



GENERACIÓN DE FRECUENCIAS DEL ORDEN DE MEGAHERTZ CON ULTRASONIDO

José Ábrego¹, Samuel Siles², Alfredo Cruz³ y Juan Azorín⁴

¹Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares,
52045 Salazar Edo. de México

²Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y tecnología Avanzada, IPN
11500 México, D.F.

³Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN
07400 México, D.F.

⁴Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa
09340 México, D.F.

Resumen

En la actualidad, a escala internacional se han estado observando una serie de interacciones con la materia que hasta el momento no se han podido explicar. Algunos efectos son los llamados "hot points", cuyo desarrollo genera temperaturas del orden de 5000 °C, presiones de 500 atmósferas y gradientes de temperatura superiores a los 600 ° C/s. Experimentalmente, con la ayuda de analizadores de espectro, se ha logrado detectar la producción de frecuencias de 23 GHz. a partir de un pulso ultrasónico de 5 MHz. También, mediante excitación ultrasónica se logró la decoloración de una solución de azul de metileno, efecto que sólo se había logrado con radiación gamma la que es bien conocida como ionizante. Otro aspecto interesante observado es la generación de una corriente eléctrica con excitación ultrasónica en agua desionizada y dos electrodos.

I.- Introducción

Las interacciones del ultrasonido con la materia, han generado múltiples inquietudes a nivel nacional (ININ, IMP) e internacional. Algunas de las mismas son: Los llamados "hot points" con desprendimiento de 5000°C, 500 atmósferas de presión y gradientes de temperatura de más de 600°C/s¹; usándose extensamente en masajes faciales²; cirugía de tumores cancerosos y liposucción³; efectos fungicidas; destrucción de cálculos renales; tratamiento de aguas residuales industriales con precipitación de metales pesados⁴ y otros.

Con la finalidad de dar respuesta a los resultados de las excitaciones ultrasónicas en los materiales, se ha hecho una serie de recopilaciones de modelos de la física unidos a los resultados experimentales realizados en los Laboratorios del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.

Los resultados han mostrado que la radiación ultrasónica es capaz de producir decoloración de una solución de azul de metileno la la cual se había logrado anteriormente con la radiación gamma en el ININ⁵⁻⁷, fenómeno conocido a nivel internacional.

También se logró generar por ultrasonido una corriente eléctrica de 0.3 miliamperes entre dos electrodos en agua desionizada,. Otro hecho de importancia, fue la detección de frecuencias de 23 GHz en un analizador de espectros, a partir de un pulso ultrasónico cuya frecuencia fundamental fue de 5 MHz.

A continuación, se presentan algunos modelos de física que en conjunción con los resultados experimentales, dan sustento a la hipótesis que aquí se presenta.

Los materiales, tienen una frecuencia propia de vibración que está en función de sus dimensiones y propiedades físicas⁸. También, pueden vibrar si son excitados en otra de sus armónicas. Se dice que un cuerpo entra en resonancia cuando lo excita una frecuencia cuya longitud de onda es la misma que las dimensiones de dicho cuerpo. En esta fase, la vibración alcanza un máximo.

Planck estableció que, la energía cuántica debe ser proporcional a la frecuencia del cuerpo en cuestión⁹, esto es:

$$E = h \cdot \nu$$

Donde **E** es la energía total, ν la frecuencia del cuerpo y **h** la constante de Planck.

Michelson demostró que, la velocidad de la luz es una constante independiente del movimiento de la fuente y está dada por la relación siguiente:

$$c = \nu \cdot \lambda$$

Donde **c** es la velocidad de la luz, ν la frecuencia y λ la longitud de onda¹⁰.

Ionización es el proceso por el cual se expulsa un electrón contenido en su átomo. Aquí, es muy importante conocer lo que se llama “**función de trabajo**” que es la energía mínima necesaria para desprender un electrón del átomo¹¹.

