

Sistema de Monitoreo Continuo de Niveles de Densidad de Potencia Electromagnética Presentes en el Medio Ambiente

Juan Cruz Guidi, Lorenzo De Pasquale, Miguel Angel Banchieri, Guillermo Reggiani, Sergio Pellegrino y Mauricio Jose Mancini
 Departamento Electrónica, Facultad Regional Bahía Blanca,
 Universidad Tecnológica Nacional
 11 de Abril 461, (B8000LMI) Bahía Blanca
pasquale@frbb.utn.edu.ar, mbanch@frbb.utn.edu.ar, ghreggiani@frbb.utn.edu.ar,
spellegrino@frbb.utn.edu.ar, guidiutn@hotmail.com.ar,
mancini_mauricio@hotmail.com

RESUMEN

En últimos años el crecimiento de los sistemas inalámbricos a puesto de manifiesto la necesidad de desarrollar herramientas tecnológicas que permitan definir políticas de planificación y control que protejan a la población de la energía electromagnética presente en el ambiente. En el presente proyecto se pretende desarrollar un sistema de monitoreo de la densidad de potencia irradiada por las diversas fuentes emisoras, empleando para su estudio a la Descomposición Wavelet Packet (WPD) basada en la Transformada Wavelet Discreta (DWT) para segmentar y detectar las anomalías. Su procesado posterior se hará mediante periodograma, Transformada Discreta de Fourier (DFT) empleando el algoritmo para realizar la Transformada Rápida de Fourier (FFT) o la Transformada Z Chirp (CZT). La primera etapa de este proyecto será depurar el desarrollo del conjunto SDR- Computadora (el cual fue publicado en el catálogo como Producto Innovador con el N° 18471 de la Undécima Edición del Concurso Nacional de Innovaciones INNOVAR 2015) y el sistema de análisis y comparación con valores normalizados. La segunda etapa sería depurar y robustecer el análisis de la señal adquirida y clasificada por la WPD mediante periodograma, FFT o CZT. La tercer etapa sería la construcción de un prototipo para el montaje en campo de forma de poder realizar las pruebas correspondientes.

Palabras Claves: WPD, DWT, inalámbrico, analisis.

CONTEXTO

La línea de investigación presentada se encuentra en ejecución en el marco del proyecto titulado: “Sistema de monitoreo continuo de niveles de densidad de potencia electromagnética presentes en el medio ambiente”. El mismo es financiado por la Universidad Tecnológica Nacional, y su ámbito de realización es el Grupo SiTIC (Grupo de I+D en Sistemas y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones) de la UTN - Facultad Regional Bahía Blanca.

1. INTRODUCCIÓN

Debido a la elevada y creciente proliferación de sistemas y equipos de comunicaciones inalámbricos vista en los últimos años, y la incertidumbre que existe en torno a ellos con respecto a potenciales efectos nocivos sobre el medio ambiente y, específicamente sobre la salud humana, resulta necesario desarrollar herramientas tecnológicas que posibiliten definir políticas de planificación y control que protejan a la población de la energía electromagnética presente en el ambiente. En el universo de equipos que emiten energía electromagnética, merece especial atención los sistemas de comunicación de radio frecuencia y en especial los inalámbricos de telefonía móvil. Para conocer el nivel de energía electromagnética o específicamente la densidad de potencia que irradian las Estaciones Emisoras, y determinar si cumplen con la normativa vigente, se efectúan mediciones en

