

DETECCIÓN DE RADIO BROTES DE SOL UTILIZANDO FPGA

Camey Soy, German Daniel (1), Jeyakumar, Solai (2)

¹ [Licenciatura Mecánica Eléctrica, Universidad de San Carlos de Guatemala] | [c_germandaniel@yahoo.com]

² [Departamento de Astronomía, División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato] | [sjk@ugto.com.mx]

Resumen

Este proyecto se realizó utilizando una FPGA como un dispositivo para procesar señales, provenientes de los radio brotes del sol y otros cuerpos celestes, para luego transmitirlos hacia una computadora utilizando el protocolo Ethernet. Para la programación del dispositivo se utilizó el software Ise Desing Suite, en el cual se diseñaron los bloques lógicos y componentes necesarios para el funcionamiento del periférico de comunicación Ethernet. Al conectar la tarjeta a la computadora se observaron los datos que la tarjeta estaba recibiendo del módulo ADC, además se realizaron las comprobaciones necesarias para determinar que no existieran pérdidas de datos.

Abstract

This project was carried out using an FPGA as a device to process signals, coming from the radio outbreaks of the sun and other celestial bodies, and then transmit them to a computer using the Ethernet protocol. For the programming of the device, the Ise Desing Suite software was used, in which the logical blocks and components necessary for the operation of the Ethernet communication peripheral were designed. When the card was connected to the computer, the data that the card was receiving from the ADC module was observed, and the necessary checks were made to determine that there were no data losses.

Palabras Clave

Ethernet, FPGA, Radio brotes, Transitorios

INTRODUCCIÓN

Eventos transitorios de cuerpos celestes en forma de radio brotes

Desde la antigüedad, el estudio de los cuerpos celestes ha servido como la fuente principal del entendimiento general del universo. Con el surgimiento de la radio astronomía no solo se han podido resolver varias preguntas que se tenían sobre dichos objetos, sino que, se ha abierto un campo más extenso de estudio sobre las características que estos presentan. Uno de estos son los eventos transitorios, detectados en forma de radio brotes. Estos se han detectado desde varias regiones del universo, tales como las detectadas en pulsares, estrellas fulgurantes, supernovas e incluso las emitidas por el Sol. Estos fenómenos pueden clasificarse como transitorios rápidos, cuando el tiempo de duración de dicho acontecimiento se encuentra en el orden de los nanosegundos a los milisegundos y transitorios de larga duración que pueden ir desde varios segundos, hasta días e incluso años. Su importancia radica en toda la información que pueden brindar de un cuerpo celeste.

Detección de radio brotes transitorios.

La principal característica que tiene un radio brote es que es una onda electromagnética con una frecuencia de oscilación asociada. Para poder captar dicha señal esta debe ser recibida por una antena, después de ser captadas, estas señales suelen ser de muy baja amplitud como para ser analizadas y se vuelve necesario que ingresen por un circuito de amplificación de bajo ruido con el objeto de amplificar la señal sin ingresar ruido al sistema. La señal que resulta contiene la información a analizar, pero también contiene otras formas de ondas electromagnéticas que no son de interés, es por tal razón que es necesario pasar las señales amplificadas por un filtro pasabanda, el cual permite eliminar las señales que no son de interés. La señal resultante aún no está lista para ser analizada, ya que generalmente las ondas electromagnéticas de radio brotes son de muy alta frecuencia y diseñar un sistema de análisis es muy complicado, es por eso que las señales se suelen pasar por un receptor heterodino, el cual traslada un rango de frecuencias altas a un rango de frecuencias más bajas pero que contienen la misma información [1].

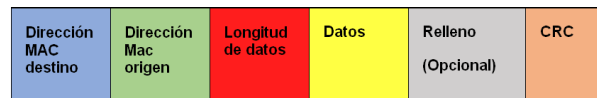


IMAGEN 1: Estructura de un paquete Ethernet 802.3

MATERIALES Y MÉTODOS

Para convertir la señal analógica en digital se utilizó el ADC “ADS6445EVM”.

Para transmitir las señales del módulo ADC se utilizó la FPGA Spartan-6, programada en el lenguaje descriptivo VHDL mediante el entorno de desarrollo “ISE Design Suite” de Xilinx.

Para la interfaz de comunicación entra la FPGA y la PC se utilizó el protocolo Ethernet IEEE 802.3. Los datos enviados hacia la PC provenían de un contador binario, el cual posteriormente fue removido para conectar el ADC.

Como se había mencionado anteriormente las señales que se debían digitalizar se encontraban en valores de frecuencia muy alto, es decir, que la velocidad de transmisión de datos a la computadora debe ser mayor que 2 veces la frecuencia máxima que se pueda obtener en la señal analizada [2]. El protocolo Ethernet IEEE 802.3 se acopla muy bien a esta situación teniendo una tasa de transmisión de datos de 1Ghz. El protocolo ethernet envía paquetes de datos

compuestos de un “Header” o “Cabecera”. El propósito del Header es contener información que identifica a cada paquete de datos. El paquete del protocolo Ethernet está compuesto de la siguiente forma:

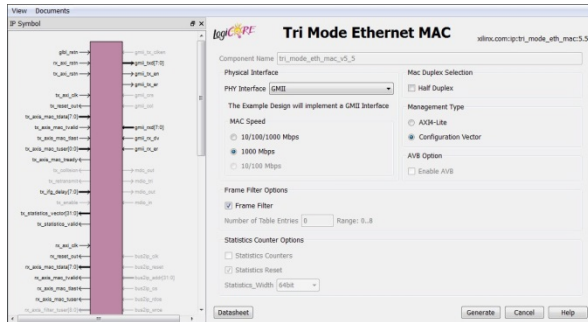


IMAGEN 2: Interfaz de configuración del Ip Core “Tri Mode Ethernet MAC”