II.- Desarrollo experimental

El trabajo experimental, se enfocó principalmente en dos vertientes. Una, fue el análisis espectral del pulso ultrasónico para ver hasta dónde el equipo electrónico del analizador permite detectar el desenvolvimiento de dicho pulso ultrasónico fundamental. Otra, fue la excitación ultrasónica de la materia en diferentes estados para ver la respuesta de la misma.

En primer lugar, a un pulso ultrasónico de 17.920 kHz proveniente de una cuba de lavado ultrasónico de la marca Sonogen, modelo D-100, se le hizo un análisis espectral en un equipo analizador de espectros marca Hewlett Packard, modelo 35665A (Dynamic Signal Analyzer). Dicho analizador tiene una capacidad de 100 kHz. El resultado, fue la detección de las primeras cinco armónicas de la fundamental de 17.920 kHz. Esto, se puede ver en la figura 1.

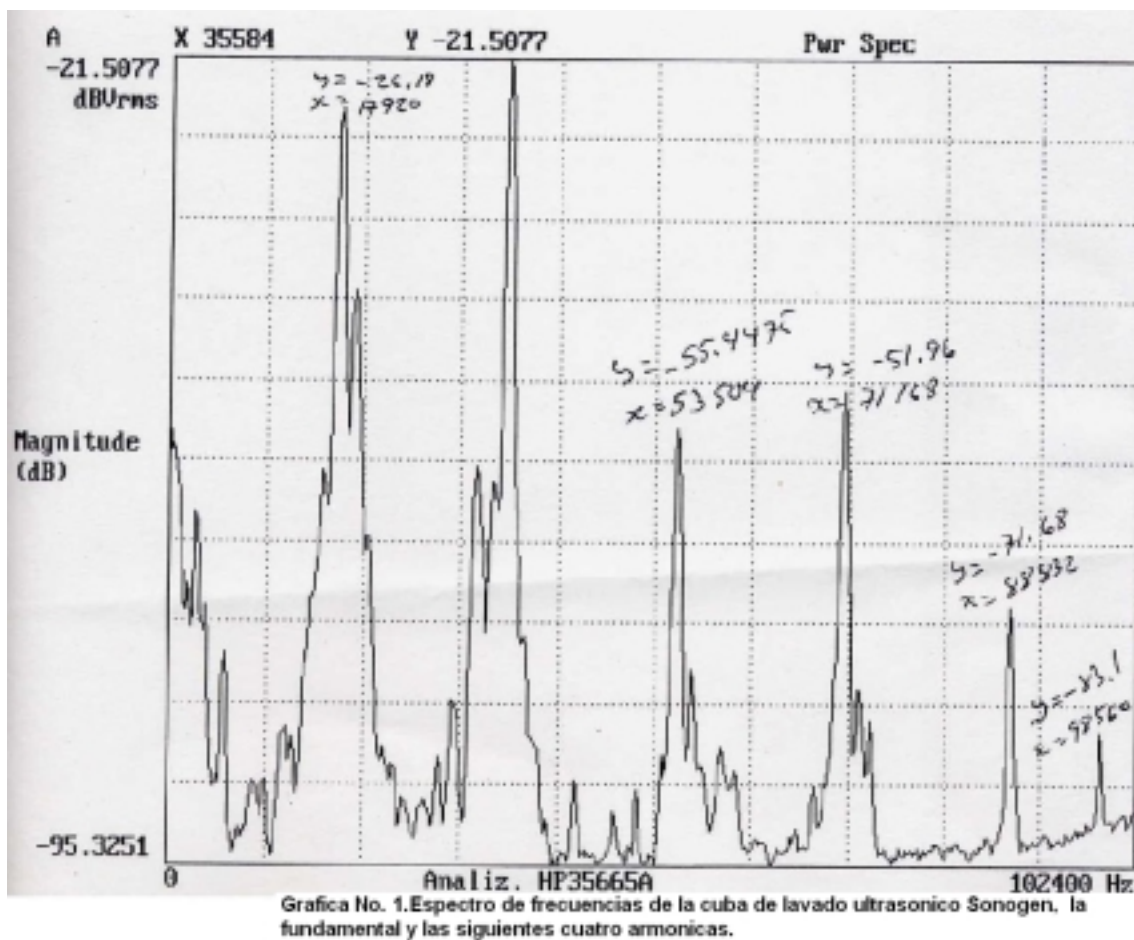
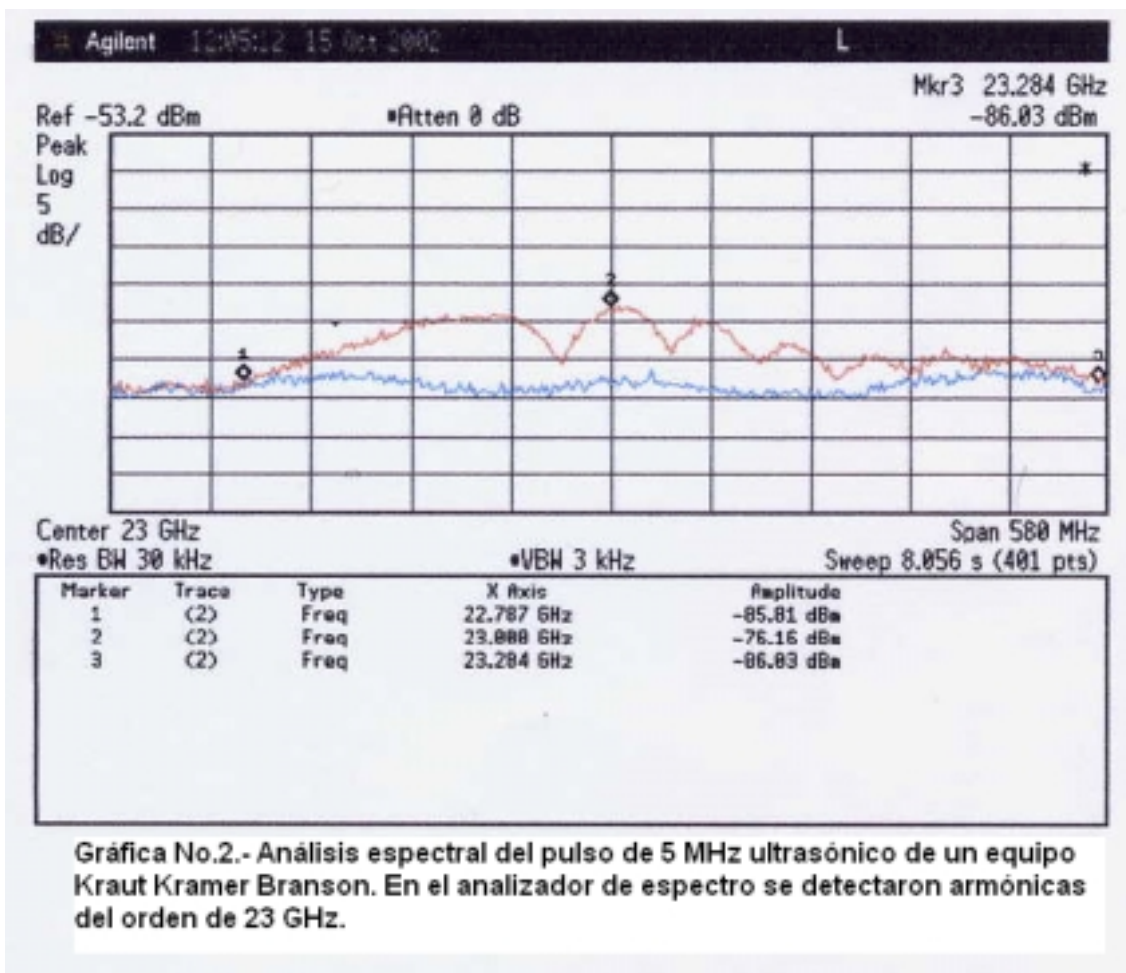


Fig. 1. Espectro de frecuencias de la cuba de lavado ultrasónico

En segundo lugar, se hizo un análisis espectral a un pulso ultrasónico fundamental de 5 MHz, proveniente de un equipo de ultrasonido de la marca Kraut Kramer Branson, modelo USL-48.