banda angosta o en banda ancha. Las mediciones directas en campo representan costos muy elevados por el equipamiento a utilizar, insumen mucho tiempo cuando se trata cubrir grandes espacios, y deben ser realizadas por personal altamente capacitado. Una forma de tener información de manera eficaz es monitorear en forma continua independizándose del operador. En el presente proyecto se pretende desarrollar un sistema de monitoreo de la densidad de potencia irradiada por las diversas fuentes emisoras, en la ciudad de Bahía Blanca, empleando para su estudio a la Descomposición Wavelet Packet (WPD) basada en la Transformada Wavelet Discreta (DWT) para segmentar y detectar las anomalías. Su procesamiento posterior se hará mediante periodograma, Transformada Discreta de Fourier (DFT) empleando el algoritmo para realizar la Transformada Rápida de Fourier (FFT) o la Transformada Z Chirp (CZT) Para poder determinar la densidad de potencia se utilizará un sistema de medición compuesto por un módulo receptor que cubra el ancho de banda de los canales de radiofrecuencia de bajada de la estación base, que para este PID será una Radio Definida por Software (SDR) unida a placa de microcomputadora cuyo hardware es libre, de bajo consumo y desarrollada para emplear software de código abierto. Las capturas realizadas por el conjunto descripto será enviada vía Internet a un centro de monitoreo en el cual se realizaría el análisis off-line de la emisiones detectadas, fuera de rango, mediante la WPD para determinar tiempo, frecuencia y niveles de energía en dicho ancho de banda. La WPD resulta ser una aproximación más flexible para determinar con mayor exactitud el tiempo y el rango de frecuencia por medio de la variación del tamaño de las ventanas y los umbrales de detección. Las mediciones fuera de rango, en lo que respecta a densidad de potencia, se analizarán mediante periodograma, FFT o CZT para determinar fehacientemente la frecuencia y valor de la densidad de potencia de la anomalía. La primera etapa de este proyecto será depurar el desarrollo del conjunto SDR-Computadora (el cual fue publicado en el catálogo como Producto Innovador con el N° 18471 de la

Undécima Edición del Concurso Nacional de Innovaciones INNOVAR 2015) y el sistema de análisis y comparación con valores normalizados. La segunda etapa sería depurar y robustecer el análisis de la señal adquirida y clasificada por la WPD mediante periodograma, FFT o CZT. La tercer etapa sería la construcción de un prototipo para el montaje en campo de forma de poder realizar las pruebas correspondientes.

2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Los posibles efectos nocivos sobre la salud humana que pueden generar las estaciones de radio frecuencia y en particular las de comunicaciones inalámbricas hacen necesario desarrollar diversas herramientas tecnológicas para poder definir políticas de planificación y control que protejan a la población. Los organismos vivos se hallan sometidos diariamente en los ambientes urbanos a radiaciones electromagnéticas causadas por las emisiones de las antenas de los sistemas de comunicaciones. Los niveles de exposición resultan variables dependiendo de la distancia a las fuentes, la presencia de estructuras pasivas que intensifican o reducen las amplitudes de las ondas, la posición relativa a la orientación de la antena, entre otros factores.

Las radiaciones de microondas pulsadas de baja intensidad pueden interferir los campos electromagnéticos intrínsecos de las estructuras biológicas de los seres vivos y producir respuestas anómalas en “ventanas” de frecuencia específicas, que resultan fuertemente dependientes de las intensidades y los tiempos de exposición.

Numerosas investigaciones han reportado efectos nocivos a nivel molecular, celular de procesos inmunes y sobre los sistemas nervioso, endocrino, reproductivo.

Dado que las mediciones directas en campo representan costos muy elevados, además de insumir mucho tiempo cuando se trata de abarcar grandes espacios, la alternativa inmediata resulta el monitoreo continuo de las

emisiones para su análisis y comparación con los valores normalizados.

El procesado con la Transformada Discreta Wavelet se ha detectado en las publicaciones [1], [2], [3] y [4], [5], [6], como aplicaciones de radio frecuencia. Así esta aplicación será utilizada como una posibilidad de proponer una determinación en el tiempo y niveles de densidad de potencia electromagnética.

Al momento en el país para medir la densidad de potencia se utilizan instrumentos que deben ser operados por personal calificado. Los datos obtenidos son los del instante de la medición y no se tienen los registros en todo tiempo, los cuales permitirían realizar estudios estadísticos para determinar las posibles fluctuaciones de los niveles de densidad de potencia de acuerdo a la franja horaria, época del año, condiciones ambientales y otras.

