

Introducción

Este trabajo de tesis se desarrolló como la continuación de un artículo de investigación: “Design Parameters for Interdigitated Capacitance Sensors for Monitoring the Dielectric Constant of Coatings” [1], el trabajo proponía medir la capacitancia de un Material Bajo Prueba (MBP) sobre un sensor capacitivo plano tipo peine sin plano de tierra de 6 electrodos y un diseño propio de un sistema de monitorización capacitivo. Partiendo de este artículo se propuso realizar un nuevo diseño fabricando sensores capacitivos planos tipo peine de 10 electrodos con y sin plano de tierra para compararlos y con ello poder elegir cuales serían los más convenientes para realizar la monitorización futura en los coloides. También se diseñó un nuevo arreglo del sistema de monitorización capacitivo.

En el capítulo I se definirá cual será el estado y la cantidad de materia que será tratada como objeto de estudio en este trabajo de tesis. Los procesos en coloides han sido tratados como objeto de investigación en diferentes campos de la industria y medicina, en este caso se monitorizaron los MBP sobre un substrato dieléctrico al inducirles un campo eléctrico \vec{E} , donde las curvas del capítulo IV mostrarán los cambios de capacitancia en el tiempo debido a los cambios físico-químicos que sufren las sustancias. En este trabajo de tesis no se profundizará en el estudio de los coloides puesto que el objetivo es el diseño e implementación de un sistema temporal capacitivo de bajo ruido para aplicaciones en este tipo de procesos.

El capítulo II explica cómo es el comportamiento de las líneas de campo eléctrico de forma teórica, se explica la simulación de un sensor capacitivo tipo peine para valores de constantes dieléctricas (permitividades relativas) fijas y para valores de espesores del MUT fijos. Los sensores capacitivos planos surgieron por la necesidad de hacer mediciones por una sola cara donde no era posible colocar dos placas en cada extremo del MBP. La geometría del sensor una vez abierta al espacio cambió las circunstancias previas a mediciones que involucran respuestas temporales relacionadas a alguna reacción química como lo es la evaporación de solventes [2]. Los sensores capacitivos son dispositivos electrónicos de bajo costo de fabricación, los cuales son utilizados en la industria para detectar el nivel de un líquido en un recipiente y/o contenedor, la presencia de un objeto, la calidad de las gasolinas [3], el porcentaje de humedad relativa en el aire o cambios en la permitividad relativa de alguna reacción química. Estos sensores son utilizados para averiguar cuál es el comportamiento eléctrico de una muestra de materia de una forma no destructiva haciendo pasar a través de la muestra un campo eléctrico [2], esta forma de medir ha sido de interés para investigadores en química, bioquímica y aquellas dedicadas a realizar aplicaciones biológicas. Dado que no toda la materia en estudio se presenta en fase sólida, líquida o gaseosa se ha modificado la geometría de los sensores capacitivos de placas paralelas cambiando así la dirección del campo eléctrico para adaptar el sensor a las condiciones en las que se pueda presentar un MBP. La superficie sensible del sensor está en contacto directo con el ambiente, por lo que el sistema de

acondicionamiento de la señal debe ser capaz de compensar las condiciones ambientales que están interactuando con el sensor, para hacer una calibración a cero.

En el capítulo III se realizó el diseño teórico del sistema de acondicionamiento de la señal que consta de 4 etapas. En cada etapa se obtendrán ecuaciones que representarán a las tensiones en estado estacionario. Los estados transitorios no se toman en cuenta debido a que llegan a su estado estacionario en un lapso menor a un segundo. Para todas las etapas se tomaron condiciones iniciales nulas debido a que no hay corrientes fluyendo cuando los circuitos están desconectados de la tensión de referencia y no están polarizados.

En el capítulo IV se realizó el desarrollo experimental donde se conjuntan los estudios teóricos de los capítulos I, II y III. En este capítulo se eligió el tipo de sensor más conveniente para realizar la monitorización, también se explican los pasos a seguir para calibrar a cero. En todo sistema de medición la calibración de cero es un parámetro muy importante ya que de éste dependerá el mínimo valor que se pueda tomar en una medición. El aislamiento eléctrico del sistema de acondicionamiento de la señal también es un parámetro que se debe tomar en cuenta al momento de calibrar.

A toda señal no deseada que interfiere con la señal que se desea medir se le conoce como *ruido*, éste puede ser generado por diversos factores como lo son las señales electromagnéticas: de TV, de radio y teléfonos celulares; en la red de alimentación del sistema de medición, temperatura (ruido de Johnson), humedad, vibraciones y el ruido de entrada de los amplificadores. Una forma de disminuir el ruido en el sensor es colocando un plano de tierra en la superficie no sensible, esto produce una reorientación del campo eléctrico disminuyendo los efectos de borde del sensor [4].

La elección de los amplificadores operacionales por los cuales pasa la señal es otro aspecto del cual depende la calibración del sensor. No todos los amplificadores operacionales tienen la misma función y es conveniente ver las hojas de especificaciones de cada uno para hacer la elección correcta del amplificador, el precio de un amplificador puede influir en el costo de fabricación del sistema de acondicionamiento: por ejemplo, el más barato puede no ser el mejor pero si se realiza una buena etapa de acondicionamiento de la señal se pueden obtener aun así buenos resultados. Siempre es preferible hacer una simulación del sistema para saber cómo será su comportamiento y así poder elegir qué es lo más conveniente.

La forma indirecta por la cual se midió la capacitancia se describe en la ecuación IV.1.

Referencias

1. Guadarrama, Asur y García, Augusto, (2010), "Design Parameters for Interdigitated Capacitance Sensors for Monitoring the Dielectric Constant of Coatings", 1st International Congress on Instrumentation and Applied Sciences, pp. 1-7
2. Hu, Xiaohui y Yang, Wuqiang, (2010), "Planar Capacitive Sensors – Designs and Applications", Sensor Review, Vol. 30 Iss: 1, pp. 24–39
3. Torikai, Delson, (2008), "Interdigitated Capacitive Sensor to Verify the Quality of Ethanol Automotive Fuel", ABCM symposium Series in Mechatronics, Vol 3, pp. 580-585
4. Sundara, Kishore y Zahn, Markus, (2006), "Fringing Electric and Magnetic Field Sensors", Encyclopedia of Sensors, Volume X: pp. 1-12

Objetivo

Diseñar un sensor capacitivo con una geometría conveniente de los electrodos del sensor que permitan monitorizar incrementos de capacitancia sobre películas coloidales en el tiempo.

Diseñar un sistema de monitorización capacitivo que:

- Contenga un sistema de acondicionamiento de la señal capaz de controlar en fase y amplitud la señal para realizar una calibración de cero.
- Mantenga las señales de ruido en menor proporción a la manipulada en la calibración de cero. Blindar todos los cables de conexión utilizados en el sistema de acondicionamiento de la señal.
- Sea capaz de registrar los cambios en la corriente compleja, para que de esta forma se pueda determinar la capacitancia de forma indirecta.

Obtener los rangos de calibración del sistema de acondicionamiento de la señal del sensor en fase y amplitud para realizar la calibración de cero.