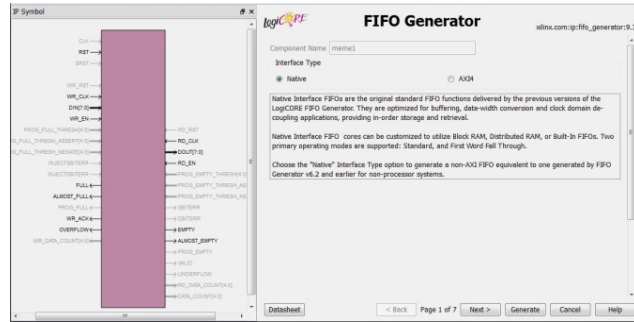


IMAGEN 3: Interfaz de configuración del Ip Core “FIFO Generator”

La dirección destino y origen indican las direcciones físicas del dispositivo hacia donde van dirigidos los datos y de donde se originan, respectivamente. La longitud de los datos indica el tamaño del paquete de datos que se está enviando y el CRC o control de redundancia cíclica, es un valor calculado tanto por el emisor como por el receptor y son comparados para identificar si los datos fueron recibidos correctamente, de lo contrario los datos no son válidos [3].

Para la implementación de dicho protocolo en la FPGA se utilizó un Ip Core Generator que es una herramienta que Xilinx brinda al usuario para que pueda configurar el hardware necesario para diferentes aplicaciones sin modificar líneas de programación. En este proyecto se utilizaron los siguientes Ip Core.

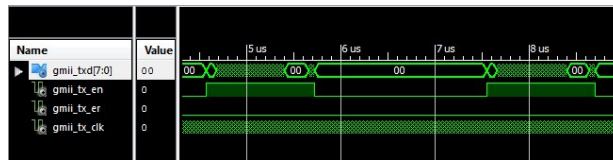


IMAGEN 4: Datos transmitidos observados en la simulación

El bloque Fifo Generator se utilizó para guardar momentáneamente los datos recibidos por el ADC para luego ser enviados a un bloque que generaba el Header del protocolo Ethernet y luego tales datos se enviaban a un bloque que calculaba el CRC para luego enviar todos los datos al periférico de Ethernet.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A través de las simulaciones realizadas se obtuvieron los siguientes resultados:

Gmmi_txd es el bus de datos donde se envían los datos. Dicho paquete fue recibido en una computadora utilizando el software Wireshark que permite observar los paquetes recibidos en la computadora. A continuación se observan imágenes donde se especifica en azul los bytes que pertenecen al Heder y en blanco los datos recibidos.

No.	Source	Destination	Length
1	5a:01:02:03:04:05	da:01:02:03:04:05	60
2	5a:01:02:03:04:05	da:01:02:03:04:05	60
3	5a:01:02:03:04:05	da:01:02:03:04:05	60
4	5a:01:02:03:04:05	da:01:02:03:04:05	60
5	5a:01:02:03:04:05	da:01:02:03:04:05	60
6	5a:01:02:03:04:05	da:01:02:03:04:05	60

0000	da 01 02 03 04 05 5a 01 02 03 04 05 00 1f f8 f9
0010	fa fb fc fd fe ff 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09
0020	0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 00 00 00
0030	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00

IMAGEN 5: Quinto paquete de datos recibidos en la computadora

No.	Source	Destination	Length
1	5a:01:02:03:04:05	da:01:02:03:04:05	60
2	5a:01:02:03:04:05	da:01:02:03:04:05	60
3	5a:01:02:03:04:05	da:01:02:03:04:05	60
4	5a:01:02:03:04:05	da:01:02:03:04:05	60
5	5a:01:02:03:04:05	da:01:02:03:04:05	60
6	5a:01:02:03:04:05	da:01:02:03:04:05	60

0000	da 01 02 03 04 05 5a 01 02 03 04 05 00 1f 17 18
0010	19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28
0020	29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 00 00 00
0030	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00

IMAGEN 6: Sexto paquete de datos recibidos en la computadora

Al observar los paquetes recibidos vemos que no existe una pérdida de datos, lo cual permite que los análisis posteriores sean implementados con plena seguridad. Como se puede observar los resultados son satisfactorios, ya que los datos recibidos pueden ser almacenados para su posterior análisis.

CONCLUSIONES

La implementación del protocolo de comunicación Ethernet en una FPGA permite que se reduzca la latencia y la pérdida de datos durante la transmisión, además tiene las características necesarias para informar si existe una pérdida de datos o un flujo constante de los mismos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los trabajadores del observatorio astronómico “La Luz” por la hospitalidad brindada mientras se realizaron los experimentos en el observatorio.

REFERENCIAS

- [1] Casillas Pérez, G. A. (2016) Desarrollo de un espectrómetro digital y simulaciones numéricas para estudio de eventos transitorios rápidos en el sol. Juriquilla, Santiago de Querétaro. pp. 35-58
- [2] Alan, V., Ronald, W. & Buck, R. (1999) Discrete time signal processing (2ª ed) Prentice-Hall, Englewood Cliffs. pp. 100-153
- [3] Hernando, J.M. (1991). Sistemas de telecomunicación (2ª ed. edición). Madrid. pp. 82-140