

SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL PARA LA MEDICIÓN DE RADIACIÓN IONIZANTE PRESENTE EN EL MEDIO¹

VIRTUAL INSTRUMENTATION SYSTEM FOR
THE MEASUREMENT OF IONIZING RADIATION
PRESENT IN THE ENVIRONMENT

Recibido: 15 de marzo del 2012

Aprobado: 10 de mayo del 2012

JEISON ARANGO-CARRILLO*
JAVIER VARGAS-GUATIVA**

Resumen

El fenómeno de ionización ambiental puede ser benéfico o perjudicial dependiendo del modo en que se genera, por lo cual es necesario hacer un eficiente monitoreo de cantidad de iones contenidos en el aire. Los autores explican cómo monitorearon un ambiente ionizado: diseñaron e implementaron un Sistema de Instrumentación Virtual, desarrollado sobre la plataforma de programación *LabView* con una interfaz de adquisición de datos y utilizaron un sensor diferencial de lámparas de neón con su respectivo análisis electrónico.

El valor agregado, en cuanto a innovación de este prototipo, es el uso de las lámparas de neón como sensor de ionización y no el tubo tradicional de Geiger Muller. El software es de autoría propia y la interfaz es desarrollada en Colombia. El artículo de investigación es derivado del proyecto "Ionización como agente conservador de la papaya", realizado en la Universidad de los Llanos en el 2007.

Palabras clave: automatización, control electrónico, instrumentación virtual, ionización, sensores diferenciales.

Abstract

Ambient ionization may be beneficial or detrimental depending on its causes, due to this, it is necessary to do an efficient monitoring of the quantity of ions in the air. The authors explain how they monitored an ionized environment: they designed and implemented a Virtual Instrumentation System, developed on the *LabView* programming platform with a data acquisition interface, and used a differential neon lamp sensor with its corresponding electronic analysis.

The value added by this prototype in terms of innovation is the use of neon lamps as ionization sensors instead of the traditional De Geiger Muller tube. The software is original and the interface was developed in Colombia. This paper stems from the research project "Ionization as a conservative agent for papaya", carried out by the Universidad de los Llanos in 2007.

Keywords: automation, electronic control, virtual instrumentation, ionization, differential sensors.

• Cómo citar este artículo: Jeison Arango-Carrillo, Javier Vargas-Guativa. "Sistema de instrumentación virtual para la medición de radiación ionizante presente en el medio". *Revista Ingeniería Solidaria*, Vol. 8, No. 14, 2012, pp 34-40.

¹ Artículo de investigación derivado del proyecto de investigación "Ionización como agente conservador de la papaya", realizado en la Universidad de los Llanos en el 2007.

* Ingeniero Electrónico de la Universidad de los Llanos. Especialista en Administración de Informática Educativa de la Universidad de Santander (UDES). Certificación Internacional Pre hospital *Trauma Life Support* Militar (Salamandra, NAEMT). Docente de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Villavicencio. Correo electrónico: jeison.arango@campusucc.edu.co

** Ingeniero Electrónico de la Universidad de los Llanos. Especialista en Pedagogía y Docencia Universitaria de la Universidad la Gran Colombia. Candidato a Magíster en Administración y Planificación Educativa de la Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología. Docente de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Villavicencio. Correo electrónico: javier.vargas@campusucc.edu.co

Introducción

El estudio y aplicación de la física en los procesos biológicos toma un importante auge en la sociedad, incrementándose rápidamente el interés en las investigaciones científicas que integran las diferentes áreas del conocimiento dando como resultado grandes avances tecnológicos en pos del bienestar de la humanidad. Tales avances se han visto reflejados en áreas científicas como la biofísica, la bioclimatología y en áreas tecnológicas como la electrónica, la bioingeniería y la instrumentación. Gracias a esta fusión podemos contar con diferentes sistemas electrónicos y de control que aportan a la tecnificación de problemáticas de tipo biológica, social e industrial.

