



Contribution ID : 33

Type : not specified

ESTUDIO, DESARROLLO Y APLICACIÓN DE LOS AMORTIGUADORES DE FRICCIÓN SECA

Datos obligatorios para el registro de artículos científicos

Autor Principal

Nombres: Frank

Apellidos: Zamora Atao

Correo electrónico: frankz0atao@gmail.com

Afiliación (Institución a la que pertenece): Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú

Dirección de Institución, incluyendo ciudad y país: Av. Independencia, Ayacucho, Perú

Teléfono:920029261

Coautor(es)

Autor Secundario 1

Nombres: Ñol Ivan

Apellidos: Juan de Dios Rojas

Correo electrónico personal: ivanjuandediosrojas@hotmail.com

Afiliación (Institución a la que pertenece): Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú

Dirección de Institución, incluyendo ciudad y país: Av. Independencia, Ayacucho, Perú

Celular:917726087

Autor Secundario 2

Nombres: Rogher Jesús

Apellidos: Navarro Aliaga

Correo electrónico personal: navarroaliaga123@hotmail.com

Afiliación (Institución a la que pertenece): Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú

Dirección de Institución, incluyendo ciudad y país: Av. Independencia, Ayacucho, Perú

Celular:999971026

Autor Secundario 3

Nombres: Joe Antony

Apellidos: Pillaca Rodríguez

Correo electrónico personal: capricornio_05_1@hotmail.com

Afiliación (Institución a la que pertenece): Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú

Dirección de Institución, incluyendo ciudad y país: Av. Independencia, Ayacucho, Perú

Celular:949129585

Autor Secundario 4

Nombres: Pamela Thalia

Apellidos: Pomacanchari Baldeón

Correo electrónico personal: thaliapb2497@gmail.com

Afiliación (Institución a la que pertenece): Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú

Dirección de Institución, incluyendo ciudad y país: Av. Independencia, Ayacucho, Perú

Teléfono:959906438

Autor Secundario 5

Nombres: Amilcar

Apellidos: Prado Yupanqui

Correo electrónico personal: darxzz1@gmail.com

Afiliación (Institución a la que pertenece): Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú

Dirección de Institución, incluyendo ciudad y país: Av. Independencia, Ayacucho, Perú

Celular:916496959

Autor Secundario 6

Nombres: Aldair Harlie

Apellidos: Rojas Fernández

Correo electrónico personal: aldairharlie@gmail.com

Afiliación (Institución a la que pertenece): Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú

Dirección de Institución, incluyendo ciudad y país: Av. Independencia, Ayacucho, Perú

Celular:9133397648

Autor Secundario 7

Nombres: Mirian Esther

Apellidos: Rojas Lozano

Correo electrónico personal:mirianesther.rojas2000@gmail.com

Afiliación (Institución a la que pertenece): Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú

Dirección de Institución, incluyendo ciudad y país: Av. Independencia, Ayacucho, Perú

Celular:965783694

Autor Secundario 8

Nombres: Jhac Harold

Apellidos: Taboada Valenzuela

Correo electrónico personal: Jharoldtv@gmail.com

Afiliación (Institución a la que pertenece): Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú

Dirección de Institución, incluyendo ciudad y país: Av. Independencia, Ayacucho, Perú

Celular:996667692

Autor Secundario 9

Nombres: Wendy

Apellidos: Villar Rojas

Correo electrónico personal: Wendyvillarrojas16170506@gmail.com

Afiliación (Institución a la que pertenece): Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú

Dirección de Institución, incluyendo ciudad y país: Av. Independencia, Ayacucho, Perú

Celular:986836689

Sugerencia de evaluadores para su artículo

Evaluador 1

Nombres y Apellidos: Dr. Rafael Salinas Basualdo

Correo electrónico: diresc_fic@uni.edu.pe

Afiliación (Institución a la que pertenece): Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú

Dirección de Institución, incluyendo ciudad y país: Av. Independencia, Ayacucho, Perú

ESTUDIO, DESARROLLO Y APLICACIÓN DE LOS AMORTIGUADORES DE FRICCIÓN SECA

STUDY, DEVELOPMENT AND APPLICATION OF DRY FRICTION SHOCK ABSORBERS

Frank Zamora-Atao¹, Nól Juan de Dios-Rojas², Rogher Navarro-Aliaga³, Joe Pillaca Rodríguez⁴, Pamela Pomacanchari-Baldeón⁵, Amilcar Prado-Yupanqui⁶, Aldair Rojas-Fernández⁷, Mirian Rojas-Lozano⁸, Jhac Taboada-Valenzuela⁹, Wendy Villar-Rojas¹⁰

Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú

Recibido (Received): 28/ 12 / 2019 Aceptado (Accepted):

RESUMEN

Las vibraciones provocadas por un sismo o terremoto, pueden producir daños o incluso fallas en las estructuras. Esto, es un grave problema con que tiene que lidiar el campo de la construcción. Por ello, para minimizar los efectos de los terremotos en las estructuras o edificios, se pueden utilizar sistemas de control. Es así que se propone la aplicación de elementos capaces de disipar grandes cantidades de energía, elementos, como son los amortiguadores por fricción seca, éste es un sistema de control pasivo, eso quiere decir que actúa sola frente

a un sismo, aplicada con el fin de impedir o reducir el desplazamiento de la estructura. Este artículo presenta un enfoque del desarrollo y aplicación de los amortiguadores de fricción seca en las estructuras o edificios, con mayor realce en la introducción y estudio de este disipador, abarcando tanto el comienzo de su investigación, como el estudio del diseño de éste. Así mismo, se muestra el continuo avance y mejoramiento de este amortiguador, ya que una de sus desventajas radica en la incertidumbre de evaluar el coeficiente cinético de fricción debido al uso y envejecimiento de los dispositivos, para ello se hacen uso de los métodos de solución de dominio de frecuencia y dominio de tiempo.

Palabras Clave: Amortiguadores de fricción seca, histéresis, disipador de energía.

ABSTRACT

Vibrations caused by an earthquake can cause damage or even failure of the structures. This is a serious problem that the construction field has to deal with. Therefore, to minimize the effects of earthquakes on structures or buildings, control systems can be used. Thus, it is proposed the application of elements capable of dissipating large amounts of energy, elements, such as dry friction dampers, this is a passive control system, that means that it acts alone against an earthquake, applied for the purpose to prevent or reduce the displacement of the structure. This article presents an approach to the development and application of dry friction dampers in structures or buildings, with greater emphasis on the introduction and study of this device, encompassing both the beginning of his research, and the study of its design. Likewise, the continuous progress and improvement of this shock absorber is shown, since one of its disadvantages lies in the uncertainty of evaluating the kinetic coefficient of friction due to the use and aging of the devices, for this purpose the use of the solution methods of frequency domain and time domain.

Keywords: dry friction dampers, hysteresis, energy dissipater.

- Corresponding author: frankz0atao@gmail.com

INTRODUCCION

Cuando viajamos a lugares fríos nuestro cuerpo automáticamente nos ordena frotar las manos una con la otra para generar calor, pero si analizamos este acto frecuente desde un punto de vista microscópico y físico, observaremos que las palmas no son del todo lisas, tenemos rugosidades minúsculas, cuando generamos una fuerza a la hora de friccionar las palmas, éstas generan una resistencia a dicha fuerza, llamaremos a este evento fuerzas de fricción. Ahora imaginemos aplicar este proceso a las estructuras, sucederá que, durante un sismo, se generará una fricción la cual servirá como disipador de energía y permitirá reducir el movimiento estructural.

Como bien sabemos, la construcción ha dado grandes saltos en la investigación y en este caso la dinámica estructural no es ajena, es por eso que se hicieron investigaciones con el fin de prevenir y así los movimientos sísmicos no afecten drásticamente a una estructura, para lo cual se diseñaron modelos llamados disipadores de energía que evitan daños en la construcción. Existen sistemas que se colocan y realizan su trabajo automáticamente al detectar movimiento, sin necesidad de energía externa, a estos los denominamos pasivos, por otro lado, existen también sistemas apodados activos los cuales se controlan mediante poderosos software y responden de acuerdo a las condiciones del movimiento y requieren de una gran cantidad de energía para su funcionamiento. Dentro de los sistemas pasivos se encuentran los disipadores por amortiguamiento de los cuales los más usados son el viscoso, por fricción y estructural.

Los sismos son un problema mundial y la función de los ingenieros es averiguar cómo combatir este hecho de la naturaleza, por esa razón, el artículo presentado dará a conocer los resultados logrados hasta la fecha sobre el método del sistema de control pasivo, en este caso se centrará en el amortiguador de fricción seca en estructuras.

