

Manual: Laboratorio Virtual de Dinámica Experimental

1. Introducción

El objetivo de este laboratorio es evaluar la respuesta dinámica de sistemas de un grado de libertad sometidos a diferentes excitaciones en la base, para ello el laboratorio virtual cuenta con una interfaz gráfica amigable e intuitiva la cual permitirá al usuario modelar diferentes sistemas dinámicos de forma rápida y sencilla.

La respuesta del sistema se calcula resolviendo la ecuación de movimiento mediante el método numérico Newmark aceleración promedio constante, del cual se obtienen datos de aceleración, velocidad y desplazamientos relativos.

Estas pruebas permitirán representar gráficamente el comportamiento de sistemas dinámicos, además de arrojar los datos necesarios para realizar un análisis de dinámica experimental. Se busca que los usuarios puedan poner en práctica conocimientos teóricos de dinámica sin la necesidad de contar con un laboratorio in situ.

2. Procedimiento

El usuario caracterizará un sistema dinámico de un grado de libertad. Para ello, contará con dos opciones disponibles: podrá elegir entre definir las propiedades físicas o dinámicas del sistema. Posteriormente, asignará desplazamiento en la base. De esta forma, se inducirá un comportamiento dinámico en la estructura. Mediante el uso de acelerómetros y un sensor de desplazamiento láser, se medirá la respuesta de la estructura. Durante el ensayo, se podrán visualizar las solicitaciones dinámicas y/o desplazamientos que se aplican al sistema, así como la respuesta de este en términos de aceleración, velocidad y desplazamiento.

3. Menú

El laboratorio virtual cuenta con un menú interactivo en el cual el usuario podrá definir los parámetros necesarios para caracterizar el experimento.

El menú consta de tres paneles desplegables que permiten configurar los sensores, las propiedades físicas o dinámicas del sistema, y seleccionar el tipo de desplazamiento. Además, hay tres paneles no desplegables que permiten al usuario iniciar/detener la simulación, exportar los datos, limpiar los campos y cambiar entre diferentes vistas. Dentro de los paneles, se encuentran pequeñas ayudas representadas por iconos de signo de interrogación, los cuales brindarán pistas rápidas sobre el funcionamiento de los paneles.

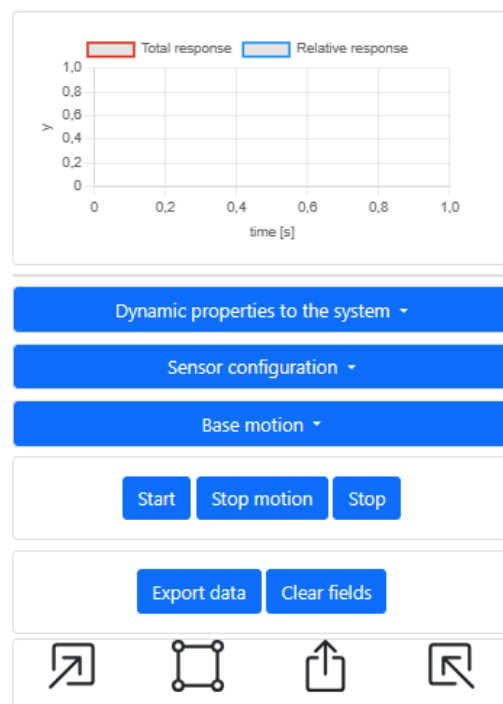


Figura 1: Menú

3.1. Panel gráfico

El panel gráfico ofrece la posibilidad de visualizar las solicitaciones dinámicas y/o desplazamientos que se aplican al sistema, así como la respuesta de este en términos de aceleración, velocidad y desplazamiento. Además, el panel cuenta con un menú desplegable que permite cambiar el tipo de respuesta que se muestra.



Figura 2: Gráfica de la respuesta

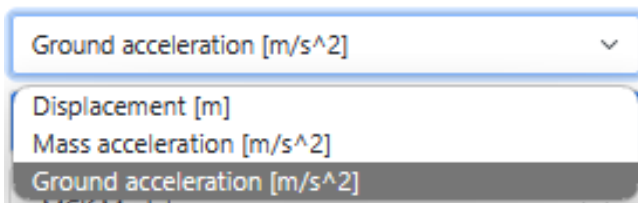


Figura 3: Respuestas

3.2. Menú de sensores

Asignación de sensores: Despliega un menú que permite al usuario asignar los sensores de aceleración y desplazamiento para medir la respuesta. También cuenta con opciones que permiten agregar ruido a la amplitud y la señal, además de seleccionar frecuencia de muestreo.

