

1. Síntesis de sonidos mediante modelos físicos

Se analizarán dos variantes del modelo Karplus-Strong en paralelo, tanto de manera teórica como práctica.

1.1. Bloque A Elemental

Se resolverá, como cálculo auxiliar un bloque sencillo definido como:

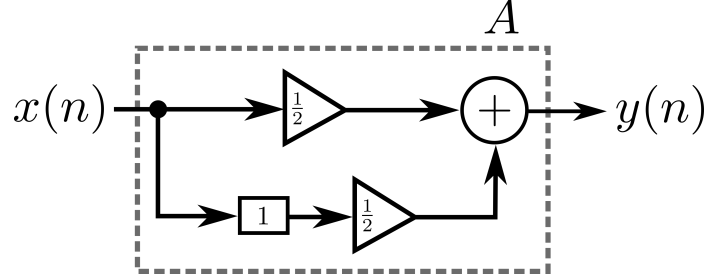


Figura 1: Bloque elemental

Este bloque solo promedia los dos ultimos valores de entrada. Su transferencia esta dada por

$$y(n) = \frac{1}{2}x(n) + \frac{1}{2}x(n-1) \quad (1)$$

$$Y(z) = \frac{1}{2}X(z) + \frac{1}{2}X(z)z^{-1} \implies A(z) = \frac{z+1}{2z} \quad (2)$$

Se puede observar que el bloque A es pasa-bajos (cero en $Z = -1$); lo cual es, en principio, razonable, el bloque A suaviza la entrada.

1.2. Karplus Strong 1

1.2.1. Análisis teórico

Se resolverá un nuevo sistema, denominado S_1 , el cuál consiste en una adición de realimentación al sistema anterior.

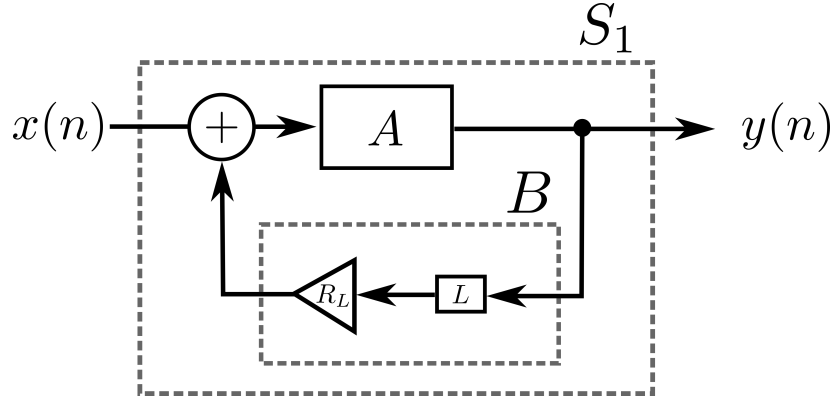


Figura 2: Bloque elemental

Mediante teoría de feedback, considerando que $B(z) = z^{-L}R_L$ se llega a que

$$S_1(z) = \frac{\frac{1}{2}z^{L+1} - \frac{1}{2}z^L}{z^{L+1} - \frac{1}{2}R_L z - \frac{1}{2}R_L} \quad (3)$$

Es decir, una expresión con $L+1$ polos y $L+1$ ceros, en otras palabras, una ecuación diferencial de orden $L+1$ con vector de longitud L como condición inicial.

