

Modulo Detector de Descargas Atmosféricas

Zenón Saavedra¹, Fernando A. Miranda Bonomi¹, Miguel A. Cabrera¹

(1) Laboratorio de Telecomunicaciones (LTC), Dpto. de Electricidad, Electrónica y Computación, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán.

zsaavedra@facet.unt.edu.ar

fmirandabonomi@facet.unt.edu.ar

mcabrera@herrera.unt.edu.ar

RESUMEN: Se presentan en este trabajo resultados parciales del desarrollo de un Módulo Detector de Descargas Atmosféricas. Las descargas atmosféricas son un fenómeno natural de importancia que puede afectar seriamente el desarrollo de las actividades de la sociedad moderna, pues impacta a instalaciones, viviendas, equipamiento y pone en riesgo la integridad de las personas. El módulo bajo desarrollo en el Laboratorio de Telecomunicaciones (LTC) tendrá la capacidad de detectar descargas atmosféricas y almacenar el tiempo de detección y la amplitud de la señal detectada, para luego ser enviados hacia un ordenador para su posterior estudio y análisis. Este desarrollo en particular se orienta al monitoreo de descargas atmosféricas en las inmediaciones de sistemas críticos o en puntos seleccionados de volcanes para evaluar posibles indicadores de actividad en base a fenómenos de ionización de la atmósfera.

1 INTRODUCCION

En las diferentes estaciones del año y en diversas regiones de nuestro planeta, se ha observado e investigado el comportamiento de eventos eléctricos de la atmósfera, con especial interés en los fenómenos producidos por perturbaciones en el circuito tierra-ionósfera conocidos como rayos. Muchos de estos disturbios incontrolables e inevitables, ocasionan problemas y daños severos, a dispositivos de las redes eléctricas, causan incendios, dañan estructuras y provocan severas

lesiones o muerte a personas.

En el Laboratorio de Telecomunicaciones de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad de Tucumán, se encuentra en el desarrollo de un módulo que permita realizar estudios sobre estos fenómenos atmosféricos.

1.1 Diagrama de bloque del Módulo y Descripción

En la Figura 1 se puede apreciar un diagrama de bloque simplificado de Módulo. Cada bloque cumple una función específica.

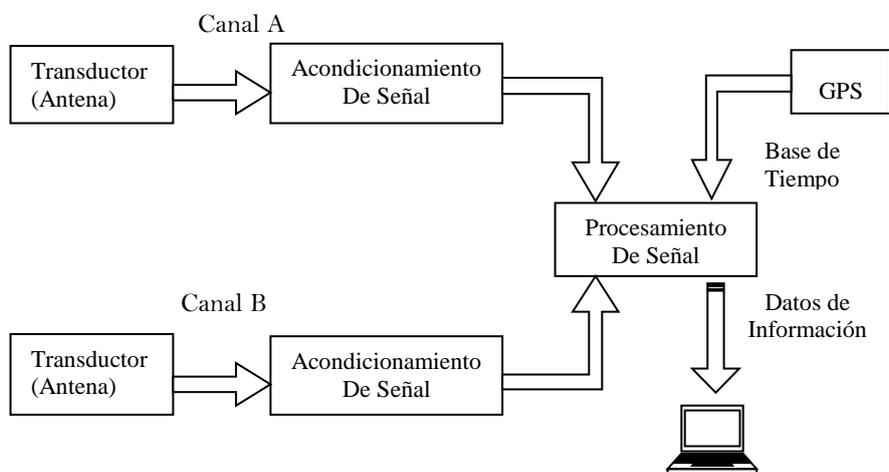


Figura 1 : Diagrama de Bloque

- Antena (Transductor): Es la encargada de lograr la detección de las descargas por medio de las variaciones de campo magnético.
- Acondicionamiento de Señal: En ella se realiza la detección, amplificación, limitación y acondicionamiento para que la señal pueda ser procesada por un micro controlador.
- Modulo GPS: Utilizando su señal de reloj como base tiempo, se logra determinar el tiempo de ocurrencia de la descarga.
- Procesamiento de Señal: aquí se realiza todo el procesamiento digital de la señal con la finalidad de detectar los picos de señal (la descarga o rayo), el procesamiento se realiza por medio de un micro controlador.
- Interface PC: Es la encargada de realizar la comunicación bidireccional entre el micro controlador y computador.