Con la implementación de la estación de monitoreo se podrá contar con una colección de datos en forma continua sobre el comportamiento de las emisoras seleccionadas. Esto permitirá evaluar los resultados obtenidos, para posteriormente conocer los desvíos y calcular la incertidumbre.

De los estudios realizados por este grupo de trabajo [7], [8], [9], [10] se determinó que el empleo de la Descomposición Wavelet Packet (WPD) basada en la Transformada Discreta Wavelet (DWT) es una buena forma de detectar el rango de frecuencia donde se producen densidades de potencia fuera del umbral preestablecido.

Las consideraciones anteriores nos permiten concluir que el estudio de las emisiones electromagnéticas con la WPD y el posterior análisis de la segmentación obtenida con Transformadas Rápida de Fourier (FFT) o Z Chirp, resulta ser un método innovador que reduciría los costos de medición en los distintos ámbitos que se requiera obtener información acerca de los niveles de densidad de potencia electromagnética, así también como lograr un sistema de medición económica y con menor personal necesario para su desarrollo.

3. RESULTADOS OBTENIDOS

Dentro de la temática y objetivos de este proyecto, podemos mencionar que hemos desarrollado una experiencia desde hace unos años plasmada a través de diversos trabajos publicados entre los cuales podemos mencionar:

“Determinación de los cambios de potencia irradiada en señales moduladas en frecuencia mediante la transformada discreta wavelet”, Macchi, Marcos, De Pasquale, Lorenzo, Banchieri, Miguel Angel. uEA 2013, IV Congreso de MicroElectrónica Aplicada, 25, 26 y 27 de Septiembre de 2013, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Bahía Blanca, Argentina.

“La Transformada Wavelet Packet en las Técnicas de Sensado Espectral”, Macchi Konrad, J. M., De Pasquale, L., Banchieri, M. A., V Congreso de Microelectrónica Aplicada 2014, 14 al 16 de mayo de 2014, Instituto Universitario Aeronáutico, Córdoba. ISBN 978-987-34680-5-2

“Wavelet Hardware Processing Unit for Transient Signal Detection”, Juan Marcos Macchi Konrad, Lorenzo De Pasquale, Miguel Banchieri, Guillermo Reggiani, Ricardo Cayssials and Edgardo Ferro Proceedings of the IX IEEE Southern Programmable Logic Conference, pp.:3-8, November 5-7, 2014, Buenos Aires, Argentina, ISBN - 978-1-4799-6848-0.

“Sistema de Medición de Potencia de RF Empleando un Software Defined Radio (SDR,)” Damián Banfí, Juan Marcos Macchi Konrad, Lorenzo De Pasquale, Miguel Angel Banchieri, Matías Alvarez, VI Congreso de Microelectrónica Aplicada 2015, 27 al 29 de mayo de 2015, Universidad Nacional de La Matanza. ISBN 978-987-3806-24-7.

“Determinación de Transitorios en Sistemas Físicos usando la Transformada Discreta Wavelet”, Juan Marcos Macchi Konrad, Lorenzo De Pasquale, Miguel Angel Banchieri, Leandro Nereo Ortiz, WICC 2014, XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, 7 y 8 de Mayo 2014, Universidad Nacional de Tierra del Fuego, Instituto de Desarrollo Económico e Innovación, Ushuaia, Argentina. RedUNCI, ISBN: 978-950-34-1084-4.

“Aplicaciones de la Transformada Wavelet a Sistemas de Comunicaciones”, Juan Marcos Macchi Konrad, Lorenzo De Pasquale, Miguel Angel Banchieri, VI Congreso de Microelectrónica Aplicada 2015, 27 al 29 de mayo de 2015, Universidad Nacional de la Matanza. ISBN 978-987-3806-24-7

Los objetivos del proyecto son:

Objetivo general:

Desarrollar un sistema de monitoreo para determinar el valor de la densidad de potencia entregada por las estaciones emisoras de radio frecuencia y comunicaciones inalámbricas.

