



Title: Diseño de un absorbedor pasivo para vibraciones mecánicas con excitación en la base

Authors: VÁZQUEZ-GONZÁLEZ, Benjamín, JIMÉNEZ-RABIELA, Homero, RAMÍREZ-CRUZ, José Luis and QUINTANA-DÍAZ, María Berenice Guadalupe

Editorial label ECORFAN: 607-8695

BCIERMMI Control Number: 2021-01

BCIERMMI Classification (2021): 271021-0001

Pages: 15

RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.

143 – 50 Itzopan Street

La Florida, Ecatepec Municipality

Mexico State, 55120 Zipcode

Phone: +52 1 55 6159 2296

Skype: ecorfan-mexico.s.c.

E-mail: contacto@ecorfan.org

Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

Introducción

Metodología

Resultados

Conclusiones

Referencias

Introducción

Frham reporta en su patente (US989958A) la interacción o acoplamientos que ocurren entre cuerpos que desarrollan movimiento vibratorio.

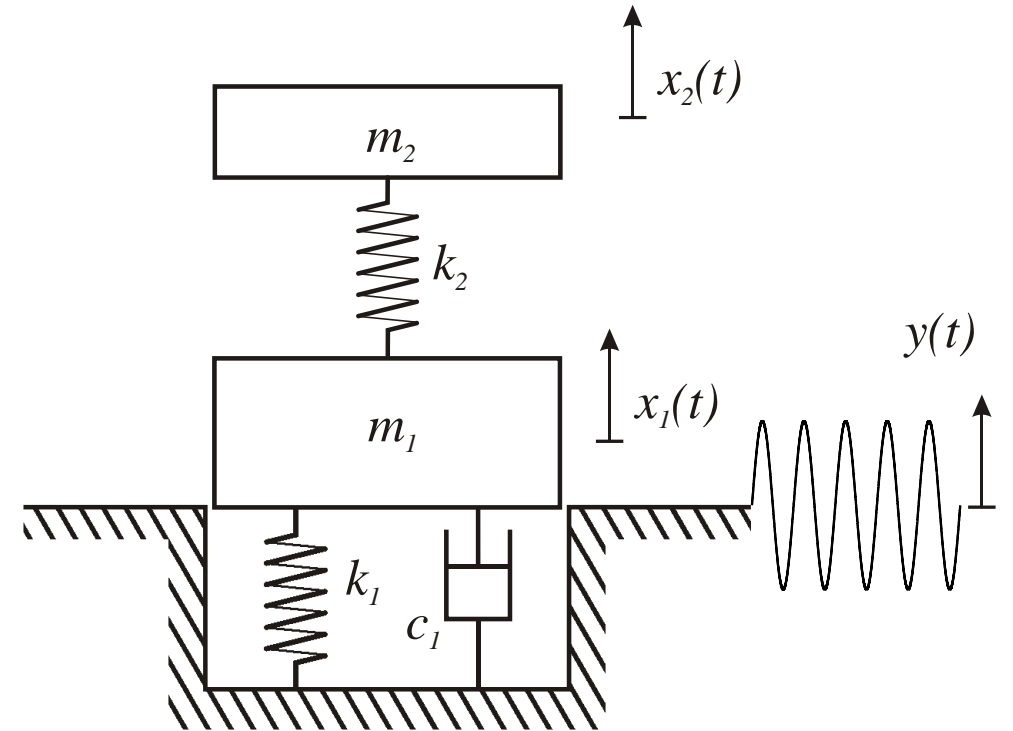
Den Hartog establece a un absorbedor de vibraciones dinámico, como aquel dispositivo representado por dos cuerpos acoplados por medio de elementos elásticos.

A partir del absorbedor de vibraciones no amortiguado, se incluye amortiguamiento con la intención de extender el ancho de banda de atenuación o de absorción, por lo que se desarrollan nuevas técnicas que resultan en la obtención de parámetros óptimos.

En el análisis desarrollado en este trabajo se determina que, si se elige el valor de la constante elástica del sistema en conjunto, entonces se puede regular la amplitud del movimiento del absorbedor, así como el transitorio del sistema primario.

Metodología

En este trabajo se estudia el problema de determinar los parámetros óptimos en el sentido de reducir de manera ideal la amplitud del sistema primario, con excitación por transmisibilidad por medio de un absorbedor sin amortiguamiento viscoso.



