

OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA DE LABORATORIO “COMPORTAMIENTO DINÁMICO DE LAS ESTRUCTURAS”.

Al término de la práctica el alumno:

- Entenderá la importancia de la frecuencia natural de vibración de las estructuras.
- Podrá explicar el fenómeno de la resonancia.
- Habrá observado la interacción física que se desarrolla entre dos estructuras con distinta frecuencia natural de vibración.
- Habrá conocido el equipo empleado en la medición de aceleraciones y la paquetería de cómputo relacionada.
- Habrá apreciado la variación experimental de aceleraciones entre los diversos niveles de una estructura.
- Habrá observado la configuración estructural que da origen a la torsión sísmica.
- Entenderá el concepto de rigidización estructural.

EQUIPO Y MATERIAL EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA.

1.- Modelos estructurales didácticos:

1.1 Un modelo en forma de péndulo invertido instrumentado con un strain gage e con una masa vibrante en su extremo libre.

1.2 Dos modelos bidimensionales (planos) instalados en una base común.

1.3 Un modelo tridimensional de cuatro niveles.

2.- Mesa vibradora con motor de corriente continua para poder aplicar vibraciones con distintas frecuencias.

3.- Un acelerómetro marca **Analog, modelo ADXL105**.

4.- Un sistema de adquisición de datos **Vishay System 6000** que permite seguir con fidelidad las aceleraciones registradas en los modelos.

5.- Un equipo de cómputo que tiene instalado un paquete (**Strain Smart**) que permite procesar la información obtenida y analizarla convenientemente.

DESCRIPCIÓN DE LOS EXPERIMENTOS DE LA PRÁCTICA

EXPERIMENTO A)

COMPORTAMIENTO DINÁMICO DE UN PÉNDULO INVERTIDO.

Descripción: Demostración del comportamiento dinámico de un péndulo invertido sujeto a vibración libre amortiguada y vibración forzada con frecuencia variable.

Mecánica de la demostración: Se someterá este tipo de estructura a una vibración libre amortiguada y posteriormente a una vibración forzada acercándose progresivamente a la frecuencia de resonancia. Se demostrará el fenómeno de resonancia, observando la vibración de la estructura ante la vibración impuesta. Se harán comentarios.

Objetivos particulares del experimento: El estudiante visualizará el fenómeno de la resonancia y entenderá su importancia en el diseño estructural

Desarrollo del experimento:

- a) Empotre la barra de aluminio formando un péndulo invertido (figura 12).

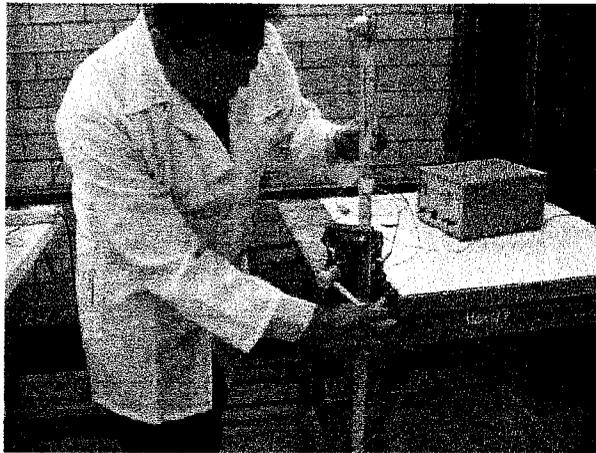


Figura 12. Colocación de modelo de péndulo invertido.

- b) Aplicando un desplazamiento al extremo libre del péndulo y soltándolo bruscamente, deje que la estructura vibre según su frecuencia natural de vibración. Mencione que la frecuencia resultante corresponde a la natural de vibración de la estructura.

- c) Conecte el motor de corriente continua a la fuente de alimentación¹ (figura 13) y aplique una vibración con una frecuencia menor a la de resonancia. Haga notar a los alumnos las magnitudes de desplazamiento en el extremo de la viga.

