

## Materiales II

08\_06\_02.mcd

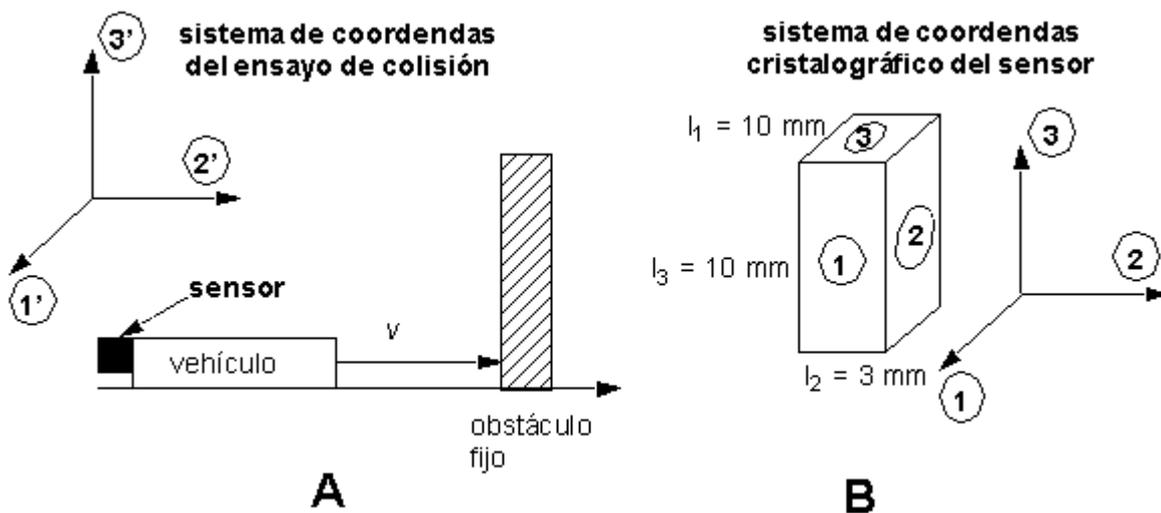
Una vez seleccionado el cuarzo trigonal como material adecuado para construir el acelerómetro piezoeléctrico del problema 08\_06\_01, se lleva a cabo un ensayo de colisión en la que un vehículo que circula a  $v = 25 \text{ m/s}$  choca contra un obstáculo fijo. La colisión (desde el comienzo del contacto hasta la detención total) dura  $\Delta t = 0.080 \text{ s}$ . Suponiendo determinar qué señal (diferencia de potencial) producirá el sensor si se coloca con su cara 2 orientada perpendicularmente a la dirección de la colisión.

Cuarzo trigonal, clase cristalográfica 32:

- $d_{11} = -2.3 \cdot 10^{-12} \text{ C/N}$
- $d_{14} = -0.67 \cdot 10^{-12} \text{ C/N}$

densidad del cuarzo trigonal:  $\rho = 2648 \text{ kg/m}^3$ . Constante dieléctrica del cuarzo:  $\kappa = 3.8$

Solución: tomemos nuevamente los sistemas de coordenadas del esquema:



$$l_1 = 0.01 \text{ m} \quad l_2 = 0.003 \text{ m} \quad l_3 = 0.01 \text{ m}$$

Solución: la colisión tiene lugar en dirección 2' y la aceleración (negativa, deceleración) del vehículo y del sensor es (en módulo):

$$a = \frac{v}{\Delta t} \quad a = 312.5 \quad \text{m/s}^2 \text{ (es decir unas } 32 \text{ g)}$$

Esta deceleración produce una fuerza sobre la cara 2 del sensor de:

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

---

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70**

2

La polarización que se genera en el cristal es:  $P_1 = d_{122} \cdot \tau_{22}$        $P_1 = 5.710 \times 10^{-9}$  C/m<sup>2</sup> ( es decir, C.m/m<sup>3</sup>)

Como el volumen del material es:  $Vol = l_1 \cdot l_2 \cdot l_3$  el dipolo que aparece en el sensor tiene sólo componente 1 y vale:

$$p_1 = P_1 \cdot Vol \quad p_1 = 1.713 \times 10^{-15} \text{ C.m}$$

La carga que aparece entre las dos caras 1 del sensor es:  $Q = \frac{p_1}{l_1}$        $Q = 1.713 \times 10^{-13}$  C

El material, considerado como condensador de caras planas paralelas, tiene una capacidad de:

$$\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ F/m} \quad C = \kappa \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{l_2 \cdot l_3}{l_1} \quad C = 1.009 \times 10^{-13} \text{ F}$$

Y el voltaje que aparece entre estas caras es:

$$\Delta V = \frac{Q}{C} \quad \Delta V = 1.697 \text{ voltios}$$

Nota: el problema se ha resuelto suponiendo que la deceleración es constante. En este caso, el material proporciona una señal también constante y proporcional a la aceleración. El problema se resuelva de manera idéntica para aceleración variable, como sucede en una colisión real. En cualquier caso se mantiene la proporcionalidad entre aceleración y señal eléctrica. La ventaja del sensor piezoeléctrico es que produce una señal que también es variable y que se mantiene siempre proporcional a la aceleración, es decir, permite registrar en tiempo real la historia de la colisión. Colocando varios sensores en diferentes puntos del vehículo y convenientemente orientados, es posible reconstruir detalladamente el proceso de colisión y estudiar la efectividad de medidas de seguridad pasiva, del diseño estructural del vehículo, de las deceleraciones sufridas por ocupantes, etc.

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, blue, serif font. The '99' is significantly larger and more prominent than the word 'Cartagena'. The text is set against a light blue background with a subtle gradient and a soft shadow effect.

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

---

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**