



APROBADO  
una vez que  
atienda el  
comentario



036/16

Licenciatura en Ingeniería Mecánica

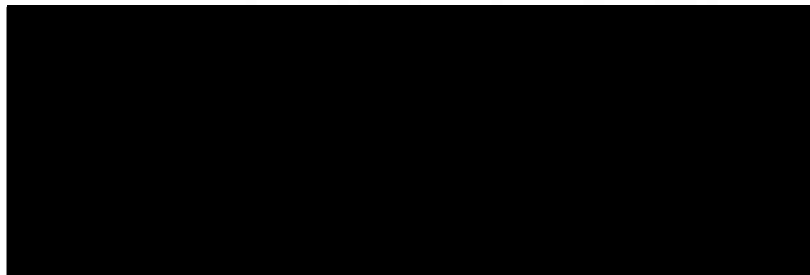
**Diseño de un absorbedor pasivo de vibraciones  
mecánicas para un rotor tipo Jeffcott**

Modalidad: Proyecto de Investigación

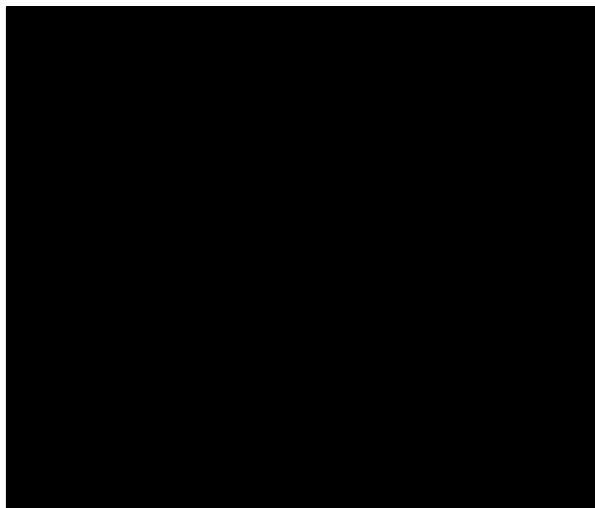
Versión: Segunda

Trimestre Lectivo: 16 O

Alumno: Tinoco Camilo Victor Manuel



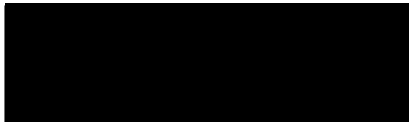
Asesor: Dr. Francisco Beltrán Carbajal



Fecha: 30 de Agosto de 2016

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

Alumno: Tinoco Camilo Victor Manuel



Asesor: Dr. Beltrán Carbajal Francisco



Fecha: 30 de Agosto de 2016

## 1.- Introducción

Se conoce como vibración al movimiento oscilatorio entorno a una posición de equilibrio, es conocido que en la industria y fuera de ella existen fenómenos conocidos de vibraciones, como por ejemplo en la industria conocemos perfectamente la vibración generada por una maquina en movimiento el cual es transmitido por un motor, en la vida cotidiana un ejemplo conocido por todos es el de los sismos o terremotos los cuales son fenómenos causados por el movimiento de las placas tectónicas, dichos movimientos son generados por movimientos oscilatorios en torno a un eje que se encuentra en equilibrio. Típicamente sabemos que las consecuencias de las vibraciones de manera general son en mayoría destructivas, desde que una maquina puede dañarse por un exceso de vibración así como en los sismos la destrucción de edificios, sin embargo estos movimientos no son en su totalidad de naturaleza destructiva, en la industria se han encontrado aplicaciones en las cuales son muy útiles estas vibraciones, por ejemplo existen contenedores vibratorios (vibratory bowl feeder) los cuales transportan materiales mediante unos canales a un ángulo determinado mediante vibración, en la vida cotidiana las vibraciones nos pueden beneficiar para aparatos que nos permiten tonificar el cuerpo.

Este proyecto está dirigido al estudio de mecanismos que permitan atenuar las vibraciones provocadas por desbalanceo en rotores. Un rotor es un elemento de una maquina el cual gira y está compuesto por un eje giratorio cubierto por un embobinado, en caso de motores neumáticos e hidráulicos están compuestos por paletas.



