

1. Efectos de audio

1.1. Reverbebrador

1.1.1. Implementación de eco simple

Se implementó un eco simple utilizando el sistema

$$y(n) = x(n) + gx(n - M) \quad (1)$$

Se muestran a continuación los resultados con una señal de prueba

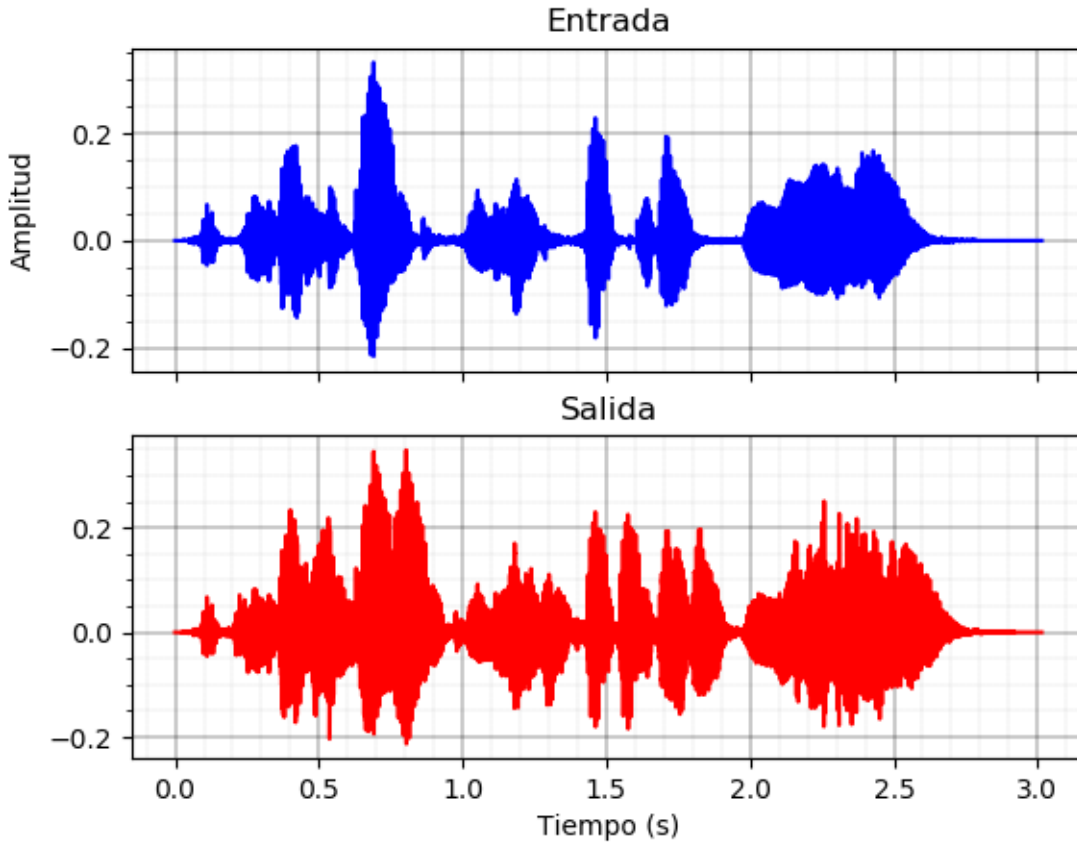


Figura 1: Resultados con $M = 5000$, $g = 0.999$

Se puede observar de los resultados intuitivamente como la señal de salida contiene repeticiones de la señal de entrada, y al escuchar el audio se pudo notar dicho efecto de eco. Fue necesario colocar un retraso muy grande ($M = 5000$) y una ganancia muy alta ($g = 0.999$) para que el efecto fuera notorio

1.1.2. Implementación de reverberación plana

Se implementó una reverberación plana utilizando una ecuación de diferencias con feedback.