Durante la investigación utilizamos una serie de trabajos realizados por personas expertas en el tema que abordaron tanto aspectos teóricos y experimentales.

SISTEMA DE AMORTIGUACIÓN

S. V. Dudchenko, "Damping of a seismically isolated building by dry -friction wedgeblocks", Journal of Mathematical Science, Nueva York (USA), 2001

El objetivo es describir el comportamiento y mostrar las ventajas de un edificio con aislamiento sísmico, equipado con amortiguadores cónicos de fricción en seco.

El artículo estudiado plantea un diseño especial de amortiguador, éste es un bloque de cuña de fricción seca, las características de este amortiguador es que posee una masa relativamente pequeña, aunque realiza las mismas funciones que uno pesado, es así que teniendo en cuenta que la frecuencia de vibraciones de una estructura motiva que este mismo entre en resonancia, la aplicación de dispositivos presentado, amortiguador cónico se fricción en seco o bloque de cuña, busca reducirlo y eliminarlo. Para ello debemos entender que un amortiguador con fricción seca variable es aquel cuerpo que descansa sobre un plano inclinado capaz de moverse hacia arriba por la influencia de una fuerza horizontal y deslizándose hacia abajo por la influencia de su peso.

Tras el análisis del esquema computacional y partir de las conclusiones obtenidas del ejemplo que presenta el artículo, podemos destacar que el uso de bloques de cuña para diferentes ángulos de deslizamiento, aumenta

en gran medida la tasa de disminución de la vibración. Mientras que para un amortiguador plano la amplitud de las vibraciones cambia insignificadamente.

Por lo tanto, en conclusión, analizando los resultados de las vibraciones se respalda la idea de usar un bloque de cuña, por lo que la extinción de vibraciones se puede mejorar variando el ángulo de inclinación de la superficie deslizante con amortiguadores de fricción en seco que tienen una baja masa.

Juan Andrés Oviedo, María del Pilar Duque, "Sistemas de control de respuesta sísmica en edificaciones", Revista EIA-SciELO, Colombia, 2006

Muestran como objetivo un plano panorámico de técnicas y aplicación de los amortiguadores.

Sabemos que las técnicas de control de respuesta sísmica, tratan o tienen como objetivo la disipación de la energía, pero la mayor parte se centra en la disipación de la energía por histéresis de la propia estructura, por el daño solo se centra en los dispositivos que se adiciona que son fáciles de identificarlos y poder reemplazarlos. A esto se le conoce como energía disipada por dispositivos adicionales. Otra manera de disminuir la disipación es el de aislamiento basal.

Las técnicas de control de respuesta sísmica se pueden clasificar según la forma como el sistema maneja la energía impuesta por el sismo, su absorción y disipación.

Los japoneses y estadounidenses utilizan dos nomenclaturas diferentes de clasificación de acuerdo con el mecanismo de funcionamiento. Los japoneses los clasifican en cuatro categorías: sistemas aislados en la base, sistemas de absorción de energía, sistemas de efecto de masa y sistemas de control activo.

Los estadounidenses plantean tres categorías: sistemas aislados, sistemas de disipación pasiva de energía y sistema de control activo. La diferencia entre las clasificaciones radica en que los estadounidenses incluyen los sistemas de efecto de masa dentro de los sistemas de control pasivo o activo de energía.

E. Contreras, D. Szwedowicz, J. Bedolla, "Disipador de energía de un elemento vibrante por fricción seca", Caos Conciencia, México, 2009

Se tiene como objetivo analizar un banco experimental para poder realizar pruebas de amortiguamiento de un sistema por fricción seca.

Las variables en el experimento son: frecuencia, fuerza de excitación, fuerza normal, materiales y geometrías en el nodo de contacto.

Se usaron tres diferentes materiales (acero, bronce y aluminio).

El banco experimental que presentaron consiste en la realización de un esquema que presenta dos vigas, la primera se trata de una viga vibrante (V1) que se encuentra empotrada y la segunda, de una viga articulada (V2), donde se realiza un proceso de interacción con las fuerzas de excitación (F_e), la fuerza normal (F_n), el par de contacto (C) entre las vigas y extensómetros de monitorio (SG). Las vigas utilizadas para la experimentación, fueron del material de acero, seleccionadas en función de su primera frecuencia natural, donde presentan sus máximos desplazamientos, éste permite determinar la histéresis, el cual, en ausencia de estímulo, conserva sus propiedades anteriores.