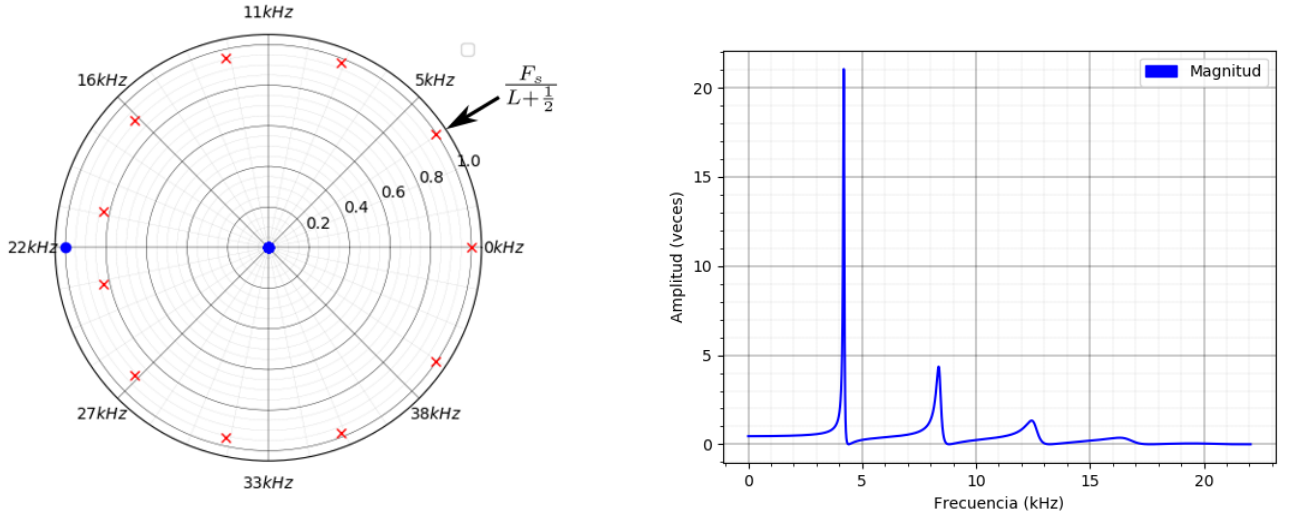


Figura 3: Polos y ceros (derecha), Rta en frecuencia (izquierda), S_1 con $R_L = 1$, $L = 10$, $f_s = 44.1kHz$

Del diagrama de polos y ceros y la respuesta en frecuencia podemos observar que hay una frecuencia de resonancia $F_R = F_s / (L + \frac{1}{2})$ que tiende a cumplir las hipótesis del criterio de Barkhausen, y por lo tanto provocar oscilaciones, lo cual es el objetivo del bloque; conseguir una salida que perdure en el tiempo a partir de una entrada de longitud L muy corta.

1.2.2. Análisis mediante señales

Se procederá a estudiar como el sistema responde a diversas entradas, entre ellas, un impulso unitario, ruido gaussiano de longitud L , y ruido lineal de longitud L . Se decidió aumentar L en estos casos a 50 para conseguir frecuencias más cercanas a las audibles.

