y la ecuación para realizar esta operación es la siguiente:

$$Velocidad = F \times P \tag{3}$$

Siendo:

- Velocidad: longitud recorrida por el cilindro sobre el tiempo transcurrido (mts/min)
- F: Las revoluciones del rodillo (RPM)
- P: Perímetro del rodillo (mts)

El Análisis de Desplazamiento permite, además, calcular la velocidad del cilindro o su longitud de diámetro requeridos en una transmisión para obtener el desplazamiento deseado. Las unidades de medida con las cuales el usuario puede trabajar para calcular estas magnitudes se encuentran en la tabla 2

Magnitud	Unidades	
Velocidad	mts/m	cm/min
F	RPM	RAD/seg
P	mm	pg

**Tabla 2** Unidades de medida utilizadas en el análisis de desplazamiento

Fuente: *Elaboración propia*

Haciendo uso de esta herramienta, se plantea lo siguiente: Se desea saber la distancia que recorrerá una banda transportadora en un minuto, la cual está acoplada a rodillos de 3 pulgadas, se sabe que su velocidad es de 755.9757 RPM. A continuación, se muestra en la figura 6 el análisis planteado anteriormente con sus respectivos resultados.

**Figura 7** Cálculo de desplazamiento de un rodillo mediante el análisis de desplazamiento

Fuente: *Elaboración propia*

## Metodología a desarrollar

El desarrollo del proyecto ha surgido de la necesidad de estudiar y comprender diferentes variables que involucran las relaciones de transmisión y como es que interactúan entre sí en un sistema mecánico. El principal objetivo del software fue mejorar la comprensión de quienes estudian o hacen uso de mecanismos, como son estudiantes de ingeniería y ciertos sectores del ámbito laboral, desarrollando una herramienta de uso libre que permita al usuario calcular de manera rápida y eficaz diversas soluciones ideales para relaciones de transmisión por correa, rueda dentada, potencia, torque, revoluciones por minuto y velocidad.

A través de clases y con ayuda de docencia se definieron los principales temas que el software debía cubrir y las respectivas variables involucradas en un sistema. Para el cálculo de relaciones de transmisión por correa o rueda dentada es siempre importante cuidar la velocidad con la que se desea trabajar, para ello se han creado ecuaciones que describen su comportamiento. La velocidad lineal es igual en cualquiera de sus puntos y que el producto de la multiplicación del diámetro conductor por su velocidad, es siempre igual al diámetro conducido por su velocidad, de la misma manera el número de dientes de la rueda dentada, siendo entonces:

$$D1 \times N1 = D2 \times N2 \quad (4)$$

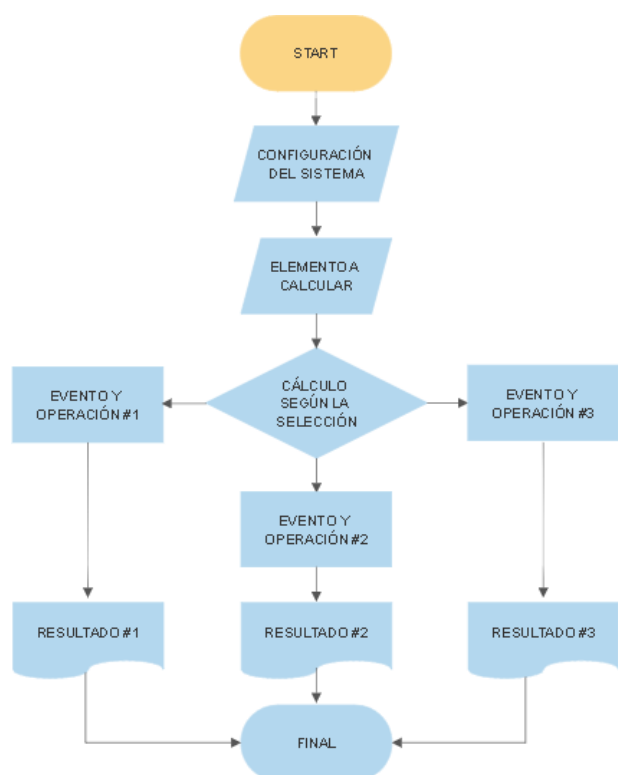
De esta manera se logra obtener el despeje correspondiente a la ecuación 1.