2 DESCRIPCION DE HARDWARE

Se procederá a describir cada etapa que conforma el Hardware del módulo. El mismo está compuesto en primera instancia por dos canales idénticos de acondicionamiento, lo que se observa en Figura 2, micro controlador y una interface de comunicación.

- Antena: es el primer elemento del módulo, se trata de un tipo pasivo antena de lazo. La función de esta es captar las descargas atmosféricas por medio de las variaciones de campo magnético que estas generan. Se utilizaron dos de estas antenas dispuestas en cuadratura.
- Amplificador: lleva a un nivel de tensión adecuado las señales, con la finalidad de poder ser procesadas. El amplificador tiene $A_v = 100$ dB, y un rango de funcionamiento de (700 Hz @ 400 kHz).

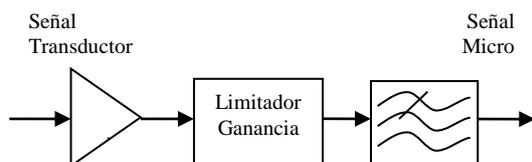


Figura 2 :
Diagrama de bloques del Acondicionamiento de Señal

- Amplificador Limitador de Ganancia: la ganancia varía en función del valor de amplitud de señal de entrada. La variaciones están comprendidas entre (1 @10) veces, siendo 10 para señales débiles y 1 para grandes señales. Además esta etapa le proporciona a la señal un nivel de continua (DC), que es necesario para poder ingresar la señal al CAD del micro controlador.
- Filtro Anti Alias: evita el fenómeno de aliasing en el conversor A/D, que ocurre al no cumplir con Nyquist $f_s \geq 2 \cdot f_{max}$, posee una atenuación de 60 dB para frecuencias mayores a la de corte. Se utilizó para el diseño (Zverev, 1967).
- Interface de Comunicación: esta es la última etapa y es la encargada de comunicar un anfitrión con el micro controlador (dspic33xx), quien realiza todo el procesamiento digital de la señal.

Para realizar la comunicación esta comunicación se utilizó otro micro controlador (PIC12xx) como puente, que es un RX/TX en forma serial y bidireccional, estableciendo en cada caso el correspondiente protocolo de comunicación.

3 DESCRIPCION DE SOFTWARE

El software fue realizado en C, teniendo como referencia (Schildt, 2000) y en Assembler, utilizando como entorno de desarrollo el Mplab X V1.80.

El mismo se encuentra alojado en el micro controlador (dspic33xx). A continuación se describirá cada etapa que conforma el mismo.

En la figura 3 se observa un diagrama de bloques del programa.

- Conversor A/D: fue configurado con un $f_s = 500$ kHz, 10 bit de conversión. muestreo simultaneo de los 2 canales (I y R). Se utilizó el Servicio de Rutina de Interrupciones (ISR) del conversor A/D, para realizar en ella todo el procesamiento digital de señales, en esta sección de programa se trabajara a gran velocidad.
- Supresión DC: su finalidad es eliminar la componente de continua de la señal, para lograrlo se usa un Filtro Tracking, que determina el valor de continua de una señal, luego con una simple resta se obtiene el valor Ac de la señal. El filtro