Esto ha llevado al estudio de la electricidad atmosférica como uno de los factores relevantes en aquellos procesos susceptibles a factores contaminantes (químicos, electromagnéticos, y de tipo orgánico como bacterias y hongos), los cuales degradan la materia hasta el punto de conseguir la destrucción molecular, abarcando el tema de la ozonificación y de la ionización del aire [1].

La ozonificación (ionización positiva) permite la eliminación de microorganismos a alta escala presentando inconvenientes como la producción de gran cantidad de iones positivos en el aire, los cuales son altamente nocivos para la vitalidad del ser humano. El proceso inverso a la ozonificación es llamado *ionización* (ionización negativa), que consiste en la producción de iones negativos que presentan una acción bactericida indirecta debido a la precipitación del esmog, polvo y microorganismos existentes en estos, aportando grandes beneficios en especial al sistema nervioso de las personas [2].

Por lo expuesto anteriormente, es necesario medir y monitorear la presencia de ionización en el aire, especialmente en los ambientes laborales donde el nivel de estrés, la contaminación electromagnética, sonora y ambiental contaminan el ambiente en el que nos desarrollamos [1], como, por ejemplo: los pabellones de quemados, donde la recuperación efectiva de los pacientes afectados por quemaduras depende de la calidad iónica del ambiente; las zonas industriales, donde el nivel de exigencia laboral ejerce presión sobre el trabajador (estrés laboral); los medios de información virtual como Internet, redes sociales y comunicación por vía celular.

Debido al avance de la tecnología, es indispensable desarrollar técnicas y medios de control de este tipo de factores nocivos para el ser humano y la naturaleza; para poder llevar a cabo esto se hace necesario diseñar e implementar dispositivos electrónicos de medida de este

tipo de energías y fenómenos físicos presentes en el medio y a la vez entregar una respuesta real que sirva como guía para poder generar sistemas de control electrónico y biológico para contrarrestar los daños causados por el abuso de la tecnología [2].

En la actualidad, no existen equipos de uso comercial para la medición de ionización presente en el ambiente, lo cual nos lleva a formular la siguiente problemática: ¿qué sistema de instrumentación implementar para la medición de ionización presente en el medio de uso comercial?

La respuesta a esta problemática se obtiene a través del diseño e implementación de un Sistema de Instrumentación Virtual desarrollado sobre la plataforma de programación *LabView* con una interfaz de adquisición de datos que utiliza un sensor diferencial de lámparas de neón, con su respectivo análisis electrónico para la realización de la instrumentación del proyecto “Diseño e implementación de un prototipo de cámara de ionización electrónica como agente conservador de la papaya ‘unidad ionizadora ion-v1’” desarrollado en la Universidad de los Llanos, en el 2007.

Diseño metodológico del proyecto

El proyecto se centra en cuatro fases como se observa en la figura 1 mediante el diagrama de bloques.

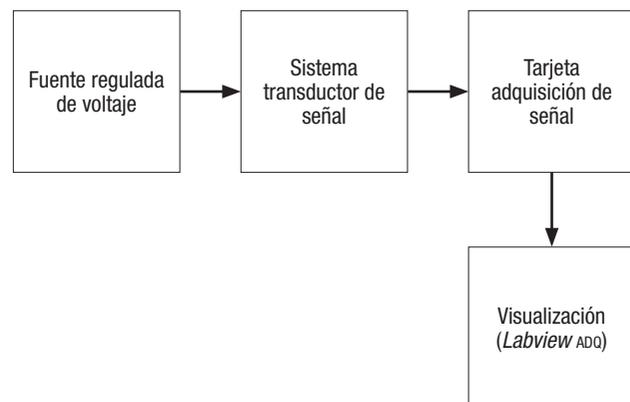


Figura 1. Caracterización sensor diferencial con lámparas de neón
Fuente: los autores

Fases del proyecto

La primera fase se ha denominado recopilación de documentación e información de estudios y actividades; en esta fase se investigó y documentó sobre los efectos de la ionización en los seres vivos, sus ventajas y desventajas, servicios y normas de seguridad.