Los sensores deberán ser asignados para graficar y guardar los datos del ensayo. Todos los sensores muestrean a una frecuencia máxima de 50 Hz.

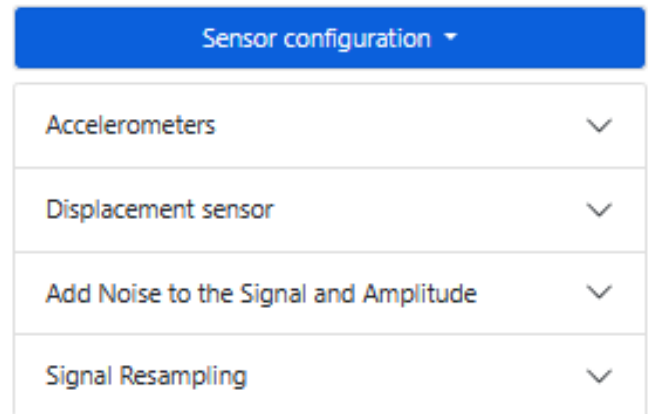


Figura 4: Configurar sensores

3.2.1. Acelerómetro superior

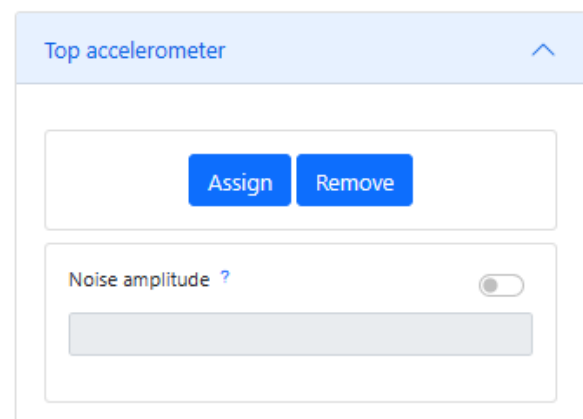


Figura 5: Acelerómetro superior

3.2.2. Sensor de desplazamiento relativo

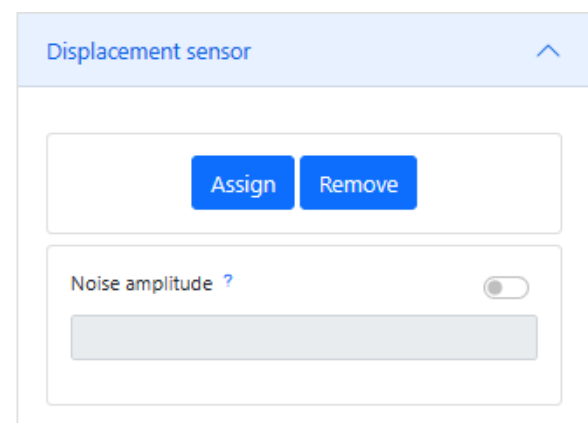


Figura 6: Sensor de desplazamiento

3.2.3. Acelerómetro inferior

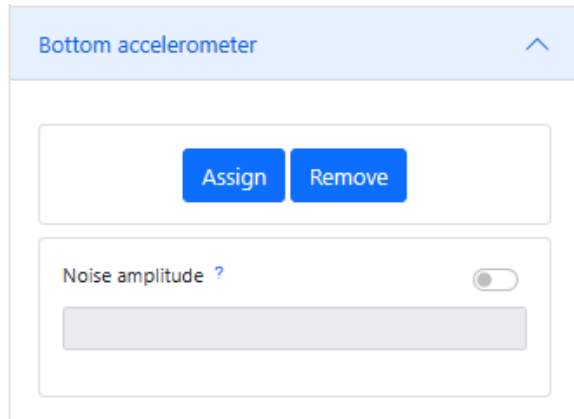


Figura 7: Acelerómetro inferior

3.2.4. Remuestreo de la señal

Esta opción le permite al usuario remuestrear la señal capturada por los sensores a frecuencias inferiores a 50Hz, que representa la frecuencia de muestreo por defecto.

