

## Pràctica: Caracterització d'un aïllador de vibracions

### Introducció

L'aïllament de vibracions és un aspecte de gran importància en l'enginyeria estructural. Per aconseguir aïllar satisfactòriament les vibracions rebudes, per exemple, per un cert component d'una màquina, és necessari saber quin element aïllador és el més adequat. Per a decidir això, la modelització del comportament dinàmic d'aquest element és imprescindible.

En aquesta pràctica es pretén realitzar la caracterització experimental d'un element aïllador a partir de mesures d'acceleració. Per a fer-ho, es disposarà del muntatge esquematitzat en la Figura 1.

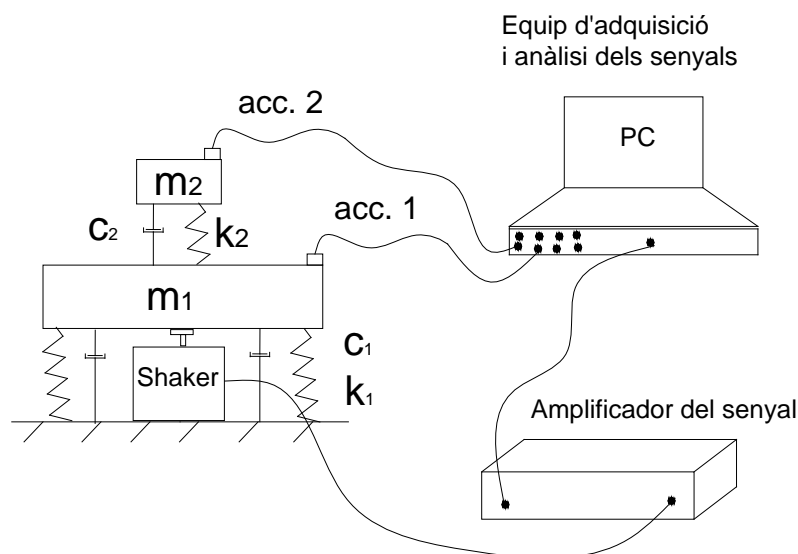


Figura 1. Esquema del muntatge

El sistema excitat es modelitza com un sistema de dos graus de llibertat. L'element aïllador es modelitza com la combinació d'una molla de constant de rigidesa  $k_2$  i d'un amortidor de constant  $c_2$ . El valor de la resta de paràmetres del model assumit venen donats en la Taula 1.

Paràmetre	Valor
$m_1$	200 kg
$m_2$	32,5 <sup>1</sup> kg
$k_1$	$\approx 3,16 \cdot 10^6$ N/m
$c_1$	$\approx 300$ N·s/m.

Taula 1. Paràmetres del model 2-DOF

<sup>1</sup> Valor indicatiu. El valor usat dependrà de cada pràctica.

### Consideracions i càlculs previs

1. Considerant que el sistema  $m_2-k_2-c_2$  (Figura 2) és excitat per el moviment harmònic de la massa 1 (descriu per  $x_1$ ), trobeu la relació entre les amplituds de vibració d'ambdues masses ( $X_2 / X_1$ ) a partir de l'equació del moviment de la massa 2. Dibuixeu, qualitativament, el resultat en funció de la freqüència.

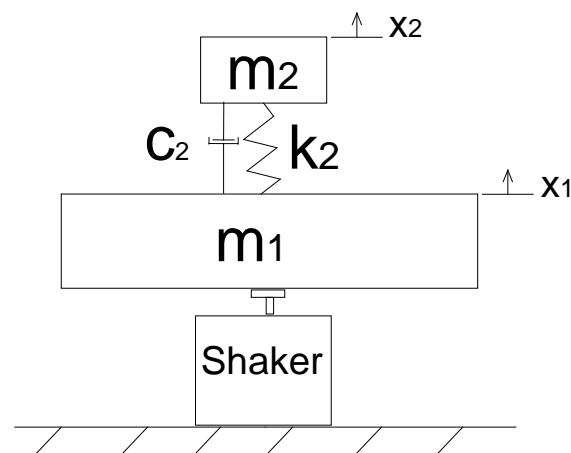


Figura 2. Esquema del sistema massa i element aïllador

2. Indiqueu un valor adequat per als següents paràmetres que s'usaran durant la practica. Tingueu en compte els diferents senyals amb que es treballarà.
  - a. La freqüència de mostratge.
  - b. El blocksize (haureu de considerar una resolució freqüencial adequada als interessos de la pràctica realitzada).
  - c. La finestra i la mitjana entre espectres més adients per a realitzar l'assaig