Ionización: proceso químico o físico mediante el cual se producen, es decir átomos o moléculas cargadas eléctricamente debido al exceso o falta de electrones respecto a un átomo o molécula neutra [1].

Hay varias maneras de formar iones de átomos o moléculas. En términos clásicos, los átomos se pueden describir como un núcleo compuesto de neutrones (sin carga eléctrica) y protones (con carga positiva), rodeado de electrones (carga negativa), con el resultado global de una carga eléctrica nula. Cuando incide sobre el átomo una determinada radiación energética, capaz de afectar a sus electrones, pero insuficiente para alterar al núcleo, hablamos de una radiación ionizante, ya que al activarse el contenido energético de algunos electrones, estos se “despegan” del núcleo y se forma un ión cargado eléctricamente [1].

Desde el punto de vista de aplicación industrial, se han usado dos tipos de radiaciones ionizantes en el tratamiento de alimentos: rayos gamma y electrones acelerados (rayos beta). Los rayos gamma, más penetrantes, son emitidos por radioelementos artificiales, como el conocido y temido cobalto-60. Poseen ciertas ventajas operativas, pero cualquier instalación de ese tipo, según la legislación española, poseería el mismo nivel de exigencia que una central nuclear.

Por ello, la opción a escoger sería la de generar electrones acelerados, hasta alcanzar la energía precisa (de 5-10 MeV). Esto se consigue mediante aceleradores de electrones, de los que existen varios tipos. Actualmente, existen en el mundo unos 650 aceleradores de electrones y unos 30 de ellos están instalados específicamente en plantas para la esterilización o tratamiento de productos agroalimentarios [2] [3].

Aplicación: esterilización por ionización

En el medio ambiente (aire, agua, suelo, etcétera) existen microorganismos que contaminan, aprovechando los nutrientes a su alcance para desarrollarse o permanecer en ellos [4]. La esterilización es la práctica que tiene por fin destruir o eliminar todos los microorganismos. El efecto bactericida de las radiaciones es conocido desde tiempos antiguos; así, por ejemplo, se sabe que la radiación solar, o más precisamente las radiaciones ultravioletas, son agentes naturales de esterilización, sin embargo, de las radiaciones electromagnéticas las de ultravioletas son las menos eficaces debido a su gran longitud de onda [4].

La esterilización mediante rayos gamma es una tecnología que ha sido identificada como una alternativa

segura para reducir la carga microbiana en alimentos y en insumos que entran en contacto directo con ellos, reduciendo el riesgo de contagio de enfermedades transmitidas por alimentos y en su producción, procesamiento, manipulación y preparación, todo lo cual aumenta la calidad y competitividad de los productos otorgándoles un mayor valor agregado [4].

La energía ionizante se puede originar a partir de tres fuentes distintas: rayos gamma, una máquina generadora de electrones y rayos X. La fuente más común de los rayos gamma es el cobalto-60 [5]. Los rayos gamma se componen de ondas electromagnéticas de frecuencia larga que penetran en los envases y productos expuestos a dicha fuente, ocasionando pequeños cambios estructurales en la cadena de ADN de las bacterias o microorganismos, causándoles la muerte o dejándolas inviables o estériles, sin capacidad de replicarse. La tecnología permite el tratamiento de los productos en su envase final [2].

La energía ionizante es factible de ser aplicada a una gran variedad de productos, con el fin de esterilización o reducción de carga microbiana, eliminando patógenos que pueden ser dañinos para la salud. Entre los productos tratados se encuentran: alimentos, cosméticos, productos médicos, yerbas medicinales, productos de laboratorio y farmacéutico, alimento animal y embalajes [4].

La tecnología existe en forma comercial desde los años cincuenta y su uso está autorizado en más de 30 países, para más de 50 productos alimentarios. Cuenta con la aprobación de importantes organismos internacionales como la WHO (*World Health Organization* -Organización Mundial de la Salud-), FAO (*Food and Agriculture Organization* -Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-) y la Iaea (*International Atomic Energy Agency* -organismo autónomo que promueve el uso pacífico de la energía nuclear, en español: Oiea, Organización Internacional de Energía Atómica-). También cuenta con la aprobación de la FDA (*Food and Drug Administration* -Agencia de gobierno de Estados Unidos que regula alimentos y productos farmacéuticos-), que plasma su normativa en el código 21 CFR 179.26. Estas entidades pueden recomendar, regular o legislar sobre la correcta aplicación de la tecnología, estableciendo los parámetros adecuados de operación y las dosis máximas aplicables a cada tipo de producto [1].

