

Maqueta para la enseñanza de los sensores de proximidad capacitivos

David Comesaña Acuña, Camilo Quintáns Graña, Jorge Marcos Acevedo y Alfonso Lago Ferreiro

Departamento de Tecnología Electrónica, Universidad de Vigo, Campus Universitario, 36310 Vigo, España
davinigran@hotmail.com, quintans@uvigo.es, acevedo@uvigo.es, alago@uvigo.es

Resumen—La enseñanza práctica de los sensores presenta, en general, serias dificultades debido a su miniaturización, a su encapsulado o a la utilización de materiales de características especiales. En este trabajo se presenta una maqueta para la enseñanza de los detectores capacitivos de proximidad que incluye un sensor capacitivo, realizado a partir de una placa de circuito impreso, y un circuito completo de acondicionamiento. Mediante esta maqueta el alumno puede entender y comprobar el funcionamiento, tanto del sensor como del circuito de acondicionamiento y aplicar esa experiencia para realizar él mismo otros sensores capacitivos y otros circuitos de acondicionamiento.

Palabras clave—Educación, circuito de acondicionamiento, condensador abierto, sensor capacitivo.

I. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de determinados dispositivos tecnológicos supone un reto para los docentes porque supone explicar teóricamente el funcionamiento del dispositivo para, después, demostrarlo en la práctica. La exposición teórica se puede mejorar con aplicaciones que muestren, mediante animaciones en las que el alumno puede interactuar, determinados conceptos que de forma estática son más difíciles de exponer. Este tipo de aplicaciones son de gran utilidad para el alumno porque le facilita el aprendizaje, reduce el tiempo necesario para la comprensión y le permite llevarlo a cabo en cualquier lugar con conexión a internet. En este sentido, en el Departamento de Tecnología Electrónica (DTE) de la Universidad de Vigo se han realizado aplicaciones informáticas tanto para el estudio de los sensores y sus circuitos de acondicionamiento [1]-[6], como de otros sistemas relacionados con la docencia en el ámbito de la Tecnología Electrónica [7]-[14].

Por otro lado, la parte práctica resulta, en general, muy complicada de realizar, fundamentalmente por dos motivos:

- La falta de maquetas adecuadas, porque la utilización de un sensor supone la existencia de un proceso real del que forme parte y sobre el que se pueda actuar y realizar medidas. En el DTE también se han realizado diversas maquetas para solventar este problema, tanto con sensores como con circuitos electrónicos de aplicación en acondicionamientos [15]-[18].
- La falta de sensores comerciales aptos para la docencia práctica por tener un elevado nivel de integración y ser demasiado compactos. En estos casos el alumno debe asumir que internamente el dispositivo funciona tal como se ha explicado en teoría y no puede hacer una comprobación real de dicho modo de operación. También en el DTE se han realizado algunos desarrollos en los que se diseña y construye el propio sensor, lo que se traduce en un sensor especialmente didáctico [19].

Uno de los tipos de sensores más utilizados en la industria son los sensores de proximidad, de entre los que destacan los

capacitivos, ya que permiten detectar objetos de multitud de materiales.

En este trabajo se muestra el diseño de una maqueta, constituida por un sensor capacitivo y su circuito de acondicionamiento, que se utiliza como sensor de proximidad. En los siguientes apartados se muestra el desarrollo completo de la maqueta, así como los resultados obtenidos.

II. DESARROLLO DEL SENSOR CAPACITIVO

Estos sensores basan su funcionamiento en la interacción que se produce entre el campo electrostático que ellos mismos generan con el objeto a detectar. La capacidad “C” de un condensador de placas paralelas depende del área de las placas (A), de la separación entre dichas placas (d), de la permitividad del vacío ($8.854 \cdot 10^{-12}$ F/m) y de la permitividad relativa del material que se usa como dieléctrico. Si las dos caras del condensador no están enfrentadas, si no que están en el mismo plano se forma un condensador abierto. Si, además, dichas caras (A1 y A2) son concéntricas, este condensador tiene la forma que aparece en la Fig. 1. En este condensador las líneas del campo eléctrico se cierran entre ambas caras. Si se supone A1 la cara positiva y A2 la negativa, el campo eléctrico tiene la forma que se indica en la Fig. 2.

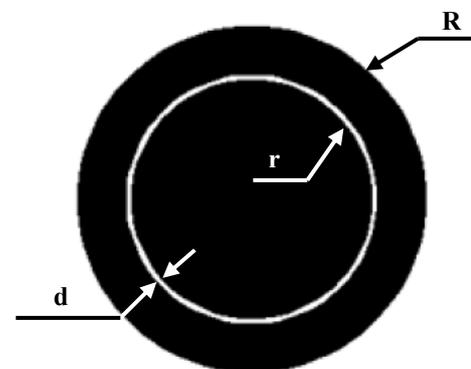


Fig. 1. Condensador abierto.

