

Generador de audiobarrido para el análisis de sistemas dependientes de la frecuencia

J. Guzmán¹ y M. Alvarado

Laboratorio de Acústica, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México
Apartado postal 70-542, Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, 04510 México D.F., Mexico

¹e-mail: Justino@graef.ciencias.unam.mx

Recibido el 24 de septiembre de 1998; aceptado el 10 de marzo de 1999

Se presenta un instrumento generador de ondas senoidales, en el intervalo de audio, de frecuencia variable, la cual puede ser barrida en forma lineal o logarítmica. Con este generador de audiobarrido es posible hacer un análisis, tanto cualitativo como cuantitativo, de sistemas o circuitos dependientes de la frecuencia.

Keywords: Generador de ondas senoidales

A lineal or logarithmic frequency sweep sinusoidal generator is presented. With this generator you can realize an overview or a precise analice of circuits or sistems whose performace are frequency dependent.

Descriptores: Sweep sinusoidal generator

PACS: 06.30.Ft; 84.30.Ng

1. Introducción

El generador de audiobarrido es un instrumento que permite, con la ayuda de un osciloscopio, hacer un análisis cualitativo y cuantitativo de sistemas o circuitos dependientes de la frecuencia. Este instrumento es una versión más completa y actualizada de un primer diseño presentado en la *Revista Mexicana de Física* [1], el cual solo permitía un análisis cualitativo del sistema empleando únicamente un barrido lineal de la frecuencia. Las modificaciones hechas al nuevo instrumento permiten:

- Un barrido logarítmico, con el cual la distribución espectral de frecuencias es más uniforme y acorde con lo mostrado en las diversas publicaciones sobre el tema.
- Una selección de barrido en frecuencia por décadas las cuales van de 20 Hz a 200 Hz, de 200 Hz a 2 KHz y de 2 KHz a 20 KHz.
- Finalmente, una vez localizada la década de interés, es posible seleccionar un barrido manual de la misma, lo que permite hacer el análisis cuantitativo del sistema.

Con estas modificaciones es posible hacer un análisis completo del sistema o circuito bajo estudio.

2. Diseño del sistema

En la Fig. 1 se muestra el diagrama a bloques del generador de audiobarrido, cuyo funcionamiento, a grandes rasgos, es el siguiente: El generador de rampa es, en realidad, el que gobierna todo el funcionamiento del equipo, dependiendo del barrido seleccionado, aquí se genera una rampa lineal con una duración de 8 segundos, para el barrido en todo el intervalo de audio, o de 4 segundos, para el barrido por décadas.

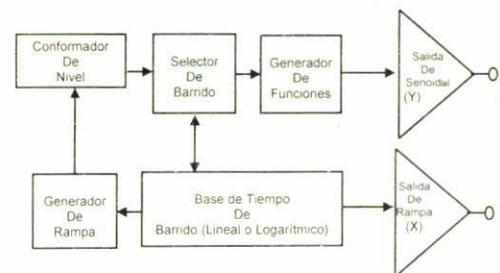


FIGURA 1. Diagrama a bloques del Generador.

La rampa se envía a la base de tiempo en donde se selecciona la forma de barrido, lineal o logarítmico, esta señal se envía al selector de barrido, el cual se encarga de hacer llegar la señal al circuito adecuado, para que el generador de funciones genere la señal senoidal en la forma deseada, ésta se envía, mediante un par de amplificadores operacionales que permiten variar la amplitud y proporcionar una baja impedancia a la salida de la señal. Un circuito similar se utiliza en la base de tiempo para tener una salida de la rampa con la que se está efectuando el barrido, esto último es con el objeto de poder usar un graficador (eje X) o cuando se necesita una señal de sincronización para el osciloscopio.

Una explicación detallada del diseño y funcionamiento del sistema se presenta y publica, en extenso, en las memorias del congreso realizado por la Sociedad Mexicana de Instrumentación en 1997 [2].

3. Aplicación

El generador de audiobarrido, el osciloscopio y el sistema a analizar se conecta como se muestra en la Fig. 2.



FIGURA 2. Conexión básica para análisis de sistemas.

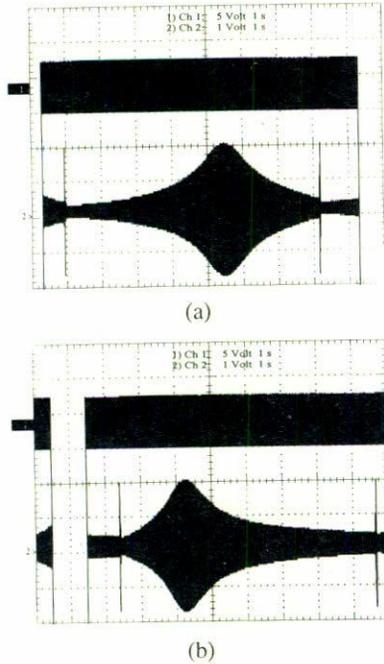


FIGURA 3. a) Barrido logarítmico, b) Barrido lineal.

