

DESARROLLO DE HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN EN MAPLE Y SIMULINK PARA LA UDA DE VIBRACIONES MECÁNICAS

Almanza Montoya Fermín (1), Rico Martínez José María (2)

1 [Lic. En Ingeniería Mecánica, Dpto. de Ingeniería Mecánica, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca Universidad de Guanajuato] | [f.almanzamontoya@ugto.mx]

2 [Dpto. de Ingeniería Mecánica, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [jrico@ugto.mx]

Resumen

En el presente trabajo se presenta un conjunto de prácticas computacionales realizadas en Matlab-Simulink, con detalladas instrucciones, que simulan el comportamiento de sistemas vibratorios de diferente grado de complejidad. El objetivo de este conjunto de prácticas es acompañar el curso teórico de Vibraciones Mecánicas y permitir que el estudiante pueda verificar, aun cuando sea de manera computacional, los resultados teóricos obtenidos durante las presentaciones de la unidad de aprendizaje de Vibraciones Mecánicas.

Abstract

This present work presents a set of computational exercises written using de program Matlab-Simulink, which contain profuse instructions. These computational exercises simulate the behavior of vibratory systems with different complexity degree. The objective of this set of exercises is to accompany the theoretical course on Mechanical Vibrations and allow the student to verify, even at the computational level, the theoretical results obtained during the presentations of the unit of learning of Mechanical Vibrations.

Palabras clave

Vibraciones mecánicas 1; Practicas computacionales 2; Matlab-Simulink 3; Aprendizaje 4.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las vibraciones mecánicas tiene retos que, probablemente, pocas Unidades de Aprendizaje de las licenciaturas de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica presentan. Por un lado, es una Unidad de Aprendizaje terminal y, por lo tanto, requiere de conocimientos de un buen número de Unidades de Aprendizaje previas, entre ellas: Álgebra lineal, ecuaciones diferenciales, dinámica de la partícula y del cuerpo rígido, mecanismos y dinámica de maquinaria. Si en alguna de ellas el aprendizaje no ha sido el adecuado, el estudiante afrontará complicaciones inesperadas en el transcurso de esta unidad. Por otro lado, al ser una unidad terminal, es deseable que la unidad de aprendizaje incluya casos de aplicación y experiencia práctica en la medición de vibraciones en diferentes elementos de máquinas; desafortunadamente, esta unidad de aprendizaje no incluye prácticas de laboratorio que forman, paradójicamente, están incluidas en una Unidad de Aprendizaje de Laboratorio de Dinámica y Vibraciones que se ha ofrecido una única vez en los últimos veinte años.

Como una solución, necesariamente parcial y que, ambos autores, esperamos temporal, es el desarrollo prácticas computacionales, en el lenguaje Matlab-Simulink. Estas prácticas permitan a los estudiantes de la Unidad de Aprendizaje de Vibraciones Mecánicas y a su profesor, en las horas de acompañamiento que el modelo educativo de la Universidad de Guanajuato requiere pero que tampoco ha implementado, tener una aproximación necesariamente imperfecta de la praxis de las vibraciones mecánicas.

PRÁCTICAS COMPUTACIONALES

Las prácticas realizadas con el apoyo de Matlab-Simulink se listan a continuación:

1. Adición de movimientos armónicos. El fenómeno de golpeteo.
2. Análisis de funciones periódicas: Series de Fourier.
3. Adición de movimientos armónicos que actúan en diferentes direcciones. Las figuras de Lissajous.
4. Sistemas vibratorios de un grado de libertad sujetos a vibración libre no amortiguada.
5. Sistemas vibratorios de un grado de libertad sujetos a vibración libre amortiguada.
6. Sistemas vibratorios de un grado de libertad sujetos a vibración forzada, excitación armónica.
7. Sistemas vibratorios de un grado de libertad sujetos a vibración forzada, resonancia.
8. Sistemas vibratorios de un grado de libertad sujetos a vibración forzada: Excitación periódica no armónica.
9. Sistemas vibratorios de un grado de libertad no lineales o lineales sujetos a vibración transitoria.
10. Sistemas vibratorios de dos grados de libertad sujetos a vibración libre.
11. Sistema vibratorio de dos grados de libertad sujetos a vibración forzada.
12. Aplicaciones de los sistemas vibratorios de dos grados de libertad: Absorber de vibraciones.

Cada una de las prácticas computacionales incluye el archivo Simulink necesario para llevar a cabo la práctica computacional, junto con una discusión de los resultados que se obtienen y su interpretación en términos de los conocimientos teóricos presentados durante las exposiciones de la Unidad de Aprendizaje.