es del tipo IIR (Respuesta Infinita al

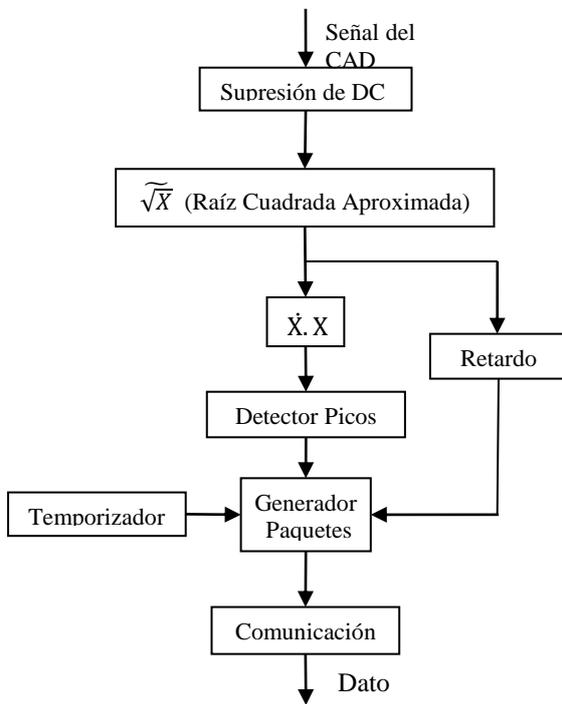


Figura 3 : diagrama de bloque del software

Impulso). Este proceso se aplica en ambos canales y luego se realiza una suma de cuadrados ($R^2 + I^2$).

- Raíz Cuadrada aproximada: su aplicación es debido a la etapa anterior la cual entrega datos de 32 bits, que requieren un mayor poder de procesamiento de parte del micro. La raíz se calculó utilizando una interpolación lineal, para encontrar el rango de interpolación se utiliza una búsqueda binaria en tabla.
- Muestra en retraso: Con esta se puede acceder a la muestra $X_{(n-10)}$, la cual se hace necesaria debido al detector CFAR que actúa con un retraso de 10 posiciones en las muestras. La $X_{(n-10)}$ muestra es quien se encuentra bajo inspección en el CFAR y si resulta ser un pico es almacenada para luego ser transmitida. Esto es implementado por medio de un buffer circular realizado por hardware.
- Filtro diferencia: realiza el cálculo de $\dot{X}.X$, que se encuentra relacionado con la primera derivada. Esto permite analizar los puntos en donde ocurre un gran

cambio de amplitud en un pequeño periodo de tiempo. El filtro es del tipo FIR (Respuesta Finita al Impulso)

La salida de la primera diferencia pasa por un limitador a cero de picos negativos, logrando así no considerar las pendientes de bajada de la señal, la cual nos daría una falsa detección.

- Detector de picos (CFAR): su principal característica es lograr la detección de eventos manteniendo constante la probabilidad de falsa alarma, sin importar el nivel de clutter presente. El algoritmo se basa en un umbral adaptivo que determina la detección o no-detección de un evento. El cálculo de este umbral implica alguna forma de estimación del nivel de clutter en que el posible evento se encuentra inmerso. Por lo general se usan distribuciones mono variadas, por lo que basta estimar el valor medio del clutter para caracterizar su distribución. La detección se realiza en forma unidimensional, sobre una ventana deslizante de muestras consecutivas. La celda central es la que está sujeta a la prueba de detección, y las vecinas son usadas para la estimación del clutter, asumiendo que el nivel de clutter presente en la celda de prueba y las vecinas es similar.
- Temporizador: Es un timer de 32 bits, que incrementa su cuenta cuando un cambio en un PIN_EXT del micro es detectado. En el momento que se detecta un pico se lee el valor del timer obteniendo, el tiempo de ocurrencia. Para lograrlo se utilizó un Módulo Capture, Timer 2 y el Timer 3, configurando el Módulo compare de modo que genere un llamado a interrupción cada vez que ocurre un cambio en PIN_EXT, en cada llamado se incrementa el contador de 32 bits. Los cambios producidos en el PIN_EXT, son provocados por los pulsos de reloj del Módulo GPS.
- Generador de Paquetes: Los paquetes están conformados por valores de tiempo y amplitud de los picos detectados por el CFAR, siendo la amplitud es de 16 bit y el tiempo de 32 bits, ambos son almacenados en un buffer de salida, de donde serán leídos al momento de ser transmitidos.
- Comunicación: gestiona la transferencia de datos desde el dspic33xx al anfitrión

(en este caso una PC) o desde la PC al dspic33xx. Los datos son transmitidos en forma serial (I2C). Se utilizó un PIC12xx como puente para poder entablar la comunicación sin problemas, su tarea es adaptar una comunicación sincrónica (dspic) a asincrónica (PC)

