

IMPLEMENTACIÓN EN HARDWARE DE UN EMULADOR DE RUIDO GAUSSIANO CON DENSIDAD DE POTENCIA ARBITRARIA

Propuesta para Proyecto de Tesis de Maestría en Ingeniería Electrónica

MOTIVACIÓN DEL PROYECTO: El ruido eléctrico es una perturbación en las condiciones de transmisión de un circuito eléctrico que altera los atributos de las señales de corriente o voltaje que lo recorren. Esta perturbación es causada por múltiples factores, como el movimiento caótico de electrones excitados térmicamente y las fluctuaciones aleatorias del flujo de corriente en medios conductores. Independientemente de sus causas, el ruido es un factor que degrada las prestaciones de cualquier sistema electrónico, por lo que es necesario desarrollar estrategias para mitigar sus efectos. Esto requiere no solamente de una adecuada comprensión de las características del ruido, sino también del desarrollo de herramientas de emulación que permitan reproducir dichas características para propósitos de análisis y experimentación.

El modelo de ruido más popular en el contexto del procesamiento de señales eléctricas es el del ruido aditivo blanco Gaussiano (*Additive White Gaussian Noise*, AWGN), el cual describe al ruido como un proceso aleatorio Gaussiano con valor medio igual a cero y densidad de potencia constante. Existe una gran variedad de propuestas para la simulación por software del ruido AWGN, e.g., ver [1]. La cantidad de propuestas para la emulación en hardware del AWGN también ha ido en aumento, ya que estos emuladores facilitan la verificación en físico y el control de calidad de dispositivos electrónicos [2].

A diferencia del caso AWGN, la simulación/emulación del ruido Gaussiano coloreado (es decir, ruido Gaussiano caracterizado por una densidad de potencia no-uniforme) aún plantea problemas de investigación que requieren soluciones más allá del estado del arte. Dar solución a tales problemas es importante, por ejemplo, para aplicaciones en las que se trabaja con señales que pasan a través de bloques de filtrado o conformación de pulso. Esto es importante también para aplicaciones en las que las señales se ven afectadas por ruido Gaussiano multiplicativo con propiedades de correlación particulares, como es el caso de la transmisión de datos a través de canales inalámbricos variantes en el tiempo.

Una implementación en hardware de un emulador de ruido Gaussiano coloreado provee un medio controlado y repetible en tiempo real para pruebas y verificación. Además de resultar una alternativa poco costosa. Actualmente, el diseño de bloques de hardware altamente eficientes en términos de velocidad de cómputo y bajo consumo de potencia resultan una solución de alto desempeño, configurabilidad, repetibilidad y bajo costo para la emulación de estos sistemas.

OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO:

El propósito principal de este proyecto consiste en diseñar e implementar un emulador en hardware de ruido Gaussiano coloreado caracterizado por una densidad de potencia definida por el usuario. Para alcanzar este objetivo el proyecto contempla los siguientes objetivos particulares:

- Implementación de un algoritmo de simulación en software (MATLAB) de un proceso de ruido Gaussiano complejo con valor medio igual a cero y densidad de potencia arbitraria y limitada en banda.
- Diseño de una arquitectura del algoritmo de simulación para su implementación en una plataforma de emulación en hardware-
- Implementación del emulador de ruido Gaussiano coloreado en un FPGA.
- Evaluación de complejidad y precisión del emulador desarrollado.

METODOLOGÍA

Con respecto a la metodología de trabajo, se seguirá una estrategia de verificación de hipótesis a través de un análisis tanto teórico como experimental. El trabajo teórico se desarrollará sobre la base de la teoría de ruido, la teoría de la probabilidad y procesos estocásticos, y el procesamiento digital de señales. Por otro lado, el análisis experimental se realizará empleando FPGAs para la construcción de un prototipo del emulador de ruido. El principio de simulación/emulación que se adoptará es el basado en procesos de sumas de funciones armónicas, el cual fue propuesto originalmente en [3] y ha sido aplicado de manera exitosa a la simulación por software de procesos de ruido Gaussiano coloreado, e.g., ver [4].

MATERIAS OPTATIVAS SUGERIDAS

1. Comunicaciones Inalámbricas.
2. Tópicos Selectos de Ingeniería Electrónica

PROPONENTES – ASESORES

Dr. Carlos A. Gutiérrez, Asesor

Profesor-Investigador

Facultad de Ciencias, UASLP

Email: cagutierrez@ieee.org

Dr. José Luis TecpanecatI Xihuitl, Coasesor

Profesor-Investigador

Facultad de Ciencias, UASLP

Email: luis.tecpanecatI@uaslp.mx

PERFIL DEL TESISISTA

1. Tener interés en la teoría del ruido y en el diseño de dispositivos de hardware, en particular dispositivos FPGA.
2. Contar con bases sólidas de señales y sistemas, probabilidad y programación.
3. Tener disposición para desarrollar trabajo tanto teórico como experimental.
4. Tener capacidad para trabajar de manera individual y buena actitud para trabajar en equipo.

CRONOGRAMA

	Estudio del Estado del Arte	Implementación de un simulador en MATLAB de ruido Gaussiano coloreado	Diseño de arquitectura del algoritmo de simulación para implementación en FPGAs	Implementación del emulador de ruido Gaussiano coloreado en un FPGA	Análisis de complejidad y precisión del emulador	Redacción de la tesis	Examen previo e implementación de correcciones	Examen de grado
Jul – 2023	X	X						
Ago – 2023	X	X						
Sep – 2023	X	X	X					
Oct – 2023	X		X					
Nov – 2023	X		X	X				
Dic – 2023	X		X	X				
Ene – 2023	X			X				
Feb – 2023	X			X	X			
Mar – 2023	X				X			
Abr – 2023	X				X	X		
May – 2023	X					X		
Jun – 2023	X					X		
Jul – 2023	X						X	
Ago – 2023	X							X

REFERENCIAS

1. C. A. Gómez-Vega, E. G. Hernández, H. A. Pérez-Guerrero, D. I. Torres-Uresti, J. L. TecpanecatI-Xihuitl and C. A. Gutiérrez, "Hardware/Software Design for the Simulation of AWGN Communication Channels," 2019 IEEE 39th Central America and Panama Convention (CONCAPAN XXXIX), Guatemala City, Guatemala, 2019, pp. 1-5, doi: 10.1109/CONCAPANXXXIX47272.2019.8977092.

2. <https://www.keysight.com/us/en/product/81150A/81150a-pulse-function-arbitrary-noise-generator.html>
3. S. O. Rice, "Mathematical analysis of random noise," in The Bell System Technical Journal, vol. 23, no. 3, pp. 282-332, July 1944, doi: 10.1002/j.1538-7305.1944.tb00874.x.
4. Gutiérrez, C.A. and Pätzold, M., "The generalized method of equal areas for the design of sum-of-cisoids simulators for mobile Rayleigh fading channels with arbitrary Doppler spectra." Wirel. Commun. Mob. Comput., 13: 951-966. <https://doi.org/10.1002/wcm.1154>