ANÁLISIS DE LA PRÁCTICA DE SISTEMAS VIBRATORIOS DE UN GRADO DE LIBERTAD SUJETOS A VIBRACIÓN LIBRE AMORTIGUADA

En esta sección se abordará, con más detalle, la práctica de sistemas vibratorios de un grado de libertad sujetos a vibración libre amortiguada. El primer punto es definir claramente los objetivos que se buscan cumplir realizando esta práctica:

- Comprender el alcance y utilización de los programas Matlab y Simulink en su conjunto.
- Como modificar los parámetros de los programas previamente instalados, así mismo la obtención de las gráficas de los resultados.
- Mostrar algunas de las facilidades del programa Matlab-Simulink para resolver las ecuaciones diferenciales que aparecen en el estudio de las vibraciones mecánicas.
- Mostrar como verificar los resultados teóricos presentados en la Unidad de Aprendizaje con los obtenidos mediante la simulación.

Las suposiciones fundamentales para entender el significado de las simulaciones y su relación con los conocimientos teóricos son:

- El movimiento de la masa es de traslación rectilínea, en este caso, en la dirección vertical.
- La masa del sistema es constante y totalmente rígida.
- El resorte es lineal, de masa despreciable y no disipa energía.
- El amortiguador es lineal, sin masa y totalmente rígido. La primera tarea es obtener la ecuación diferencial que rige el comportamiento del sistema mostrado en la Figura 1.

La ecuación característica de la ecuación diferencial permite clasificar los sistemas vibratorios de un grado de libertad sujetos a vibración libre amortiguada.

1. Sistemas subamortiguados. Con una relación de amortiguamiento < 1 .
2. Sistemas críticamente amortiguados. Con una relación de amortiguamiento $= 1$.
3. Sistemas sobreamortiguados. Con una relación de amortiguamiento > 1 .

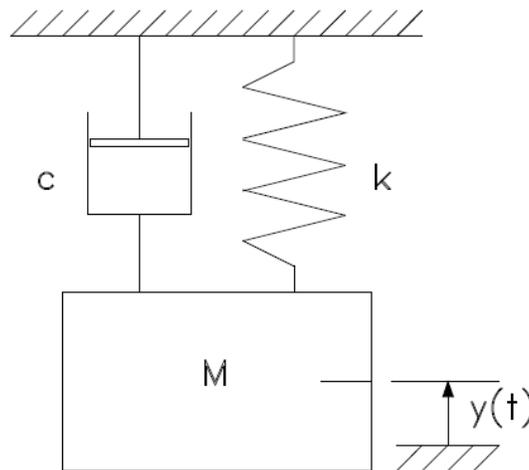


Figura 1. Sistema Vibratorio de un grado de libertad amortiguado

El programa Matlab-Simulink contiene tres diferentes programas que corresponden a cada uno de los diferentes tipos de sistemas vibratorios sujetos a vibración libre amortiguada. El usuario puede variar los

parámetros de los programas y el método numérico empleado para resolver la ecuación diferencial, incluyendo el tiempo de finalización y el tamaño de paso en los métodos de solución de paso fijo.

Las figuras 2, 3 y 4 muestran los resultados que se pueden obtener empleando los programas Matlab-Simulink para este tipo de sistemas vibratorios.

La figura 2 muestra el desplazamiento, como función del tiempo, de dos sistemas vibratorios uno sobreamortiguado y otro críticamente amortiguado. La gráfica de la figura 2 que se acerca más rápidamente al eje horizontal corresponde al sistema sobreamortiguado.

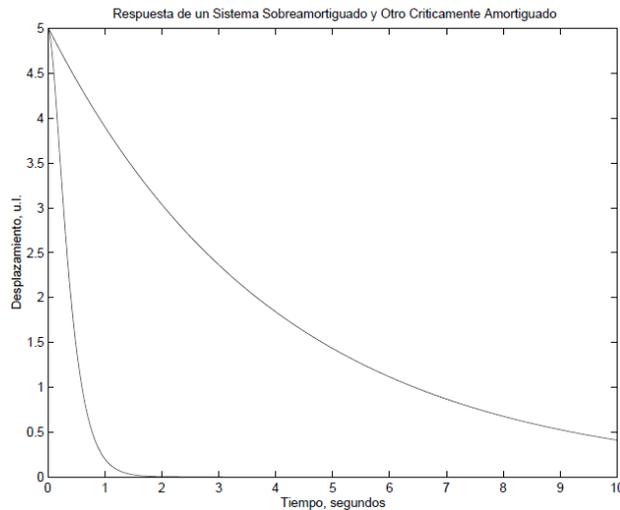


Figura 2. Desplazamiento versus tiempo en un sistema vibratorio sobreamortiguado y críticamente amortiguado

La figura 3 muestra el desplazamiento, como función del tiempo, de un sistema vibratorio subamortiguado.