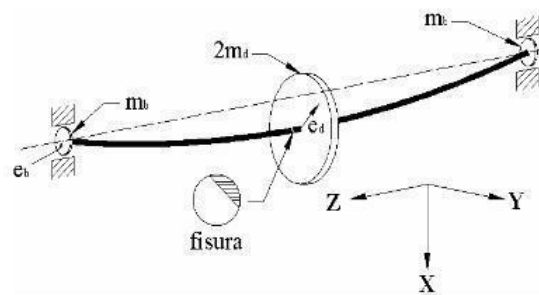
**Figura 1.-** Rotor de un motor eléctrico.

El desbalanceo en un rotor es una condición donde el centro de masa no coincide con el centro de rotación provocando una reacción en las chumaceras y soportes del rotor, en base a lo descrito se tiene la necesidad de diseñar un mecanismo pasivo de atenuación de vibraciones en el rotor tipo Jeffcott para evitar un probable paro de maquina o en su peor situación cambio del equipo.

## 2.- Antecedentes

El desbalanceo es de los principales problemas en los rotores y como consecuencia en las maquinas rotatorias, este desbalanceo provoca movimientos o perturbaciones oscilatorias entorno a una posición de equilibrio, debido a que el centro de masa del rotor es excéntrico al eje de rotación, provocando fuerzas centrífugas que actúan sobre la masa del rotor y que recaen sobre los rodamientos, chumaceras y soportes, si una maquina no se encuentra bien balanceada, esta puede llegar a tener un desgaste excesivo, esto genera gastos de mantenimiento o en su peor caso cambio del equipo.[1]

El rotor tipo Jeffcott es el modelo más simple y que sirve como referencia para entender el comportamiento dinámico provocado por el desbalanceo en máquinas rotatorias. El rotor Jeffcott es un modelo simplificado de rotor que tiene las características esenciales de modelos de rotores más realistas en las respuestas de desbalances. El arreglo geométrico consiste en un disco rígido y plano soportado por un eje flexible sin masa soportado por cojinetes. [2]



**Figura 2.- Modelo de rotor tipo Jeffcott extendido (línea punteada) y desbalanceado [2]**

Se conoce como aislamiento de vibraciones a todo aquel procedimiento que permite reducir los efectos indeseables asociados a toda vibración. Básicamente, ello suele suponer la introducción de un elemento entre la masa vibrante y la fuente de vibración, de forma que se consigue reducir la magnitud de la respuesta dinámica del sistema, bajo unas determinadas condiciones de la excitación en vibración.

El mecanismo atenuador de vibraciones que se va a estudiar es un sistema de aislamiento pasivo que está formado por un elemento elástico que incorpora una rigidez y un elemento disipador de energía que aporta amortiguamiento.[3]

Algunos ejemplos de aislantes pasivos son: un muelle metálico, un corcho, un fieltro, un resorte neumático, un elastómero. [4]



**Figura 3.- Aislantes Pasivos [4]**

### **3.- Justificación**

Las vibraciones mecánicas desde el inicio de la industria manufacturera así como de la construcción han generado graves problemas al momento de poner en marcha algún equipo rotatorio o sistemas de construcción, el porcentaje de incidencias de mal funcionamiento de maquina por vibraciones causadas por el diseño es mínimo, de manera específica en los rotores el desbalanceo se genera debido a la mala operación de manufactura del operario o a adaptaciones externas que se hacen a los equipos, esto puede provocar la variación de su frecuencia natural o el caso que se analizara es la excentricidad en el equipo, lo cual produce movimientos indeseables en el rotor el cual es una fuerza de desbalanceo sobre dicho equipo.

La manera de evitar dichas vibraciones puede ser variada, aquí nace la necesidad de adaptar un mecanismo de absorción de vibraciones, un sistema dinámico de aislamiento de puede ser activo o pasivo, por tanto se sea diseñar un absorbedor pasivo que consiste en un elemento elástico y un elemento que disipe la energía.

