

<b>MECÁNICA VIBRATORIA – Ingeniería Mecatrónica</b>	Alumno:
Trabajo Práctico N° 4	Legajo:
Respuestas a Cargas armónicas. Aislamiento de Vibraciones	Año 2024

# Respuesta a Cargas Armónicas

## Problema N°1

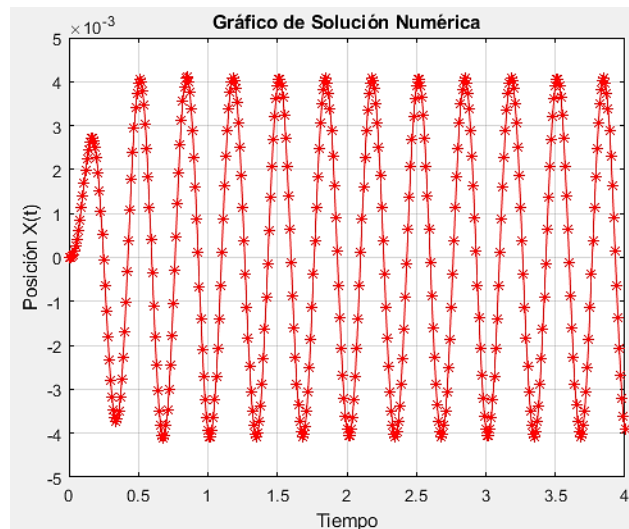
Una masa de 100kg se suspende de un resorte con rigidez igual a  $30 \times 10^3$  N/m y un amortiguador con constante de amortiguamiento igual a 1000 Ns/m. La masa está inicialmente en reposo. Determinar la amplitud y fase de la respuesta de estado permanente si la masa se la excita con una fuerza armónica de 80N a 3Hz.

**Rta.:** Amplitud  $\rho$ :  $4.07 \times 10^{-3}$  m  
Fase  $\phi$ : 1.8562 rad

## Problema N°2

Representar gráficamente la solución del problema anterior incluyendo la respuesta transitoria.

**Rta.:** El gráfico es:



## Problema N°3

En la Figura 1, admitir que  $k = 4 \times 10^3$  N/m,  $l_1 = 0.05$  m,  $l_2 = 0.07$  m,  $l = 0.1$  m y  $m = 40$  kg. La barra se asume rígida y pivotea en el punto O. Diseñar el amortiguador (calcular  $c$ ) de manera que la relación de amortiguamiento crítico sea 0.2.

Determinar la amplitud de vibración de la respuesta permanente si una fuerza de 10 N a 10 rad/s se aplica a la masa.

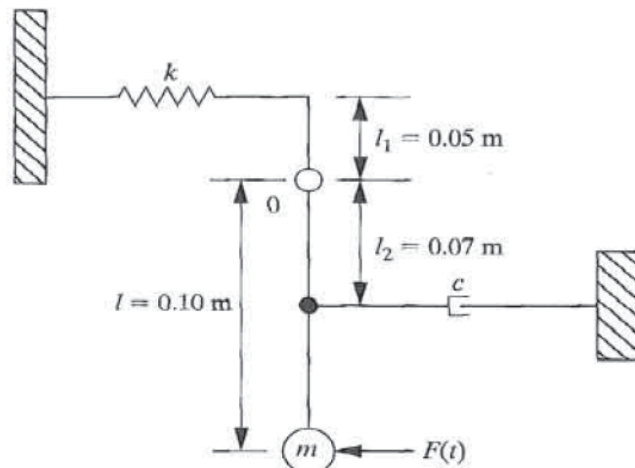


Figura 1

<b>MECÁNICA VIBRATORIA – Ingeniería Mecatrónica</b>	Alumno:
Trabajo Práctico N° 4	Legajo:
Respuestas a Cargas armónicas. Aislamiento de Vibraciones	Año 2024

**Rta.:** Constante de Amortiguamiento  $c$ : 362,29 N.s/m  
Amplitud en régimen permanente: 0.05 rad  $\equiv$  0.005m

#### Problema N°4

Determinar el valor del coeficiente de amortiguamiento  $c$ , del sistema de la Figura 2, tal que la amplitud de la respuesta en estado permanente del sistema de la figura sea igual a 0.01m.