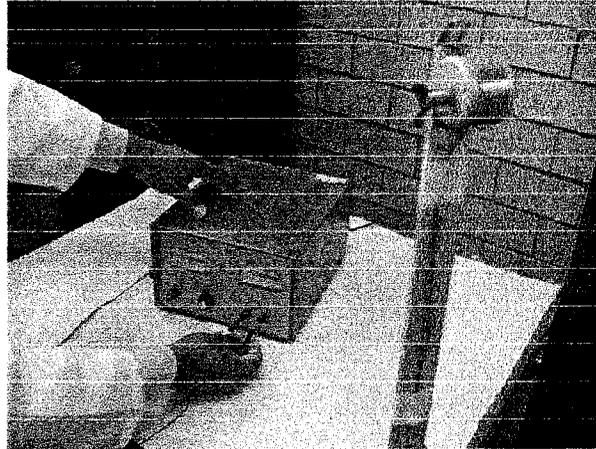


Figura 13. Conexión del motor de corriente continua a la fuente variable de alimentación.

- d) Varíe la frecuencia del motor hasta alcanzar una frecuencia igual a la de resonancia de la estructura. Haga notar a los alumnos la magnitud de los desplazamientos en el extremo libre del péndulo (figura 14).



Figura 14. Magnitudes de los desplazamientos del extremo del péndulo bajo resonancia

- e) Varíe gradualmente la frecuencia del motor hasta rebasar la frecuencia de resonancia y haga notar al alumno que los desplazamientos vuelven a disminuir.

¹ Para evitar daños en el motor, conveniente encender la fuente *antes* de conectar el motor a ella.

- f) Haga comentarios respecto a la importancia de la frecuencia de resonancia y al peligro que envuelve al fenómeno de resonancia.

EXPERIMENTO B)

COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DINÁMICO DE DOS MARCOS PLANOS.

Descripción: Demostración cualitativa del comportamiento en una mesa vibratoria de dos marcos bidimensionales con distinta rigidez sujetos a vibraciones diferentes.

Mecánica de la demostración: Se mostrará al estudiante de ingeniería estructural el comportamiento de dos estructuras con distinta frecuencia natural de vibración sometidas a vibraciones forzadas progresivamente de mayor frecuencia. Se harán comentarios.

Objetivo: El estudiante entenderá el comportamiento de estructuras con distintas rigideces ante vibraciones de distinto período.

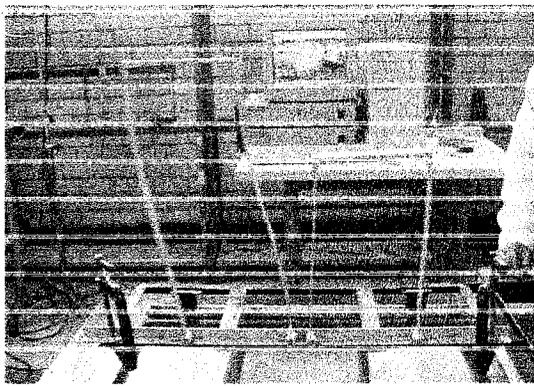
Desarrollo del experimento:

- a) Instale en la mesa vibradora la base con dos modelos bidimensionales de Lexan (figura 15).



Figura 15. Instalación de marcos bidimensionales en mesa vibradora.

- b) Someta a los modelos a una vibración (movimiento armónico simple) cualquiera y muestre al estudiante los desplazamientos dinámicos de las estructuras. Pregunte a los estudiantes sobre cual de las estructuras golpearía a la otra durante el fenómeno sísmico.



- c) Haga variar gradualmente la frecuencia del movimiento en la mesa vibradora y haga entrar en resonancia el modelo más flexible (que tiene un período natural de vibración más grande) hasta que golpee al modelo más rígido (figura 16).