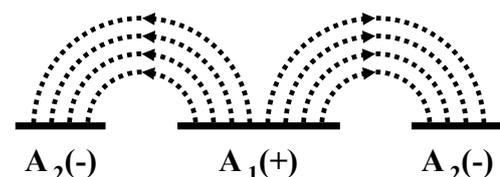


Fig. 2. Campo eléctrico del condensador.

Si en el campo eléctrico, creado por el condensador abierto, entra un objeto, la capacidad del condensador se ve incrementada por el efecto que dicho objeto provoca en el campo eléctrico creado por el condensador (Fig. 3). Esta variación en la capacidad del condensador permite que el objeto pueda ser detectado. La Figura 4 muestra el esquema de

un sensor de proximidad capacitivo con las capacidades más significativas que intervienen en el proceso de medida y que son las siguientes:

- C_A : Capacidad que aparece entre las placas del condensador abierto. A esta capacidad se le puede añadir la correspondiente a la conexión entre las placas y el circuito de acondicionamiento, así como la capacidad equivalente de entrada del mismo.
- C_B : Capacidad que aparece entre la placa A1 del condensador abierto y el objeto.
- C_C : Capacidad que aparece entre la placa A2 del condensador abierto y el objeto.
- C_D : Capacidad que aparece entre el objeto y la masa del circuito.

Según las características del objeto y si es o no conductor, unido o no a masa, aparecen distintos circuitos equivalentes [20]-[22].

Para la construcción de los condensadores se emplearon placas de circuito impreso del tipo BUNGARD FR4 (de simple y de doble cara), que poseen espesores de la capa de cobre de 0.035 mm y de la fibra de vidrio de 1.6 mm. Se hicieron de dos tipos (A y B). En el primer caso (A) solo se utilizó una cara de la placa. En el segundo caso (B) se utilizaron placas de circuito impreso a doble cara y se mantuvo la otra cara, por lo que el condensador llevaba una placa de cobre en la otra cara de la placa.

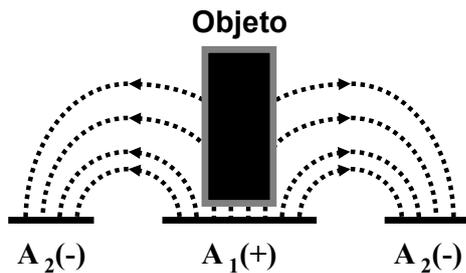


Fig. 3. Interferencia debida a un objeto.

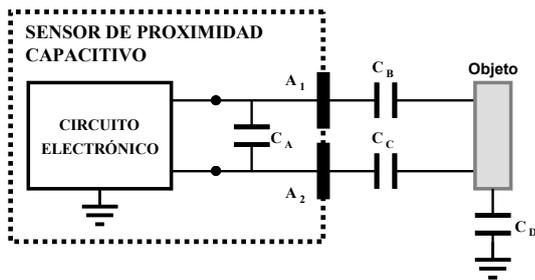


Fig. 4. Modelo de capacidades del sensor.

Para la elección del tamaño concreto del condensador a utilizar se hicieron numerosas simulaciones. Posteriormente se diseñaron y construyeron varios condensadores y se midieron sus capacidades en el laboratorio, para verificar la validez de los resultados obtenidos mediante simulación. Se realizaron medidas de la capacidad de los condensadores desarrollados sin objeto a detectar y con distintos tipos de objetos. En este último caso se midió, también, la variación porcentual de la capacidad al acercarse el objeto al condensador y según las normas relativas a los sensores de proximidad [23]. En la Tabla I se resumen las principales medidas realizadas. En dicha tabla el valor A [mm²] representa el área de cada cara del condensador.

Para la simulación se ha utilizado la versión de prueba del programa FlexPDE 5.08 (Figura 5), de la compañía *PDE Solutions Inc.*, que se basa en el cálculo de la capacidad del condensador mediante elementos finitos. Dicho programa se puede descargar, en su versión demo, de la página web del fabricante [24]. En esta página, se pone también a disposición del usuario, un tutorial para el manejo del software. En el propio tutorial de la aplicación, en el directorio *Sample Problems/applications/electricity*, se proporcionan varias plantillas con ejemplos para realizar los cálculos de la capacidad de diferentes objetos.