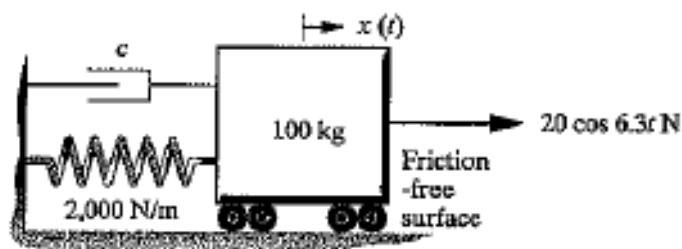


Figura 2

**Rta.:** Coeficiente de Amortiguamiento  $C$ : 54,55 N.s/m  
 $C$  es muy sensible a Beta. Este resultado se calculó con un Beta = 1,409.

#### Problema N°5

Un pedal de un instrumento musical se modela como muestra la Figura 3. Con  $k=2000$  N/m,  $c=25$  kg/s,  $m=25$  kg y  $F(t)=5\cos(2\pi t)$  N. Determinar la amplitud de la respuesta permanente admitiendo que el sistema parte del reposo. Considere pequeños ángulos de giro y desprecie la masa de la barra.

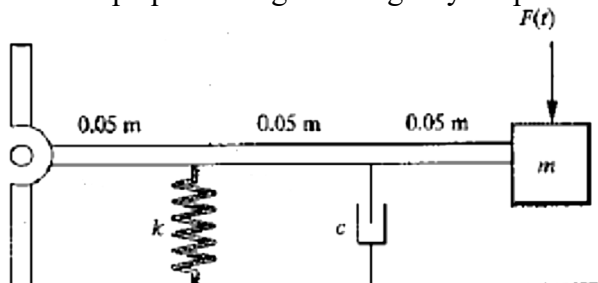


Figura 3

**Rta.:** La ecuación de movimiento Equivalente queda:  
Amplitud permanente en radianes:  $\rho_\theta = 0.0434 \text{ rad}$   
Amplitud permanente en metros:  $\rho = 6.5 \text{ e} - 3 \text{ m}$

<b>MECÁNICA VIBRATORIA – Ingeniería Mecatrónica</b>	Alumno:
Trabajo Práctico N° 4	Legajo:
Respuestas a Cargas armónicas. Aislamiento de Vibraciones	Año 2024

## Aislamiento de Vibraciones

### Problema N°6

Una máquina de 100 kg está apoyada en un aislador de  $700 \times 10^3$  N/m de rigidez. La máquina contiene un desbalanceo que causa una fuerza vertical perturbadora de 350 N a 3000 rpm. La relación de amortiguamiento crítico del aislador es  $\xi = 0.2$ . Calcular:

- La amplitud del movimiento causada por la fuerza de desbalanceo.
- La transmisibilidad.
- La magnitud de la fuerza transmitida al suelo a través del aislador.

**Rta.:** Amplitud del movimiento:  $3,8e-5$  m  
Transmisibilidad de Fuerza: 0,137  
Magnitud de Fuerza Trans.: 47,90 N

### Problema N°7

La Figura 4 muestra un modelo simplificado de una máquina de lavar. Dentro de la máquina hay un bulto de ropa mojada de masa  $m_b = 10$  kg (masa rotante) causando un desbalanceo. La masa total es 20 kg (incluyendo la masa  $m_b$ ) y el diámetro del tambor de lavado es  $2e = 50$  cm. Suponga que la velocidad de rotación es de 300 rpm. Siendo  $k = 1000$  N/m y  $\xi = 0.01$ . Calcule la fuerza transmitida al soporte de la máquina y la amplitud del desplazamiento permanente.