El analizador de espectros fue un equipo electrónico de la marca Agilent Technology, Mod. 4407B de 26.5 GHz, y otro auxiliar también Agilent Technology Mod.849B de 16 GHz, para calibrar la señal del equipo de ultrasonido. Aquí, en el análisis del espectro, a partir de un pulso fundamental de 5 MHz, se pudo detectar con certeza una señal de 23 GHz. Esto, se puede ver en la figura 2.



Excitación ultrasónica de Hematita y Galena

Los minerales, primero el de hematita y luego el de galena, fueron triturados en un mortero. Como siguiente actividad, en un proyector de perfiles de la marca Nikon, modelo V-12 se determinó la dimensión original, siendo la misma de aproximadamente 74 μm . Como siguiente paso, en una cuba de lavado ultrasónico de la marca Cole-Parmer, modelo 8845-40, con frecuencia fundamental de 17 kHz, en seco, en el fondo de la misma, se delimitó con cinta tipo "Masking Tape" un área de 2 cm x 2 cm. En dicha área, se pusieron aproximadamente 200 mg de mineral primero de hematita y luego de galena, los que al ser excitados ultrasónicamente fueron volatilizados completamente en un lapso de 10 minutos. A pesar de los intentos que se hicieron de captar el polvo volatilizado, sólo se logró detener una porción de dicho polvo cuyas dimensiones fueron de aproximadamente 20 μm .

De lo observado, se supone que, al actuar un conjunto de armónicas sobre las partículas, las fueron fracturando dejándolas cada vez más pequeñas y al final, al adquirir éstas una mayor temperatura, absorbieron gases aumentando su volumen y al ser más ligeras que el aire, se volatilizaron. La expresión que podría avala esta suposición es la siguiente:

$$\text{Densidad} = \text{Masa de las partículas} / \text{Volumen de las mismas}$$

Decoloración del azul de metileno en solución acuosa con ultrasonido

En general, el equipo ultrasónico empleado fue operado con un pulso fundamental de 17 kHz. En este experimento, la solución del azul de metileno se colocó dentro de un vaso de precipitados, observándose que al cabo de una hora de excitación ultrasónica ésta fue decolorada. Después de suspender dicha excitación, la mencionada solución volvió a su color original.

La decoloración de la solución de azul de metileno, ya se había observado en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares excitándola con radiación gamma y electrones del acelerador. Asimismo, a nivel internacional, también dicha solución es usada como un indicador para la radiación gamma. La decoloración lograda ha sido del 90 a 95 %.

En dicho fenómeno, se supone que se produjeron lo que se llama “**Centros de color**”, donde un frente de ondas que excita un arreglo atómico, una de las armónicas entra en resonancia con un átomo y lo desprende. Con esto, impone al sistema un desbalance de cargas lo que, provoca la captura de un electrón del medio ambiente y con esto, las ondas de luz visible incidentes sobre dicho arreglo atómico ya no tienen la misma absorción y de ahí la falta de color¹².

Generación por ultrasonido de una corriente eléctrica entre dos electrodos en agua desionizada

Este experimento, se realizó en una cuba de lavado ultrasónico de la marca Branson, modelo B220 con una frecuencia fundamental de 17 kHz; un electrómetro de la marca Keithly Instruments, modelo 619C; un electrodo de zinc (recipiente de pila eléctrica); un electrodo de cobre (alambre de 2.8 mm de diámetro) y agua desionizada.

