

ANALISIS DE DEFORMACIONES EN FLEXIÓN PURA

0. OBJETIVO DE LA PRÁCTICA

La realización de esta práctica tiene como objetivos que el alumno compruebe experimentalmente:

- La hipótesis de Bernoulli de secciones planas
- La ley de Navier.

1. BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS TEÓRICOS.

2.1. Hipótesis de BERNOULLI.

Según esta hipótesis, al someter a una sección a un momento flector, ésta sufre una rotación, manteniéndose plana (figura 1, dcha).

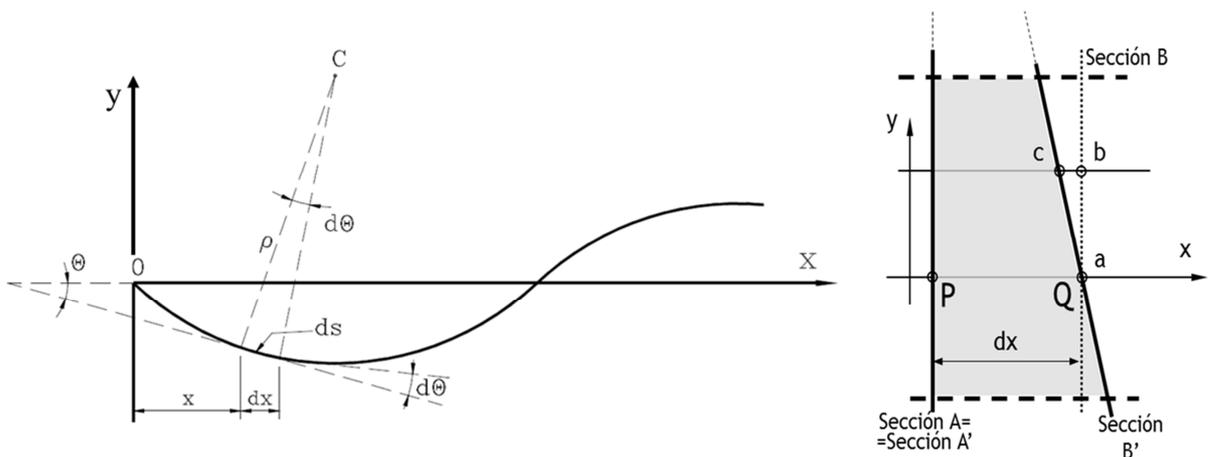


Figura 1: Esquema de deformada de flexión (Izda) y giro de la sección según la hipótesis de Bernoulli (Dcha)

Esto implica que la deformación unitaria que sufre cada fibra, varía linealmente con su distancia a la fibra neutra (1).

$$\epsilon_x = -\frac{y}{\rho} \tag{1}$$

Donde:

- ϵ_x son las deformaciones lineales en la dirección x .
- ρ es el radio de curvatura.
- y es la distancia desde la línea neutra.

Por tanto, en el caso de que la sección esté formada por un único material, la tensión varía linealmente con la distancia a la fibra neutra: ley de Navier (2).

$$\sigma_x = -\frac{E}{\rho}y \quad (2)$$

Donde:

- σ_x son las tensiones normales en la dirección x .
- E es el módulo de Young.
- ρ es el radio de curvatura.
- y es la distancia desde la línea neutra.

2.2. Ecuación Diferencial de la Elástica.

Teniendo en cuenta la teoría de Bernoulli, Euler obtuvo, para el caso de pequeños desplazamientos, la ecuación diferencial de la elástica (3).

$$\frac{1}{\rho} \cong \frac{d^2y}{dx^2} = \frac{M_z(x)}{E I_z(x)} \quad (3)$$

Siendo

- $M_z(x)$ el momento flector de la barra respecto del eje z .
- $I_z(x)$ el momento de inercia de la barra respecto del eje z .

La integración de dicha ecuación y la imposición de las condiciones de contorno y de continuidad, permite obtener la ecuación de la elástica o deformada. Ecuación que, como es conocido, es válida siempre que se cumplan las hipótesis que se exigen para obtener las ecuaciones. Entre estas hipótesis se encuentra que el valor del desplazamiento transversal máximo ha de ser muy inferior a la altura de la viga.

Por otro lado, la obtención de la deformada mediante esta ecuación, desprecia el efecto de la cizalladura.

Por todo lo anterior la deformada real siempre será superior a la calculada mediante esta ecuación.

2. DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA.

2.1. Análisis tensional de una sección asimétrica sometida a flexión pura.

Se dispone del dispositivo de ensayo HST20S, véase figura 3, así como de una viga de aluminio, de sección en forma de T.