Vista superior

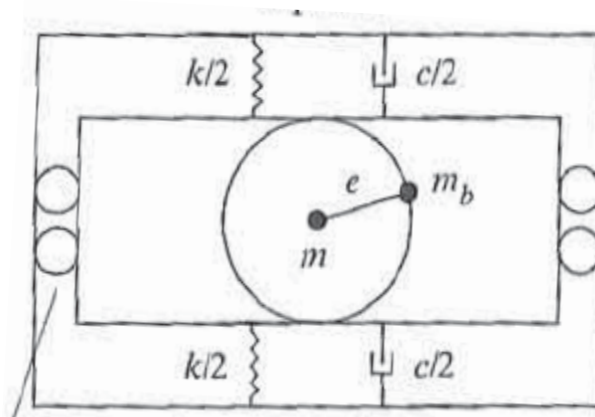


Figura 4. Modelo de máquina de lavar.

**Rta.:** Fuerza Transmitida: 132,1878 N  
Amplitud Desplazamiento: 0,13167 m

<b>MECÁNICA VIBRATORIA – Ingeniería Mecatrónica</b>	Alumno:
Trabajo Práctico N° 4	Legajo:
Respuestas a Cargas armónicas. Aislamiento de Vibraciones	Año 2024

### Problema N°8

En la máquina del Problema N°7 considere variables la constante del resorte y la relación de amortiguamiento. Las cantidades  $m$ ,  $m_b$ ,  $e$  y  $\omega_{dr}$  son establecidas por el fabricante. Diseñar el sistema de aislación (definir  $k$  y  $c$ ) de modo tal que la fuerza transmitida al suelo sea menor a 100 N.

Una buena (y económica) decisión de diseño podría ser no cambiar el amortiguador, solo el resorte.

**Rta.:** Const. de Amortig.  $c$ : 2,174 N.s/m  
Constante de Rigidez  $k$ : 765.062 N/m (máxima rigidez posible)  
Relación de amort.: 0,01

### Problema N°9

En una máquina de masa igual a 25 kg actúa una fuerza armónica de valor máximo 25 N y frecuencia de 180 ciclos/min. Diseñar un sistema de apoyo para la máquina (es decir, elegir  $c$  y  $k$ ) de manera que solo el 10% de la fuerza aplicada en la máquina se transmita al soporte.

Puede comenzar suponiendo  $\xi = 0$ , y aumentar iterativamente hasta cumplir con los requerimientos.

**Rta.:** Constante de Rigidez  $k$ : 805,916 N/m  
Const. de Amortig.  $c$ : 2,8389 N.s/m  
Relación de amortiguamiento: 0,01

### Problema N°10

Un motor eléctrico de 68 kg está montado en un aislador de masa  $m = 1200$  kg. La frecuencia del sistema completo es de 160 ciclos/min y tiene un amortiguamiento crítico de  $\xi = 0.05$ . Determine la amplitud de vibración y la fuerza transmitida al piso, si la fuerza de desbalanceo producida por el motor es  $F(t) = 100 \cdot \sin(31.4 \cdot t)$  N.

**Rta.:** Amplitud de Vibración: 1,115e-4 m  
Fuerza Transmitida: 40,391 N

### Problema N°11

La masa de un sistema puede cambiarse para mejorar las características del sistema de aislación, esto generalmente ocurre cuando se montan compresores muy pesados en pisos de fábricas como lo muestra la Figura. En este caso el suelo provee la rigidez del sistema de aislación (se desprecia el amortiguamiento) y el problema de diseño consiste en elegir el valor de la masa del sistema compresor/bloque de hormigón. Suponiendo que la rigidez del suelo es  $k = 2.0 \times 10^7$  N/m determine la masa del bloque de hormigón tal que el sistema de aislación reduzca un 75% la fuerza transmitida. Suponga que la densidad del hormigón es  $\rho = 2300$  kg/m<sup>3</sup> y la superficie del bloque es de 2 m<sup>2</sup>. La velocidad de régimen del compresor es de 1800 rpm. Determine también la altura “h” del bloque.

