Ecualizador y Sintetizador Musical*

José Miguel Hobaica Alvarado

This work is produced by The Connexions Project and licensed under the
Creative Commons Attribution License †

Abstract

Incluye programas en MATLAB y LabVIEW que simulan un ecualizador gráfico y sintetizador musical. Fórmulas para calcular frecuencias de las notas musicales por octavas

Un ecualizador es un **sistema** electrónico utilizado para modificar las características de alguna **señal** auditiva, resaltando o atenuando la intensidad de cada una de las bandas de frecuencia que componen la señal; un ecualizador puede ser utilizado para comprimir señales auditivas atenuando completamente las bandas de frecuencia muy con poco aporte. Este dispositivo está constituido por una cantidad determinada de filtros colocados en paralelo a los cuales entra la señal original, la salida del ecualizador se constituye por la suma de la señal de salida de cada uno de los filtros. En la figura 1 se muestra un ecualizador de 4 bandas uniformes, cada filtro está seguido de un amplificador/atenuador para luego sumarse con la señal proveniente de los demás filtros:

*Version 1.4: Oct 7, 2011 11:20 pm -0500

†http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/

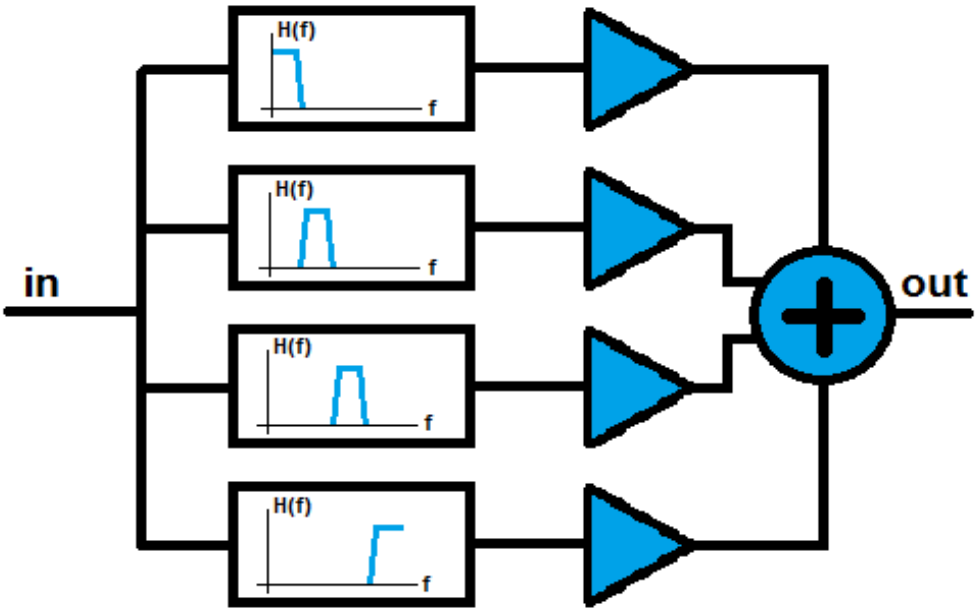

Figure 1: Ecualizador de 4 bandas

En la figura 2 se muestra una señal muestreada a 8KHz pasada por un ecualizador de 10 bandas uniformes, nótese como la banda de menor frecuencia ha sido totalmente atenuada y las dos bandas de mayor frecuencia han sido resaltadas:

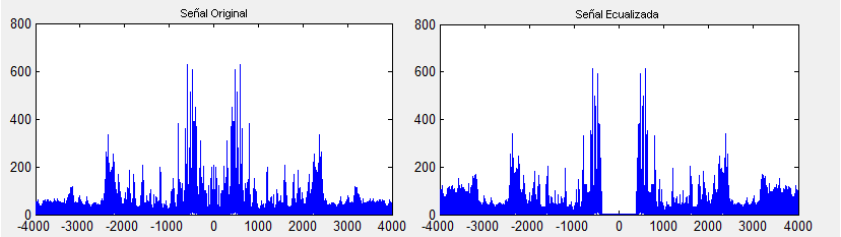

Figure 2: Señal ecualizada

1 Sintetizador Musical

Un sintetizador es un dispositivo electrónico utilizado para generar música de forma artificial, puede definirse como un instrumento musical electrónico. Algunos de ellos son capaces de generar sonidos exactamente

iguales a los de ciertos instrumentos musicales; una modalidad sencilla de estos dispositivos es capaz de generar tonos auditivos logrados por medio de la reproducción de ondas sinusoidales de cierta duración y frecuencia, las notas musicales reproducidas vienen dadas por la frecuencia de cada sinusoide. Los valores de frecuencia para las octavas de cada nota musical están presentes en la siguiente tabla:

Notas	**Frecuencia por octavas (Hz)**				
La	55.00	110.00	220.00	440.00	880.00
La #	58.27	116.54	233.08	466.16	932.32
Si	61.74	123.48	246.96	493.92	987.84
Do	65.41	130.82	261.64	523.28	1046.56
Do #	69.30	138.60	277.20	554.40	1108.80
Re	73.42	146.84	293.68	587.36	1174.72
Re #	77.78	155.56	311.12	622.24	1244.48
Mi	82.41	164.82	329.64	659.28	1318.56
F a	87.31	174.62	349.24	698.48	1396.96
F a#	92.50	185.00	370.00	740.00	1480.00
Sol	98.00	196.00	392.00	784.00	1568.00
Sol#	103.83	207.66	415.32	830.64	1661.28