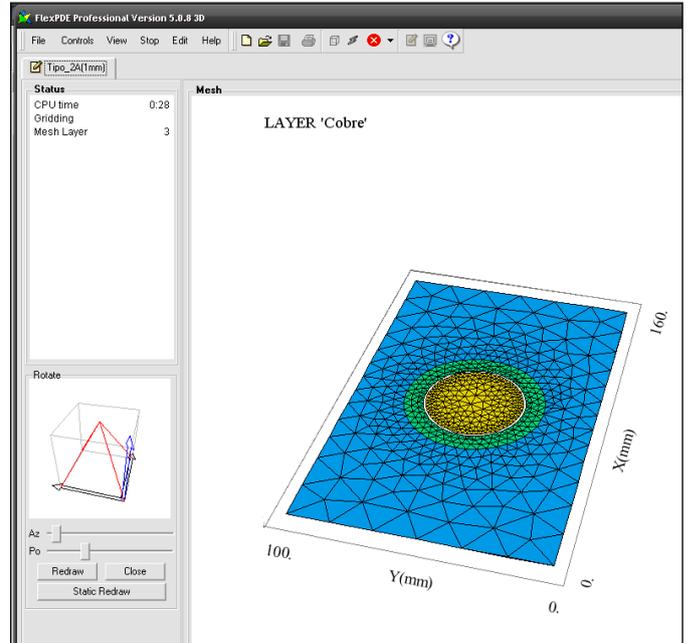


Fig. 5. Software de simulación.

TABLA I. RESUMEN DE LAS CAPACIDADES DE LOS SENSORES.

	r mm	R mm	d mm	A mm ²	Tipo	C [pF]		
						Aire	Madera	Fe
1	10.8	16	1	366	A	6	7	8
					B	15	16	17
2	20	29	1	1256	A	13	14	16
					B	43	48	51
3	29.9	43	1	2808	A	19	20	22
					B	95	96	97

Para medir la capacidad de los condensadores desarrollados se conectan al capacitómetro mediante un cable apantallado RG 174 de 50 cm, que se une al condensador mediante dos puntos de soldadura y que tiene una capacidad máxima de 55.3 pF. Esta capacidad, en el modelo de la Figura 4, formaría parte del condensador C_A .

Se han realizado diversos prototipos con distintos valores de distancia entre caras del condensador y distintas superficies de cara. Además, se realizaron prototipos con placas a una cara y a doble cara. La utilización de placas a doble cara supone que el condensador tenga una placa metálica en la otra cara de la placa con lo que la capacidad fija del condensador aumenta considerablemente respecto del de una sola cara. Sin embargo, este último tiene la desventaja de tener las dos caras sensibles.

En el proceso de caracterización del condensador se mide la variación de la capacidad de cada uno, apoyado sobre la mesa, primero sin objeto a detectar y después con distintos objetos

(madera, hierro, teflón y aluminio) situados a 3 mm de distancia.

La variación porcentual de la capacidad al acercarse el objeto disminuye en gran medida en los condensadores realizados con placas a doble cara, es decir con cobre en la otra cara, por lo que es preferible optar por los condensadores abiertos sobre placa a simple cara. Finalmente, después de probar distintas dimensiones, se ha optado por la solución de mayor sensibilidad, que se muestra en la Figura 6. El radio de la circunferencia exterior es de 2.9 cm, el radio de la circunferencia interior es de 2 cm y la separación entre caras de 1 mm. La simulación de este condensador da una capacidad de 6.69 pF y una variación porcentual de capacidad del 5.34%, que coincide con el condensador al aire tipo A de la Tabla I.

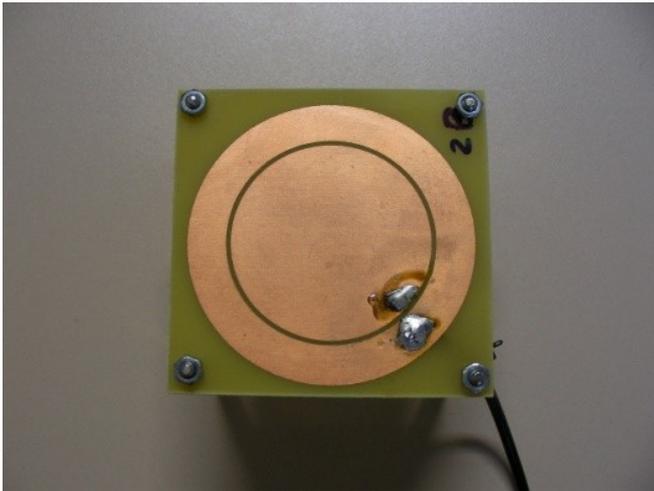


Fig. 6. Fotografía del condensador.

III. CIRCUITO DE ACONDICIONAMIENTO

El circuito de acondicionamiento desarrollado responde al diagrama de bloques de la Figura 7. Estos bloques son básicos en las aplicaciones de acondicionamiento de sensores y se suelen incluir en los currículos de los estudios de ingeniería eléctrica y electrónica. A continuación se resume su principio de funcionamiento en esta aplicación [21]-[30]:

- Un puente de Wheatstone de corriente alterna que se equilibra con un condensador ajustable (para la situación en la que no hay objeto a detectar) y cuya salida se amplifica con un amplificador de instrumentación (Fig. 8). Cuando aumenta la capacidad del condensador, debido a la presencia de un objeto, se produce un aumento en la amplitud de la señal.
- Un oscilador en puente de Wien que genera una señal sinusoidal de 10 kHz y 3 V de amplitud para alimentar el puente de medida (Fig. 9). También es posible alimentar el puente directamente con la señal de salida de un generador de funciones del laboratorio.
- Un filtro paso-banda que amplifica la frecuencia de 10 kHz con una ganancia igual a 2 y atenúa las demás frecuencias (Fig. 10). Con ello se consigue que el sensor no actúe por interferencias que se pueden acoplar por influencia capacitiva, por ejemplo, de la red eléctrica.
- La acción del filtro paso banda se complementa con otro filtro paso alto que aumenta el rechazo a las interferencias de baja frecuencia, en especial las de 50 Hz (Fig. 11) y

que, además, elimina posibles tensiones de offset antes de entrar la señal al rectificador de precisión.