Los rayos gamma no dejan ningún tipo de residuos, son efectivos contra organismos patógenos, y permiten la obtención de alimentos inocuos y sanos. Así lo aseguran quienes han apostado por esta alternativa, cuyo uso ha venido ampliándose en los últimos años. Diversas

investigaciones han demostrado que no se producen pérdidas significativas de nutrientes en los alimentos.

¿Qué es la ionización del aire?

Se aplica este término a las moléculas del aire que contienen pequeñas cargas eléctricas (positivas o negativas), fenómeno que se da normalmente en el aire que respiramos; tales moléculas cargadas de electricidad se llaman *iones*. Hay pues iones positivos e iones negativos y están naturalmente en una proporción de cinco a cuatro en una atmósfera equilibrada. En las ciudades hay un exceso de iones positivos, mientras que en el campo y en las sierras abundan los iones negativos [1].

La acción saludable de los iones negativos

La capacidad de defensa del cuerpo humano depende en gran parte de respirar en una atmósfera con un buen porcentaje de iones negativos que aumentan el rendimiento corporal y psíquico. Los iones negativos se absorben a través de la piel, produciendo efectos en los órganos internos, pero fundamentalmente influyen sobre el organismo a través de la respiración, permitiendo una mayor absorción de oxígeno y purificando el aire de polvo y polución. Uno de los efectos más importantes de la ionización se observa en la reducción del estrés, el cual nos provoca cefaleas, mareos, insomnio, ansiedad, falta de concentración, entre otros. La ionización negativa del aire, por el contrario, nos brinda reposo, relajación y mayor energía. Esto se debe a que los iones negativos reducen el tenor de una hormona, la serotonina, llamada por los médicos “la hormona del estrés”. Estos iones también tienen la propiedad de normalizar la presión arterial, tanto en el hipertenso, como en el hipotenso. De todo lo explicado anteriormente se deduce lo importante que es un equipo ionizador para alérgicos y asmáticos, aunque no es necesario estar enfermo para disfrutar de un aire sano y limpio [4].

Equipos ionizadores o generadores de iones negativos

Para corregir el desequilibrio eléctrico de nuestro aire respirable y para limpiarlo de impurezas, la investigación científica y la tecnología desarrollaron equipos generadores de iones negativos, es decir, ionizadores. Estos aparatos emiten hacia el aire un chorro continuo de electrones (varios billones por segundo) que al incorporarse a la molécula de oxígeno convierten el oxígeno positivo en el excelente oxígeno negativo, con todos los beneficios que hemos explicado [2].

El exceso de *iones positivos* es *perjudicial* para el ser humano, animales y plantas, mientras que el exceso de *iones negativos* es altamente *beneficioso*.

En Colombia, hasta ahora, no existe un proyecto industrial de instalación de ionización en ambientes residenciales, industriales y centros de salud (clínicas y hospitales). Como los términos ionización o radiactividad suelen sensibilizar y alarmar a la población, parece oportuno describir en qué consiste y en qué no consiste en la actualidad una instalación de este tipo de aparato que, en todo caso, ha de estar siempre sometido a las abundantes normas existentes, internacionales, europeas y nacionales.

Resultados

Sistema de transducción

La segunda fase se denomina sistema transductor para concentración de iones. En esta se desarrolló el análisis electrónico en el cual se obtuvo la resolución, sensibilidad, precisión, linealidad y exactitud necesarios para el monitoreo de la concentración de iones. El monitoreo de la radiación ionizante fue llevado a cabo mediante la implementación de sensores diferenciales a base de lámparas de neón, en la que fue necesario efectuar una linealización de los datos obtenidos en términos de voltaje y generar una tabla de equivalencias voltios vs rad/gray, siendo el rad y los gray la unidad de medida de la radiación ionizante generada por el elevador de voltaje [6].