$$y(n) = x(n) + gy(n - M) \quad (2)$$

Se muestran a continuación los resultados con una señal de prueba

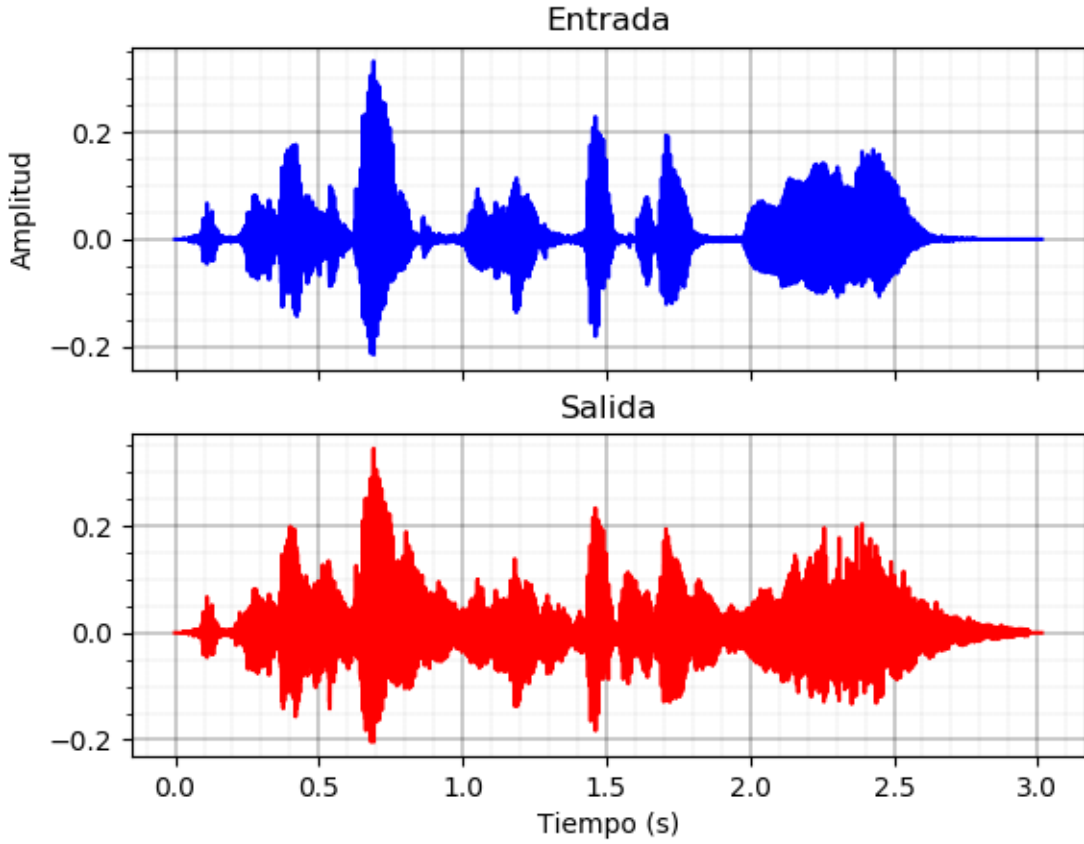


Figura 2: Resultados reverberación plana con $M = 500$, $g = 0.5$

Se necesitó disminuir fuertemente el valor de g para evitar que la salida saturara. Al tener realimentación (es decir, ser IIR) el sistema puede perder la estabilidad con facilidad

1.1.3. Implementación de reverberación pasa bajos

Se le agrego un filtro pasabajo a la realimentación del sistema anterior. Se optó por un sencillo pasabajos similar al utilizado en el modelo Karplus Strong, de la forma $y(n) = \frac{x(n)+x(n-1)}{2}$. El sistema por lo tanto quedo descrito como