El modelo dinámico del sistema se representa por el siguiente sistema de ecuaciones diferenciales lineales:

$$m_1 \ddot{x}_1 + k_1 x_1 + c_1 \dot{x}_1 - k_2 x_1 - k_2 x_2 + c_2 \dot{x}_1 - c_2 \dot{x}_2 = k_1 Y \text{sen}(\omega t) + c_1 \omega Y \text{cos}(\omega t)$$

$$m_2 \ddot{x}_2 + k_2 x_2 - k_2 x_1 + c_2 \dot{x}_2 - c_2 \dot{x}_1 = 0$$

Para éste sistema se han propuesto las siguientes soluciones:

$$x_1(t) = X_{11} \text{sen}(\omega t) + X_{12} \text{cos}(\omega t)$$

$$x_2(t) = X_{21} \text{sen}(\omega t) + X_{22} \text{cos}(\omega t)$$

El resultado de derivar y sustituir las soluciones propuestas en las dos ecuaciones diferenciales acopladas, lleva a construir el siguiente sistema de ecuaciones lineales de 4 x 4.

$$\begin{bmatrix} k_1 + k_2 - \omega^2 m_1 - \omega^2 m_1 - \omega c_1 & -k_2 & 0 \\ -\omega c_1 & k_1 + k_2 & 0 \\ -k_2 & 0 & k_2 - \omega^2 m_2 \\ 0 & -k_2 & -\omega^2 m_2 & k_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{11} \\ X_{12} \\ X_{21} \\ X_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_1 Y \\ \omega c_1 Y \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Las soluciones son las siguientes:

$$X_{11} = (c_1 m_1 m_2^2 \omega^7 + \omega^6 c_1^2 m_2^2 + (k_1 k_2 m_2^2 + k_1^2 m_2^2) \omega^4 - (c_1 k_2^2 m_1 + c_1 k_2^2 m_2) \omega^3 - c_1^2 k_2^2 \omega^2 - k_1^2 k_2^2) Y / \Delta$$

$$X_{12} = (-c_1 m_1 m_2^2 \omega^7 + c_1 k_2 m_2^2 \omega^5 + k_1 k_2 m_2^2 \omega^2 + c_1 k_2^2 m_1 \omega^3) Y / \Delta$$

$$X_{21} = (c_1 k_2 m_1 m_2 \omega^5 - (c_1 k_2^2 m_2 + c_1 k_2^2 m_1) \omega^3 - c_1^2 k_2^2 \omega^2 - k_1^2 k_2^2) Y / \Delta$$

$$X_{22} = (-c_1 k_2 m_1 m_2 \omega^5 - c_1^2 k_2 m_2 \omega^4 + c_1 k_2^2 m_1 \omega^3 - (k_1 k_2^2 m_2 + k_2 k_1^2 m_2) \omega^2) Y / \Delta$$

donde,

$$\Delta = c_1 m_1 m_2^2 \omega^7 + (c_1^2 m_2^2 - k_1 m_1 m_2^2 - k_2 m_1 m_2^2) \omega^6 + (2k_1 k_2 m_2^2 + m_1 m_2 k_2^2 + k_1^2 m_2^2 + k_2^2 m_2^2) \omega^4 - \omega^3 c_1 m_1 k_2^2 + (k_1 m_1 k_2^2 - c_1^2 k_2^2) \omega^2 - k_1^2 k_2^2$$

Aunque las ecuaciones son de tipo lineal, su importancia radica en el contenido de la información dinámica implícita.

En la búsqueda de obtener las condiciones de máxima reducción de la amplitud de las oscilaciones del sistema primario, se proponen las siguientes condiciones:

$$X_{11} = X_{12} = 0$$

Éstas condiciones llevan al siguiente sistema de ecuaciones algebraico,

$$c_1 m_1 m_2^2 \omega^7 + c_1^2 m_2^2 \omega^6 + (k_1 k_2 m_2^2 + k_1^2 m_2^2) \omega^4 - (c_1 k_2^2 m_1 + c_1 k_2^2 m_2) \omega^3 - c_1^2 k_2^2 \omega^2 - k_1^2 k_2^2 = 0$$

$$-c_1 m_1 m_2^2 \omega^7 + c_1 k_2 m_2^2 \omega^5 + c_1 k_2^2 m_1 \omega^3 + k_1 k_2 m_2^2 \omega^2 = 0$$