## **4.- Objetivos**

### **Objetivo general:**

Diseñar un absorbedor pasivo de vibraciones para un rotor tipo Jeffcott que permita atenuar la respuesta al desbalance por arriba de la primera velocidad crítica bajo normas establecidas.

### **Objetivos específicos:**

Realizar un estudio del estado del arte de mecanismos existentes para absorción de vibraciones en máquinas rotatorias.

Realizar un análisis dinámico de la respuesta al desbalanceo de un rotor tipo Jeffcott.

Diseñar un absorbedor pasivo que reduzca las vibraciones en el sistema regido bajo normas vigentes.

Evaluar el desempeño dinámico del absorbedor mediante simulación usando y comparando resultados con el rotor Jeffcott desbalanceado

## **5.- Metodología**

Para el desarrollo de este proyecto se llevara a cabo un análisis de los mecanismos de absorción de vibraciones ya existentes para estudiar su comportamiento dinámico acoplados en máquinas rotatorias, posteriormente se realizara un análisis dinámico al motor Jeffcott para determinar el modelo matemático que contribuirá al diseño de un nuevo absorbedor que al sistema a trabajar a un nivel más bajo de vibraciones establecidos por norma, se realizara un diseño mecánico del mecanismo para establecer las especificaciones técnicas igualmente regido por normas, esto se llevara a cabo mediante programas de diseño mecánico así como programas computacionales para el análisis de vibraciones, en conjunto se podrá diseñar un mecanismo óptimo que permita al sistema trabajar el equipo sin problemas de desbalanceo así como de vibraciones.



**Trimestre 16 I**

	Actividades	Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Diseñar el absorbedor utilizando programas de diseño mecánico y de Análisis de vibraciones.	X	X	X	X								
2	Realizar un análisis a cerca del funcionamiento del absorbedor diseñado				X	X	X	X					
3	Realizar un reporte definitivo								X	X	X	X	X

**7.- Entregables**

1.- Reporte sobre el estudio del arte de absorbedores pasivos existentes para maquinas rotatorias.

2.- Reporte del diseño mecánico detallado del absorbedor, incluyendo planos y análisis dinámicos del rotor desbalanceado y generando vibraciones así como del rotor con el absorbedor acoplado y del diseño definitivo del absorbedor.

3.- Reporte y análisis de resultados y comportamiento del absorbedor mediante programas computacionales.

**8.- Referencias Bibliográficas**

[1] Jorge Ángel Sáenz S., 2003, "Balanceo automático en dos planos por medio de elementos libres para rotores rígidos". Tesis Lic. Ing. Mec. Univ. de las Américas Puebla.

[2] Machorro-López, J. M., Gómez-Mancilla, J. C., 2005, "Modelo del Rotor Jeffcott Extendido Desbalanceado y Fisurado con Soportes Rígidos y Seis Grados de Libertad (Modelo Asimétrico)", En: 7º congreso nacional de ingeniería electromecánica y de sistemas.

[3] H.A. DeSmidt, Automatic Balancing of Bladed-Disk/Shaft System via Passive Autobalancer Devices, AIAA Journal, Vol.48, No.2. 2010

[4] Unabarra, Control de Vibraciones, disponible en:  
[http://www.imem.unavarra.es/EMyV/pdfdoc/vib/vib\\_control.pdf](http://www.imem.unavarra.es/EMyV/pdfdoc/vib/vib_control.pdf)



### 9.- Apéndices

No aplica

### 10.- Terminología

No aplica

### 11.- Infraestructura

No aplica

### 12.- Estimación de costos

<b>Partida</b>			
<u>Sueldo base</u> 40 horas semanal	Tiempo dedicado al proyecto (horas)	Estimación de la partida (\$/hora de trabajo)	Subtotal
Asesor Titular C	50	573.63	28,681.50
Software Inventor (versión para estudiantes)			1500
Software Matlab (versión para estudiantes)			1500
		Total (\$)	31,681.50

### 13.- Asesoría complementaria

No aplica

### 14.- Patrocinio externo

No aplica

### 15.- Publicación o difusión de los resultados

No aplica