

3 Experimentación

Como punto final al proyecto se han hecho pruebas con el banco sobre una pareja de cuarzos, para identificar el comportamiento de un hidrogel desconocido. Estamos interesados en su comportamiento cualitativo como indicador de pH.

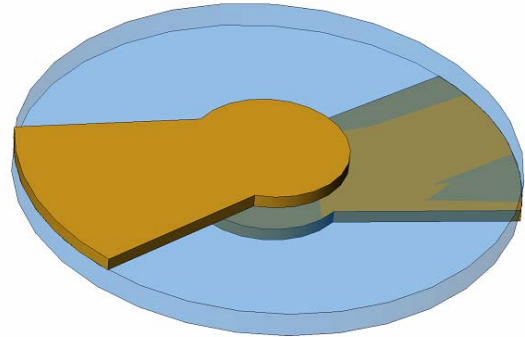


Figure 12: Cuarzo con contactos

Se han utilizado para las pruebas cuarzos fabricados en el laboratorio como el de la figura 12. Estos cuarzos han sido contactados con capas de oro de 150nm y revestidos con una capa fina de PVA / PAA.

Se han efectuado cuatro pruebas diferentes. El resultado positivo de las mismas ha ido estimulando las pruebas siguientes.

Caracterización completa

En una primera etapa, se hizo una caracterización completa del comportamiento del hidrogel en el rango entre 1 y 11 pH. En esta prueba se descubrió que existía una importante histéresis en la zona central del rango de pH, pero que existía también una zona de grandes variaciones muy lineales. Esta zona está comprendida entre aproximadamente 1,5pH y 3,5pH.

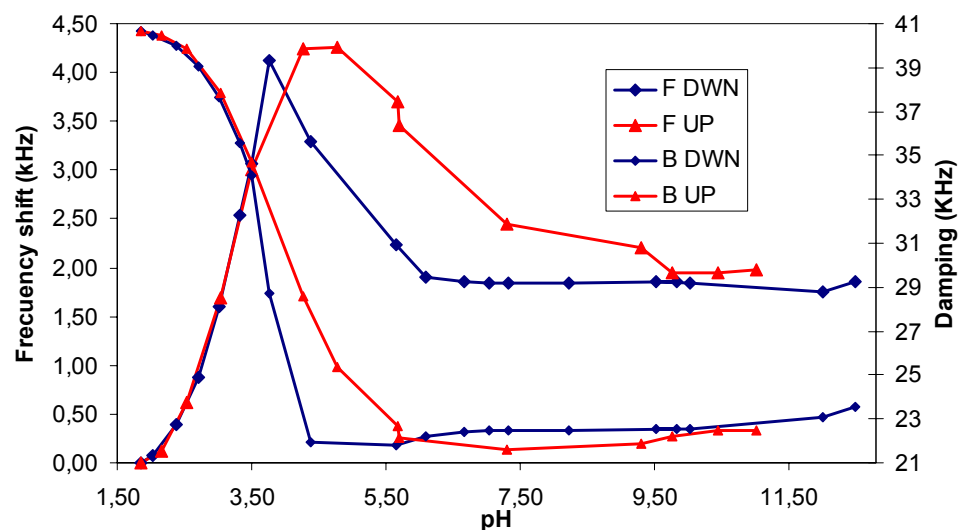


Figure 13: Respuesta a la Caracterización

Estos resultados son tremendamente interesantes, sobre todo porque difieren de lo esperado. En otras pruebas realizadas sobre el hidrogel puro aparece un cambio brusco en el hinchado que se produce en el rango 3-10pH (Figura 1 en el Proyecto), donde el efecto de histéresis es muy importante. Este efecto haría inútiles estos hidrogeles como buenos indicadores de pH. En nuestra prueba, sin embargo, el cambio se traslada al rango entre 1.5 a 3.5, fuera de la histéresis, lo que induce a pensar que valores iguales de pH producirán valores iguales de salto de frecuencia y ancho de banda.

Experimento de repetición

Para comprobar la mencionada conjetura, se realiza una prueba similar a la anterior pero limitando el rango de pH a valores entre 2.2 pH y 4. La intención es comprobar que los errores en las medidas cuando los desplazamientos son relativamente pequeños, son también relativamente pequeños. Como conclusión, apreciable en la gráfica 41 de la versión en inglés, el efecto de histéresis desaparece completamente en el rango de pH inferior a 3.5pH. Tanto la frecuencia como el ancho de banda presentan una respuesta muy buena. La respuesta ofrecida es casi lineal, aunque puede aproximarse más exactamente como una semiparábola. Se ha calculado un error medio de 0,0375% para la frecuencia y de 0,0373% para el amortiguamiento.

Como conclusión, ambos canales pueden considerarse muy buenos indicadores del pH.

Experimento de estabilidad

El siguiente punto importante es comprobar que los valores se mantienen estables con el paso del tiempo. Una caída rápida de los valores podría hacer inútil el uso de este sistema. Se ha calculado para la frecuencia una caída de 0,0767 Hz por segundo, y para el ancho de banda una caída de 0.0513 Hz / s. Estos valores son completamente despreciables frente al error inherente a las medidas, calculado en el apartado anterior.

Velocidad de reacción

La última prueba efectuada intenta dilucidar la utilidad de estos sensores como sensores en tiempo real, es decir, la velocidad con la que reaccionan a los cambios en el estímulo. Se ha calculado una respuesta aproximada de 500ms en hinchado y 800ms en deshinchado. Ambos valores permiten decir que los cuarzos cargados pueden ser utilizados como sensores en tiempo real.