

Avances en aislamiento de vibración por impacto usando rigidez no lineal

Advances in Shock Vibration Isolation Using Nonlinear Stiffness

Ledezma-Ramirez Diego Francisco

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Universidad Autónoma de Nuevo León

Correo: diego.ledezma@uanl.edu.mx

Información del artículo: recibido: marzo de 2014, aceptado: mayo de 2014

Resumen

El desarrollo de estrategias de control y aislamiento de vibraciones mecánicas inducidas por impacto ha experimentado un reciente interés, debido al incremento en la demanda de aislamientos vibratorios más eficaces en ambientes extremos. Es en este tipo de ambientes donde los impactos son comunes, por ejemplo, aplicaciones militares, navales, en donde fenómenos como explosiones y choques son usuales. Este trabajo presenta los avances más importantes en el área, considerando enfoques de control de vibraciones basados en elementos no lineales. Se presentan las tendencias más novedosas que pueden dar al investigador en el área ideas sobre trabajo a futuro en el campo del aislamiento de vibraciones por impacto y se propone un modelo de aislamiento con base en la rigidez no lineal, demostrando teórica y experimentalmente su factibilidad en la reducción de aceleración máxima de sistemas sometidos a impacto.

Abstract

The development of control and isolation strategies for shock induced vibration has experienced a recent interest due to the increasing demand in improved isolation requirements for sensitive equipment subjected to harsh environments. Shock vibration is a common problem that is present in many situations, such as ground motions, blast, explosions, crash, impact, etc. This paper reviews the fundamentals of shock isolation theory, and presents a literature survey of the most important works developed in the field, focusing on non linear shock isolation systems exploring theoretical and experimental results, focusing on recent advances. A model for a shock isolation system based on nonlinear stiffness is proposed, showing theoretically and experimentally its feasibility in the reduction of maximum transmitted acceleration in impact subjected systems.

Descriptores:

- aislamiento de vibraciones
- impacto
- aislamiento no lineal

Keywords:

- vibration isolation
- impact
- nonlinear isolation

Introducción

El término “vibración transitoria” se refiere a una excitación temporal en un sistema mecánico. Los impactos y choques son casos típicos de excitaciones que pueden inducir vibración transitoria no periódica y que normalmente se caracterizan por su aplicación repentina, tener una alta severidad y ser de corta duración. Impactos causados por diferentes fuentes se encuentran normalmente en la vida cotidiana, por ejemplo aquellos causados por prensas, troqueladoras, caída libre de objetos, automóviles pasando por topes, etcétera.

Este tipo de vibraciones suelen ser bastante dañinas en muchos aspectos, principalmente por su naturaleza no periódica y porque suelen estar involucrados altos niveles de aceleración y grandes deformaciones, que hacen que su control y aislamiento efectivo se vuelvan complicados. Esto puede causar daños a equipos sensibles al exceder niveles permisibles de esfuerzos y deformaciones.

De manera general, el objetivo del aislante vibratorio es reducir las fuerzas y desplazamientos transmitidos de una fuente al receptor, normalmente con un aislante elástico que se idealiza como la combinación de un elemento elástico lineal y un elemento amortiguante viscoso. Cuando las propiedades físicas del aislante permanecen constantes, se dice que el aislante es pasivo (Mead, 1999). Este tipo de aislante casi siempre es económico y eficiente para ciertos escenarios, pero puede no ser óptimo en ciertos casos, como en excitaciones vibratorias altamente impredecibles o cambiantes. Cuando las propiedades del aislante pueden ser alteradas en tiempo real, o según el tipo de excitación, se le llama control activo de vibraciones (Harris y Crede, 1996). Estos medios de control pueden ser más eficaces, pero normalmente son más caros, al requerir sistemas de control, sensores y actuadores.

Fundamentos de aislamiento de impactos

El enfoque más común es considerar un sistema MKC (masa-rigidez-amortiguador) de un grado de libertad. En dicho sistema, la masa puede representar una fuente de vibraciones, o bien, el elemento a proteger de vibraciones externas y se analiza con base en su dinámica e interacción con el conjunto rigidez-amortiguador que, a su vez, representa el medio aislante. Este sistema aislante tiene como objetivo absorber la energía proveniente del impacto en forma de deformación y disiparla posteriormente. Para modelar matemáticamente la respuesta de impacto, se considera que el sistema tiene

una entrada o excitación de tipo impulsiva, representada por una función de duración finita, por ejemplo, un pulso rectangular, medio ciclo de la función seno, etcétera. Con esto se puede aplicar un método de solución del modelo matemático del sistema y encontrar la respuesta de impacto. Debido a que existen diferentes posibilidades en cuanto a las relaciones entrada-salida del sistema, por ejemplo, la entrada puede ser una fuerza, un desplazamiento o aceleración impulsivos y la salida puede ser un desplazamiento absoluto o relativo, o bien, una aceleración. El modelo matemático del sistema se define por la ecuación 1 como

$$\ddot{v} + \omega_n^2 v = \xi(t) \quad (1)$$

Así, la ecuación se representa de manera genérica donde la respuesta del sistema está dada por v , y ξ representa la entrada o excitación, donde ambas son funciones del tiempo. La respuesta de impacto del sistema depende principalmente de la duración de la excitación impulsiva τ , concretamente de su relación con el periodo natural del sistema T , es decir, τ/T , y de la forma del pulso aplicado. Para el caso de un sistema sujeto a impacto, la respuesta se divide en dos etapas, vibración forzada durante el pulso y vibración residual a la frecuencia natural del sistema una vez que el impacto ha terminado. Se define la respuesta máxima x como la máxima respuesta que ocurre en cualquier instante (puede ocurrir durante o después del impacto), la respuesta residual que ocurre después del impacto y la respuesta relativa, que es la diferencia entre la amplitud de entrada y salida. Esta última respuesta es de gran importancia, ya que representa la deformación en el elemento elástico y se relaciona con el espacio disponible para el aislante. Los parámetros que se usan para evaluar la severidad del impacto suelen ser la máxima aceleración transmitida y el máximo desplazamiento relativo, relacionados con las fuerzas y deformaciones, respectivamente (Snowdon, 1968; Lallanne, 2002).

La gráfica de respuesta al impacto en función de la razón de periodos τ/T se conoce como *espectro de respuesta de impacto* (SRS, *shock response spectra*). Según la razón de los periodos, es decir, la duración relativa del impacto, se definen diferentes zonas en el SRS. Cuando la excitación es de muy corta duración con respecto al periodo natural, es decir $\tau/T > 0.25$, se dice que el impacto es impulsivo y la respuesta del sistema es menor que la amplitud de entrada, esto es, el sistema aislante efectivamente disminuye la transmisión de vibración.

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/274836>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/274836>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)