$$y(n) = x(n) + \frac{1}{2}g(y(n-M) + y(n-M-1)) \quad (3)$$

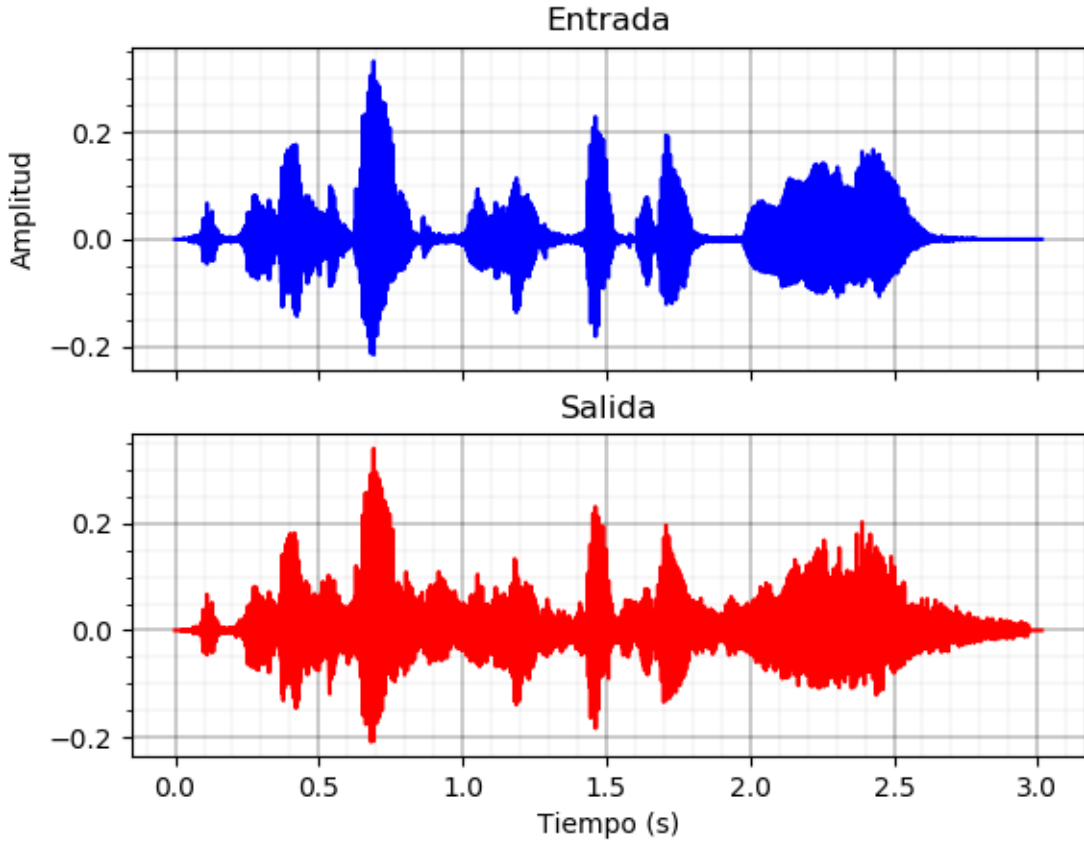


Figura 3: Resultados reverberación con pasabajos $M = 500$, $g = 0.5$

La señal fue similar al resultado del caso anterior con una sutil diferencia, el sonido se escuchó un con poco menos ruido, esto se debe muy probablemente a que el filtro pasa bajos evito la propagación de una frecuencia no deseada la cual no estaba presente en la señal original.

1.1.4. Implementación de reverberación completa

Se buscó estudiar un caso de reverberación completa. Se eligió el sistema denominado Schroeder. El mismo consistió de la conexión en paralelo de N reverberadores planos, continuados de M filtros tipo comb. Se utilizó algunos criterios de los expresados en los apuntes de clase como también se jugó empíricamente para conseguir sonidos de reverberación interesantes. A continuación se muestran los resultados

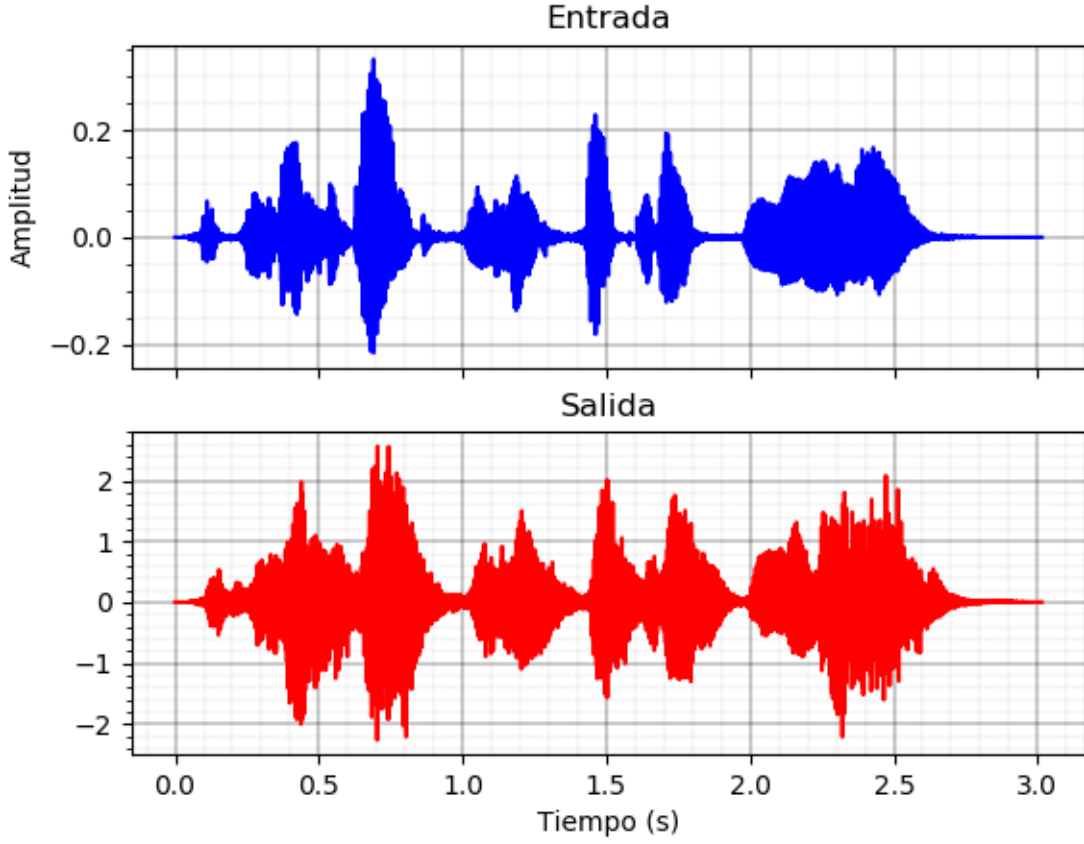


Figura 4: Resultados de un caso de reverberación completa, $N = 12$, $M = 2$, $a_{etapa1} = 0.999$ $a_{comb} = 0.5$