- Un rectificador de precisión que convierte la señal sinusoidal de 10 kHz en una señal continua más las componentes de frecuencia que se eliminan con el filtro de la siguiente etapa (Fig. 12).
- Un filtro paso-bajo que proporciona el valor medio de la señal rectificadora eliminando el rizado de la señal (Fig. 13). Como este tipo de sensores se utiliza en procesos industriales en los que los objetos a detectar pasan por delante del sensor a una determinada velocidad, a la salida del mismo se obtiene un tren de pulsos, uno por cada objeto que pasa por delante del sensor, por este motivo la frecuencia de corte del filtro no debe ser demasiado baja, de lo contrario el tren de pulsos quedaría atenuado por el propio filtro. Por lo tanto, es conveniente no fijar la frecuencia de corte por debajo de los 100 Hz.
- Un comparador con histéresis que genera una salida todonada amplificada por un transistor que acciona un diodo LED y el relé de salida que proporciona los contactos de libre potencial. El umbral de comparación V_{REF} (Fig. 14) se puede modificar mediante una resistencia ajustable. De esta forma, la distancia de detección, o sensibilidad, se modifica variando el umbral de comparación del detector o la ganancia del último amplificador, antes del rectificador.

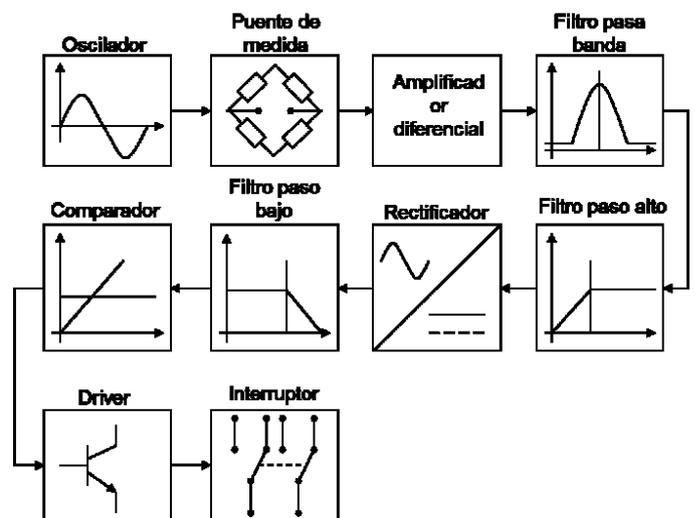


Fig. 7. Diagrama de bloques.

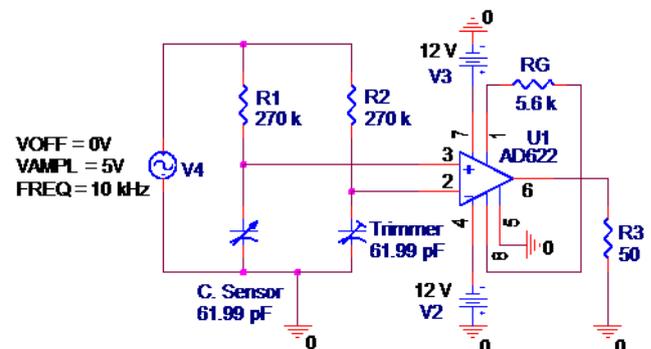


Fig. 8. Puente de medida y amplificador de instrumentación.

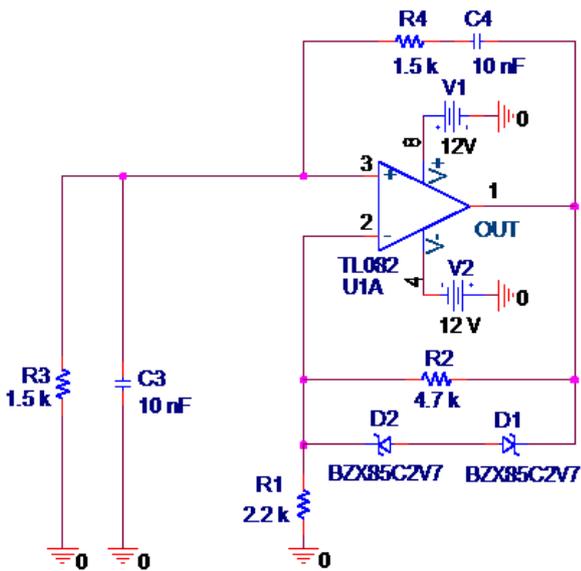


Fig. 9. Circuito oscilador para alimentar el puente de medida.