El generador de audiobarrido junto con el osciloscopio, permite la realización de un análisis rápido y completo del comportamiento a frecuencia de casi cualquier circuito eléctrico, electrónico o sistema que trabaje en el intervalo de audio. Como un ejemplo de la utilidad del instrumento se presenta el análisis de un filtro resonante RLC en paralelo [3, 4]. En el cual se realizaron las medidas manuales tradicionales de punto a punto y que se comparan con las realizadas mediante el generador de audiobarrido. Los valores de los elementos empleados son. $R = 1\text{ K}\Omega$, $C = 0.1\ \mu\text{f}$ y $L = 4.57\text{ mH}$.

En general se recomienda que, inicialmente, se utilice como señal de entrada del sistema a analizar el barrido en el intervalo de audio completo, esto es con la finalidad de ver el comportamiento del circuito en todo el intervalo y poder observar si existen cambios considerables en la señal de salida del mismo y localizar la zona en donde se dan dichos cambios. En el caso de tener un osciloscopio con dos canales el análisis se simplifica pues se puede comparar directamente la señal que entra al sistema o circuito con la que sale del mismo. En la Fig. 3 se comparan la señal de entrada (trazo superior) al filtro resonante con la señal de salida del mismo (trazo inferior) empleando un barrido logarítmico (Fig. 3a) y la salida del mismo obtenida al emplear un barrido lineal (Fig. 3b).

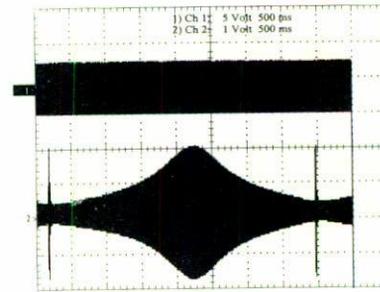


FIGURA 4. Barrido logarítmico en década de 2 KHz a 20 KHz.

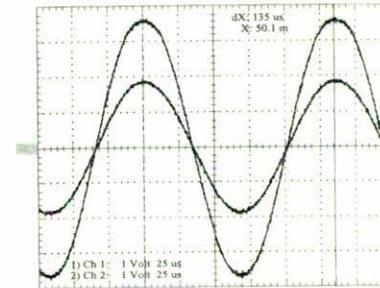


FIGURA 5. Localización del punto de resonancia.

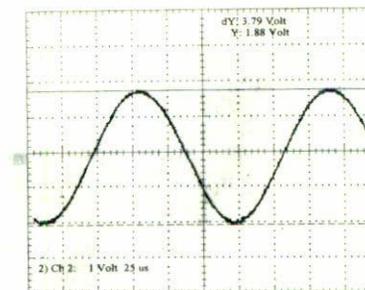


FIGURA 6. Amplitud máxima de la señal de salida.

Como se dijo anteriormente, los trazos superiores en la Fig. 3 corresponden a la señal de entrada al circuito, es importante notar que la amplitud de esta permanece constante en todo el tiempo. Los valores mostrados en la parte superior central de la Fig. 3, indican las condiciones de voltaje y tiempo en las que se encuentran los canales 1 y 2 que corresponden a la señal superior e inferior respectivamente. Posteriormente se selecciona un barrido por décadas con la finalidad de localizar en el intervalo donde se tienen cambios considerables a la salida del circuito. En este ejemplo se localizo en la década de 2 KHz a 20 KHz (Fig. 4).

Una vez localizada la década en donde se presentan los mayores cambios, se cambia el selector de audiobarrido a barrido manual, con el fin de medir con precisión la frecuencia de resonancia; la cual ocurre cuando las dos señales, entrada y salida del circuito, se encuentran en fase [5, 6]. La Fig. 5 muestra las señales de entrada y salida, canal 1 y 2 respectivamente, en fase.

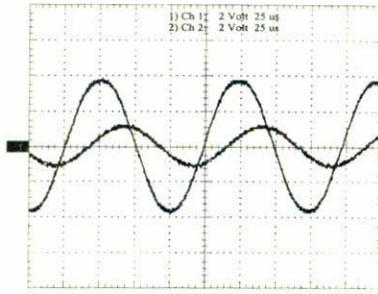


FIGURA 7. Desfasamiento de la señal para una frecuencia menor a la de resonancia

En la parte superior central de la Fig. 5, se muestra el periodo, el cual se mide en función de las dos líneas verticales continuas; obteniéndose un periodo de $135 \mu\text{s}$ lo que equivale a una frecuencia de $f = 7407.40 \text{ Hz}$ (que es la frecuencia de resonancia). La Fig. 6 muestra la amplitud máxima del voltaje pico a pico de la señal de salida en el momento de la resonancia, dando una lectura de 3.80 Volts.

