

AVANCES EN EL DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA UWB PARA DETECCIÓN DE BLANCOS DIELECTRICOS

P. Gamez, M. Cervetto, E. Marchi, G. Perez, C. Giuffrida

INTI Electrónica e Informática, Unidad Técnica Comunicaciones

pgamez@inti.gob.ar, cervetto@inti.gob.ar, emarchi@inti.gob.ar, gperez@inti.gob.ar, carog@inti.gob.ar

Introducción

Las tecnologías de Banda Ultra Ancha (UWB) están recibiendo un creciente interés a nivel mundial. Las mismas permiten utilizar ondas electromagnéticas de muy baja potencia y espectro radioeléctrico muy ancho. De esta manera, pueden coexistir con otros sistemas y/o ser inmunes a interferencias.

En particular, si se las utiliza para sensado, permiten detectar materiales dieléctricos con una altísima resolución espacial, a diferencia del radar tradicional que solo detecta blancos metálicos de volumen medio o grande. Esto convierte a esta tecnología en ideal para aplicaciones de sensado no invasivo e imágenes.

Las potenciales aplicaciones van desde la visualización a través de muros, monitoreo de signos vitales a distancia, detección de tejidos específicos, etc.

Objetivos

Los objetivos de este trabajo son:

- Desarrollar una plataforma para la investigación, desarrollo e implementación de tecnologías específicas de UWB.
- Implementar un radar UWB para detección de blancos dieléctricos, testarlo y transferir el desarrollo de alto valor agregado a la industria.

Descripción

La plataforma UWB se desarrolla en conjunto con el centro de simulación computacional (CSC) del CONICET trabaja con una frecuencia central de 4.2525 GHz y un ancho de banda de hasta 2 GHz. Al día de la fecha no existe un producto comercial que cumpla con las especificaciones requeridas, por lo que fue necesario desarrollar una plataforma *ad hoc*. Se tomó como punto de partida la arquitectura propuesta en [1]. Como se ve en la figura 1, la plataforma está compuesta por los siguientes bloques:

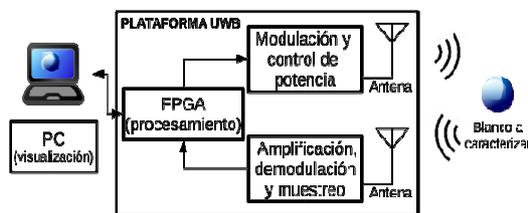


Figura 1: Diagrama en bloques del sistema.

En forma simplificada, el funcionamiento del sistema es el siguiente: el bloque FPGA genera un tren de pulsos de ancho y tasa de repetición determinados, el cual es modulado e irradiado. Luego, el blanco refleja la onda transmitida, la cual es amplificada, demodulada y muestreada por la cadena receptora. Por último, el bloque FPGA permite procesar las muestras de la señal recibida y enviarlas a la PC para su visualización. La plataforma está compuesta por los siguientes elementos:

Bloque FPGA: Se emplea un kit de desarrollo de FPGA fabricado por Avnet modelo ML605, que contiene una FPGA Virtex-6 de Xilinx. Sus funciones son:

- Conformación de un tren de pulsos de ancho y tasa de repetición controlable vía PC.
- Control de los periféricos asociados a la plataforma (modulador, atenuador, convertor A/D y muestreador).
- Reordenamiento de las muestras obtenidas del muestreador.

Modulación y control de potencia: Consiste en un modulador realizado mediante el integrado TRF372017. El control de potencia se lleva a cabo del atenuador programable PE43712A. El espectro del pulso de salida se muestra en la figura 7.

Antenas: Se utilizan monopolos circulares impresos basados en el diseño propuesto por [2] y [3]. Mediante herramientas computacionales se adaptó para un sustrato FR4 manteniendo las propiedades UWB de la antena. Con su posterior caracterización en la cámara semianecoica del INTI se verificó que la frecuencia de trabajo, ancho de banda, ganancia y direccionalidad cumplen las especificaciones. La antena construida se

muestra en la figura 8 y las mediciones del parámetro S_{11} en la figura 9.

Amplificación de bajo ruido y filtrado para rechazo de frecuencia imagen: Considerando que el nivel de potencia de las señales recibidas es muy pequeño, casi del mismo orden que la potencia de ruido, y que la etapa de muestreo requiere que la amplitud de señal sea cercana a 1V, se está trabajando en el diseño de un módulo amplificador que cumpla con los siguientes puntos: planicidad, baja figura de ruido y ganancia elevada. El primer amplificador de ese módulo y sus mediciones se muestran en las Figuras 2 y 3.