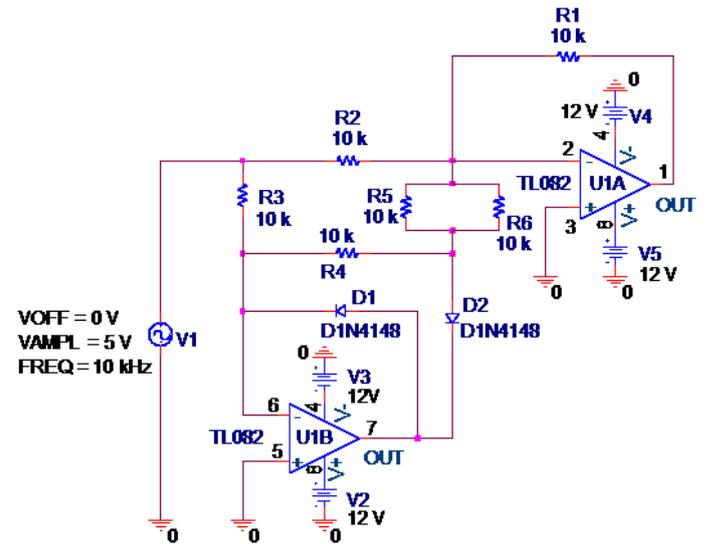


Fig. 12. Rectificador de precisión.

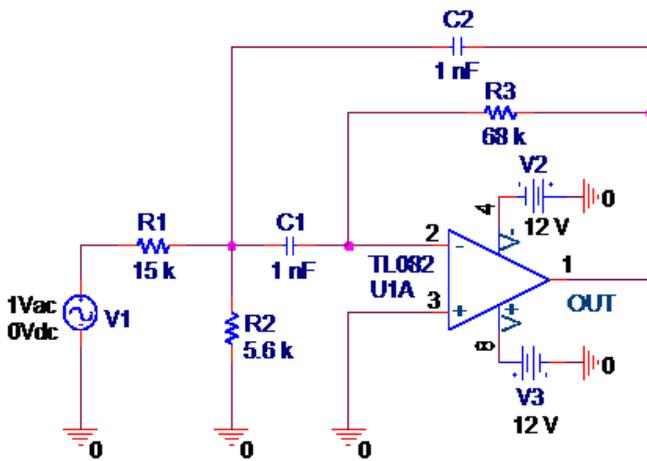


Fig. 10. Filtro pasa banda de banda estrecha.

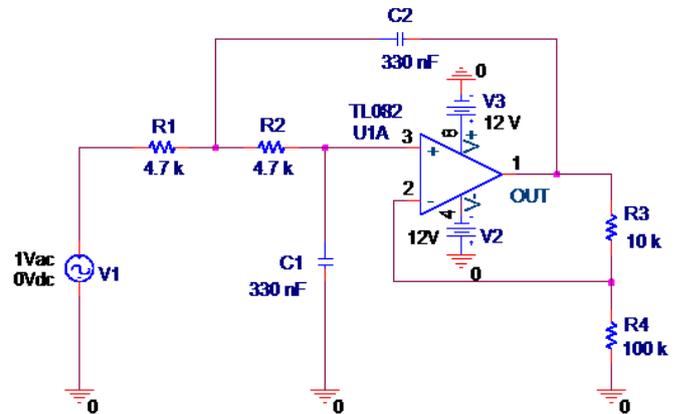


Fig. 13. Filtro paso bajo.

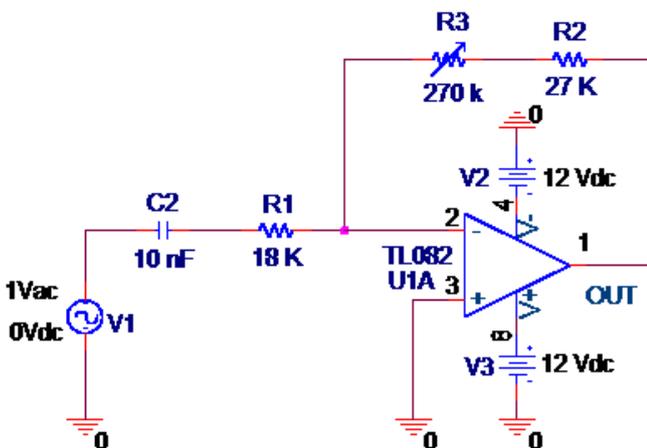


Fig. 11. Filtro paso alto de ganancia ajustable.