Los resultados del experimento fueron, haber obtenido los valores de las frecuencias naturales, y todas las variables. También se obtuvieron las curvas de histéresis que por cierto se construye graficando la fuerza contra el desplazamiento, además de calcular la energía disipada.

En conclusión, de dicho experimento, se verificó que la vibración disminuye cuando se aplican elementos de fricción seca, a partir del desplazamiento y fuerza de excitación aplicada en presencia de fricción. Confirmando así que la carga normal es un parámetro importante en el análisis del amortiguamiento por fricción seca.

Z. Eren Erisen, Ender Cigerogl, "Frequency Domain Optimization of Dry Friction Dampers on Buildings Under Harmonic Excitation", Topics on the Dynamics of Civil Structures, vol. 1, Turquía, 2012

El objetivo es emplear un método de optimización a la fuerza de deslizamiento en cada amortiguador de fricción en un edificio.

Para minimizar los efectos de los terremotos en los edificios, se pueden utilizar sistemas de control. El método de equilibrio armónico, se emplea para representar el contacto de fricción como una rigidez compleja no lineal para encontrar el desplazamiento en estado estable de cada piso de un edificio y de varios pisos bajo la aceleración armónica del suelo. Un edificio de varios pisos es considerado como un caso de estudio en el que la fuerza de deslizamiento de cada amortiguador de fricción en seco se optimiza para minimizar el desplazamiento relativo.

Los amortiguadores de fricción seco son complicados y requieren un alto esfuerzo de cálculo debido a la característica no lineal. Para ello los métodos de solución de dominio de frecuencia (cuando a un sistema se le somete a una excitación de tipo senoidal en la entrada y se observa la señal de salida en el régimen permanente, en los métodos de respuesta en frecuencia, la frecuencia de la señal de entrada es la variable independiente, haciéndose recorrer la frecuencia en un determinado rango) y dominio de tiempo (se debe describir el análisis del sistema respecto al tiempo) se utilizan para estructuras con amortiguadores de fricción secos.

La validación del método de solución sugerido se demuestra al comparar los resultados obtenidos de las soluciones de dominio de frecuencia y dominio de tiempo. Por esta razón, un edificio de un solo piso equipado con un amortiguador de fricción seca conectado entre el suelo y el piso se investiga bajo una aceleración armónica del suelo.

Por lo tanto, en conclusión, la principal variable importante en la optimización es la fuerza de deslizamiento de los amortiguadores, la fuerza de deslizamiento en cada amortiguador de fricción para un edificio de varios pisos se optimiza mediante el uso de un método de optimización híbrido (combinación de los modelos).

BASE DE ESTUDIO

Michelle Guzmán Nieto, Diego Ledezma Ramírez, Pablo Ernesto Tapia Gonzáles, “Estudio del amortiguamiento por fricción seca en aislantes antivibratorios de cable”, Ingenierías, México, 2014

Los resortes de cable son utilizados por su gran capacidad de almacenaje y disipación de la energía de fricción seca conocidos como resortes de cable, estos se utilizan en ambientes de vibración externa con aplicaciones militares, navales y aeronáuticas, consisten en una serie de hebras de acero en enrolladas alrededor de un núcleo metálico dispuestas en una configuración helicoidal. Sus propiedades están definidas por el diámetro, número y longitud de las hebras que componen los cables.

Aunque en un plano práctico se cuenta con mucha información sobre el diseño y la manufactura de estos aislantes, el estudio del mecanismo de disipación de energía y su cuantificación no están propiamente caracterizados y esto dificulta la selección y optimización de los sistemas de aislamiento, particularmente en aplicaciones de vibraciones por impacto. En otro caso se busca realizar estudios para la mejora de procedimientos de diseño del amortiguador de fricción seca.

En el marco de los antecedentes presentados tenemos el aislamiento de impactos realizada por Mercer quien diseñó un aislante óptimo en base al principio de fricción ajustable. Posteriormente Cutchins y entre otros buscaban desarrollar un modelo analítico semi-empírico que pudiera describir en su totalidad el comportamiento de aislantes de impacto conformados por resortes helicoidales de cable bajo cargas axiales. Leenen y Schuamen presentaron la caracterización de resortes de fricción seca con el uso de un modelo modificado de Bouc-Wen. Así también, Ikmal presentó un sistema de aislamiento de impacto de control activo, incorporado un modelo matemático con amortiguamiento de Coulomb.