$$k_2 = \omega^2 m_2$$

$$k_1 = \omega c_1$$

condición de sintonización por amortiguamiento

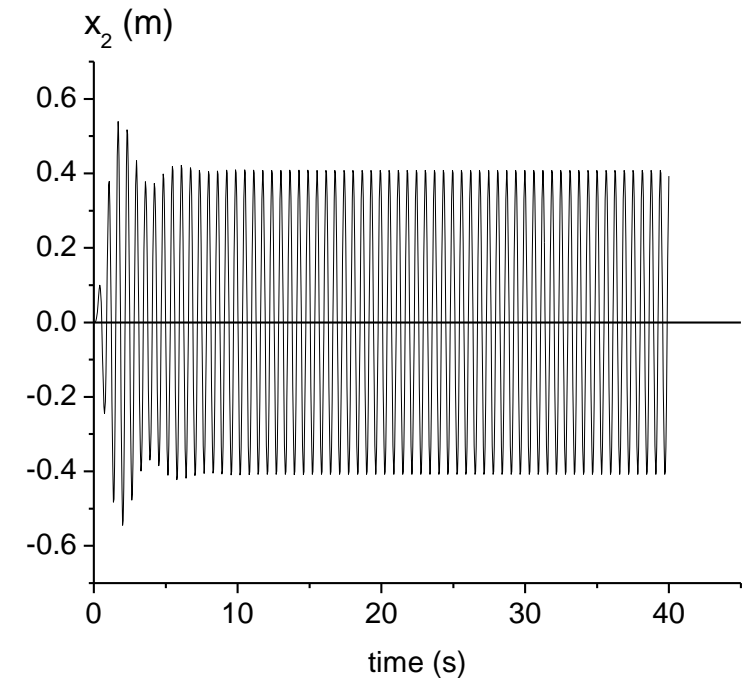
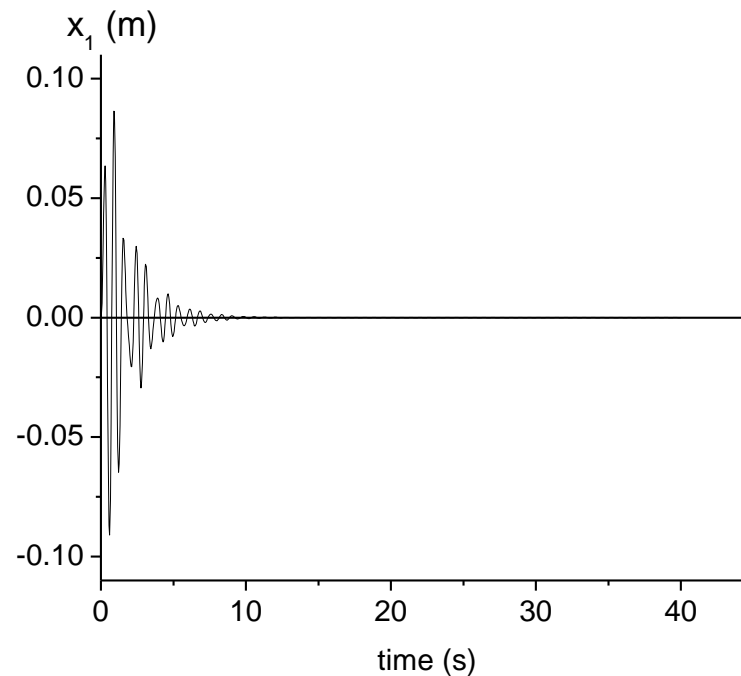
Resultados

Para visualizar el desempeño del absorbedor utilizando los parámetros óptimos anteriores, se han realizado las siguientes simulaciones numéricas, en varios experimentos:

Experimento No. 1 : No se cumple la condición de sintonización por amortiguamiento.

$m_1=4$ kg	$c_1=10$ Ns/m	$k_1=400$ N/m	$Y=0.05$ m
$m_2=0.5$ kg		$k_2=50$ N/m	$\omega=10$ rad/s