Para frecuencias mayores o menores a la de resonancia se tiene que la señal de salida del circuito comienza a tener un desfase (Fig. 7).

4. Análisis de resultados

A continuación se hace una comparación de los resultados obtenidos mediante el análisis hecho directamente con el generador de audiobarrido y los obtenidos manualmente punto a punto, estos últimos están graficados en la Fig. 8.

De los datos representados en la Fig. 8, se obtuvo una frecuencia de resonancia de 7350 Hz con una amplitud de voltaje pico a pico a la salida de 3.84 volts, que al compararlos con los obtenidos directamente con el generador de audiobarrido; se obtiene, primeramente una diferencia de 57.4 Hz para la frecuencia de resonancia y una diferencia de 0.04 Volts en el valor del voltaje pico a pico en resonancia.

En el artículo anterior [1] se había mencionado que la diferencia entre los valores teóricos y los experimentales es más notoria en la resonancia y que es debida a que en la teoría se considera elementos ideales, por ejemplo una inductancia es puramente inductiva y no tiene efectos resistivos ni capacitivos,

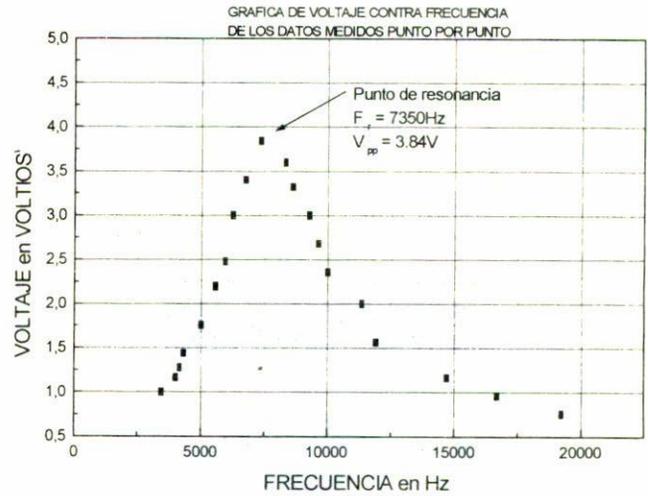


FIGURA 8. Gráfica de los datos obtenidos manualmente.

vos, cosa que en realidad no sucede, etc.; lo que produce una pérdida por inserción. Sin embargo, en la parte experimental, se puede observar que el ajuste de los datos es bastante satisfactorio. Por otro lado, la incertidumbre del osciloscopio mismo [7], respecto a la base de tiempo, se calculó de $\pm 80 \text{ Hz}$ por lo que, comparado por la diferencia de 57.4 Hz medidos, garantiza que la medida de la frecuencia hecha manualmente sea bastante precisa aunque no exacta. Respecto al voltaje, la diferencia entre las lecturas es tan pequeña que puede ser considerada como un error de apreciación.

5. Conclusiones

Las nuevas modificaciones realizadas al instrumento anterior [1], han hecho del generador de audiobarrido una herramienta útil y versátil en el análisis de sistemas y circuitos dependientes de la frecuencia, ya que contar, por sí solo, con un instrumento capaz de hacer un barrido en el intervalo de audio, prácticamente elimina el trabajo de realizar el análisis punto a punto y posteriormente graficarlo, ya que el instrumento permite visualizar, mediante un osciloscopio o graficador, el comportamiento completo de la señal de salida del sistema y limitarse a hacer unas cuantas medidas en la zona de interés.

1. J. Guzmán y M. Alvarado, *Rev. Mex. Fís.* **44** (1998) 312.
2. J. Guzmán y M. Alvarado, *Memorias SOMI XII; Sociedad Mexicana de Instrumentación* (1997) 536.
3. Skilling Hugh Hildreth, *Electrical Engineering Circuits*, Sixth Printing, (John Wiley & Sons, Inc., New York, 1961).
4. L.W. Anderson and W.W. Beeman, *Electric Circuits and Modern Electronics*, (Holt, Rinehart & Winston Inc., 1973).
5. Hubert Charles I., *Circuitos Eléctricos CA/CC Enfoque Integrado*, (Mc Graw Hill Latinoamericana, 1985).
6. Tietze U. and Schenk Ch., *Electronics Circuits, Design and Applications*, (Springer Verlag, Berlin, 1991).
7. Manual del Usuario del Osciloscopio digital, marca Tektronics mod: TDS 210.