4 RESULTADOS:

A partir de formas de ondas de descargas atmosféricas (\vec{B} vs tiempo) a diferentes distancias de impacto obtenidas de Laroche et al, 2009, y utilizando un juego de bobinas, en configuración Helmholtz, se realizaron ensayos para observar el comportamiento en primera instancia de modulo (acondicionamiento de señal y el software). La información de la magnitud se toma como densidad de campo y utilizando la ecuación que describe la relación entre la densidad de campo y la corriente en las bobinas de Helmholtz, luego se calculó la corriente necesaria para generar dichos campos. Una vez obtenidas las ondas en valores de corriente se las cargó en un generador de ondas arbitrarias. Con ellas se excitó a las bobinas y ubicando la antena sensora en el centro, estando ya conectada con la etapa de acondicionamiento de señal. Se realizaron mediciones y capturas de la salida del acondicionador de señal a diferentes formas de onda de excitación, con ayuda de un osciloscopio digital. Con estas capturas se procedió a excitar el software (solo la parte de detección). En la Figura 3 se observa la señal de entrada y los picos detectados por el software.

Se excitó con once tipos de señales diferentes en amplitud y forma.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

Utilizando un único modulo, se podría solamente detectar el tiempo de ocurrencia y el pico de amplitud de las descargas atmosféricas dentro de un cierto perimetro. Llevando este mismo concepto a un conjunto de módulos que trabajen en forma cooperativa se obtendrá un sistema de monitoreo que abarque una mayor superficie.

Este tipo de red tendría, gran utilidad en las actividades de la sociedad moderna, previniendo pérdidas parciales o totales de edificaciones, construcciones, cultivos, ganadería y vidas humanas, mediante un aviso temprano de la cercanía de una potencial tormenta.

Los módulos están diseñados con la posibilidad de poder trabajar en conjunto con otros módulos con pequeñas modificaciones al diseño, un dato a tener en cuenta para futuras versiones de este trabajo, es utilizar microcontroladores con mayores prestaciones e incorporar un sistema de alimentación autónomo (paneles solares).

6 BIBLIOGRAFÍA

Lroche Hans Dieter Betz · Ulrich Schumann · Pierre Lightning: Principles, Instruments and Applications [Libro]. - Munich : Springer, 2009. - Vol. 1.

Schildt Herbert C Manual de Referencia [Libro]. - Madrid : Mc Graw Hill, 2000. - Vol. 4.

Zverev Anatol .I Handbook of Filter Synthesis [Libro]. - New York : John Wiley and Sons Inc., 1967. - Vol. 1.

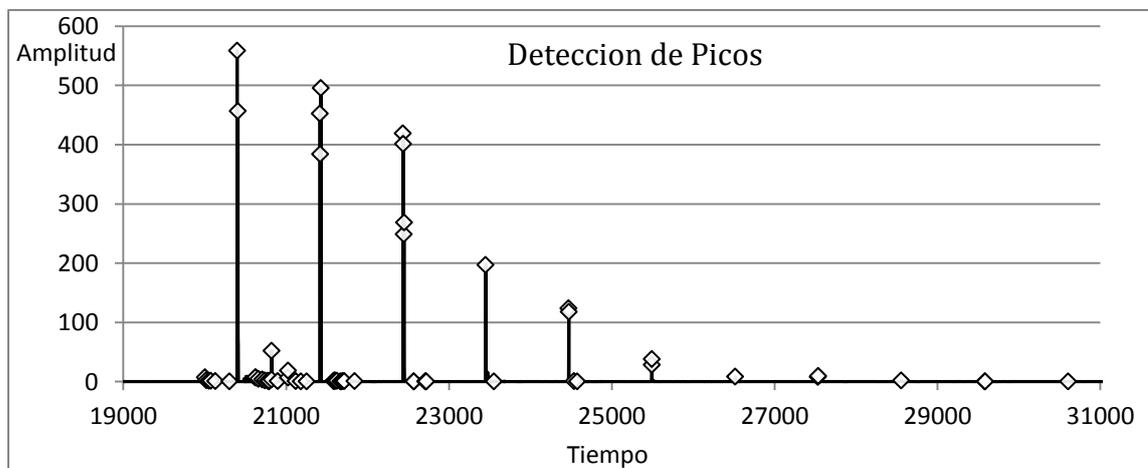


Figura 4 : Simulación de Detección de Picos