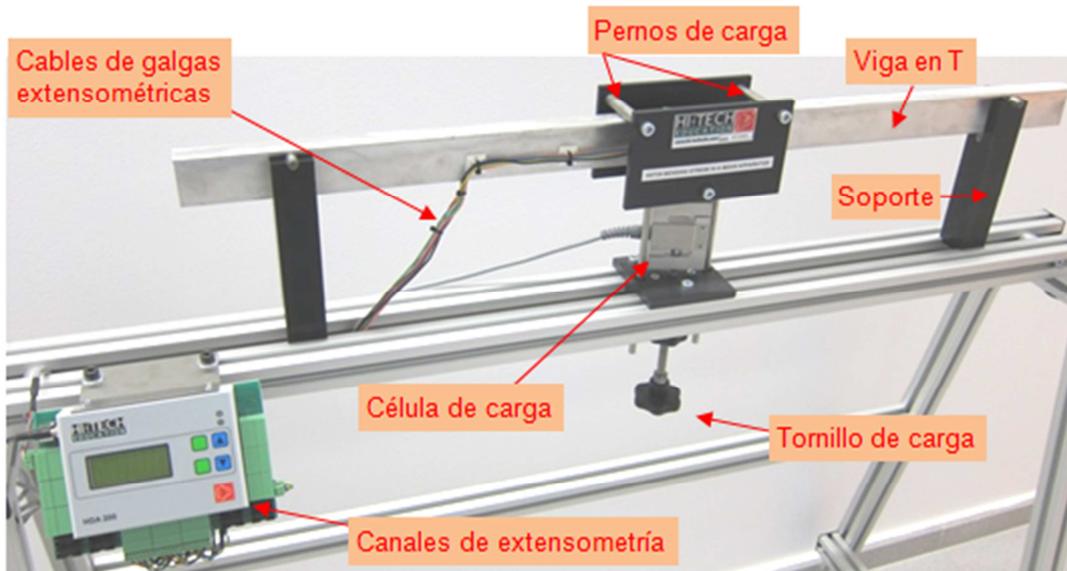


Figura 3. Dispositivo HST20S con viga de sección en T dispuesta para su ensayo. Dicha viga se encuentra simplemente apoyada y sobre ella actúan dos fuerzas cuya resultante es medida por un captador de fuerza. El sistema de cargas y reacciones será simétrico lo que produce una situación de flexión pura en la zona entre las cargas.

La sección situada en la mitad de la viga está sensorizada mediante nueve galgas extensométricas longitudinales, dispuestas como indica la figura 4, según las posiciones indicadas en la tabla 1.

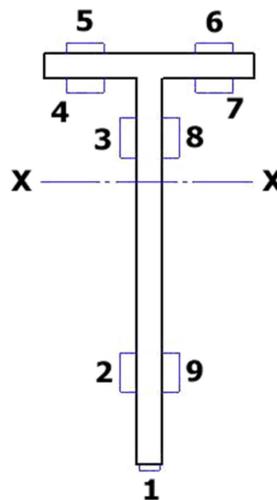


Figura 4. Disposición de las nueve galgas longitudinales de que dispone la viga.

Tabla 1. Posición de las galgas y código de colores de los cables de conexión

Numero de Galga	Colores de cables (par trenzado)	Posición, en mm, de cada galga respecto a la fibra inferior
1	Morado	0
2	Negro	17
3	Azul	40,5
4	Naranja	47,5
5	Amarillo	51
6	Verde	51
7	Rosa	47,5
8	Blanco	40,5
9	Café	17

Para la lectura de las galgas extensométricas se dispone de un lector multicanal HDA200 que se muestra en la figura 5.



Figura 5. Interface HDA200 que será utilizada en el ensayo para la lectura de deformaciones.

Cada galga tiene dos cables (trenzados), cuyas extremidades terminan en la caja de conexión. Cada par de cables posee un número para facilitar su identificación.

Conexiones de la interfaz HDA200

La figura 6 muestra las conexiones de los diferentes canales de fuerza y extensometría. Las conexiones de las galgas extensométricas se conectan en el frente de la interfaz HDA200 (figura 5). Es esencial que los conectores estén conectador de for-

ma que los cables negro y azul estén en la fila superior y el verde y el amarillo estén en la fila de inferior.

