Aplicaciones de Transformada de Fourier: Modulación, demodulación y amplitud modulada

Ebertz Gonzalo

Estudiante de Ingeniería Electrónica
Universidad Nacional del Sur, Avda. Alem 1253, B8000CPB Bahía Blanca, Argentina
Gonza.ebertz@gmail.com
Julio 2015

Resumen: En el siguiente informe se detallara la utilización de técnicas que se usan para transportar información sobre una onda portadora, típicamente sinusoidal (Proceso de Modulación), la cual puede combinarse con otras señales de transmisión a lo largo de un canal, y luego recuperarla de tal manera que la información transmitida pueda extraerse (Proceso de Demodulación). Dichos procesos son el caso inverso, uno de otro, y en gran parte de los procesos de comunicación existirá una pareja modulador-demodulador, uno en cada extremo, formando un módem. Se tratara en detalle un caso particular de modulación, que es la señal AM (Amplitud Modulada).

Palabras clave: Fourier, Modulación, Demodulación, AM.

I. INTRODUCCION

Un sistema de comunicación transmite señales con información a través de un canal de comunicaciones que separa el transmisor del receptor. El termino banda base se utiliza para denominar la banda de frecuencias que representa la señal original que lleva la información. La utilización eficiente del canal de comunicación requiere desplazar las frecuencias banda base a otro rango de frecuencias más adecuado para la transmisión.

El desplazamiento del rango de frecuencias se consigue mediante un proceso denominado modulación que se define como el proceso por el que alguna de las características de una portadora se modifica de acuerdo con la señal que tiene la información. La señal banda base se denomina señal moduladora y es la señal resultante del proceso de modulación. En el extremo receptor se requiere devolver a la señal modulada a su forma original. Este proceso se denomina demodulación y es el inverso de la modulación.

II. MODULACION

Básicamente, la modulación consiste en hacer que un parámetro de la onda portadora cambie de valor de acuerdo con las variaciones de la señal moduladora, que es la información que queremos transmitir. Esta técnica permite un mejor aprovechamiento del canal de comunicación lo que posibilita transmitir más información en forma simultánea además de mejorar la resistencia contra posibles ruidos e interferencias. Una señal portadora es una onda eléctrica modificada en alguno de sus parámetros por la señal de información (sonido, imagen o datos) y que se transporta por el canal de comunicaciones.

III. DEMODULACION

Se denomina Demodulación al conjunto de técnicas utilizadas para recuperar la información transportada por una onda portadora, que en el extremo transmisor fue modulada con dicha información. Siendo este término el opuesto a la modulación, como habíamos mencionado anteriormente, en toda

telecomunicación existirá normalmente una pareja de modulador-demodulador, uno en cada extremo de la comunicación, lo cual conforma un módem. Este dispositivo convierte las señales digitales en analógicas (modulación) y viceversa (demodulación), permitiendo la comunicación entre computadoras a través de la línea telefónica o del cable módem. Dicho modem prepara la información para ser transmitida pero no realiza la transmisión.

IV. RELACION CON LA TRANSFORMADA DE FOURIER

Existe una propiedad de la transformada de Fourier denominada traslación en frecuencia, la cual se puede detallar de la siguiente manera:

Dada una $g(t) = g_1(t)e^{iw_0t}$, aplicando la definición de la transformada de Fourier

$$F(w) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} f(t)e^{-iwt}dt$$

Se llega a que $\varphi\{g(t)\} = G(w - w_0)$, siendo w_0 la traslación en frecuencia. Esta propiedad define la modulación en frecuencia. Si g (t) fuese real, o sea, $h(t) = h_1(t)\cos(w_0t)$, aplicando la definición de la transformada de Fourier se llegaría a que $\varphi\{h(t)\} = \frac{1}{2}[H(w - w_0) + H(w + w_0)]$ la cual define la modulación en amplitud.

De la misma manera, y aplicando la definición de la antitransformada de Fourier

$$f(t) = VPC\int_{-\infty}^{+\infty} F(w)e^{iwt}dw$$

Se puede obtener la inversa de mi transformación, lo que sería igual a aplicar demodulación, ya sea en frecuencia o en amplitud

V. AMPLITUD MODULADA

La modulación de amplitud o amplitud modulada (AM) es una técnica utilizada en la comunicación electrónica, más comúnmente para la transmisión de información a través de una onda transversal de televisión. La modulación en amplitud (AM) funciona mediante la variación de la amplitud de la señal transmitida en relación con la información que se envía.

Considerar la portadora sinusoidal dada por la ecuación (1), donde A_c es la amplitud de la portadora y f_c es la frecuencia de la portadora.

$$c(t) = A_c\cos(2\pi f_c t) \quad (1)$$

Sea m (t) la señal banda base que contiene la información. La señal c (t) es independiente de m (t). La modulación de amplitud (AM) se define como el proceso en el cual la amplitud de la portadora c (t) varia en torno a un valor medio de forma lineal con la señal banda base m (t) según la ecuación (2), donde k_a es una constante denominada sensibilidad en amplitud del modulador.

$$s(t) = A_c[1 + k_a m(t)]\cos(2\pi f_c t) \quad (2)$$

Si suponemos que Ac es igual a la unidad y m (t) es la señal de la figura (1) se pueden dar dos casos de señal modulada:

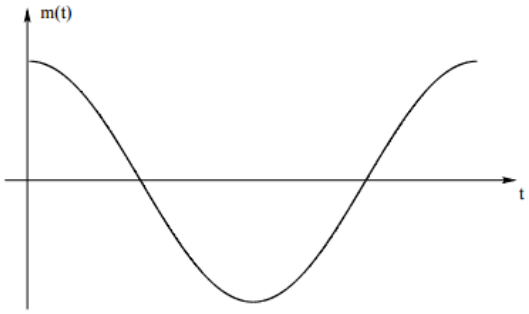

Figura 1: señal de m (t)

- Si $|K_a m(t)| < 1$ se obtiene una señal modulada sin sobremodulación, como se ve en la figura (2):

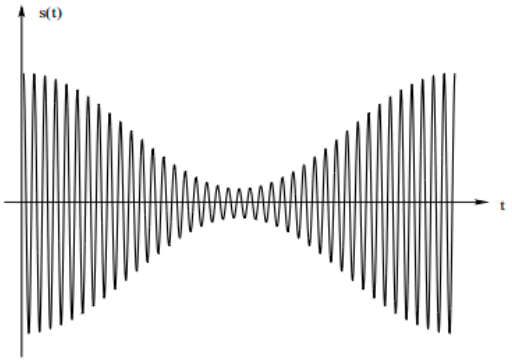

Figura 2: señal modulada sin sobremodulación

- Si $|K_a m(t)|>1$ se obtiene una señal modulada con sobremodulación, como se ve en la figura (3):

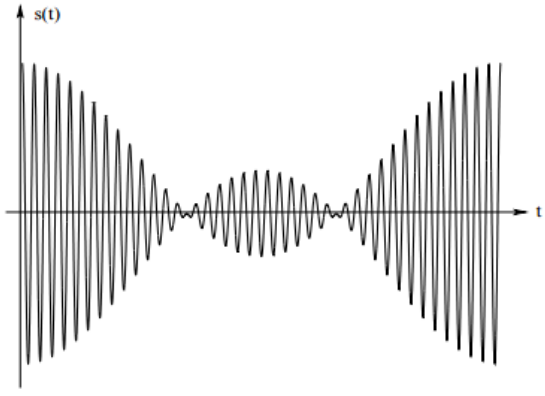

Figura 3: Señal modulada con sobremodulación

Calculando la transformada de Fourier de la señal modulada de la ecuación (2), se obtiene:

$$S(w) = 2A_c[\delta(w - w_c) + \delta(w + w_c)] + 2k_a A_c[M(w - w_c) + M(w - w_c)] \quad (3)$$

Si suponemos que la transformada de Fourier M (w) tiene la forma de la figura 4:

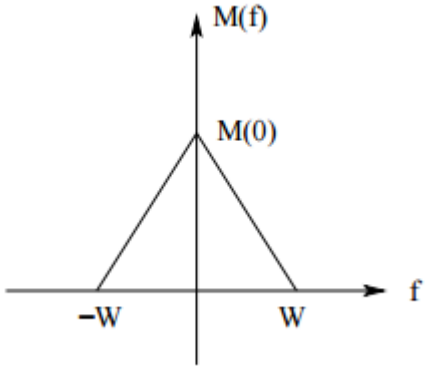

Figura 4: Señal moduladora M (w)

La transformada de Fourier S (w) de la ecuación (3) se representa como en la figura (5):

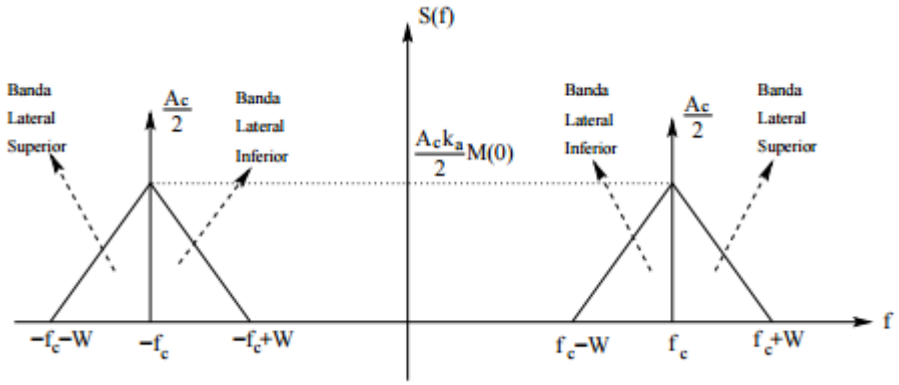

Figura 5: señal modulada S (w)

VI. CONCLUSION

Luego de este informe se puede concluir que la transformada de Fourier es de gran utilidad para las tecnologías, como es el caso de las telecomunicaciones. Siendo de gran ayuda gracias a sus propiedades, facilitando la transmisión de las ondas en las comunicaciones. Cabe destacar que tiene múltiples usos, todos de gran ayuda para la tecnología de la actualidad.

VII. REFERENCIAS

[1] G. James, Matemáticas Avanzadas para Ingeniería, Pearson Educación, 2002
[2] http://en.wikipedia.org/wiki/Modulación_(telecomunicación)
[3] https://es.wikipedia.org/wiki/Desmodulación
[4] https://es.wikipedia.org/wiki/Amplitud_modulada
[5] http://lmi.bwh.harvard.edu/papers/pdfs/2002/martin-fernandezCOURSE02.pdf
[6] http://grupo_ene.webs.uvigo.es/publicaciones/Apuntes_Fourier.pdf