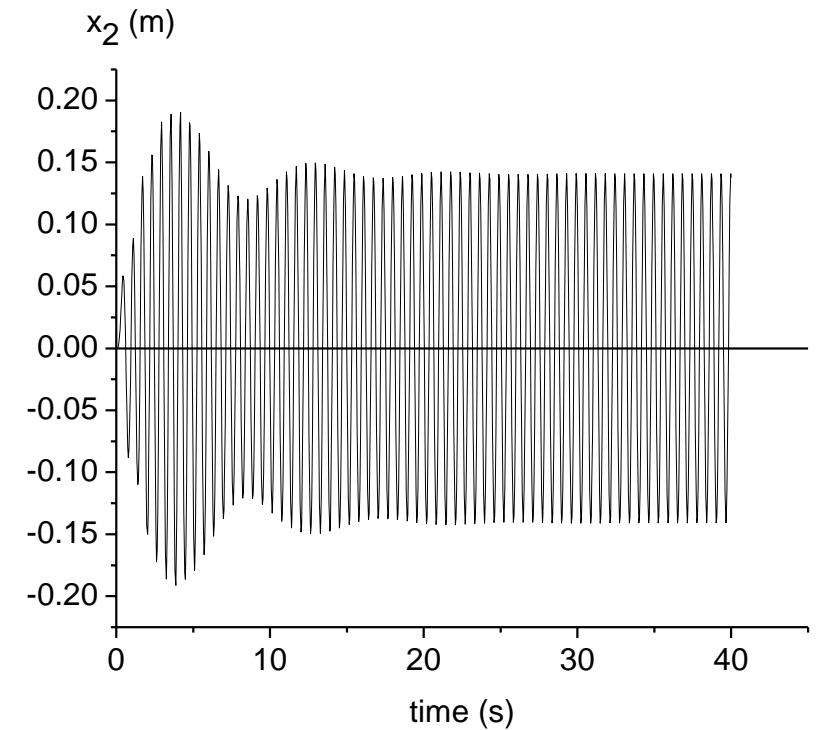
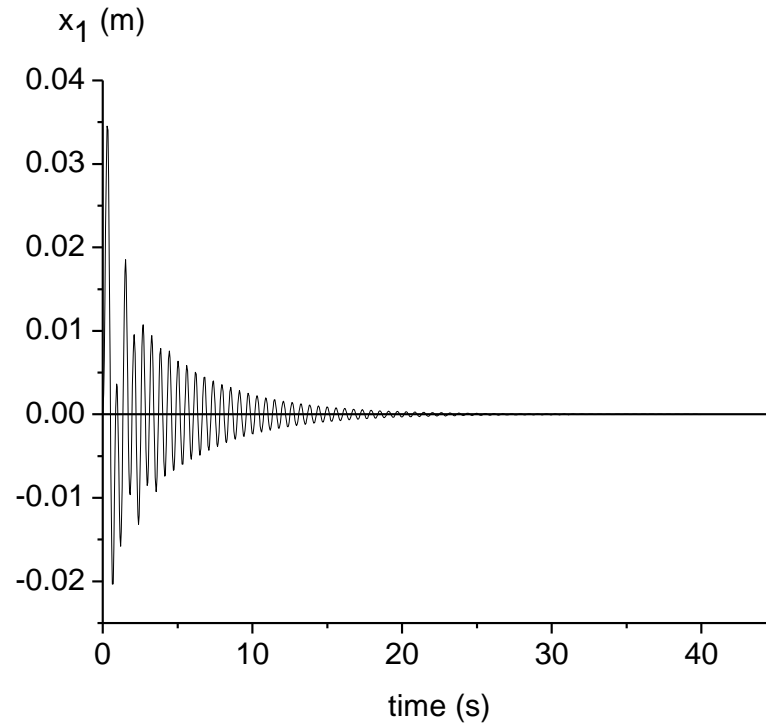
Tabla 1. *Parámetros del primer experimento.*



Experimento No. 2 : Se cumple la condición de sintonización por amortiguamiento.

$m_1=4$ kg	$c_1=10$ Ns/m	$k_1=100$ N/m	$Y=0.05$ m
$m_2=0.5$ kg		$k_2=50$ N/m	$\omega=10$ rad/s