Debido a que la radiación ionizante en general no es perceptible por los sentidos, es necesario valerse de instrumentos apropiados para detectar su presencia. Asimismo, interesa su intensidad, su energía, o cualquier otra propiedad que ayude a evaluar sus efectos.

Se han desarrollado muchos tipos de detectores de radiación, siendo el más común el tubo de Geiger-Müller [6]. Los contadores Geiger son los más usados porque son fáciles de operar, soportan trabajo pesado, son de construcción sencilla y se pueden incorporar a un monitor portátil. Generalmente operan con voltaje de alrededor de 700 a 800 v, pero esto puede variar según el diseño de cada detector.

Sin embargo, el aspecto innovador de este proyecto es el uso de un elemento como el neón, que al lograr caracterizar, acondicionar y linealizar sus propiedades físico-voltaicas de entrega ante respuesta de presencia de iones, permite analizar la radiación ionizante presente en el sistema detector y visualizar, mediante un sistema de instrumentación virtual, la información obtenida de una

forma mucho más económica y de fácil acceso para el estudio de dichas partículas en comparación al contador Geiger, que suele ser costoso y su comercialización en Colombia no es muy común.

Muchos tipos diferentes de detectores y contadores de radiación están basados en dispositivos similares al tubo Geiger-Müller. Algunos contienen diferentes gases de rellenos, otros usan líquidos y otros están abiertos al aire. Es posible encontrar diferentes medidas dependiendo del tipo de ventana del dispositivo (una ventana de cristal no dejará pasar las partículas alfa, mientras una ventana de mica sí) o de la diferencia de potencial entre los electrodos. Cada clase de detector es sensible a cierto tipo de radiación y a cierto intervalo de energía, por lo que es de primordial importancia seleccionar el detector adecuado a la radiación que se desea medir. El no hacerlo puede conducir a errores graves.

El diseño de los detectores está basado en el conocimiento de la interacción de las radiaciones con la materia. Las radiaciones depositan energía en los materiales, principalmente a través de la ionización y excitación de sus átomos. Además, puede haber emisión de luz, cambio de temperatura o efectos químicos, todo lo cual puede ser un indicador de la presencia de radiación. Se van a describir los detectores más comunes en las aplicaciones de la radiación, como son los de ionización de gas y los de centelleo.

Tabla 1. Caracterización sensor diferencial con lámparas de neón

Microvolts	Iones por cc
20	125
40	250
60	375
80	500
100	625
120	750
140	875
160	1.000
180	1.125
200	1.250
220	1.375
240	1.500
260	1.625
280	1.750
300	1.875

Fuente: los autores

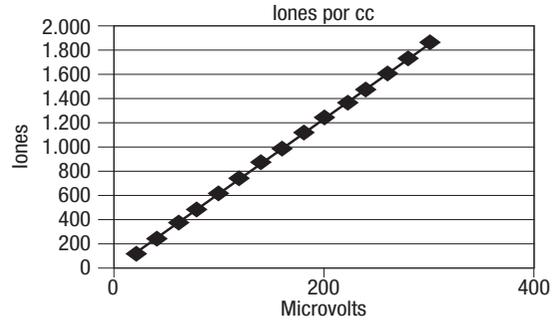


Figura 2. Caracterización sensor diferencial con lámparas de neón

Fuente: los autores

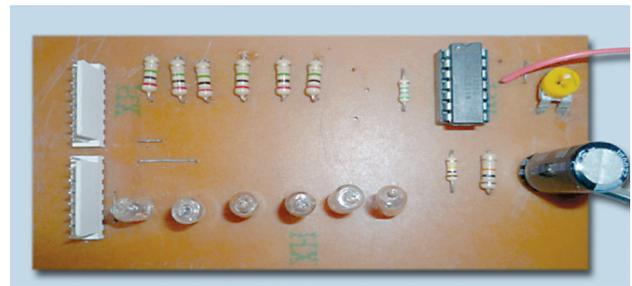


Figura 3. Sensor diferencial con lámparas de neón

Fuente: los autores

Adquisición de señal

En la tercera fase, denominada sistema de adquisición de señales, se desarrolló la conversión análogo digital de la señal enviada por los sensores, la cual utilizó el ADC 0804, realizando una frecuencia de barrido de 10 kHz; la tarjeta de adquisición se presenta a continuación.

