

Difusión del Potencial Eléctrico

E. Arneodo, C. Lamas, C. Schmiegelow

Laboratorio de Experimentos Electromagnéticos, Dpto. de Física, Fac. Cs. Exactas. U.N.L.P.

(Dated: 9 de julio de 2003)

Se midió la difusión del potencial eléctrico en una línea de transmisión con pérdidas (resistencias en serie y capacitores en paralelo). Se comprobó que el potencial responde a una solución de la ecuación de difusión.

INTRODUCCIÓN

Se puede aplicar el modelo de la difusión para la tensión de salida de un circuito con una resistencia por unidad de longitud ($\frac{R}{x}$) en serie y un capacitor en paralelo (C). La tensión se puede describir por la ecuación

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = RC \frac{\partial V}{\partial t} \quad (1)$$

Resolviendo esta ecuación se llega a la siguiente expresión para el potencial:

$$V = V_0 e^{-x\sqrt{\omega RC/2}} e^{i(\omega t - x\sqrt{\omega RC/2})} \quad (2)$$

PARTE EXPERIMENTAL

Con un circuito constituido de 15 secciones R serie C paralelo conectados en serie se midió la tensión de salida el desfase

para señales de entrada senoidales de frecuencias 100 Hz, 300 Hz, 500 Hz y amplitud $V_0 = 8V_{olt}$ a cada sección.

Para esto se utilizó un osciloscopio marca Hitachi V212 20 Mhz y un generador de señales BK Precision 3011. Las resistencias eran de $2,7K\Omega$ con error de 5 por ciento y los condensadores de $0,22\mu F$ con error de 10 por ciento. A 100 Hz se consiguió medir 12 tramos, a 300 Hz 8 y a 500 Hz 5.

Para una onda cuadrada de frecuencia 100 Hz y amplitud 8 Volt se utilizó el mismo circuito y se observó cualitativamente la forma de la onda a medida que se avanzaba en el circuito.

Además se hizo pasar la onda cuadrada por un circuito LC resonante y se observaron los modos fundamentales con diagramas de Lissajous.

RESULTADOS

Los resultados de las medidas son mostrados en los dos gráficos siguientes, y las pendientes de los ajustes lineales son:

	100Hz	300Hz	500Hz
Amplitud	0.456(1)	0.798(3)	1.048(3)
Fase	0.437(2)	0.732(2)	0.85(1)
Teorico	0.43(2)	0.75(4)	0.97(5)

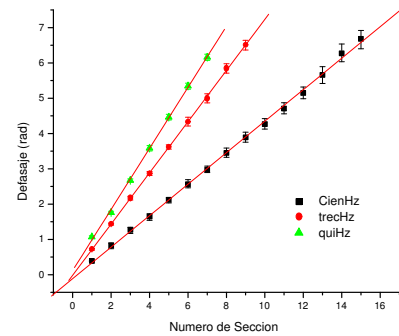


Figura 1: Defasaje en función de el número de sección

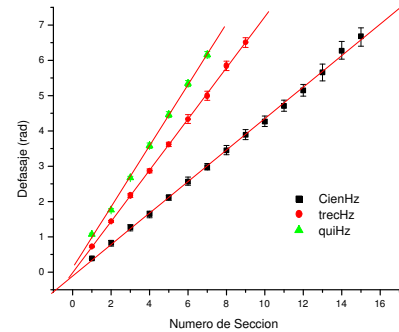


Figura 2: Amplitud de salida en función de el número de sección

El hecho de que la medida para 500 Hz haya dado tan mal se debe, como se ve en los gráficos, a que como la señal se atenúa muy rápido no fue posible hacer muchas medidas y por ende el ajuste no es muy bueno. Es importante notar, también, que los errores que figuran en la tabla son los errores del ajuste lineal, no se toman en cuenta posibles errores sistemáticos.

Al mandar una señal cuadrada de 100Hz se vio que rápidamente esta se deformaba al avanzar por el circuito

y que solo sobrevivía una onda sinusoidal de 100Hz como era de esperar.

Fue difícil ver las figuras de Lisajous ya que ambos generadores de señales debían estar en fase. Para hacer esto se conectó la salida de el generador BK Precisión a una entrada de sincronización (external trigger) que tenía el segundo generador (HP 3312a FUNCTION GENERATOR). Sin embargo para lograr la coordinación se debía jugar con el "Trigger Phase" y las frecuencias de manera tal que las ondas de salida no fuesen deformadas. Se vio que al alimernar el circuito con una cuadrada de 100Hz y filtrar con una sinusoidal de 300Hz la figura de lisajous tenía tres vientres y para el caso de filtrar con 500Hz la figura de Lisajous tenía cinco vientres.

CONCLUSIONES

Con los datos mostrados anteriormente, podemos concluir que a pesar de las dificultades observadas al

intentar medir a frecuencias altas se pudo determinar con buena aproximación los valores de los coeficientes de difusión arrojando como resultado los valores:

	100Hz	300Hz	500Hz
valor	0.43(1)	0.76(1)	0.94(2)
Teorico	0.43(2)	0.75(4)	0.97(5)

[1] "An intermediate with a lossy transmission line", T.B., Jr; Am.J.Phys. (1989).

[2] "Difusión", J.L. Alessandini (notas complementarias del curso).

[3] "Fourier Series" (Appendix B-3, Laboratory Physics, Berkeley).