### Procediment de mesura

Primer de tot caldrà configurar els paràmetres de la mesura tal com ja vàreu aprendre a fer en la pràctica "Ús d'acceleròmetres". Aquest passos, són:

- Escollir els canals i una freqüència de mostratge adient segons el criteri de Nyquist.
- Especificar les unitats i la sensibilitat dels acceleròmetres connectats.

- Comprovar que el senyal rebut per els acceleròmetres està ben condicionat. Adaptar el valor de IS i de la resolució digital en cas de que això no succeeixi.
- Configurar algunes de les pantalles per a visualitzar l'espectre freqüencial del senyal rebut. Per això caldrà especificar el blocksize, el tipus de finestra i la mitjana entre espectres a usar.
- Introduir un cursor per a l'obtenció de l'amplitud de resposta en les freqüències d'excitació.

S'estudiarà la corba de transmissibilitat del sistema en el rang 5-30 Hz. Per a fer-ho, es proposa el següent procediment per a fer un estudi previ de la resposta dels acceleròmetres:

- Comenceu excitant el sistema amb un senyal de vibració del tipus "sweep sine" que escombri el rang de freqüències proposat.
- A partir de l'espectre freqüencial de la resposta dels dos acceleròmetres, intuïu en quines regions el sistema es particularment sensible a l'excitació i anoteu-les.

Un cop fet aquest escombrat previ, s'obtindrà la resposta del sistema a senyals de vibració sinusoidals en el rang proposat.

- Comenceu generant un sinus a una freqüència de 5 Hz.
- Un cop el senyal estigui estabilitzat, anoteu el valor del pic de l'espectre de freqüències en els dos acceleròmetres i la freqüència on s'observa la resposta (degut a la resolució freqüencial, aquesta difícilment serà exactament igual a la d'excitació).
- Augmenteu el valor de la freqüència d'excitació entre 1 i 3 Hz en funció del grau d'interès que tingui la regió de l'espectre que esteu estudiant. Anoteu el valor dels nous pics.
- Repetiu el procés fins haver cobert tot el rang de freqüències proposat.

### **Adquisició del registre temporal de la resposta**

Un cop obtinguda la resposta dels acceleròmetres al conjunt de senyals sinusoidals, es proposa ara repetir el procediment mitjançant l'ús d'una única senyal d'excitació que actui sobre tot el rang de freqüències a estudiar. Aquesta pot ser tant un "sweep sine" com un senyal aleatori (soroll blanc o rosa).

- Exciteu el sistema amb un senyal de vibració que escombri el rang de freqüències proposat.

- Un cop estabilitzat el senyal, enregistreu la resposta temporal del sistema a aquest senyal (amb el botó "Rec"). Guardeu el fitxer generat indicant clarament el vostre grup.

### **Adquisició del soroll de fons**

Finalment, per tal de quantificar la importància del soroll de fons en els resultats, s'enregistrarà el senyal rebut per part dels acceleròmetres quan l'excitador de vibracions no està en funcionament. Aquest soroll de fons enregistrat es suposarà igual al soroll de fons existent quan l'amplificador de senyal i el shaker es troben en funcionament.

- Reduiu l'amplitud de l'amplificador de senyal fins parar-lo.
- Mesureu novament la resposta dels acceleròmetres, aquesta hauria de contenir bàsicament soroll elèctric.
- Un cop el senyal estigui estabilitzat, enregistreu la resposta de l'acceleròmetre amb les mateixes condicions de mesura que en el cas anterior.

