

Ejercicios de repaso con soluciones

Deformaciones

C1. Las galgas de semiconductor comparadas con las de metal:

- Tienen una sensibilidad normalizada menor.
 - La deformación máxima que pueden medir es mayor.
 - Son menos sensibles a la temperatura.
 - Ninguna de las anteriores.
-
- F, pues sus sensibilidades son típicamente al menos más de un orden de magnitud mayores: metálicas 2,1 y semiconductoras de 50 a 175 $\Omega/\Omega\mu\epsilon$
 - F. El límite elástico es mayor en las metálicas de 20000 a 25000 $\mu\epsilon$ frente a las 5000 $\mu\epsilon$ de las semiconductoras
 - F. Las semiconductoras son más sensibles a la T.
 - V

Problema 1

Se quiere monitorizar en continuo la integridad estructural de un puente levadizo (ver figura 1). Para ello, se utilizan dos galgas extensiométricas, montadas de forma que permiten medir los cambios en la separación entre dos piezas unidas mediante tornillos (ver detalle en la figura 2). Los cambios en la separación entre las dos piezas se producen en la dirección marcada por la flecha en la figura 2. Se han montado dos galgas en la zona de unión entre ambas piezas, de modo que una de ellas (ver G1 en la figura 2) queda alineada con la dirección de separación prevista y la otra (ver G2 en la figura 2) queda ortogonal a esta dirección.

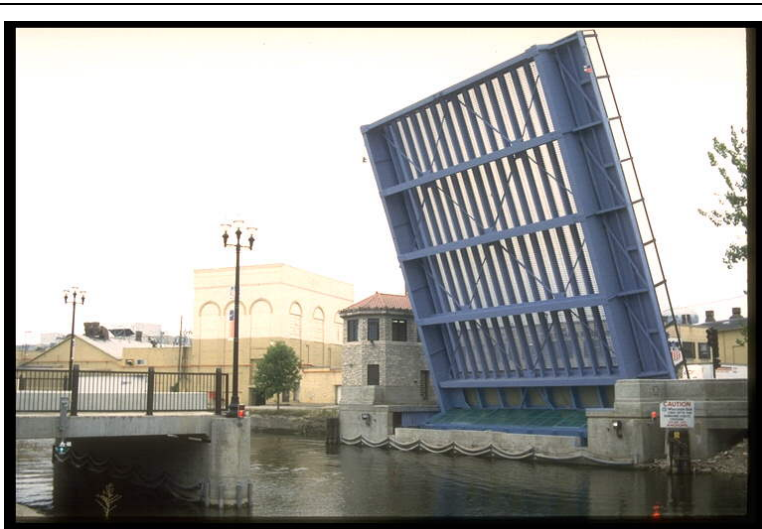


Figura 1

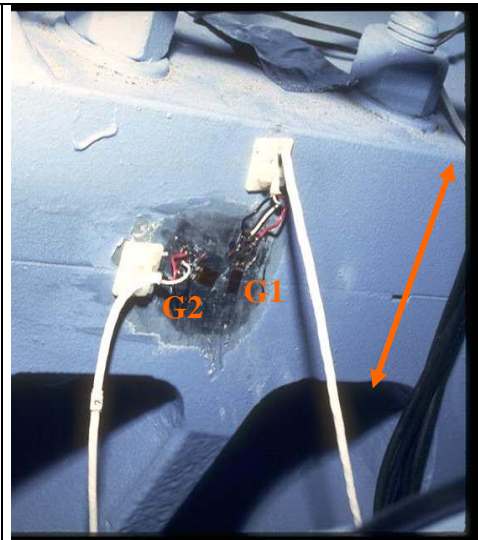


Figura 2

Datos de las galgas: $K=2$; $R_0=350\Omega$; $\epsilon_{MAX}=1\%$; $I_{MAX}=7,5mA$.

Se pide que responda razonadamente a las siguientes preguntas:

- Indique cómo afectan las variaciones de separación entre las dos piezas a las galgas 1 y 2.
- Asumiendo que la longitud efectiva de la galga (longitud sometida a deformación al separarse las piezas) es de 4mm y que las variaciones de separación entre ambas piezas son de $\pm 20\mu m$ como máximo, calcule el rango de variación de la resistencia de la galga.
- Diseñe un circuito de acondicionamiento adecuado, en el que se cancele el efecto de la temperatura sobre la medida.
- Calcule el rango de variación de tensión que se obtendrá a la salida del circuito de acondicionamiento para las variaciones de separación previstas.