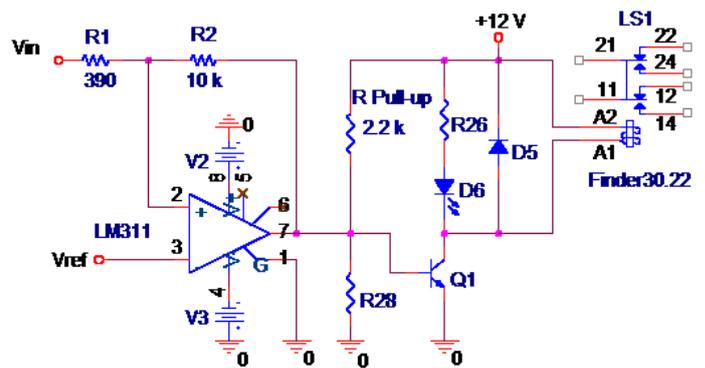


Fig. 14. Comparador y amplificador de salida.

La Tabla II muestra los resultados obtenidos con el sensor detectando dos tipos de piezas de dos dimensiones.

TABLA II. RESULTADOS DE LAS MEDIDAS.

Pieza	Grosor	Distancia		
		Se activa	Se desactiva	Media
Metal	1 mm	0.9 mm	1.7 mm	1.3 mm
	6 mm	6.7 mm	11.2 mm	8.95 mm
Madera	3 mm	0.1 mm	0.2 mm	0.15 mm
	6 mm	1.4 mm	1.7 mm	1.55 mm

IV. APLICACIÓN DOCENTE DEL SENSOR DESARROLLADO

A. Metodología docente

En la Figura 15 se muestra una fotografía del sistema completo y en la Figura 16 se presentan los oscilogramas de prueba que el alumno puede esperar cuando compruebe el funcionamiento del sistema de medida. Para ello, la placa dispone de una serie de puntos de medida para que el alumno compruebe las señales de las distintas etapas. El alumno puede utilizar el sensor junto con la placa de acondicionamiento o realizar su propio circuito en la placa de prototipos. La secuencia de tareas es la siguiente:

- 1) Medir la capacidad del sensor y estudiar las variaciones observadas con distintos tamaños de sensores, y tipos y tamaños de materiales de los objetos a detectar.
- 2) Medir las distancias de detección de los distintos objetos.
- 3) Acoplar el sensor a la placa de acondicionamiento y configurar la fuente de señal que alimenta el puente de medida. Se puede conectar un generador externo o el interno.
- 4) Medir la señal de salida del puente y ajustar el capacitor ajustable para que el puente este equilibrado cuando no hay presencia de objeto.
- 5) Medir la señal de salida del amplificador y de las etapas de filtrado. Ajustar la ganancia de la etapa del filtro paso alto de forma que tenga suficiente sensibilidad sin que se sature la salida.
- 6) Medir las formas de onda en la salida del rectificador y del filtro paso-bajo.
- 7) Ajustar la tensión umbral de referencia en el circuito comparador.
- 8) Comprobar la activación del relé de salida y el LED cuando se acerca el objeto a detectar.

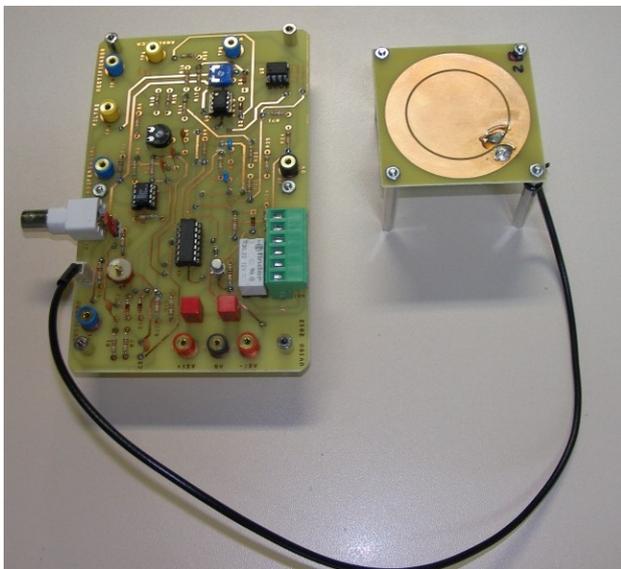


Fig. 15. Fotografía del sistema completo.

Si se dispone de osciloscopio con capacidad de realizar la FFT, se pueden incluir en la metodología la observación de los espectros de las señales:

- 1) Espectro de la salida del generador del puente de Wien. Se pueden observar los armónicos que genera y compararlos con los que hay a la salida del filtro paso-banda, para comprobar su atenuación.

- 2) Espectro de la señal a la salida del rectificador. Se puede medir la amplitud de la componente fundamental para comprobar su atenuación después de pasar por el filtro paso-bajo.

B. Objetivos de aprendizaje

La utilización de este condensador abierto, junto con el circuito de acondicionamiento desarrollado, permite al alumno:

- Observar el funcionamiento de un sensor de proximidad capacitivo, así como el modo de operación de todos los circuitos que forman el acondicionamiento.
- Comprobar el efecto de los materiales circundantes en la variación de la capacidad del condensador.

