

### 1.1. Resumen

En esta sesión se estudiarán las resonancias de modos de flexión en una barra de Duraluminio mediante la técnica de impulsión. Usando una estimación del Módulo de Young se determinarán las frecuencias de algunos modos de flexión. Realizando una regresión lineal en escala log-log de estas frecuencias versus el número  $n$  de cada modo se obtendrá una medición precisa del Módulo de Young del material utilizado.

### 1.2. Objetivos

- Estudio de las resonancias de oscilación de una barra metálica mediante la técnica de impulsión. Análisis del espectro de Fourier de una señal acústica detectada por las oscilaciones libres y amortiguadas de la barra.
- Uso de regresión lineal con un conjunto de datos experimentales.
- Determinar el Módulo de Young del Duraluminio mediante la medida de algunas frecuencias de modos de flexión de la barra.

### 1.3. Materiales

- Una barra de Duraluminio de 150 cm de longitud, 1.3 cm de diámetro
- Micrófono de audio, amplificador, Soportes universales, hilo y martillo.
- Tarjeta de conversión A/D NI-USB6008 y SignalExpress.

### 1.4. Montaje experimental

El montaje experimental es el mismo utilizado en la guía n°6. Siga las mismas instrucciones que se dan en esa guía para el montaje de la barra, la excitación con el martillo, la detección de la señal acústica con el micrófono, y su posterior análisis usando la tarjeta de adquisición y *SignalExpress*.

En esta sesión se pretende medir un número de frecuencias de resonancia de algunos modos de flexión en la barra, aproximadamente entre 5 y 8 valores diferentes (ojalá 10).

## 1.5. Medida del Módulo de Young del material

**Parte A:** Realice algunas pruebas para revisar la configuración óptima de la posición del micrófono, el volumen del amplificador, la intensidad del golpe y el procedimiento de medida en general que se determinó en la sesión de la guía n°6.

**Parte B:** Realice una medida de la señal del micrófono usando la tarjeta de adquisición. A través de un análisis de modos de Fourier para cada una de estas medidas y usando la relación

$$f_n^B = \frac{\pi R}{16L^2} \sqrt{\frac{E}{\rho}} \cdot (2n + 1)^2, \quad (1)$$

para los modos de resonancia de flexión, identifique cuáles de estas frecuencias corresponden a modos de flexión y determine el número del modo  $n$  para cada una de ellas. Haga una tabla donde reporte los modos  $n$  y las frecuencias medidas y predichas  $f_n^B$ . Si hay algún  $n$  que no aparece en la medida, deje este espacio en blanco en la tabla. Use como aproximación  $E = 69$  GPa para el Módulo de Young del Duraluminio. Use la densidad medida en la sesión de la guía n°6.

**Parte C:** A continuación se obtendrá una medida más precisa del Módulo de Young del Duraluminio utilizado mediante una regresión lineal de los datos medidos. En particular, se tomará  $x_i = \log_{10}(2n + 1)$  e  $y_i = \log_{10}(f_n^B)$ , tal que  $y_i = ax_i + b$ , pues se desea ajustar los datos con un modelo de ley de potencia, específicamente según la ecuación (1) anterior.

A partir de los datos de la tabla anterior llene la tabla n°2 y adjúntela a su informe. Con la materia vista en la guía teórica asociada a esta guía, obtenga los valores de los coeficientes  $a$  y  $b$  como también del parámetro de regresión lineal  $R^2$ . Reporte estos datos en su informe.

¿Es  $a \approx 2$ ? ¿Cómo se relaciona  $b$  con el Módulo de Young  $E$ ? En su informe entregue el valor de  $E$  medido y diferencia relativa con la aproximación  $E = 69$  GPa. Conociendo los errores asociados a  $\rho$ ,  $L$  y  $R$  ¿Cuál es el error asociado a  $E$  medido?

Haga un gráfico de  $f_n^B$  versus  $(2n + 1)$  en escala log-log y adjúntelo al informe. Se recomienda graficar  $y_i$  versus  $x_i$  en escala lineal usando la función `plot()` en Matlab o directamente  $f_n^B$  versus  $(2n + 1)$  usando la función `loglog()`. Sobre este gráfico [use `hold on`] grafique la recta obtenida con el ajuste lineal [`plot(xa, ya, '-')`], donde  $x_a$  e  $y_a$  son los datos del ajuste lineal. Para los datos utilice símbolos ('o'), y para el modelo una línea continua ('-').

**Nota:** en esta guía se sugiere el uso de Matlab aunque el gráfico puede ser hecho con otro programa, por ejemplo Excel.

$x_i = \log_{10}(2n + 1)$	$y_i = \log_{10}(f_n^B)$	$x_i \cdot y_i$	$x_i^2$
$\sum_{i=1}^N x_i$	$\sum_{i=1}^N y_i$	$\sum_{i=1}^N x_i \cdot y_i$	$\sum_{i=1}^N x_i^2$

Tabla 2: Preparación de datos para una regresión lineal, con  $N$  el numero de frecuencias de flexión medidas (entre 5 y 8, ojalá 10).