Se encontró que, una vez calculada la velocidad de la transmisión por el análisis anterior, ésta se podía utilizar para obtener nuevos cálculos, como es el torque y potencia requeridos, un tema siempre indispensable en los sistemas mecánicos, y que, de no satisfacer las necesidades demandadas por el sistema, este podría ser sometido a sobreesfuerzos o calentamientos, causando graves daños al motor y posiblemente factores externos.

Como último tema, se consideró importante de una transmisión el desplazamiento de los objetos en determinado momento, para el cálculo de velocidad de rodillos, se debe comprender que esta depende de la frecuencia (las revoluciones por minuto) y la longitud que abarca el cuerpo del rodillo (perímetro), a menor perímetro del rodillo, menor longitud abarcará por cada revolución, la unidad de tiempo esclarece la longitud desplazada en determinado instante, de esta manera se logra comprender la ecuación 3, los demás parámetros son resultado de los despejes pertinentes.

Haciendo uso de las ecuaciones expresadas previamente, se recopiló y organizó la información, realizando diversos ejercicios para lograr comprender el comportamiento de las variables una con respecto a otra, de esta manera, tomar los coeficientes más importantes, esto con la finalidad de exponerlas visualmente para una mejor comprensión del usuario.

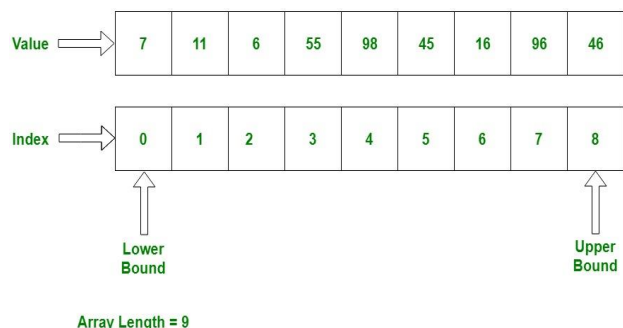
Para el desarrollo del software se crearon primeramente plantillas y diagramas de flujo las cuales nos permitirían conocer de primera instancia el aspecto del programa y la manera en la que el usuario interactuara sobre él, asimismo, se logró conocer la forma en la que se programarían los eventos desencadenados por las acciones del usuario, ya sea ocultando, mostrando o adaptando objetos y etiquetas de la programación.



**Figura 8** Diagrama de flujo representando diferentes eventos y operaciones del programa

Fuente: <https://cloud.smartdraw.com/>

Para la lectura de datos introducidos por el usuario, según lo acordado en las paltillas, la cantidad de campos utilizados debían ser los mínimos para lograr un desempeño intuitivo, por lo que se decidió hacer uso de una herramienta de matrices o “Arrays” si así se requiere, la cual mediante una sola variable permite almacenar distintos datos con respecto al índice tomado en la ejecución del programa, su longitud de datos, siempre sería determinada por el usuario, mientras que la operación realizada depende de las indicaciones del usuario y la cantidad de datos almacenados, esto por otra parte permite que el usuario no esté limitado por el espacio de distintos campos y habilita el cálculo de indeterminados procesos.



**Figura 9** Ejemplo de valores, índice y longitud de un “Array”

Fuente: <https://www.geeksforgeeks.org/c-sharp-arrays/>

Una vez definido los procesos y la interfaz adecuada del programa, a través de distintas “Forms” se seccionó la información recopilada, cada botón vincula un proceso diferente tal como se muestra en el diagrama 1. Finalmente, el programa fue sometido a diferentes ejercicios para comprobar la veracidad de sus resultados.

## Resultados

Los resultados fueron satisfactorios y precisos con respecto a lo esperado, los objetivos han sido cubiertos, se realizó la aplicación a un grupo de estudiantes y profesores, la interfaz ha sido de agrado para ellos, además se ha logrado manipular de forma intuitiva, no se presentó la necesidad de consultar fuentes externas, ya que cuenta con lo necesario para ello. La aplicación del software de igual manera ha demostrado que el uso de este programa les ha permitido comprender de una manera sencilla los sistemas mecánicos. Se encontró que, el usuario al modificar las características de un sistema en tiempo real, y apreciar visualmente las variaciones del resultado, ha facilitado el proceso de enseñanza y comprensión para este ámbito en particular, cabe mencionar que el guardar las consultas les ha parecido una herramienta muy útil. Probando que este software es una herramienta útil y competente, capaz de facilitar la labor pedagógica y optimizar tiempos en los análisis de sistemas mecánicos.

