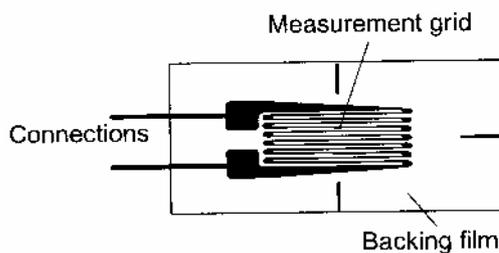


# PRÁCTICA 5

## MEDIDAS DE TENSION Y DEFLEXIÓN MEDIANTE GALGAS EXTENSIOMÉTRICAS

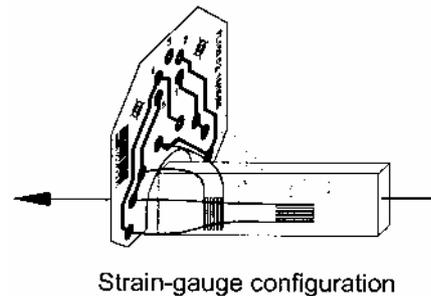
### INTRODUCCIÓN

Uno de los dispositivos más utilizados para la determinación de deformaciones es el *deformímetro de resistencia* también conocido como *galga extensiométrica*. La propiedad utilizada para medir deformaciones es la resistencia eléctrica de un cable puesto que es sabido que existe dependencia entre el valor de la resistencia  $R$  y la deformación axial de un cable  $\varepsilon$ . La deformación en la dirección del cable puede medirse directamente una vez que se ha calibrado. Para medir deformaciones cortantes se utiliza un dispositivo ingenioso basado en la superposición de varios deformímetros conocido como *roseta de deformación* y que ya ha sido estudiada en clase de teoría; una variante de esta roseta es la que utilizará en esta práctica.



Foil-type strain gauge

*Detalle de una galga extensiométrica*



Strain-gauge configuration

*Conexión de dos galgas extensiométricas perpendiculares entre sí al puente de Wheatstone*

La experiencia introduce completamente en la técnica de calibre extensiométrico. Todos los objetos de ensayo están equipados con extensiómetros listos y conectados en puente completo. La conexión eléctrica se lleva a cabo con conectores de 5 polos con cierre de bayoneta. El amplificador de medición está listo para conectarse a la red y tiene una indicación digital grande y bien legible.



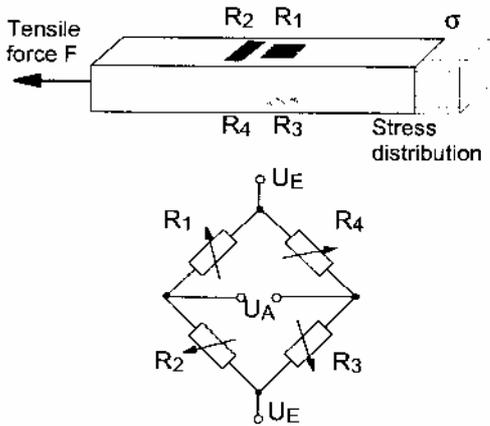
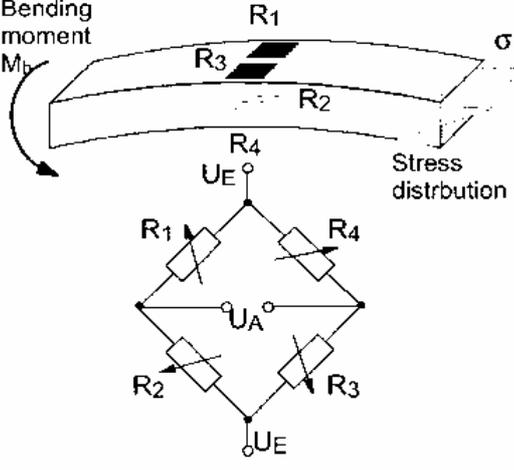
El objetivo de la práctica es comprobar la ley de Hooke tanto en un experimento de tracción de un material como en el de la deflexión de una barra cargada en su extremo.

## FUNDAMENTO TEÓRICO

El cambio de resistencia en un material sometido a una deformación es consecuencia de la combinación de dos factores: por un lado, el área transversal a la conducción eléctrica varía y, por otro, el propio cambio de la resistividad del material. En general, la deformación produce un incremento en el valor de la resistencia. Para conseguir la máxima modificación en el valor de la resistencia con la mínima deformación, la galga extensiométrica tiene la forma típica de “parrilla”. La razón de cambio en la resistencia debido a la deformación se denomina parámetro  $k$  y viene dado por:

$$k = \frac{\Delta R/R_0}{\varepsilon}$$

EL valor de  $k$  en esta práctica es 2.05. Para detectar cambios extremadamente pequeños en la resistencia eléctrica se forma un puente de Wheatstone con una o más galgas extensiométricos dependiendo del experimento a llevar a cabo. Este puente se alimenta con una fuente de alimentación de corriente continua y las diferencias de tensión son amplificadas en los amplificadores operacionales oportunos y luego presentadas a lectura. En la figura se dan los resultados de la deformación despejados a partir de la definición de parámetro  $k$  para las distintas configuraciones de puente de Wheatstone que van a usarse. El parámetro  $\mu$  es el coeficiente de Poisson (Anexo I).

| Tensión   | Deflexión de una barra   |
|---|--|
|  |  |
| $\varepsilon = \frac{2}{(1 + \mu)} \frac{1}{k} \frac{U_A}{U_E}$                     | $\varepsilon = \frac{1}{k} \frac{U_A}{U_E}$  |

### Experimento 1: tracción de un material.

A partir de la expresión de la deformación, combinándola con la Ley de Hooke:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

puede obtenerse una relación adecuada entre esfuerzos y deformaciones que permita comprobar la proporcionalidad entre ambas magnitudes y deducir el módulo de Young  $E$  (Anexo I).