## Càlculs Part I: Caracterització dinàmica de l'element aïllador

Els càlculs a realitzar en aquesta primera part es basen en els resultats obtinguts fent us de les excitacions sinusoidals.

### 1 - Corba de transmissibilitat

- A partir dels valors d'amplitud d'acceleració de vibració  $\ddot{X}_2$  i  $\ddot{X}_1$  (presos en dB), trobeu la relació  $X_2/X_1$  per a cada freqüència mostrejada. Representeu els resultats en una gràfica  $X_2/X_1(\omega)$ .

### 2 - Trobar el coeficient d'esmoreïment

- Mitjançant l'expressió trobada a l'apartat 1 dels càlculs previs i d'alguna suposició addicional, determineu el valor del coeficient d'esmoreïment.

### 3 - Trobar la constant de rigidesa de la molla

S'ha suposat que el sistema estudiat es pot modelitzar com un sistema amb dos graus de llibertat (2-DOF). Si la suposició és raonable, en representar gràficament  $X_1$  i  $X_2$  en funció de la freqüència apareixeran dues freqüències pròpies de vibració.

- Obtingueu el valor de les freqüències pròpies del sistema.

Per a l'obtenció del valor de  $k_2$  es suposarà que les freqüències pròpies obtingudes experimentalment són pràcticament iguals a les del sistema sense considerar esmoreïment (cas que ha estat modelitzat en la Figura 3).

- A partir de les equacions del moviment del sistema sense esmoreïment, establiu l'expressió que permet trobar el valor de les freqüències pròpies del sistema.
- Substituïu, en l'expressió anterior, els valors de les freqüències pròpies experimentals que heu obtingut per tal de determinar el valor de la constant de rigidesa  $k_2$ .

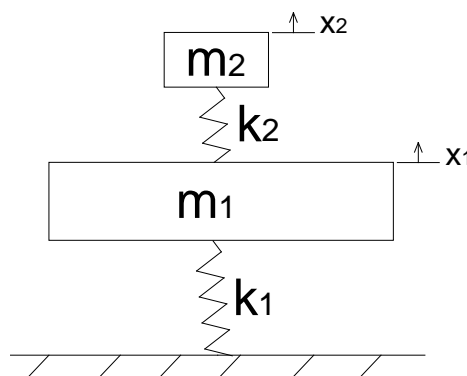


Figura 3. Model 2-DOF sense esmoreïment

## **Càlculs Part II: Processat dels senyals enregistrats.**

### *1 – Avaluadors temporals*

- Obtingueu, de la resposta de cada acceleròmetre a l'excitació "sweep sine" o "random" usada en la part final de la pràctica, el valor que prenen els següents avaluadors temporals:
  - o Valor de pic
  - o Valor mig
  - o Valor eficaç
  - o "Running RMS".

### *2 – Densitat espectral de potència*

- Obtingueu la densitat espectral de potència (PSD) del senyal enregistrat per cada acceleròmetre.
- A partir de la PSD obtingueu, novament per ambdós acceleròmetres, els següents descriptors:
  - o L'espectre de valor eficaç a una cara.
  - o L'espectre freqüencial per bandes de terç d'octava a una cara.

### *3 – Corba de transmissibilitat*

- A partir dels descriptors freqüencials obtinguts en l'apartat anterior, calculeu novament la corba de transmissibilitat del sistema.
- Compareu el resultat obtingut amb el que heu obtingut en la primera part dels càlculs i justifiqueu si ambdós mètodes poden ser usats indistintament.

### *4 – Soroll de fons*

Finalment es considerarà l'efecte del soroll de fons sobre els valors dels càlculs obtinguts anteriorment. Per a fer-ho, seguïu els següents passos:

- Obtingueu l'espectre de valor eficaç a una cara del senyal de soroll de fons enregistrat pels acceleròmetres en la part final de la pràctica.
- Resteu aquest a l'espectre del senyal enregistrat inicialment.
- Calculeu la nova corba de transmissibilitat i la nova caracterització dinàmica del sistema fent ús d'aquesta senyal sense soroll de fons.
- Compareu els resultats obtinguts i argumenteu si el soroll de fons és important en el procediment experimental realitzat.