## Agradecimiento

Se agradece a las autoridades académicas y profesores de la Universidad Tecnológica del estado de Nayarit, quienes estuvieron presentes para el desarrollo del proyecto, facilitando los medios para su publicación.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos en la aplicación del software a estudiantes, permitió identificar áreas de oportunidad en el desempeño del programa, se ha sugerido añadir indicadores extras en las animaciones, que además tomen valores correspondientes a lo introducido, con respecto al desempeño del software, se ha encontrado que la resolución de las imágenes debe ser reducida, esto debido a que las animaciones elevan el consumo de memoria utilizadas por el ordenador, causando ralentizaciones o sobreesfuerzos.

Estas consideraciones serán tomadas en cuenta para la mejora continua. Se puede mencionar adicionalmente que el proyecto aún será perfeccionado, la concentración de datos en el documento PDF tendrá una plantilla que se adapte a la cantidad de datos vaciado y al tipo de análisis que se haya hecho para el caso en particular. Además, se incorporarán nuevas animaciones y unidades de medida en los análisis para una mejor comprensión y comodidad del usuario. Cabe mencionar que se añadirán nuevos análisis y métodos para calcular los ya existentes, igualmente se incorporará un asistente en cada una de los análisis si este es factible, con el objeto de que usuarios inexpertos noten las variaciones de un sistema cuando características mecánicas sean modificadas.

Por otro lado, acerca del desarrollo del software se ha concluido que el uso de un boceto previo para el entorno del programa es muy importante para evitar confusiones y pérdidas de tiempo, asimismo, la recolección anticipada de información permite abrir un panorama más amplio de las funciones y leyendas con las cuales el programa contará.

## Referencias

10 ejemplos de software libre ideales para el salón de clases: UNIVERSIA México. (28 de 8 de 2019). Obtenido de UNIVERSIA México: <https://noticias.universia.net.mx/en-portada/noticia/2014/11/21/1115464/10-ejemplos-software-libre-ideales-salon-clases.html>

ANÁLISIS MECATRONICO: VIVO PARA TRANSFORMAR VIDAS. (s.f.). Obtenido de VIVO PARA TRANSFORMAR VIDAS: [https://cesarruiz.webnode.com.co/\\_files/200000096-aa626ac2cd/TransmisionPorEngranajes.pdf](https://cesarruiz.webnode.com.co/_files/200000096-aa626ac2cd/TransmisionPorEngranajes.pdf)

Fajardo, B. (21 de Abril de 2010). APRENDAMOS TECNOLOGÍA. Obtenido de <https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2010/04/elementos-de-maquinas-y-sistemas.pdf>

García, J. C. (2012). Repositorio Institucional UMSA. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/15454/EG-1080-%20Flores%20Garc%3%a da%2c%20Juan%20Carlos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

México, U. (Enero de 2019). Obtenido de Universia México: <https://noticias.universia.net.mx/en-portada/noticia/2014/11/21/1115464/10-programas-software-libre-ideales-salon-clases.html>

Novoa, V. D. (2 de 7 de 2013). Uso del software educativo en el proceso de enseñanza y aprendizaje: gestiopolis. Obtenido de gestiopolis: <https://www.gestiopolis.com/uso-del-software-educativo-en-el-proceso-de-ensenanza-y-aprendizaje/>

Santos, M. G. (1 de 4 de 2018). Potencia mecánica: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Obtenido de Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo: [https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P\\_Presentaciones/prepa2/2018/Potencia\\_mecanica.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/prepa2/2018/Potencia_mecanica.pdf)

Valcarce, A. (2014). Obtenido de [http://www.astro.puc.cl/~avalcarc/FIS109A/16\\_Torque.pdf](http://www.astro.puc.cl/~avalcarc/FIS109A/16_Torque.pdf)