Table 1: Valores de frecuencia para las notas musicales. El sintetizador realizado en MATLAB es capaz de reproducir los valores entre 261.64 y 554.40Hz y el sintetizador realizado en LabVIEW reproduce los valores entre 261.64 y 987.84Hz. Los sintetizadores se pueden descargar en la sección "Simuladores"

Cada valor de frecuencia se obtiene al multiplicar el valor anterior por $2^{1/12}$:

$$\text{frec}_{n+1} = \text{frec}_n \cdot 2^{1/12} \tag{1}$$

Aplicando la ecuación 1 al valor para la primera octava de "Fa#" se obtiene el valor de frecuencia de "Sol":

$$92.50 \cdot 2^{1/12} = 98 \tag{2}$$

Generalizando la ecuación 1 se obtiene:

$$\text{frec}_{n+N} = \text{frec}_n \cdot 2^{N/12} \tag{3}$$

Si se aplica la ecuación 3 al valor para la primera octava de "La" con N=7 se obtiene el valor de frecuencia de "Mi":

$$55 \cdot 2^{7/12} = 82.41 \tag{4}$$

Como puede observarse en la tabla 1, si se duplica el valor de frecuencia de una nota musical, se obtendrá el valor de frecuencia de la misma nota pero para la siguiente octava, esto se demuestra por medio de la ecuación 3 con N=12:

$$\text{frec}_{n+12} = \text{frec}_n \cdot 2^{12/12} = 2 \cdot \text{frec}_n \tag{5}$$

Para lograr generar y escuchar un tono de duración 0.5 segundos y con frecuencia de 440Hz en el software **MATLAB** basta con las siguientes instrucciones:

```
T=1/8000;
t=(0:T:0.5-T);
tono=sin(2*pi*440*t);
sound(tono,1/T);
```

Figure 3: Instrucciones para la reproducción de un tono de 440Hz de frecuencia en MATLAB

Y para lograr generar en **LabVIEW** este mismo tono basta con el siguiente diagrama:

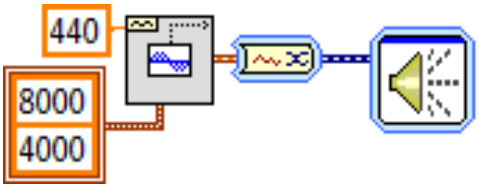

Figure 4: Diagrama de bloques para la reproducción de un tono de 440Hz de frecuencia en LabVIEW

2 Autoevaluación

Ejercicio 1 ***(Solution on p. 6.)***

Si una señal musical es procesada con un ecualizador, ¿qué frecuencias deben acentuarse si se desea resaltar el sonido de una guitarra eléctrica? ¿y cuáles deben atenuarse si desea suprimir la voz del cantante?

Ejercicio 2 ***(Solution on p. 6.)***

¿Es posible eliminar el nivel DC de una señal con un ecualizador?

Ejercicio 3 ***(Solution on p. 6.)***

Se tiene una señal cuadrada periódica, la misma se hace pasar por un ecualizador cuyos filtros son muy estrechos y están centrados alrededor de cada una de las armónicas impares. ¿Podría conseguirse a la salida una sinusoide pura?

3 Simuladores

ESTE VINCULO[1] contiene una carpeta con un programa realizado en **MATLAB** que simula un Ecualizador Gráfico y un sintetizador Musical. La carpeta incluye el .m y todos los archivos necesarios para su funcionamiento, si se elimina o renombra alguno de estos archivos, el programa podría no funcionar correctamente. La figura 5 contiene un video explicativo acerca del uso del programa.

[1] http://cnx.org/content/m41060/latest/EcualizadorMATLAB.rar

Ecualizador/Sintetizador MATLAB

This media object is a Flash object. Please view or download it at
<http://www.youtube.com/v/WDdXFHnvDwo?fs=1&hl=es_ES>

Figure 5: Video explicativo de la utilización del programa realizado en MATLAB

Puede obtenerse también un programa realizado en **LabVIEW** acerca del mismo tema por medio de ESTE VINCULO[2] . La carpeta incluye el .vi y todos los archivos necesarios para su funcionamiento. Igualmente, si se elimina o renombra alguno de estos archivos, el programa podría no funcionar correctamente. La figura 6 contiene un video explicativo acerca del uso del programa.

Ecualizador/Sintetizador LabVIEW

This media object is a Flash object. Please view or download it at
<http://www.youtube.com/v/MvaQH2BteCQ?fs=1&hl=es_ES>

Figure 6: Video explicativo de la utilización del programa realizado en LabVIEW

[2] http://cnx.org/content/m41060/latest/Ecualizador_LabVIEW.rar

Solutions to Exercises in this Module

Solution to Exercise (p. 4)

Instrumentos como la guitarra eléctrica tienen un sonido agudo, por lo cual son asociados con frecuencias altas. Para suprimir la voz del cantante basta con suprimir las frecuencias por debajo de 2KHz; si el ecualizador lo permite, pueden conservarse las frecuencias por debajo de 150Hz para evitar suprimir sonidos de instrumentos graves.

Solution to Exercise (p. 4)

Sí es posible eliminar el nivel DC atenuando al máximo la primera banda, el problema es que también se estarían atenuando las componentes AC de esa gama de frecuencias.

Solution to Exercise (p. 4)

Sí. Atenuándose al máximo todas las bandas excepto una se tendrá a la salida sólo una delta, lo que corresponde con el comportamiento en frecuencia de una sinusoide.