En conclusión, los antecedentes mostrados, fueron base para el estudio experimental del amortiguador de fricción seca en cables, determinando su amortiguamiento, de acuerdo a la excitación recibida.

MARCO TEÓRICO

A.P. Ivanov, “The equilibrium of systems with dry friction”, Elsevier, Rusia, 2015

El objetivo es determinar la estabilidad de sistemas de cuerpos rígidos con fricción seca utilizando las definiciones de estabilidad de Lyapunov y el concepto de Hill.

El autor ofrece un análisis comparativo de varias definiciones de equilibrio en el que se discute las propiedades de los sistemas mecánicos con fricción seca. Demuestra que el principio de los desplazamientos virtuales con una pequeña restricción puede relacionarse con el problema de fricción estática, por ello mediante ejemplos geométricos explica los conceptos de equilibrio, estas definiciones se utilizan en la explicación de la estabilidad de Lyapunov, que para sistemas con fricción seca se complica la construcción de sus funciones ya que intervienen muchas condiciones. Lo contrario ocurre con el concepto que Hill que solo basta la satisfacción de su desigualdad y cualquier desplazamiento real para poder aplicarlo ya que solo hace uso de argumentos de energía. Podemos concluir que existen casos para la estabilidad de sistemas de cuerpos rígidos con fricción seca, por ende, también soluciones que facilitan el análisis dinámico en estos sistemas.

DESARROLLO DE LOS DISPOSITIVOS DE AMORTIGUACIÓN DE FRICCIÓN SECA

Ledezma Ramírez, Diego Francisco, “Avances en aislamiento de vibración por impacto usando rigidez no lineal”, ScienceDirect, México, 2015

Los amortiguadores en estructuras cumplen una función muy importante en la actualidad, y su uso es cada vez más frecuente, ya que puede minimizar gastos durante un sismo a comparación de una estructura sin amortiguadores sísmicos. Lo que hacen estos sistemas es disipar la energía que transmite el movimiento del terreno hacia la estructura, de tal manera que el movimiento en la estructura será menor, con menos energía. Se sabe que un modelo de amortiguador por fricción seca es más eficaz con impactos de gran magnitud, es decir que disipa mejor la energía provocada por los movimientos sísmicos de gran magnitud.

En este artículo se muestra el amortiguamiento de un sistema de un grado de libertad basado en un modelo de rigidez no lineal, a través de 4 modelos diferentes que son: amortiguamiento por fricción seca, un modelo de 3 elementos, un absorber dinámico no lineal y un modelo de dos etapas, sin embargo nos centraremos en el modelo de fricción seca, cabe resaltar que este tipo de modelo con resortes de cable, presentan una rigidez no lineal, que es muy eficaz para disipar energía causada por movimientos de terreno de gran magnitud. La realización experimental se basa en un sistema MRK (masa, resorte y rigidez) sometido a un aparato que genera movimiento, y dos imanes, estas últimas para que presenten fuerzas de atracción y repulsión en nuestro sistema.

En conclusión, si bien es cierto que el modelo de amortiguación por fricción seca, basado en la rigidez no lineal aún está en desarrollo, no cabe duda que es un modelo que en el futuro tomará fuerza ya que no hay mejor disipador de energía que este para movimientos telúricos fuertes.

IMPLEMENTACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE AMORTIGUACIÓN DE FRICCIÓN SECA EN EDIFICIOS

Tatiana Belash, “Dry Friction Dampers in Quake-proof Structures of Buildings”, ScienceDirect, Rusia, 2015

El objetivo que se resalta, es el estudio y la aplicación de dispositivos de disipación de energía, en este caso de amortiguadores de fricción seca, en edificios.

La descripción de los amortiguadores de fricción seca es que se da por la interacción de dos materiales, éstos para realizar un proceso de funcionamiento eficiente, es necesario que su coeficiente de fricción sea alto, ya

que permite un contacto de rozamiento mayor; también se debe tener en cuenta de las restricciones del uso de este disipador; la colocación de este amortiguador en la estructura, referido al amortiguador de fricción seca con superficie de losa de concreto armado y material suelto, se da en la cimentación y los diferentes pisos.