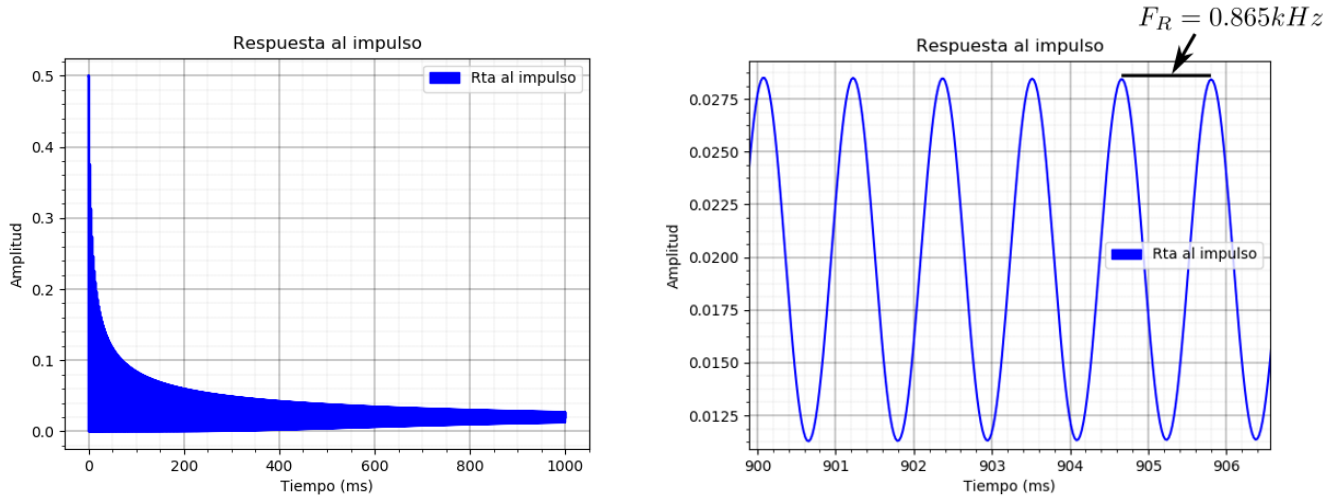


Figura 4: Respuesta al impulso con y sin zoom, $R_L = 1$, $L = 50$, $f_s = 44.1kHz$

Se puede observar que, de todas las frecuencias pertenecientes al impulso, la más amplificada vale $865Hz \approx \frac{F_s}{1/2 + L}$. Por otro lado es importante observar que la salida se encuentra montada sobre una tensión continua, más precisamente, nunca es menor que 0. Esto se debe a que cuando la excitación es exclusivamente positiva, como la realimentación es positiva y no hay inversiones la salida siempre será positiva. Por ello es importante que la excitación inicial sea tanto positiva como negativa para lograr que la salida este centrada en 0.

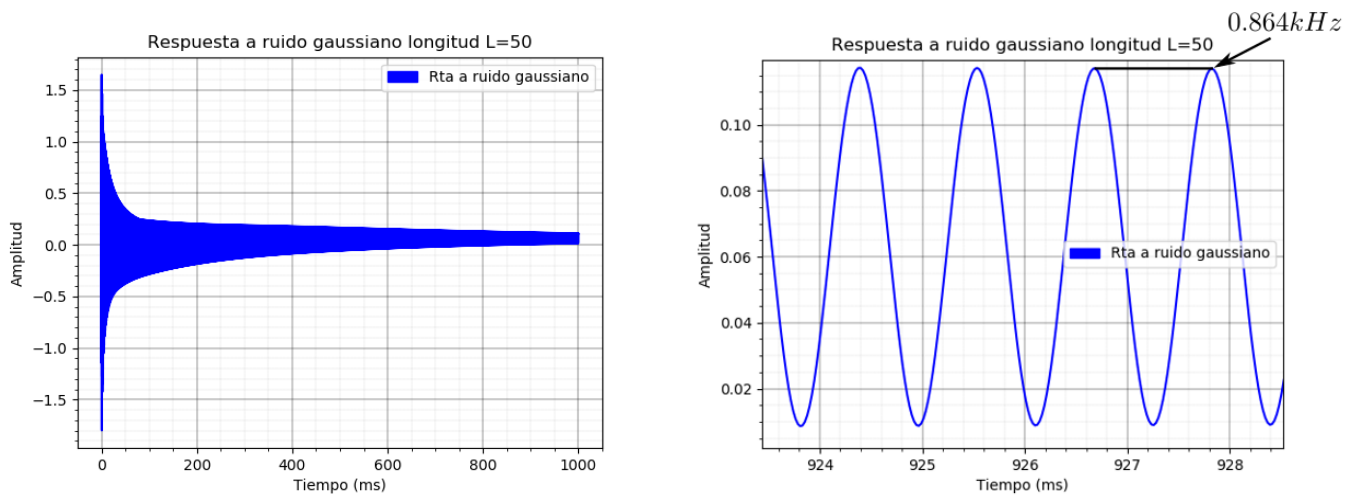


Figura 5: Respuesta a entrada Gaussiana con y sin zoom, $R_L = 1$, $L = 50$, $f_s = 44.1kHz$