

E) Explique el funcionamiento del sensor piroeléctrico.

## FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR PIROELECTRICO.

Los sensores piroeléctricos se construyen mediante un elemento semiconductor, en el cual se produce un desplazamiento de cargas cuando sobre él incide radiación infrarroja. Sin embargo en poco tiempo el sensor vuelve a su condición de equilibrio. Por este motivo es sólo sensible a cambios en la intensidad de la radiación infrarroja. La utilización práctica se hace interrumpiendo el haz infrarrojo mediante un dispositivo mecánico o bien utilizando una fuente intermitente. En este caso se utiliza una lámpara de incandescencia que se ilumina durante dos segundos cada dos segundos. El periodo de encendido y apagado de la lámpara depende de las características del sensor y lámpara utilizados.

El mejor rendimiento se consigue ajustando el periodo hasta lograr la máxima diferencia entre el máximo y el mínimo. La diferencia entre el máximo y el mínimo es proporcional a la intensidad de la radiación recibida. Para la medida del CO<sub>2</sub> deberá utilizarse un sensor piroeléctrico que posea un filtro pasa banda centrado en la longitud de onda de absorción de 4,3  $\mu\text{m}$ . En este caso, cuando no hay CO<sub>2</sub> en el sistema se obtiene el máximo voltaje ( $V_0$ ) a la salida del sistema. La presencia de CO<sub>2</sub> absorberá parte de radiación infrarroja y la señal será un valor menor  $V$ . Para un haz lineal que atraviesa una longitud  $x$ , la intensidad  $I$  recibida responde a la ley de atenuación de Beer-Lambert

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

Siendo  $I_0$  la intensidad recibida sin absorción (en el vacío). En la práctica el comportamiento del sensor difiere de este modelo debido a que el haz infrarrojo utilizado no se puede considerar lineal, sino que es la superposición de muchos caminos con múltiples reflexiones en las paredes de la cámara.

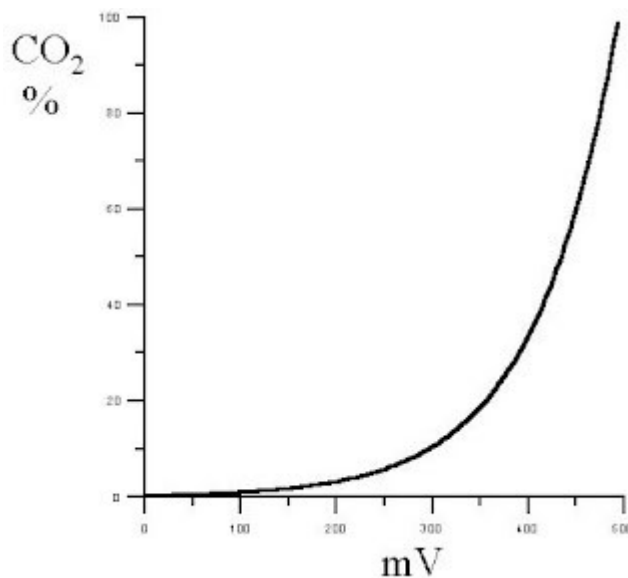


Figura 6. Respuesta de un medidor de CO<sub>2</sub> que utiliza un sensor piroeléctrico con filtro centrado en 4.3 mm. Obsérvese que a bajas concentraciones es donde el sistema plantea mayores problemas de calibración y compensación por temperatura.

La relación entre el contenido en CO<sub>2</sub> dado como presión parcial y la señal proporcionada por el sensor se obtiene mediante una calibración, respondiendo a una función del tipo:

$$p CO_2 = a e^{b(I_0 - I)}$$

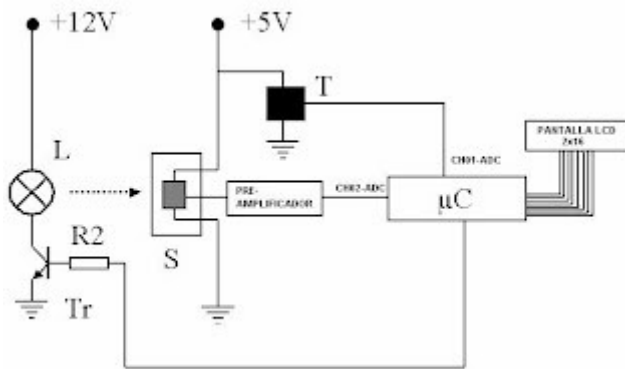
donde a y b son dos constantes determinadas experimentalmente.  $I_0$  es la intensidad sin gas (se puede obtener haciendo el vacío en la cámara) e I la intensidad obtenida en la medida del gas. El problema radica en que la determinación de I se realiza a partir de un voltaje proporcionado por el sensor en la forma:

$$I = K V$$

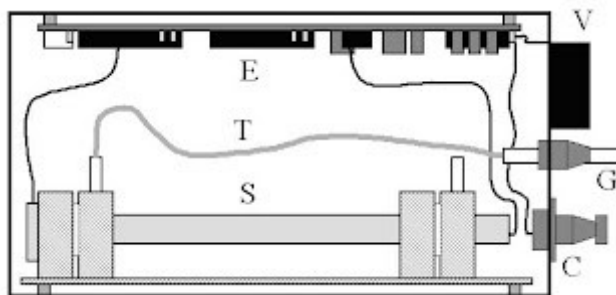
K varía fuertemente con la temperatura (.2%/°C). Por este motivo hay que disponer un termómetro muy próximo al sensor piroeléctrico y poder corregir por temperatura. Como ejemplo del orden de magnitud de las constantes mostramos una función de calibración a 25°C

$$CO_2 = 0.003350 \cdot 10^{0.0050089 \cdot V}$$

El CO2 viene dado en moles % y V debe expresarse en mV.



**Figura 7.** Electrónica asociada al sensor de CO2 por absorción de infrarrojos: S sensor piroeléctrico con ventana dotada de filtro a 4.3 mm., T sensor de temperatura, mC microcontrolador, Tr transistor, R2 resistencia para limitación de corriente. L lámpara.



**Figura 8.** Todo el sistema se monta dentro de una caja moderadamente impermeable (IP65) en uno de cuyos laterales se dispone el tubo para la entrada del gas (G), el conector para la salida de los datos, entrada de las señales de control y la alimentación (C). Además se incorpora un pequeño ventilador para obligar al gas a circular por la cámara y extraer el calor disipado en los componentes electrónicos y especialmente por la lámpara. El sensor (S) se coloca en uno de los laterales y la electrónica (E) en el otro.

El microprocesador proporciona una salida serie compatible RS232 a 9600 baudios, 8 bits, sin paridad después de cada ciclo de medida. De esta forma es fácil conectar el sensor a cualquier sistema de adquisición de datos. El sistema transmite directamente las lecturas del conversor analógico digital, en

formato binario. De esta forma se reduce el tráfico de datos, se simplifica la operación del sistema de adquisición de datos y los factores de calibración se aplican posteriormente, lo que permite conservar los datos originales sin manipulación. El formato de cada ráfaga es el siguiente

Byte	Contenido	Descripción
1	0x0D	Sincronismo
2	G1	ADC gas Byte bajo
3	G2	ADC gas Byte alto
4	T1	Temperatura Byte bajo
5	T2	Temperatura Byte alto

El contenido en CO<sub>2</sub> y la temperatura se obtienen aplicando las correspondientes fórmulas de traducción.

$$CO_2 = a 10^{-b V_g}$$

$$T = K t V_t$$

siendo V<sub>g</sub> la salida del conversor analógico digital para la medida del gas. V<sub>t</sub> es la salida para el conversor para la medida de la temperatura. En general, estos sistemas funcionan conectados a un módulo de adquisición de datos o a un enlace telemétrico lento, a un dato por hora o incluso menos. No siendo rentable utilizar un Pc para estas funciones, especialmente por el elevado consumo en corriente que requieren.