<b>MECÁNICA VIBRATORIA – Ingeniería Mecatrónica</b>	Alumno:
Trabajo Práctico N° 4	Legajo:
Respuestas a Cargas armónicas. Aislamiento de Vibraciones	Año 2024

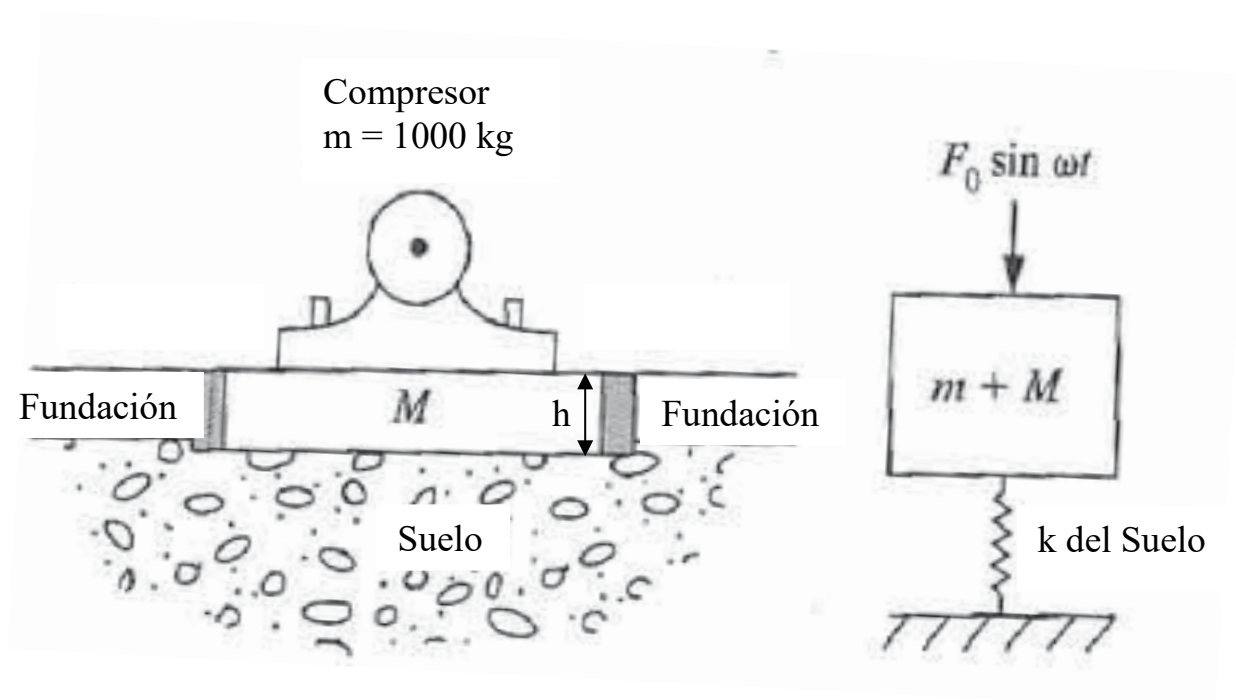


Figura 5

**Rta.:** Masa del bloque: 1814,329 kg  
Altura del bloque h: 0,394 m

#### Problema N°12

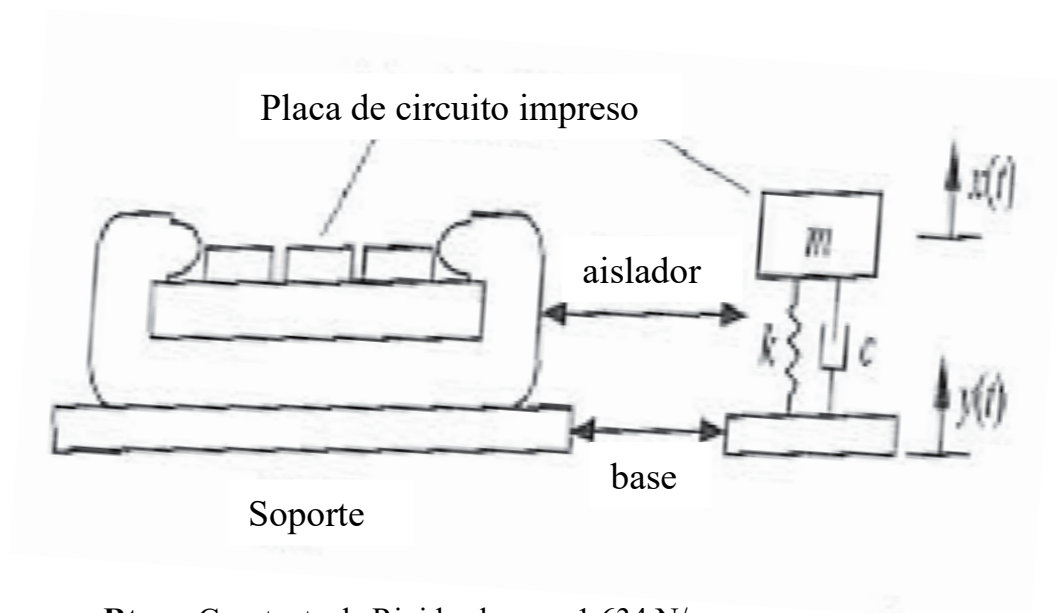
Diseñe un sistema de aislación de base (determine k y c) para un módulo electrónico de 5 kg de masa de modo que el desplazamiento del módulo vibrando a 50 Hz sea solo el 10 % del desplazamiento de la base. Bajo estas condiciones, ¿cuál será la transmisibilidad, si la frecuencia del movimiento de la base cambia a 100 Hz, y cuál si se reduce a 25 Hz?

**Rta.:** Constante de Rigidez k: 44773,1 N/m  
Const. de Amortig. c: 9,4629 N.s/m  
Relación de amort.: 0,01 (se mantiene este valor para los siguientes cálculos)  
Trans. de Despl. a 100Hz: 0,02341  
Trans. de Despl. a 25Hz: 0,56987

#### Problema N°13

Una placa de circuito impreso para computadora tiene una masa de 2 kg, es aislada de vibraciones externas de frecuencia igual a 3 rad/seg y una amplitud máxima de 1 mm como se muestra en la Figura. Diseñe un aislador no amortiguado tal que el desplazamiento transmitido sea del 10% del de la base. Calcule también el valor de la fuerza transmitida.

<b>MECÁNICA VIBRATORIA – Ingeniería Mecatrónica</b>	Alumno:
Trabajo Práctico N° 4	Legajo:
Respuestas a Cargas armónicas. Aislamiento de Vibraciones	Año 2024