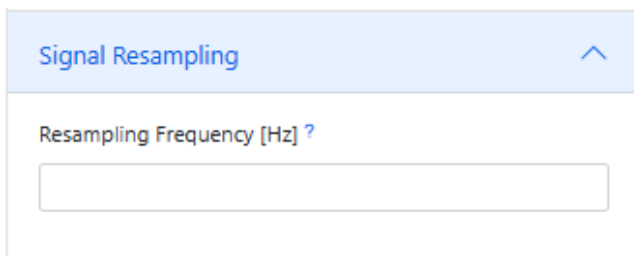


Figura 8: Remuestreo de la señal

3.3. Asignar propiedades

El menú de propiedades permite al usuario caracterizar el sistema dinámico. Al utilizar este menú, el usuario tendrá la posibilidad de elegir entre tres modelos: MCK; Zeta, Wn; materiales predefinidos. Una vez se digiten propiedades en uno de los modelos el usuario no podrá cambiar entre modelos a menos que elimine dicha información.

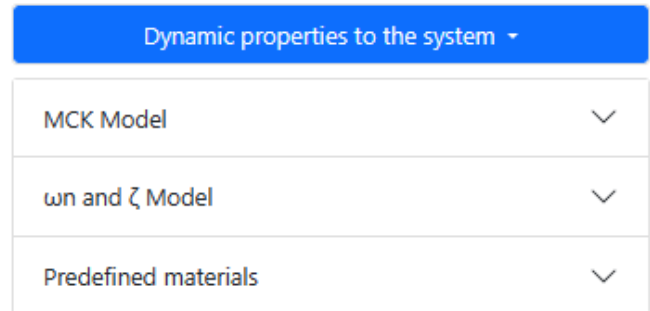


Figura 9: Asignar propiedades

3.3.1. Modelo MCK

Para el Sistema MCK, se requerirá que el usuario ingrese tres valores: la masa en kilogramos (kg), el amortiguamiento en newtons por segundo por metro ($N*s/m$), y la rigidez en newtons por metro (N/m).

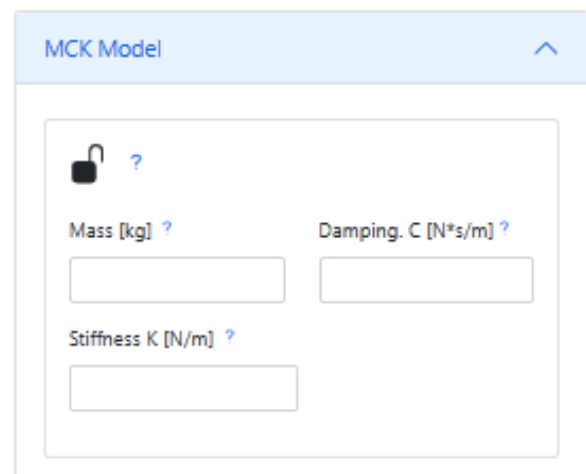


Figura 10: Modelo MCK

3.3.2. Modelo Wn y ζ

Para el sistema Zeta, Wn, el usuario deberá ingresar dos valores: la razón de amortiguamiento, que es un valor adimensional, y la frecuencia natural en radianes por segundo (rad/s).