- e) Indique qué tipo de amplificador utilizaría para amplificar la señal a la salida del circuito acondicionador del apartado anterior, de modo que para la máxima separación entre las piezas se obtenga una tensión de salida de 2V. Calcule la ganancia del amplificador y dibuje el esquema de cómo quedaría el circuito completo.
- f) ¿Se puede utilizar el sistema diseñado en el caso de que las variaciones de separación entre ambas piezas sean de $\pm 50\mu\text{m}$? Razone su respuesta.

Solución P2.

a)

Al separarse las piezas, G1, alineada con la dirección de separación se deforma axialmente incrementando su longitud. En cambio G2, al estar orientada ortogonalmente a la dirección del desplazamiento, sólo experimentará una deformación transversal, de efecto inapreciable. En resumen:

$$\text{Sep. } \uparrow \Rightarrow R_{G1} \uparrow; R_{G2} = R_0$$

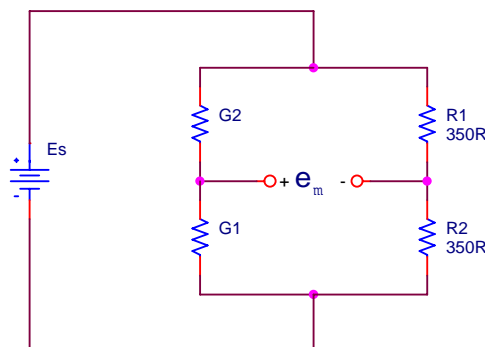
Resistencia de la galga: $R_{G1} = R_0 \times (1 + K\varepsilon)$;

$$\text{Rango de variación de la deformación: } \frac{-20\mu\text{m}}{4\text{mm}} \leq \varepsilon \leq \frac{+20\mu\text{m}}{4\text{mm}} \Rightarrow -0,5\% \leq \varepsilon \leq +0,5\%$$

Sustituyendo estos valores de deformación en la ec. de la galga: $R_{G1\text{min}} = 346,5\Omega$; $R_{G1\text{max}} = 353,5\Omega$

b)

Como ambas galgas están montadas sobre las mismas piezas metálicas (misma temperatura) y G2 no varía con la separación a medir, pero varía igual que G1 con la temperatura, puedo utilizarla como elemento de compensación en un montaje en puente de Wheatstone, adecuado para las pequeñas variaciones de resistencia en G1:



$R1=R2=R_0 \Rightarrow$ puente en equilibrio para deformación nula.

Es: para obtener variaciones de e_m lo más grandes posible utilizaré la alimentación máxima que permitan las galgas:

$$E_{s\text{max}} = I_{\text{max}} \times R_0 \times 2 = 5,25V; \quad \text{tomo } \mathbf{Es=5V}.$$

Tengo un montaje en $\frac{1}{4}$ de puente:

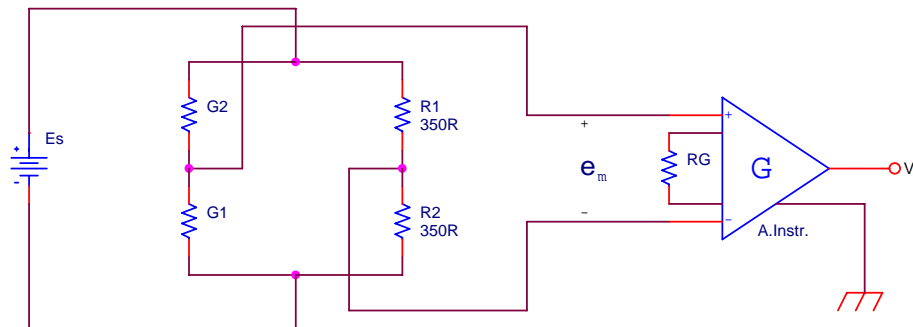
$$e_m = \left(\frac{R_{Gl}}{R_{Gl} + R_0} - 0,5 \right) \times E_s \approx \frac{E_s \times K}{4} \varepsilon;$$

$$\varepsilon = -0,5\% \Rightarrow R_{Gl} = 346,5\Omega \Rightarrow e_m = -12,5mV;$$

$$\varepsilon = +0,5\% \Rightarrow R_{Gl} = 353,5\Omega \Rightarrow e_m = +12,5mV;$$

c)

Dado que la tensión a la salida del puente es diferencial, lo óptimo sería utilizar un amplificador de instrumentación:



$$G = \frac{2V}{12,5mV} = 160;$$

d)

Para variaciones de separación de $\pm 50\mu m$, quedaría: $\frac{-50\mu m}{4mm} \leq \varepsilon \leq \frac{+50\mu m}{4mm} \Rightarrow -1,25\% \leq \varepsilon \leq +1,25\%$

Este rango de deformaciones es superior al máximo que soportan las galgas extensiométricas utilizadas ($\pm 1\%$), luego NO puede utilizarse este montaje.