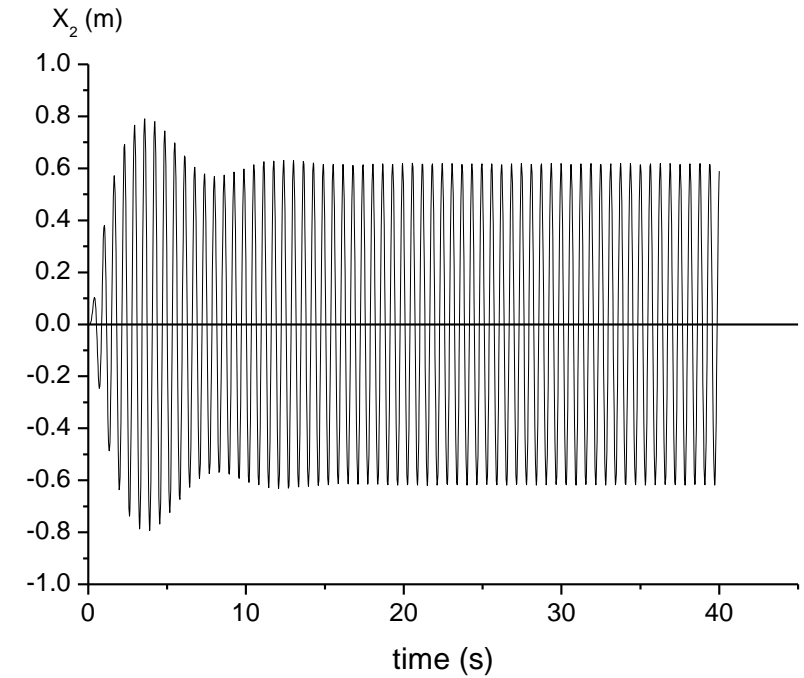
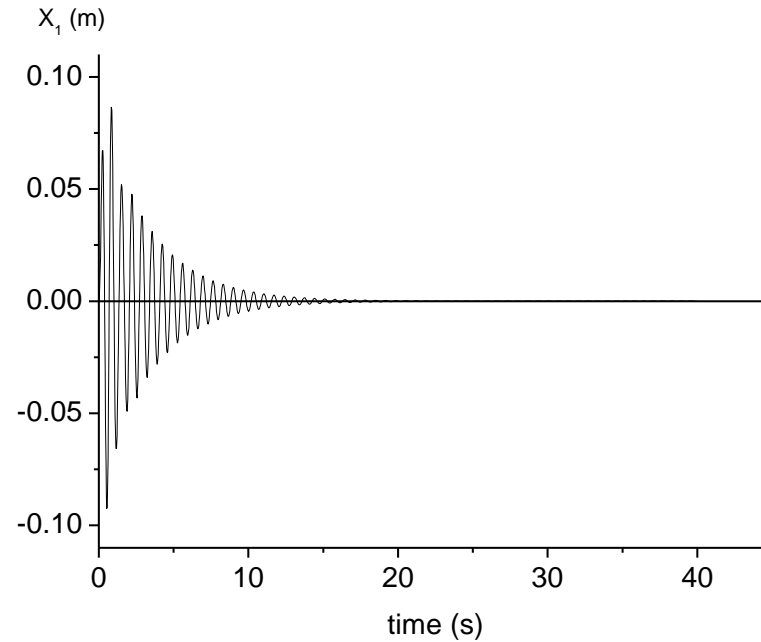
Tabla 2. *Parámetros del segundo experimento.*



Experimento No. 3 : No cumple la condición de sintonización por amortiguamiento.

$m_1=4$ kg	$c_1=15$ Ns/m	$k_1=600$ N/m	$\gamma=0.05$ m
$m_2=0.5$ kg		$k_2=50$ N/m	$\omega=10$ rad/s