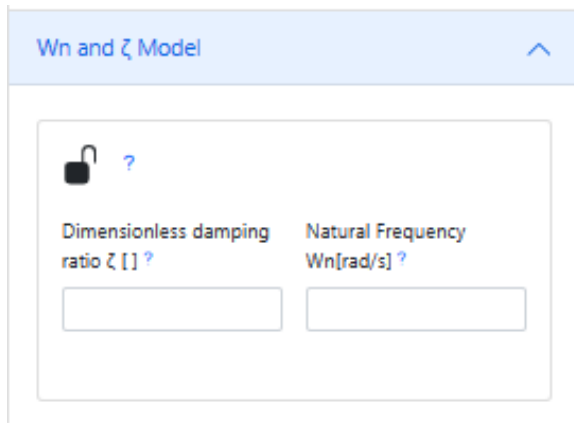


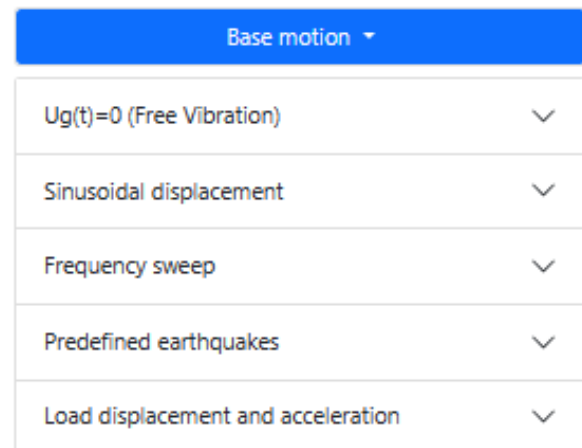
Figura 11: Modelo Wn y ζ


Figura 13: Tipos de desplazamiento

3.3.3. Materiales predefinidos (Predefined materials)

Para este sistema, el usuario deberá seleccionar un material y ingresar un valor de masa en [kg]

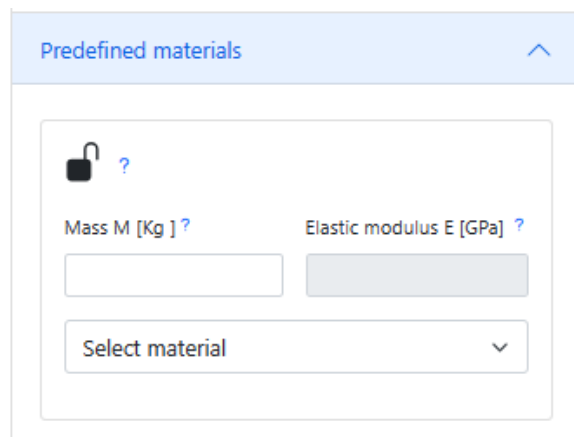


Figura 12: Materiales predefinidos

3.4.1. Vibración Libre (Free Vibration)

Para Vibración Libre, el usuario deberá ingresar dos valores: La amplitud en metros (m) y la duración del ensayo en segundos (s).

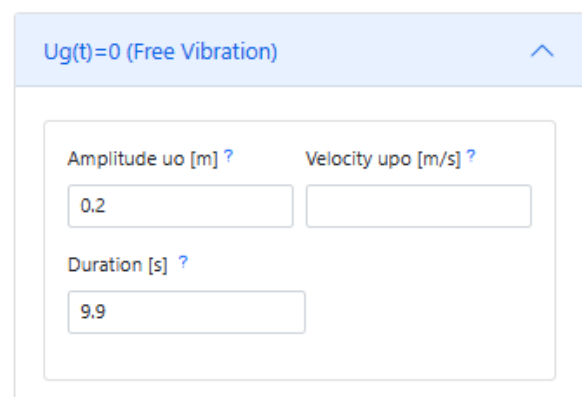


Figura 14: Vibración Libre

3.4. Menú de desplazamientos

El menú de desplazamiento permite al usuario seleccionar el tipo de sollicitación dinámica que la mesa sísmica le aplicará al sistema. Al utilizar este menú, el usuario tendrá la posibilidad de elegir entre cinco tipos de desplazamientos: Vibración Libre, Desplazamiento sinusoidal, Barrido de frecuencias, Sismos predefinidos, Cargar desplazamiento y aceleración.

3.4.2. Desplazamiento sinusoidal (Sinusoidal Displacement)

Para el desplazamiento sinusoidal, el usuario deberá ingresar 3 valores: La amplitud en metros (m), la frecuencia de excitación W en radianes por segundo (rad/s) y la duración del ensayo en segundos (s).

Figura 15: Desplazamiento sinusoidal

3.4.3. Barrido de frecuencias (Frequency Sweep)

Para el desplazamiento sinusoidal, el usuario deberá ingresar 4 valores: La frecuencia inicial (f_1) y la frecuencia final (f_2), ambas en hercios (Hz), la duración del ensayo en segundos (s) y la amplitud en metros (m).

Figura 16: Barrido de frecuencias

3.4.4. Sismos predefinidos (Predefined Earthquakes)

Para los sismos predefinidos, el usuario deberá ingresar un sólo valor: El escalar adimensional el cual permite cambiar la escala de los sismos. En caso de que el escalar no sea digitado la simulación lo tomara como 1. Además, el

usuario deberá seleccionar entre uno de los 5 sismos predefinidos: El Centro, La Vega, Armenia, Loma Prieta y Gilroy.

