

### Eliminación de eco.

Se ha grabado una señal en una sala que desgraciadamente produce un eco. El objetivo de este problema es eliminar el eco de la señal grabada.

### Modelo del sistema

La señal con el eco, que llamaremos  $y(t)$ , es el resultado de grabar una señal  $x(t)$  (la llamaremos directa) más una señal añadida producida al reflejarse en algún punto de la sala y que llega al micrófono algo más tarde y más atenuada que la señal directa porque el camino a recorrer hasta el micrófono es mayor. Se puede modelar como la salida de un SLI a cuya entrada se aplica la señal  $x(t)$  y a su salida se obtiene

$$y(t) = x(t) + ax(t - T)$$

Donde  $a$  es la atenuación producida en la señal reflejada por tener un camino más largo que recorrer hasta llegar al micrófono ( $0 < a < 1$ ), y  $T$  es el retardo con el que llega el eco.

Al muestrear la señal con una frecuencia de muestreo  $f_s$  se obtiene la secuencia

$$y[n] = x[n] + ax[n - N] \quad (1)$$

Donde, por simplicidad, supondremos que  $N = Tf_s$  y entero.

### Cancelador

a) La ecuación entrada-salida descrita en (1) se corresponde con un sistema LI. Encuentre la respuesta impulsional  $h1[n]$ .

b) Para cancelar el eco se propone utilizar el sistema caracterizado por la ecuación

$$z[n] = y[n] - bz[n - N] \quad (2)$$

b) Calcule la respuesta impulsional  $h2[n]$  del sistema descrito en (2)

c) ¿Qué ecuación deben cumplir  $h1[n]$  y  $h2[n]$  para que  $z[n] = x[n]$  es decir, se cancele totalmente el eco?.

d) Calcule  $b$  en función de  $a$  para cancelar el eco.

### Estimación de los parámetros del eco

Para calcular  $a$  y  $N$  vamos a utilizar la función de autocorrelación de la señal  $y[n]$

e) Compruebe que  $R_{yy}[m] = (1 + a^2)R_{xx}[m] + aR_{xx}[m - N] + aR_{xx}[m + N]$

f) Suponga que la correlación  $R_{xx}[N] \ll R_{xx}[0]$ . En este caso  $R_{xx}[m]$  presentará máximos en  $m = 0$ , y  $m = \pm N$ . ¿Qué ecuaciones debería resolver para determinar  $a$  y  $N$  a partir de  $R_{yy}[m]$ ? Recuerde que  $0 < a < 1$

### Aplicación a un caso real

g) Aplicando este método determine  $a$  y  $N$  de la señal ecox.wav

h) Elimine el eco de la señal ecox.wav