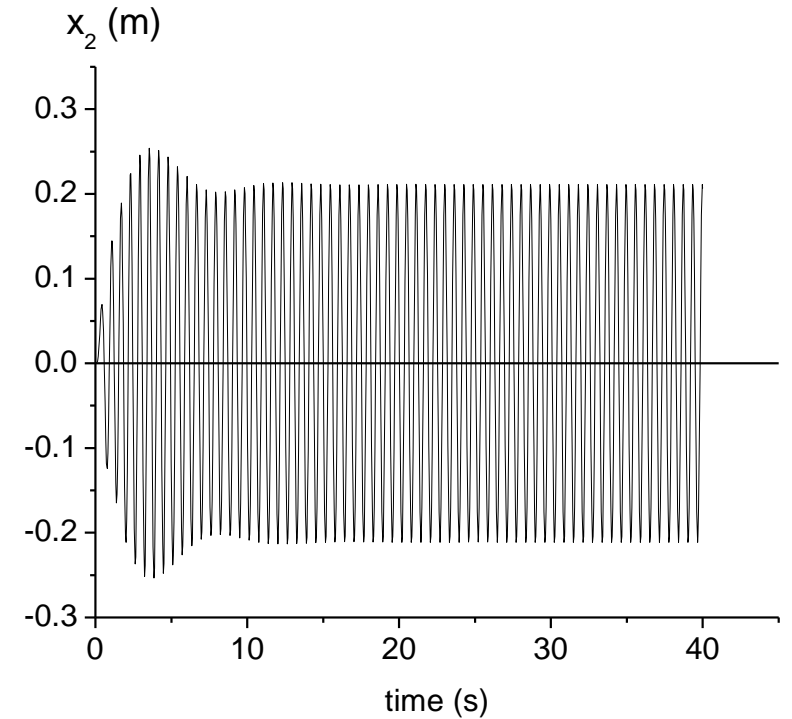
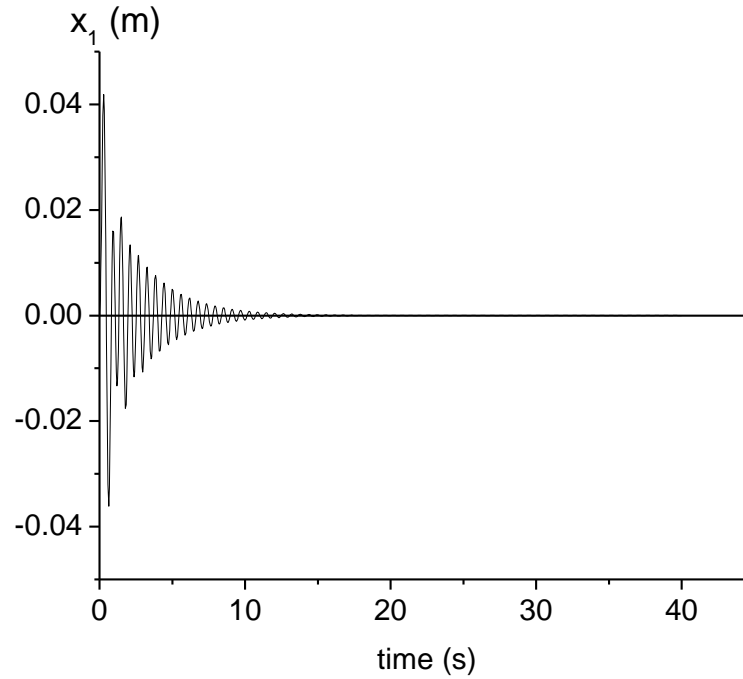
Tabla 3. *Parámetros del tercer experimento.*



Experimento No. 4 : Se cumple la condición de sintonización por amortiguamiento.

$m_1=4$ kg	$c_1=15$ Ns/m	$k_1=150$ N/m	$Y=0.05$ m
$m_2=0.5$ kg		$k_2=50$ N/m	$\omega=10$ rad/s

Tabla 4 *Parámetros del cuarto experimento.*



Conclusiones

En este trabajo se han desarrollado las ecuaciones para el caso en el que se presentan vibraciones en la base de un sistema mecánico.

El movimiento en la base incluye la presencia de amortiguamiento de tipo viscoso.

El absorbedor de vibraciones no incluye amortiguamiento de tipo viscoso, sólo incluye a una masa y un acoplamiento elástico.

Se ha sintonizado por medio del acoplamiento elástico al absorbedor con el sistema principal, de tal forma que se presenta el fenómeno de la absorción.

Se ha encontrado que bajo determinadas condiciones de sintonización del amortiguamiento, que está presente en la base, el efecto de éste logra transferirse al absorbedor, produciendo estado transitorio en ambas masas y la reducción de la amplitud del mismo absorbedor.

Referencias

H. Frahm, "Device for damping vibrations of bodies", US989958A, United States Patent 989, 958. Patented Apr. 18, 1911.1911.

Den Hartog J. P. Mechanical vibrations. Dover Publications Inc; 1985.

Ozer, M. B., and Royston, T. J., "Extending Den Hartog's Vibration Absorber Technique to Multi-Degree-of-Freedom Systems", ASME. J. Vib. Acoust. August 2005; 127(4): 341–350.

Puzyrov V, Awrejcewicz J. "On the optimum absorber parameters: revising the classical results". Journal of Theoretical and Applied Mechanics. 2017; 55(3):1081-1089.

Swayze, J. and Rivin, E., "Improvements in the Optimization of Dynamic Vibration Absorbers," SAE Technical Paper 971934, 1997.



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/booklets)