**Rta.:** Constante de Rigidez  $k$ : 1,634 N/m  
Fuerza Transmitida: 1,794e-3 N

#### Problema N°14

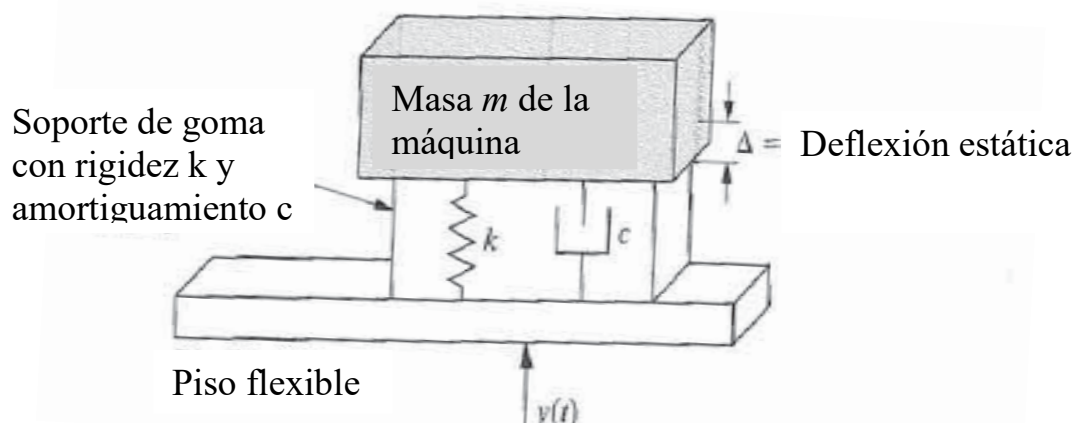
Un ventilador de 45kg posee un desbalance que crea una fuerza armónica. Se diseña un sistema resorte amortiguador para minimizar la fuerza transmitida a la base. El amortiguador instalado crea una relación de amortiguamiento crítico de 0.2 en el sistema. Determinar la rigidez del sistema de manera que solo el 10% de la fuerza sea transmitida a la base cuando el ventilador gira a 10000 rpm.

**Rta.:** Constante de Rigidez  $k$ : 2,21418e6 N/m  
Const. de Amortig.  $c$ : 3993,1 N.s/m

#### Problema N°15

La máquina de la Figura pesa 2000 N. El soporte defleca 5cm estáticamente, debido al peso de la máquina. El piso bajo el soporte es flexible y vibra con una amplitud de 0.2 cm a su frecuencia natural por causa de otra máquina en las proximidades. Modelar el piso flexible como movimiento de base y admitir una relación de amortiguamiento crítico del soporte igual a 0.01. Determinar la fuerza y amplitud de desplazamiento transmitida a la máquina.

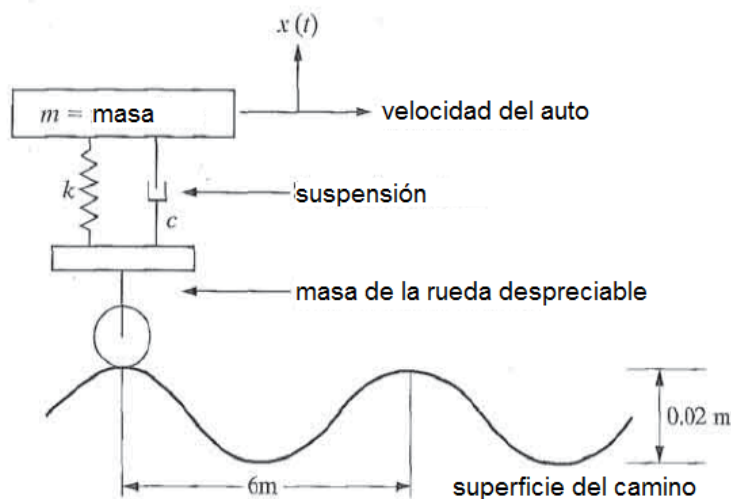
<b>MECÁNICA VIBRATORIA – Ingeniería Mecatrónica</b>	Alumno:
Trabajo Práctico N° 4	Legajo:
Respuestas a Cargas armónicas. Aislamiento de Vibraciones	Año 2024



**Rta.:** Fuerza Transmitida: 4000 N  
Desplazamiento Trans.: 0,1 m

#### Problema N°16

Consideremos que la Figura representa el modelo de la suspensión de un auto cuya masa es de 1000kg. La rugosidad de la ruta se aproxima con una onda senoidal provocando un movimiento de base dado por  $y(t)=0.01*\sin(\omega_b*t)$  m y longitud de onda igual a 6 m. Si tres pasajeros se suben al auto totalizando una masa de 200kg, calcular el efecto de la masa de los pasajeros sobre la deflexión si el auto viaja a 20, 80, 100 y 150 km/h. Admita que la suspensión del sistema tiene una rigidez equivalente de  $K=4e5$  N/m y un amortiguamiento de  $c=20e3$  Ns/m.