Figura 17: Sismos predefinidos

3.4.5. Cargar desplazamiento y aceleración (Load Displacement and Acceleration)

Para cargar desplazamiento y aceleración, el usuario deberá subir un archivo con los datos de desplazamiento y aceleración. El archivo se debe guardar en formato xlsx y su información contenida en las columnas A y B como se ilustra en la figura 17.

Figura 18: Cargar datos

A	B
Displacement [m]	Aceleration [m/s^2]
0.016979613	0.016979613
0.009253823	0.009253823

Figura 19: Formato de datos

3.4.6. Menú de vistas

Este menú le permite al usuario intercambiar entre diferentes vistas.



Figura 20: Vistas

3.4.7. Menú de inicio

Este menú le permite al usuario iniciar y/o detener la simulación. También cuenta con una opción para detener únicamente el movimiento de la mesa.

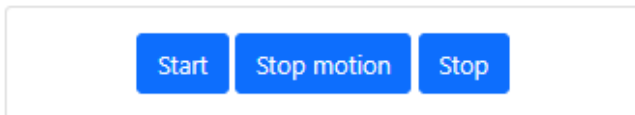


Figura 21: Iniciar/Detener

3.4.8. Menú de salida

Este menú le permite al usuario exportar datos y limpiar campos de la simulación.

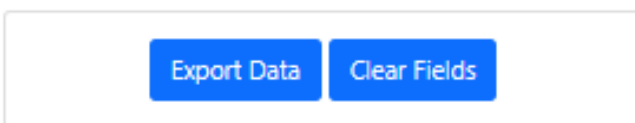


Figura 22: Salida

4. Resultados

El estudiante podrá descargar los datos de desplazamiento total y relativo, junto con el tiempo asociado a una frecuencia de muestreo predeterminada de 50 Hz en cualquier momento de la simulación. Con esta información el estudiante deberá obtener experimentalmente las

propiedades dinámicas del sistema utilizando métodos como decremento logarítmico o ancho de banda. [1].

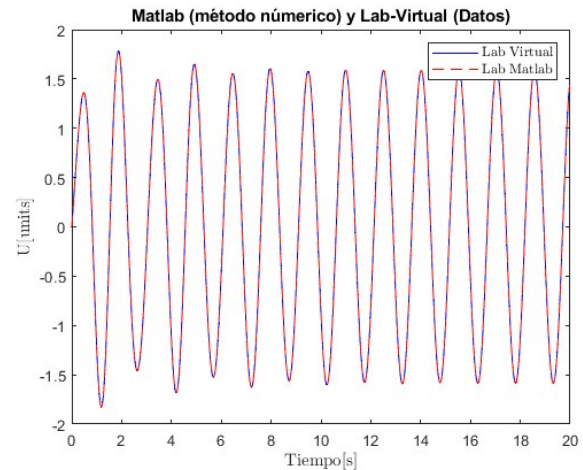


Figura 23: Desplazamiento sinusoidal : Comparación Matlab-Laboratorio virtual

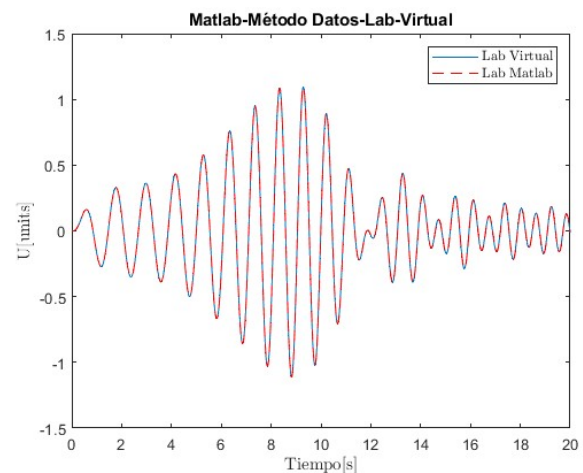


Figura 24: Barrido de frecuencias : Comparación Matlab-Laboratorio virtual

Referencias

- [1] Anil K. Chopra. *Dynamics of Structures*. Ed. por PEARSON EDUCACIÓN, México, 201. 2014.