III.- DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Análisis espectral del pulso ultrasónico de 17 kHz.- Un analizador de espectros con capacidad de hasta 100 kHz, permitió detectar 5 armónicas en un pulso ultrasónico de 17 kHz. Ver la figura 1.

Análisis espectral del pulso ultrasónico de 5 MHz.- Un analizador de espectro con capacidad de hasta 26.5 GHz, registró 23 GHz., en un pulso fundamental de 5 MHz., Ver la figura 2.

Se puede demostrar, mediante la transformada de Fourier en los analizadores de espectro, que sí detectan hasta donde electrónicamente lo permite dicho equipo el desenvolvimiento de armónicas a partir de un pulso fundamental ultrasónico.

Excitación ultrasónica de Hematita y Galena.- La volatilización de estos minerales, permite suponer que hubo fracturamiento intenso con las múltiples armónicas del ultrasonido y las partículas al calentarse, absorbieron gases con lo que disminuyó la densidad de las mismas y al ser dicha densidad inferior a la del aire, escaparon a la atmósfera.

Decoloración con ultrasonido del azul de metileno en solución acuosa.- En este proceso, se da el fenómeno conocido como “**Centros de color F**”, donde, una onda ultrasónica, al entrar en resonancia con un átomo en un arreglo atómico, lo desprende, dándose la ionización en dicho arreglo atómico. Con el desbalance de cargas, el mencionado arreglo atómico, captura un electrón cambiando superficialmente la tonalidad del azul de metileno.

Generación por ultrasonido de una corriente eléctrica entre dos electrodos en agua desionizada.- Aquí, se observa que al estar en resonancia una armónica con un átomo, lo puede desprender del electrodo o bien, al verificarse el efecto de radiólisis en el agua, polariza las moléculas y las disocia, provocando la mencionada corriente.

IV.- CONCLUSIÓN

Los resultados experimentales del análisis espectral del pulso ultrasónico fundamental y la interacción ultrasónica con los materiales, permiten concluir que la radiación ultrasónica produce efectos que antes sólo se habían observado con radiación ionizante.

Referencias

- 1.- “Tecnología de ultrasonido aplicada al mejoramiento de Crudo Maya. Avances en el IMP”, XXI Encuentro Nacional (23-26 de Mayo del 2000), Gto., México.
- 2.- “Ultrasonic Beauty Massager”
<http://www.bossanovainc.com/massager.htm>
- 3.- Liposuction, 2530 West Holcombe, Houston, TX 77030
800-544-1269 713-661-5255
- 4.- Dr. Hector M. Viera “Beauty-Surgeon.Com
2330 West Holcombe, Houston, TX 77030 800
- 5.- Hector Carrasco Ábrego y otros, “Efecto de electrones con baja energía sobre el azul de metileno en solución acuosa”, Informe Técnico CA-DFR-97-04-1997, ININ
- 6.- Dante E. Gonzáles Vanderhagen, “III Obtención de una gráfica estándar de azul de metileno por espectrometría”, Informe Técnico CA-DFR-97-sep., 1997, ININ
- 7.- Diego López García, “Irradiación de azul de metileno con haces de electrones”, Informe Técnico IT-G.C. AMB/dfr-002, Dic., 2000, ININ
- 8.- “Ultrasonic Techniques in Biology and Medicine”, B. Brown and D. Gordon, Charles C. Thomas Publisher, 1967.
- 9.- “Quantum Mechanics”, Vol. I, Albert Messiah, North-Holland Publishing Company, 1965
- 10.- “Física, Conceptos y Aplicaciones”, por Paul E. Tippens, McGraw Hill, 1985
- 11.- “Wave Mechanics of Crystalline Solids”, R.A. Smith, Chapman and may Ltd., 1969.
- 12.- ¿Why are amethyst & Smoky quartz colored? (Color Centers)
webexhibits.org/causesofcolor