<b>Rta.:</b> Trans. de Despl. a 20 km/h:	1,1028	Despl. a 20 km/h:	0,0110 m
Trans. de Despl. a 80 km/h:	1,1618	Despl. a 80 km/h:	0,0116 m
Trans. de Despl. a 100 km/h:	0,8337	Despl. a 100 km/h:	0,0083 m
Trans. de Despl. a 150 km/h:	0,4622	Despl. a 150 km/h:	0,0046 m

#### Problema N°17

Considerando la Figura del problema anterior. Determinar los valores de  $c$  y  $k$  para la suspensión tal que la amplitud transmitida a los pasajeros sea tan pequeña como sea posible (1%) para una amplitud

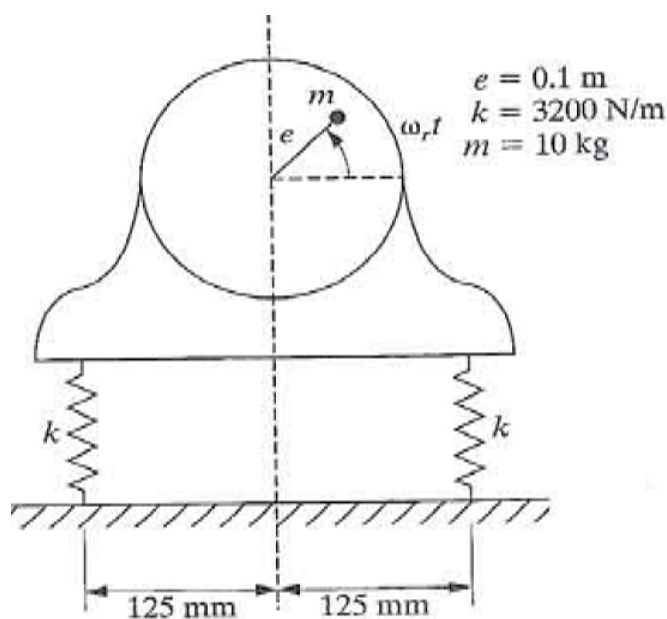
<b>MECÁNICA VIBRATORIA – Ingeniería Mecatrónica</b>	Alumno:
Trabajo Práctico N° 4	Legajo:
Respuestas a Cargas armónicas. Aislamiento de Vibraciones	Año 2024

de rugosidad de 0.01 m viajando a 50km/h (admita  $\xi=0.01$ ). También determinar la deflexión a 100km/h.

**Rta.:** Constante de Rigidez  $k$ : 2463,6 N/m  
 Const. de Amortig.  $c$ : 34,3878 N.s/m  
 Deflexión a 100 km/h: 2,625e-5 m

#### Problema N°18

Un motor eléctrico tiene una masa excéntrica de 10kg (10% de la masa total) y una excentricidad de 100 mm. Se apoya sobre dos resortes con  $k=3.2$  N/mm separados 250 mm, como muestra la Figura. La velocidad del motor es de 1750 rpm. Despreciando el amortiguamiento determinar la transmisibilidad de la fuerza para la vibración vertical.



**Rta.:** Transmisibilidad de Fuerza: 1,91e-3  
 Magnitud de Fuerza Trans.: 64,15 N

#### Problema N°19

En el ejercicio anterior, determinar la deflexión del motor si se admite una relación de amortiguamiento crítico de 0.1.

**Rta.:** Deflexión del motor: 0,01 m  
 Transmisibilidad de Fuerza: 9,0e-3  
 Magnitud de Fuerza Trans.: 300,68 N