Objetivos específicos:

- Segmentar las densidades de potencia, en los distintos rangos de frecuencia, de las señales emitidas por las estaciones emisoras de radio frecuencia y comunicaciones inalámbricas por medio de la Descomposición Wavelet Packet (WPD)

- Analizar las señales segmentadas que excedan los umbrales de densidad de potencia prefijados en la WPD por medio de las Transformadas Discreta de Fourier a través de un algoritmo FFT o Z Chirp (CZT)

- Determinar desvíos e incertidumbres con respecto los métodos de medición empleados comúnmente.

- Desarrollar un posible diagrama de un sistema de monitoreo integrado para la ciudad de Bahía Blanca.

4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Dentro del marco del proyecto y de lo que se pretende llevar a cabo, se incorporan alumnos para que se inicien en tareas de investigación. Esto permitirá los alumnos con un adecuado perfil académico puedan en el futuro seguir adelante con un posgrado. Como recursos disponibles dentro de la UTN se cuenta con la posibilidad de Becas de Iniciación a la Investigación (BINID) tanto para alumnos como para graduados y becas de investigación de la Secretaría de Asuntos Estudiantiles (Becas SAE) para alumnos.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Said E. El-Khamy, Mohamed S. El-Mahallawy, El-Nasser S. Youssef, "Improved Wideband Spectrum Sensing Techniques Using Wavelet-Based Edge Detection for Cognitive Radio", 2013 International Conference on Computing, Networking and Communications, Wireless Communications Symposium, pp. 418-423.
- [2] D.D.Ariananda, M.K.Lakshmanan and H.Nikookar, "A Wavelet Packet Transceiver for Spectral Analysis and Dynamic Spectrum Access ", IEEE, 2011.
- [3] D.D.Ariananda, M.K.Lakshmanan and H.Nikookar, "A Study on the Application of Wavelet Packet Transforms to Cognitive Radio Spectrum Estimation", Proceedings of the 4th International Conference on CROWNCOM 2009.
- [4] Tevfik Yücek, Hüseyin Arslan, "A Survey of Spectrum Sensing Algorithms for Cognitive Radio Applications", IEEE Communications Surveys & Tutorials, VOL. 11, NO. 1, FIRST QUARTER 2009,
- [5] K.C. Ho, H. Liu, L. Hong, "On improving the accuracy of a wavelet based identifier to classify CDMA signal and GSM signal", ISCAS '99. Proceedings of the 1999 IEEE International Symposium on Circuit and Systems, Vol. 4, pp.564-567.
- [6] H. Liu, K.C. Ho, "Identification of CDMA Signal and GSM signal using the wavelet transform", 42nd Midwest Symposium on Circuit and Systems, 1999, vol. 2, pp. 678-681.
- [7] Catálogo como Producto Innovador con el N° 18471 de la Undécima Edición del Concurso Nacional de Innovaciones INNOVAR 2015
- [8] Macchi Konrad, J. M., De Pasquale, L., Banchieri, M. A. “Análisis Basado en la Transformada Wavelet para Determinar Duración de Transitorios en Señales”, IV Congreso de Microelectrónica Aplicada 2013, 25 al 27 de septiembre de 2013, Facultad Regional Bahía Blanca de la UTN.
- [9] Macchi Konrad, J. M., De Pasquale, L., Banchieri, M. A., “La Transformada Wavelet Packet en las Técnicas de Sensado Espectral”, V Congreso de Microelectrónica Aplicada

2014, 14 al 16 de mayo de 2014, Instituto Universitario Aeronáutico, Córdoba.

[10] J. M. Macchi Konrad, L. De Pasquale, M. A. Banchieri, “Análisis Basado en la Transformada Wavelet Packet para Determinar Bandas de Frecuencias Vacantes”, V Congreso de Microelectrónica Aplicada, 2014.