A partir de aquí se puede proponer al alumno que realice otras actividades, por ejemplo:

- Diseñar y construir el condensador con una determinada capacidad.
- Diseñar otro circuito de acondicionamiento.
- Diseñar otro tipo de soluciones formadas por un circuito basado en un procesador digital.

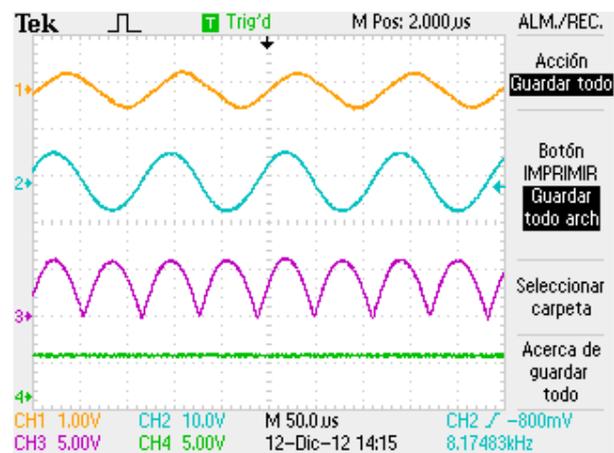


Fig. 16. Oscilogramas con las tensiones observadas en los puntos de medida de la placa de acondicionamiento. El CH1 representa la señal de salida del puente amplificada y filtrada, el CH2 muestra la señal después del filtro paso-alto de ganancia ajustable, el CH3 la salida rectificadora y el CH4 su valor medio a la salida del filtro paso-bajo.

V. RESULTADOS

En el segundo cuatrimestre del actual curso académico se han realizado prácticas en el laboratorio con esta maqueta. El sensor y su circuito de acondicionamiento fueron utilizados por alumnos de la asignatura “Laboratorio de sensores y acondicionadores” que se imparte en 5º curso de la titulación de Ingeniero de Telecomunicación.

Las actividades llevadas a cabo por los alumnos fueron las siguientes:

- 1) Analizar el funcionamiento del sensor y de todos los circuitos que componen el sistema de acondicionamiento.
- 2) Uno de los grupos, ha realizado un trabajo adicional sobre la maqueta consistente en el diseño de otro tipo de acondicionamiento basado en amplificador de alterna.
- 3) Comparar los resultados de medida del sensor desarrollado con los obtenidos con un sensor comercial de los disponibles en el laboratorio.

La valoración de los alumnos sobre la maqueta, recogida a través de los comentarios hechos al profesorado del laboratorio, ha sido muy positiva porque han podido ver, por primera vez, un sensor capacitivo por dentro, así como su circuito de acondicionamiento. Este tipo de sensor, en su versión como sensor de proximidad, había sido estudiado en teoría y también había sido utilizado en el laboratorio, pero se trataba de sensores comerciales, con un elevado nivel de integración y sin ninguna posibilidad de análisis ni comprobación del funcionamiento del circuito de acondicionamiento del sensor.

Después de la experiencia de este curso se pretende utilizar en cursos posteriores y en trabajos de asignaturas de grado, para que los alumnos diseñen otras configuraciones de circuitos de acondicionamiento para sensores capacitivos, que puedan ser utilizados con el mismo sensor.

También se está analizando la posibilidad de fabricar sensores capacitivos del mismo tipo del expuesto en este trabajo, pero de distintos tamaños para que los alumnos puedan realizar los cálculos correspondientes y diseñar un circuito de acondicionamiento para que el sensor capacitivo en cuestión, pueda detectar un determinado objeto a una distancia previamente fijada.

VI. CONCLUSIONES

Se ha desarrollado un sensor capacitivo junto con su circuito de acondicionamiento. Este diseño puede ser útil para cualquier profesor que tenga la necesidad de realizar la docencia de este tipo de materia.

El sensor desarrollado es de muy bajo coste e incluso puede ser desarrollado por el alumno.

El circuito contempla también la posibilidad de usar un oscilador externo.

El sensor, junto con parte de la circuitería, se puede utilizar para la realización de un circuito de acondicionamiento distinto basado en un procesador digital.