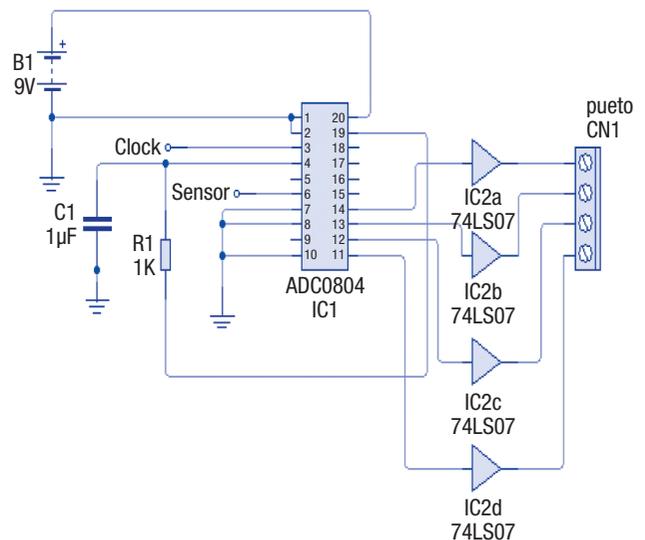


Figura 4. Esquemático tarjeta de adquisición de datos

Fuente: los autores

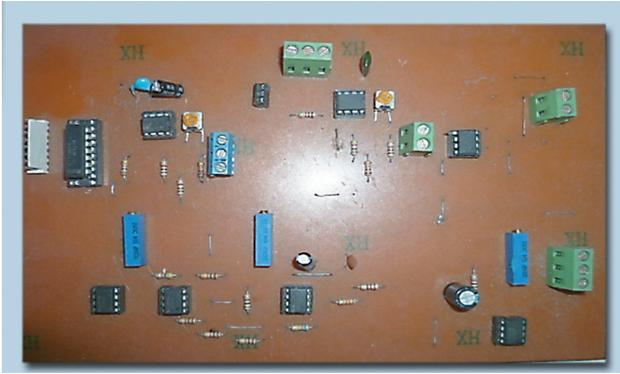


Figura 5. Tarjeta de adquisición de datos

Fuente: los autores

Visualización de la radiación ionizante presente en el medio

La cuarta fase se denominó visualización y se desarrolló el *software LabView* para la visualización mediante computador. El *software* captura la información proporcionada por la tarjeta de adquisición de señal, presentando finalmente una interfaz de monitoreo adecuada para el usuario final.

Sistema de adquisición, procesamiento y transmisión de datos: está compuesto por una tarjeta de adquisición de datos que usa como interface el puerto paralelo del computador, un computador portátil y un instrumento virtual (iv) desarrollado en el lenguaje de programación gráfica *LabView 7.1*. Los programas que conforman el instrumento virtual fueron desarrollados usando el paquete de programación gráfica *LabView 7.1* de la *National Instruments*. En la figura 6, se muestra un diagrama del panel frontal del iv desarrollado, que permite visualizar en tiempo real los valores instantáneos de radiación ionizante presentes en indicadores en escala Gray y Rad.