FRONT BLOCK																	
BLOCK 1F						BLOCK 2F						BLOCK 3F					
BS+	BS-	BS+	BS-	BS+	BS-	BS+	BS-	BS+	BS-	BS+	BS-	BS+	BS-	BS+	BS-	BS+	BS-
IP+	IP-	IP+	IP-	IP+	IP-	IP+	IP-	IP+	IP-	IP+	IP-	IP+	IP-	IP+	IP-	IP+	IP-
STRAIN 1		STRAIN 2		STRAIN 3		STRAIN 4		STRAIN 5		STRAIN 6		STRAIN 7		STRAIN 8		STRAIN 9	
RIGHT BLOCK																	
BLOCK 1R						BLOCK 2R						BLOCK 3R					
BS+	BS-	BS+	BS-	BS+	BS-	BS+	BS-	BS+	BS-	BS+	BS-	BS+	BS-				
IP+	IP-	IP+	IP-	IP+	IP-	IP+	IP-	IP+	IP-	IP+	IP-	IP+	IP-				
STRAIN 10		STRAIN 11		STRAIN 12		STRAIN 13		STRAIN 14		STRAIN 15		STRAIN 16		Not Used		Not Used	
LEFT BLOCK																	
BLOCK 1L						BLOCK 2L						BLOCK 3L					
BS+	BS-	BS+	BS-	BS+	BS-	BS+	BS-	+ve	-ve	+ve	-ve						
IP+	IP-	IP+	IP-	IP+	IP-	IP+	IP-	SIG		SIG							
FORCE 1		FORCE 2		FORCE 3		FORCE 4		ANGLE 1		ANGLE 2		Not Used		Not Used		Not Used	

Figura 6. Esquema de conexiones de los bloques de conexión de la interface HDA200.

- Rojo = +BS (Alimentación Puente Positivo) – fila superior
- Azul = -BS (Alimentación Puente Negativo) – fila superior
- Verde = +IP (Señal de salida Positiva) – fila inferior
- Amarillo = -IP (Señal de salida Negativa) – fila inferior

Utilización de la interfaz HDA200

Conecta la interfaz HDA200 a la fuente de alimentación suministrada. Para introducir la información y moverse por los menús del interfaz, se utilizan los botones mostrados en la figura 7.

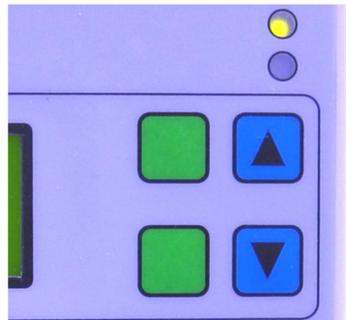


Figura 7. Botones para acceder y, si procede, modificar la configuración de la interface HDA200

Funciones de los botones:

- Botones verdes: Sirven para hacer la selección deseada de entre las indicadas en la pantalla correspondiente.
- Botón verde superior: Tara

- Botón verde inferior: Dentro de cada menú, sirve para pasar a la siguiente opción del mismo, aceptando lo ya introducido.
- Flechas azules: Sirven para subir o bajar dentro del menú de la pantalla.

A continuación se muestra, de forma muy resumida, el procedimiento a seguir para disponer la interface HDA200 en el modo necesario para el ensayo



Seleccionar OK para acceder a la configuración



Seleccionar YES



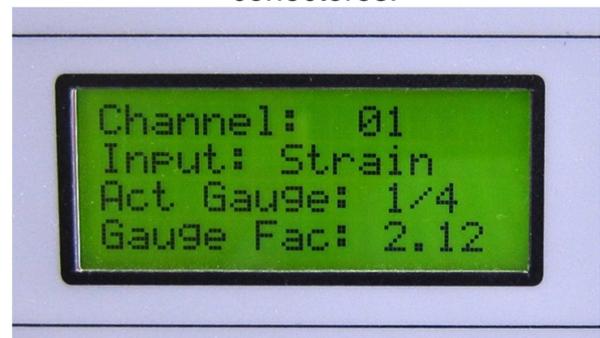
Introducir código : 123 mediante las flechas azules y el botón verde inferior para aceptar



Seleccionar Local para la adquisición de datos desde los bloques de conectores.



Verificar que los canales conectados están usados, o no, según el caso.



Para cada canal de deformación, verificar el tipo de puente y el factor de galga.



Tarar los canales a 0.

3. TRABAJO A REALIZAR.

3.1.- Estudio teórico.

Para la posición de la viga indicada en la parte experimental, determínese:

- Diagramas de esfuerzos cortantes y momentos flectores.
- A partir de las dimensiones de la sección transversal de la viga, determínese el CDG de la sección, así como el momento de inercia con respecto al eje de flexión.
- Para una fuerza de 150N determínese cuál es la tensión normal máxima. Háganlo, igualmente, para la carga máxima introducida en el experimento.