REFERENCIAS

- [1] J. Marcos, A. Nogueiras y R. Rodríguez, "Herramienta de ayuda para la enseñanza de los sensores optoelectrónicos," *Proceedings SAAEI'01*.
- [2] J. Marcos, A. Nogueiras y J. Vilariño. "Aplicación multimedia para la enseñanza de sensores de proximidad inductivos," *Proceedings SAAEI'02*.
- [3] J. Marcos, A. Nogueiras y A. López, "Aplicación multimedia para la enseñanza de sensores de proximidad capacitivos," *Proceedings SAAEI'03*.
- [4] J. M. Vilas Iglesias y J. Marcos, "Multimedia system for the learning about proximity sensors," *International Conference on Education, IADAT, 2004*.
- [5] J. Marcos, A. Nogueiras y R. Crespo, "Aplicación educativa para sensores de proximidad ultrasónicos," *Proceedings SAAEI'04*.
- [6] J. M. Vilas, L. Seco y J. Marcos, "Sistema multimedia para la enseñanza de los sensores de caudal," *Simposio Nacional de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones en la Educación (SINTICE2005)*.
- [7] Jorge Marcos, Camilo Quintas, Oscar Fidalgo y Jesús Doval. "Herramienta multimedia para la enseñanza de los convertidores CC/CA". *Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica, TAAE 2004*.
- [8] J. Marcos, C. Quintas, J. Doval, R. Costas and A. Nogueiras. "E-Learning Tool for AC/DC Converters". *11th International Power Electronics and Motion Control Conference EPE – PEMC 2004*.
- [9] Jorge Marcos-Acevedo, Oscar Omaña-García y Jesús Doval-Gandoy. "Multimedia Learning Tool for Lead-Acid Batteries". *21st Worldwide Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium & Exhibition EVS-21, 2005*.
- [10] Camilo Quintas y Jorge Marcos. "Aplicación multimedia para la enseñanza de los convertidores electrónicos de potencia CA/CA". *Seminario Anual de Automática y Electrónica Industrial (SAAEI 05)*.
- [11] J. Marcos, C. Quintas, A. Nogueiras, J. Doval, A. Lago and C. Martínez-Peñalver. "E-Learning for Power Electronics Converters". *37th IEEE Power Electronics Specialist Conference (PESC06)*.
- [12] C. Quintas, G. Castro, J.M. Vilas, J. Marcos y A. Nogueiras. "Aplicación multimedia para la enseñanza de los convertidores DC/DC con carga activa". *Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica (TAAE2006)*.
- [13] D. Alonso, C. Quintas, J. Marcos y M. A. Domínguez. "Curso multimedia interactivo sobre electromagnetismo". *X Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica (TAAE2012)*.
- [14] A. Pintos, J. Marcos, S. Pérez, R. Iglesias, C. Quintas, A. Lago y X. Novoa. "Educational Tool to Learn Lithium-Ion Batteries". *X Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica (TAAE2012)*.
- [15] Jorge Marcos, Carlos Vivas, Francisco Rodríguez y M^a Angeles Davila. "Maqueta para la realización de prácticas de laboratorio con sensores de proximidad inductivos y capacitivos". *Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica (TAAE 2002)*.
- [16] Jose Fariña, Jorge Marcos, Enrique Mandado y Cristina Novas. "Sistema educativo para la formación práctica en amplificadores de aislamiento". *V Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica (TAAE 2002)*.
- [17] Jorge Marcos, Carlos Vivas, Germán Novoa y Camilo Quintas. "Maqueta para la realización de prácticas de laboratorio con sensores de proximidad optoelectrónicos". *Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica, TAAE 2004*.
- [18] J. Marcos, C. Quintas, F. Sánchez, D. Fernández, A. Nogueiras, A. Lago y C. Martínez. "Maqueta para la enseñanza de los sensores de ultrasonidos". *Seminario Anual de Automática, Electrónica e Instrumentación (SAAEI 2009)*.
- [19] C. Quintas, J. Marcos y J. Fariña. "Desarrollo de sensores capacitivos de bajo coste para laboratorios docentes". *Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica (TAAE 2008)*.
- [20] E. Mandado, J. Marcos, C. Fernández y I. Armesto. *Autómatas programables y sistemas de automatización*. Marcombo 2009.
- [21] R. Pallás. *Transductores y acondicionadores de señal*. Marcombo, 1998.
- [22] Larry K. Baxter. *Capacitive Sensors. Design and Applications*. IEEE Press, 1997.
- [23] CEI 60947-5-2:1997/A1:1999: Aparatos de baja tensión. Parte 5: Aparatos y elementos de conmutación para circuitos de mando. Sección 2: Detectores de proximidad.
- [24] <http://www.pdesolutions.com>. Consultada el día 8 de Enero de 2013.
- [25] James W. Dally, William F. Riley and Kenneth G. McConnell. "Instrumentation for Engineering Measurements. Second Edition". *Jhin Wiley 1993*.
- [26] Miguel Pérez García y otros. "Instrumentación Electrónica". *Thomson, 2003*.
- [27] A. Martín Fernández. "Instrumentación Electrónica". *Departamento de publicaciones de la E.U. I. T. de Telecomunicaciones de Madrid, 1990*.
- [28] Sergio Franco. "Amplificadores operacionales". *McGraw-Hill, 2005*.
- [29] Antio Pertence. "A.O. y filtros activos". *Ed. Mc Graw-Hill, 1991*.
- [30] Pactitis, S. A. "Active filters. Theory and design". *CRC Press, 2007*