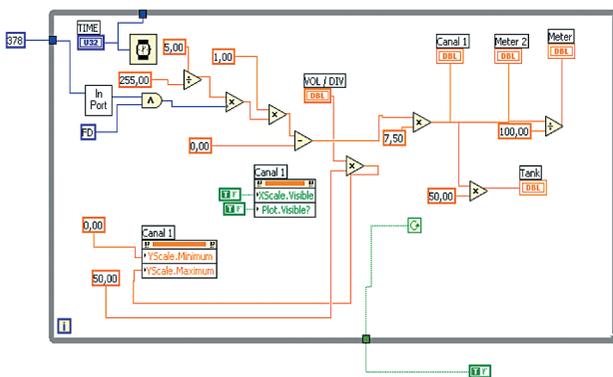


Figura 6. Software gráfico en *LabView*

Fuente: los autores

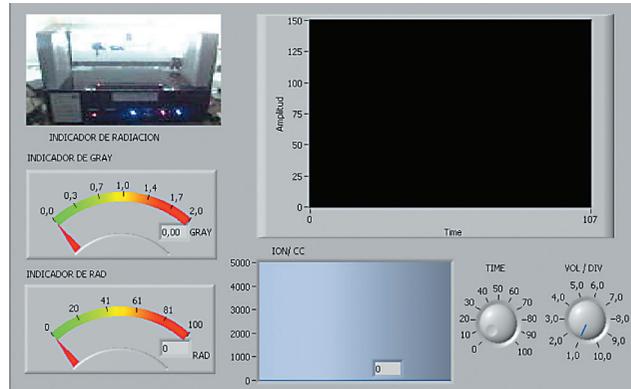


Figura 7. Interfaz gráfica de visualización

Fuente: los autores

La principal ventaja de implementar nuevos sistemas a base de instrumentación virtual son los beneficios que ofrece a ingenieros y científicos que requieran mayor productividad, precisión y rendimiento en ensayos, mediciones y automatización de procesos industriales y de investigación.

Conclusiones

El sistema de instrumentación virtual presenta alta usabilidad, que permite la medición de ionización presente en el medio.

La plataforma de desarrollo en *LabView* permite un desarrollo gráfico que se ajusta a los estándares internacionales en seguridad funcional.

La tarjeta de adquisición de datos realiza un muestreo con una frecuencia de 10 kHz apta para el sistema computacional.

La implementación de sensores con lámparas de neón permite disminuir costos de implementación tradicional (tubos de Geiger Muller) con una respuesta satisfactoria en la transducción. Además, la respuesta de las lámparas de neón presenta un tiempo de respuesta óptimo para la discretización de los datos.

Los sensores no se pueden acercar a más de 2 cm de los electrodos porque el alto voltaje que se encuentra allí produce una descarga eléctrica entre el electrodo y el sensor, ocasionando la pérdida del sensor.

La respuesta entregada por los sensores de neón es lineal por lo cual permite que la tarjeta de adquisición de señal entregue respuestas digitalizadas para el sistema computacional.

El programa desarrollado es robusto, con un sistema de visualización amigable al usuario y funciona en sistemas computacionales con características de procesamiento desde los 700 MHz con memoria RAM de 250 MB.

Referencias

- [1] E. Chiancone. "Influencia de la electricidad atmosférica sobre los organismos. Instituto de Estudios Superiores, Cátedra de Climatología Biológica". Texas: Universidad de Texas, pp. 1711-1778.
- [2] K. G. Kerris. "Practical Dosimetry for radiation Hardness Testing". *IEEE Nuclear and Space radiation Effects Conference Short Course*, July 18, 1992.
- [3] R. E. Sharp y S. L. Pater. "The use of pMOS dosimeters at megagray total doses". *Third European Conference on Radiation and its Effects on Components and Systems*. 18-22 de septiembre, 1995, pp. 494-497.
- [4] E. Ernst Schneider, J.D. Malaxetxebarria, R. Pamplona. "Salud por la naturaleza". Editorial Safeliz.
- [5] N. Mohan, T. M. Undeland, W. P. Robbins. *Power electronics: converters, applications, and design*. Wiley, 2002.
- [6] F. L. Luo, H. Ye, M. H. Rashid. *Power digital power electronics and applications*. Elsevier, 2005.
- [7] F. L. Luo, H. Ye. *Advanced DC/DC converters*. CRC Press, 2004.
- [8] M. Liu. *Demystifying switched-capacitor circuits*. Elsevier, 2006.