La realización de la investigación experimental, se refleja en un esquema que representa su proceso de funcionamiento, el cual permitió la construcción de diagramas de corte para losas con diferentes valores de coeficientes de fricción a diferentes cargas verticales, donde el valor del factor de fricción seco, oscila de acuerdo al tipo de material que se hace uso y al nivel de rugosidad de las losas. Condiciones que llegarían a modificar el funcionamiento de estos amortiguadores, son los factores climáticos, por ello se debe tener mayor precaución en su instalación. Esta investigación, prioriza su implementación en edificios de varios pisos.

A la par de lo experimental se encuentra lo teórico. La investigación teórica hace referencia al proceso de evaluación de la introducción del amortiguador en el edificio y la explicación de esto con los parámetros de la dinámica estructural.

Ante esto el resultado obtenido, luego de la evaluación de los diferentes procesos, fue la eficiencia del sistema de aislamiento en los diferentes pisos de un edificio, en comparación a la que no posee amortiguamiento.

En conclusión, los amortiguadores de fricción seca proporcionan a los edificios, una eficiencia en la reducción de oscilaciones de movimiento en caso de los terremotos.

CONCLUSIONES

1. En los autores revisados, vemos que hay diferentes maneras de experimentación y desarrollo para el estudio de los amortiguadores de fricción seca, pero presentan un solo fin, el de cumplir la función de disipador de energía.

2. Teniendo en cuenta que las estructuras como edificios, sufren daños cuando se presenta un movimiento sísmico, se examina la importancia de la implementación de este dispositivo en el proceso constructivo, es decir éste permite reducir y eliminar las oscilaciones que provoca el movimiento telúrico.

3. Para lograr avances significativos, es necesario que universidades o instituciones preserven la continuidad de la investigación de este dispositivo, ya que, encontrada un modelo que presente cuestiones de efectividad y con un análisis económico, se podría lograr su implementación extensiva en la construcción de edificios e incluso viviendas en zonas, generalmente donde se tiene estudios de movimientos sísmicos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Grupo de Investigación de Estructuras (GIE), por el apoyo brindado en la realización del proyecto.

REFERENCIAS

- [1] J. A. Oviedo, M. P. Duque, "Sistemas de control de respuesta sísmica en edificaciones", Revista EIA-SciELO, no. 6, 2006.
- [2] E. Contreras, D. Szwedowicz, J. Bedolla, "Disipador de energía de un elemento vibrante por fricción seca", Caos Conciencia, 2009.
- [3] Z. E. Erisen, E. Cigerogl, "Frequency Domain Optimization of Dry Friction Dampers on Buildings Under Harmonic Excitation", Topics on the Dynamics of Civil Structures, vol. 1, pp.113-126, 2012.
- [4] M. Guzmán, D. Ledezma, P. E. Tapia. "Estudio del amortiguamiento por fricción seca en aislantes antivibratorios de cable", Ingenierías, vol. 17, pp.20-30, 2014.
- [5] A. P. Ivanov. "The equilibrium of systems with dry friction", Elsevier, vol. 97, pp.217-228, 2015.
- [6] L. Ramírez, D. Francisco, "Avances en aislamiento de vibración por impacto usando rigidez no lineal", ScienceDirect, vol. 16, pp. 307-316, 2015.
- [7] T. Belash, "Dry Friction Dampers in Quake-proof Structures of Building", ScienceDirect, vol. 117, pp. 397-403, 2015.

Los artículos publicados por TECNIA pueden ser compartidos a través de la licencia Creative Commons: CC BY

Tipo de resumen

Primary author(s): ZAMORA ATAO, Frank

Co-author(s): PRADO YUPANQUI, Amilcar; TABOADA VALENZUELA, Jhac Harold; PILLACA RODRÍGUEZ, Joe Antony; ROJAS LOZANO, Mirian Esther; POMACANCHARI BALDEÓN, Pamela Thalia; NAVARRO ALLAGA, Rogher Jesús; VILLAR ROJAS, Wendy; JUAN DE DIOS ROJAS, Nol Ivan

Presenter(s): ROJAS FERNÁNDEZ, Aldair Harlie

Session Classification: Presentación de poster

Track Classification : Ingeniería de Minas y Geología