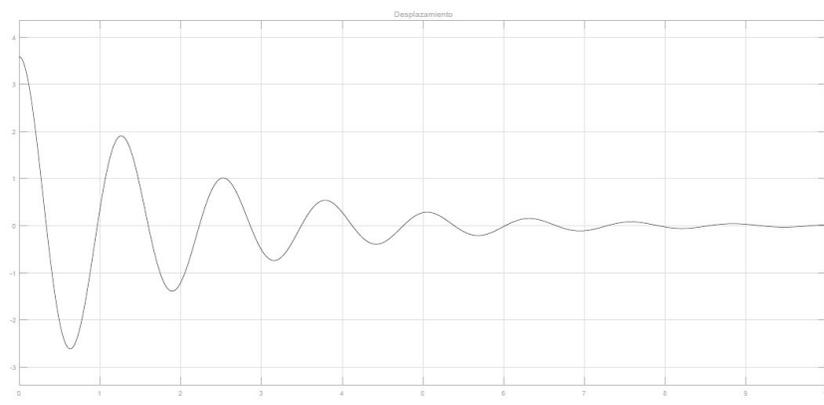


Figura 3. Desplazamiento versus tiempo en un sistema vibratorio subamortiguado

La figura 4 también corresponde a un sistema vibratorio subamortiguado y muestra la relación entre la velocidad y el desplazamiento del sistema, como es de esperarse, el amortiguamiento presente en el sistema reduce gradualmente la energía del sistema y la gráfica tiene la forma de una espiral descendiente. Esta gráfica se le conoce como diagrama de fase y, en los años cincuenta del siglo pasado, constituyó el fundamento para el análisis gráfico de sistemas vibratorios no-lineales.

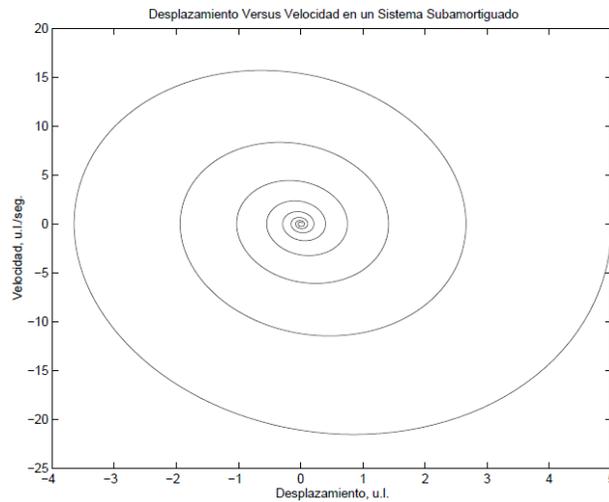


Figura 4. Desplazamiento versus velocidad en un sistema subamortiguado

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ejemplo mostrado en esta contribución, muestra la aplicación de las prácticas computacionales desarrolladas para su empleo en la Unidad de Aprendizaje de Vibraciones Mecánicas. A pesar de que los resultados presentados son únicamente gráficos, las herramientas de Matlab-Simlink permiten también realizar comparaciones numéricas.

CONCLUSIONES

El presente trabajo presentó un conjunto de prácticas computacionales escritas en Matlab-Simulink, que junto con instrucciones detalladas permiten al estudiante verificar, aun cuando sea de manera computacional, los resultados teóricos obtenidos durante las presentaciones de la Unidad de Vibraciones Mecánicas. El escenario ideal es que estas prácticas se llevaran a cabo durante las horas de acompañamiento que el nuevo modelo educativo de la Universidad de Guanajuato adoptó. Sin embargo, mientras se resuelven las muchas inconsistencias del modelo, los estudiantes pueden llevarlas a cabo sin el acompañamiento del profesor.

REFERENCIAS

- [1] Rao, S. (2012), Vibraciones Mecánicas, quinta edición, Ciudad de México: Pearson.
- [2] De Silva, C. W. (2007), Vibración Damping, Control and Design, Boca Raton: Taylor and Francis.