### Experimento 2: deflexión de una barra

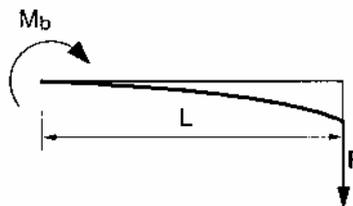
En el caso de la deflexión de una barra se tiene que:

$$\sigma = \frac{M_b}{S}$$

donde  $M_b$  es el momento aplicado en el extremo sujeto de la barra y  $S$  el *módulo de la sección rectangular*; estas dos magnitudes viene dadas por:

$$M_b = F \cdot L \qquad S = \frac{bh^2}{6}$$

donde  $L$  es la longitud de la barra,  $b$  su anchura y  $h$  su espesor.



A partir de estas expresiones y la de  $\varepsilon$  puede obtenerse una fórmula adecuada experimentalmente para comprobar la Ley de Hooke.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Dispondrá del sistema de entrenamiento para medida de deformaciones, el amplificador digital con un puente de Wheatstone interno, distintas barras y materiales (acero, aluminio, cobre, latón) con las galgas extensiométricas ya colocadas, portapesas y pesas.

## Experimento 1: tracción de un material

Los pasos experimentales que debe seguir son:

- 1.- Fije la barra de tensión del acero cromado; está en el interior de un recipiente con gancho que incorpora ya las galgas correspondientes.
- 2.- Conecte la fuente de alimentación en el conector correspondiente y enciéndala.
- 3.- Use el ajustador de la fuente para llevar a cero la pantalla.
- 4.- Cargue la barra con pesos crecientes (utilice el conjunto de pesas grande) y anote el valor del cociente de potenciales que proporciona la fuente. Con estos datos construya una tabla de valores de esfuerzos  $\sigma$  frente a la razón de tensiones  $U_A/U_E$ .
- 5.- Utilice las expresiones anteriores y el método de mínimos cuadrados para determinar el valor de la constante  $k$ . El valor de  $E$  puede tomarlo del anexo de esta práctica.
- 6.- Una vez conocido  $k$  puede utilizar la misma técnica para determinar el módulo de Young del resto de las barras.
- 7.- Presente todas las medidas con sus errores y los resultados con sus debidos márgenes de error.



*Montaje experimental*



*Detalle de las pesas*



*El material con sus galgas en el interior del recipiente con gancho*

## Experimento 2: deflexión de una barra

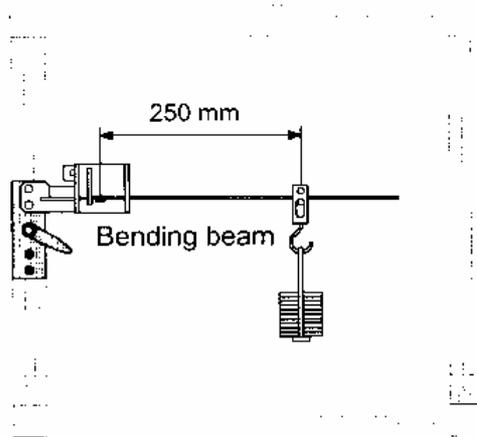
Los pasos experimentales que debe seguir son:

- 1.- Con ayuda de la cinta métrica y el nonius determine las dimensiones  $L$ ,  $b$  y  $h$  de la barra.
- 2.- Fije una de las barras para flexión. Compruebe que la distancia hasta el enganche donde colgará el portapesas es aproximadamente 200-250 mm.
- 3.- Conecte la fuente de alimentación en el conector correspondiente y enciéndala.
- 4.- Use el ajustador de la fuente para llevar a cero la pantalla.

5.- Cargue la barra con pesos crecientes (utilice el conjunto de pesas pequeño) y anote el valor del cociente de potenciales que proporciona la fuente. Con estos datos construya una tabla de valores de esfuerzos  $\sigma$  frente a la razón de tensiones  $U_A/U_E$ .

6.- A partir de esta tabla de valores represente gráficamente los datos y compruebe así la ley de Hooke.

7.- Presente todas las medidas con sus errores y los resultados con sus debidos márgenes de error.



Montaje del segundo experimento.

### ANEXO I: COEFICIENTES DE POISSON

| Material        | E (N/mm <sup>2</sup> ) | $\mu$ |
|-----------------|------------------------|-------|
| Steel           | 210000                 | 0.28  |
| Steel CrNi 18.8 | 191000                 | 0.305 |
| Copper          | 123000                 | 0.33  |
| Brass           | 88000                  | 0.33  |
| Aluminium       | 69000                  | 0.33  |