Figura 16. Fenómeno de resonancia de estructura flexible.

- d) Aumente la frecuencia de vibración de la mesa y gradualmente haga entrar en resonancia el modelo más rígido (que tiene un período natural de vibración más corto) hasta que golpee al modelo más flexible (figura 17).



Figura 17. Fenómeno de resonancia de estructura rígida.

- e) Haga una descripción de los de períodos naturales de vibración del terreno en diversas zonas de la Ciudad de México y establezca que tipos de edificios (los rígidos o los flexibles) entrarán en resonancia en cada tipo de terreno.

EXPERIMENTO C)

TORSIONES SÍSMICAS EN UNA ESTRUCTURA TRIDIMENSIONAL.

Descripción: Demostración cualitativa en mesa vibratoria de una estructura tridimensional de rigidez asimétrica ante una vibración forzada (no de resonancia).

Mecánica de la demostración: Se hará vibrar el modelo en condiciones de asimetría simétrica y se observará el comportamiento de la estructura. Posteriormente, se hará variar la rigidez en uno de los lados de la estructura (mediante cinta de plástico colocada diagonalmente) y se hará vibrar la estructura. Se harán comentarios.

Objetivos: El estudiante visualizará la torsión sísmica y entenderá su importancia en el diseño estructural.

Desarrollo del experimento:

- a) Coloque un modelo tridimensional en la mesa vibradora (figura 18)

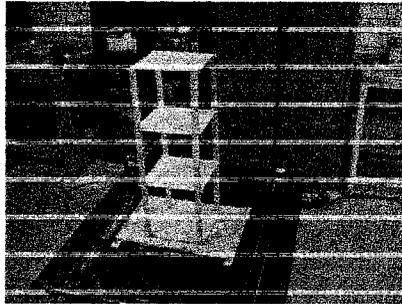


Figura 18 . Modelo tridimensional en mesa vibradora.

- b) Coloque contraventeos en uno de los lados del modelo estructural empleando como material cinta plástica de aislar (figura 19).
- c) Aplique al modelo una frecuencia, de preferencia cercana a la de resonancia (de modo que los desplazamientos sean considerables), y observe los desplazamientos que se generan en la estructura.
- d) Explique a los alumnos el efecto de la torsión sísmica en las columnas. Haga un resumen de las medidas a tomar en el diseño estructural para evitar la torsión sísmica.

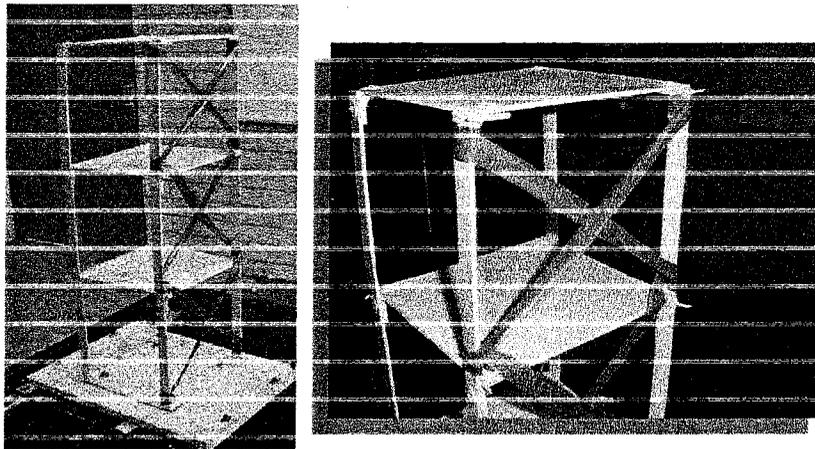


Figura 19. Modelo tridimensional contraventeado parcialmente.

- e) Puede aprovechar este momento para comentar a los alumnos sobre las obras de rigidización que se efectúan en estructuras para modificar su período natural de vibración y evitar la resonancia.