



UN MODELO MATEMÁTICO PARA EL SONIDO DE LA LETRA “B”

José Siddhartha García Sánchez¹ y Alicia Campos Valencia¹

¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, siddharthagarcia@yahoo.com.mx

RESUMEN

Mediante la teoría de la transformada de Fourier se construirá un modelo matemático que represente una onda sonora para del sonido de la letra “B”, para esto se ocupará la serie y los coeficientes de Fourier.

A través de la experimentación por medio de un generador de ondas se hará una comparación de los resultados teóricos y prácticos.

1. INTRODUCCIÓN

A pesar de que todos los días escuchamos sonidos muy pocas veces nos preguntamos cómo se generan, ya que puede parecer ser algo muy sencillo, sin embargo implica un proceso complejo e importante porque los sonidos juegan un papel fundamental para la comunicación entre las sociedades.

Actualmente no se tienen registros suficientes de la contaminación auditiva sin embargo gran parte de la sociedad presenta algún problema auditivo que no necesariamente tiene que ser por sonidos que se encuentran lejos de nuestra vida cotidiana por ejemplo el ruido de los automóviles e incluso el escuchar música con un volumen superior al recomendado y que claramente tiene efectos negativos en los ámbitos sociales y educativos.

2. TEORÍA

A partir de una oscilación, es decir un movimiento de ida y vuelta, se produce una onda que es un movimiento en el espacio y tiempo.

Las ondas cuentan con ciertas propiedades como: valles (puntos más bajos), crestas (puntos más elevados), frecuencia (f), periodo (T) y amplitud que es la distancia que va desde el punto medio hasta la cresta o valle, esta última propiedad tiene una mayor importancia porque es la base para determinar el sonido y que este resulte diferente.

Sin embargo existen ondas simples que forman ondas complicadas y ambas están determinadas por dos tipos de ondas, las senoidales y cosenoidales, reciben ese nombre porque al determinarlas se utilizan las funciones trigonométricas seno y coseno, respectivamente.

El primer tipo corresponde a las ondas que tienen un origen en un punto diferente de cero mientras que el segundo tipo tiene un origen en cero, aunque también existen otras ondas que su oscilación no tiene como posición de equilibrio cero.

Una vez que se obtuvo la base teórica sobre las características de las ondas y el como se puede encontrar desde las ondas simples hasta el tamaño de la amplitud de cada una de ellas.

Para determinar las ondas simples que componen a una onda complicada se usará la serie de Fourier pero esa fórmula utiliza valores infinitos por lo que se optó por los coeficientes que utilizan valores discretos.

Transformada de Fourier

$$F\{f(x)\} = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)e^{i\alpha x} dx$$



Transformada discreta de Fourier

Considere una función f definida en el intervalo $[0, 2p]$ puede escribirse como una serie compleja de Fourier,

$$f(x) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} C_n e^{in\omega x} \quad \text{donde} \quad C_n = \frac{1}{2p} \int_0^{2p} f(x) e^{-in\omega x} dx \quad \text{con} \quad \omega = \frac{2\pi}{2p} = \frac{\pi}{p}$$

la frecuencia angular fundamental y $2p$ es el periodo fundamental.

Lo que hacen los coeficientes de Fourier es que calcula las componentes de una onda periódica extrayendo un solo período de ella y encontrando el área de ese período para una frecuencia determinada por medio de tres filtros, uno para ondas que sólo presentan una línea recta, es decir, su oscilación es cero y los otros filtros para ondas senoidales y cosenoidales.

Dichos coeficientes primero calculan el área que ocupa una onda a través de integrales y posteriormente esa área se multiplica por seno o coseno según sea su caso ya que si se suma el área de una onda coseno (sin importar el tamaño de la amplitud) siempre se obtendrá como resultado cero porque las ondas cuentan con partes positivas y negativas y al momento de sumarlas estas se cancelan, es por eso que primero se multiplica por una onda con el mismo periodo para que así sólo se obtenga parte positiva y que ahora el resultado sea diferente a cero y por último se multiplica por $2/T$.

Una forma para facilitar los cálculos que incluyen integrales es por medio de su operación contraria que es la derivación, una vez que se obtuvieron los resultados de la amplitud de cada onda se puede hacer una superposición de las ondas, para comprobar si se obtienen los resultados.

3. PARTE EXPERIMENTAL

Después de construir nuestro modelo, trataremos de probar los coeficientes adquiridos a través de la teoría usando una superposición de generadores de onda.

Materiales:

- Generadores de onda
- Osciloscopio
- Bocina
- Cables diversos
- Fuente de electricidad
- Computadora
- Ensamble

Computadora
(software Ableton
Live)
Generador de ondas



Osciloscopio
Visor gráfico de la
onda obtenida a
través del modelo



Bocina
Sonido obtenido a partir
del modelo teórico
insertado en el
osciloscopio





El desarrollo de nuestro experimento está centrado en el uso de software. En concreto uso del Software "Ableton Live" que hará la función de un múltiple generador de onda el cual nos permitirá hacer la superposición de las ondas sencillas en nuestro trabajo. Dicho software a través del computador estará conectado a un osciloscopio que nos permitirá observar la onda generada con las ondas simples inscritas en Ableton, y a su vez dicho osciloscopio está conectado a una bocina que es la salida final de la onda y nos permite escuchar la traducción de la onda generada por la superposición en sonido. Si recordamos el objetivo principal de nuestro trabajo lo que se tiene como meta final es tener un modelo teórico para el sonido de la letra "b" y a través de éste experimento podemos observar que tan cercana es nuestra predicción teórica con el dato experimental que en éste caso es un sonido. También tenemos otra salida que es gráfica y es la onda obtenida y que se muestra en el osciloscopio para poder compararla con la gráfica que genera el sonido de la letra "b", es decir, podemos recurrir al dato gráfico que se obtiene con cualquier ecualizador para ver la onda y compararla con la nuestra que es obtenida a través de nuestro modelo.

4. CONCLUSIONES

Hemos obtenido un modelo teórico que permite dar una idea muy general sobre las ecuaciones que representan sonidos elementales como es el de una vocal. En particular se logró obtener un modelo bastante preciso que nos puede dar un panorama de lo elaborado que puede ser modelar sonidos. El trabajo desarrollado aquí nos permite ampliar nuestro panorama del quehacer científico, como estudiante de nivel medio superior el desarrollo de teoría, manipulación de equipo y software especializado de laboratorio para lograr nuestros objetivos me ha permitido tener una mejor idea de lo robusto que es el desarrollar ciencia.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aventuras con Fourier del Transnational College of LEX, publicado por la Dirección General de Publicaciones y Fomento. Editorial de la UNAM. 1ª edición.
2. Física Conceptual. Paul G. Hewitt. ed. Adisson-Wesley. Iberoamérica. 2ª edición.
3. Ecuaciones Diferenciales con aplicaciones de modelado. Dennis G. Zill. ed. Matemáticas Thomson. 6ª edición.