3.2.- Desarrollo experimental.

Tómese la distancia entre apoyos y la situación de la aplicación de la carga (figura 8).

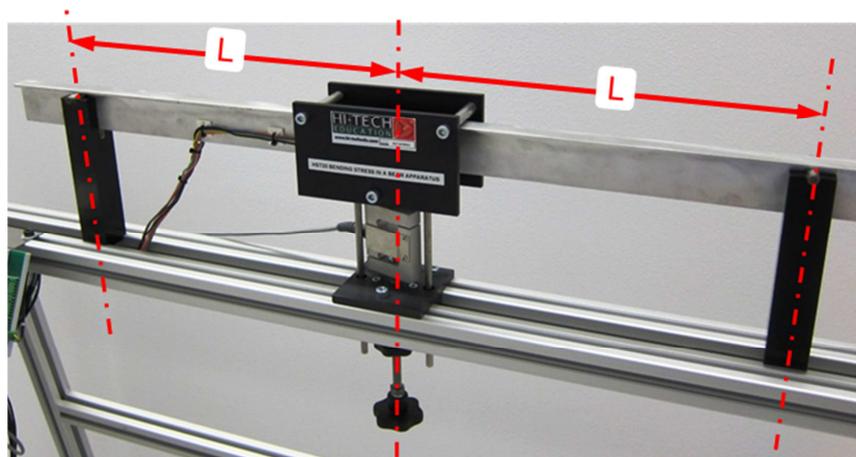


Figura 8: Viga, en disposición de ensayo, con indicación esquemática de posicionamiento simétrico de carga y apoyos.

Configure el interfaz HDA200, tal y como se ha indicado en el apartado utilización de la interfaz HDA200.

3.2.1.- Procedimiento de carga:

- Haga rotar la manivela del mecanismo de carga hasta que los dos pernos toquen la viga. Asegúrese que ningún cable de las galgas extensométricas estén prensados por debajo de los pernos.
- Ponga la interfaz HDA200 en cero y verifique que la lectura este cerca de cero, antes de empezar. Anote las lecturas.

4.- Aplique incrementos de carga (al menos 6) hasta llegar a un máximo aproximado de 150N, tomando las lecturas de las galgas para cada valor de carga.

4.- Repita las lecturas decrementando la carga, paso a paso, hasta cero, tomando, nuevamente, las lecturas de las galgas para cada valor de carga.

3.2.2.- A partir de los datos adquiridos:

1.- Comprueben que los signos de las lecturas de las galgas corresponden con lo esperado.

2.- Dibujen los puntos Fuerza (N) – Microdeformaciones, para cada canal. Analicen los resultados, indicando los aspectos principales observados.

3.- Determine experimentalmente la posición del eje neutro. Para ello grafiquen posición galga (mm) – Lectura galga ($\mu\epsilon$).

4.- Compárense los resultados obtenidos con los teóricos.

4. INFORME DE PRÁCTICAS – PROPUESTA DE MINIMOS

El índice de la memoria que habrá de entregar el grupo que realiza la práctica habrá de contener, como mínimo, los apartados siguientes:

- Título de la práctica.
- Objetivo de la práctica.

En este apartado se expondrá lo que para el alumno es el objetivo de la práctica. Se plantearán las cuestiones que se estimen clave y que los resultados de la práctica habrían de poner de manifiesto.

- Análisis numérico.

En este apartado se recogerán los cálculos que se hayan realizado durante el desarrollo de esta memoria. Este apartado se subdividirá en tantos subapartados como se considere necesario.

- Análisis experimental.

En este apartado se incluirán todos los datos medidos y calculados.

Se graficarán las mediciones realizadas justificando la forma y comportamiento de las gráficas.

Se graficarán, de forma independiente, las relaciones deformación transversal/deformación longitudinal para las galgas superiores e inferiores.

- Correlación teórico experimental.

En este apartado se compararán los resultados teóricos con los experimentales, cuantificando, en porcentaje, la desviación de los resultados experimentales de los resultados esperados teóricamente.

- Conclusiones.

En este apartado se describirán las conclusiones alcanzadas por los alumnos, dando respuesta a los objetivos de la práctica y a los aspectos clave del ensayo, comentados a lo largo de la realización del mismo.

Nota final:

El documento contendrá sólo los nombres de los alumnos que hayan colaborado efectivamente en la ejecución de la práctica, a tal efecto se efectuará control de asistencia a las sesiones de laboratorio.