Por otra parte, a efectos de amplificar solamente la banda de frecuencias de interés y mejorar el rechazo de imagen del receptor se diseñó un filtro pasabanda centrado en 4.25 GHz y de 1.2 GHz de ancho de banda, cuya construcción y mediciones se muestran en las Figuras 4 y 5.

Cabe destacar que se utilizó un material de bajas pérdidas (RO4350B) para construir los PCBs, a efectos de mejorar la figura de ruido de los amplificadores y reducir las pérdidas de inserción de los filtros.

Demodulación y muestreo: Luego de ser amplificado, el tren de pulsos recibido debe ser demodulado en frecuencia para poder realizar el muestreo en banda base. Caso contrario, la tasa de muestreo deberá ser muy alta y la implementación del muestreador muy compleja. El circuito que realiza esto es el integrado LTC5586 de Linear Technology.

El paso siguiente consiste en una conversión de señal analógica a digital, proceso realizado por el convertor A/D ADC12DS105 de Texas Instruments, cuya frecuencia de muestreo es de 105 Msp/s.

En vista de que las señales a muestrear son de un ancho de banda mayor al que puede muestrear el convertor A/D, no se cumplirán las hipótesis del teorema del muestreo de Nyquist. Para solucionar esto, se empleó un método de muestreo denominado "en tiempo equivalente" lográndose una frecuencia de muestreo de 5.04 Gsp/s.

Resultados

Se construyeron diferentes etapas de la plataforma en forma individual en UTC-INTI Se muestran algunos resultados:

- Primer amplificador de la cadena de recepción. Construcción (figura 2) y resultados (figura 3):



Figura 2: Amplificador de bajo ruido (LNA)

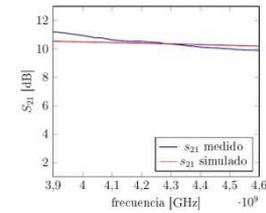


Figura 3: Ganancia del amplificador, simulada vs medida

- Filtro pasabanda. Construcción (figura 4) y parámetro S_{21} medido vs simulado (figura 5):



Figura 4: Filtro de 1.2 GHz de ancho de banda construido.

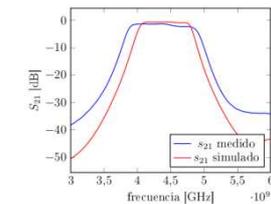


Figura 5: Parámetro S_{21} del filtro, simulación vs medición

- Plataforma construida (figura 6) y Espectro de salida del modulador (figura 7).



Figura 6: Plataforma construida (FPGA, Transmisor y Receptor).

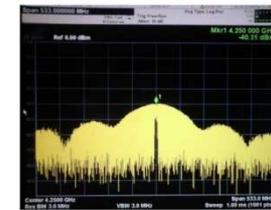


Figura 7: Espectro de salida del modulador.

- Antena fabricada (figura 8). Mediciones con VNA (figura 9).



Figura 8: Antena monopolo UWB.

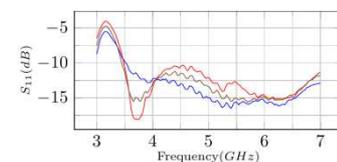


Figura 9: Coeficiente de reflexión de tres antenas fabricadas en INTI.

Conclusiones

Al día de la fecha se dispone de la plataforma construida (figura 6) y se está trabajando en el desarrollo del software de las cadenas transmisora y receptora y de la PC.

Bibliografía

[1] E.J. Colli-Vignarelli, "Design of a Discrete-Component Impulse-Radio Ultra WideBand (IR-UWB) Testbed and Design of a Very Low-Power IR UWB Transmitter in CMOS Technology", Tesis Doctoral 5307, EPFL, 2012.

[2] Jianxin, Liang. (2005). "Study of a Printed Circular Disc Monopole Antenna for UWB Systems". IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, VOL. 53, NO. 11.

[3] G. Quintero Diaz de Leon, A. K. Skrivervik. "ANALYSIS OF UWB ANTENNAS FOR CARRIER-BASED UWB IMPULSE RADIO". Antennas and Propagation, 2007. EuCAP 2007. ISBN: 978-0-86341-842-6.