El sonido resultante fue muy interesante, fue algo robotizado y conseguí tan solo ajustando parametros del filtro. Esto da la pauta de que con el reverberador completo se puede facilmente ajustando sus parametros conseguir tipos muy distintos de reverberación, sin necesidad de tener que convolucionar con una respuesta al impulso

1.1.5. Implementación de reverberación por convolución

Se implemento una reverberación utilizando convolución con la respuesta al impulso característica de una fabrica. Se utilizo la ecuación de diferencias générica siguiente

$$y(n) = \sum_{i=k}^N h(k)x(n-k) \quad (4)$$

Debido a la complejidad algoritmica de la aplicación de la fórmula se debió limitar la longitud de la respuesta al impulso a solo 20000 muestras. Se muestran a continuación los resultados con una señal de prueba

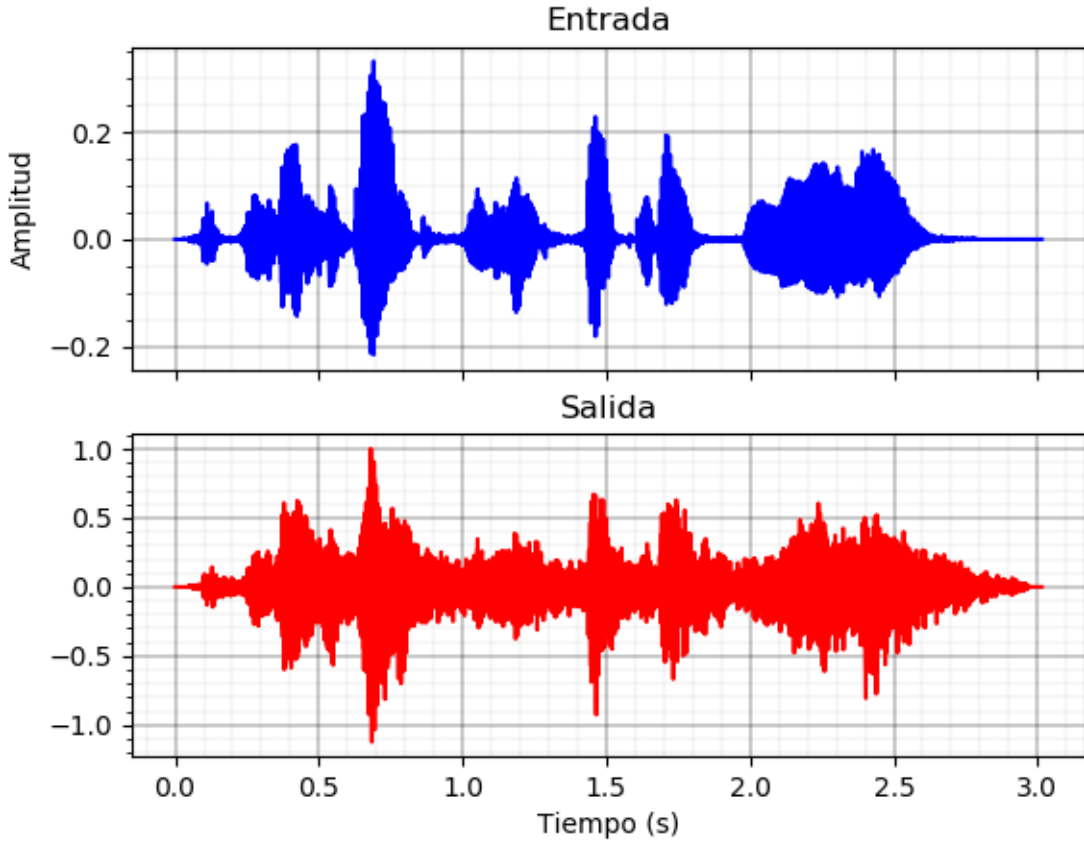


Figura 5: Resultados reverberación característica de una fábrica

Se observa como a diferencia de los casos anteriores la señal tiende mucho más a sostener sonido, esto se debe a que la respuesta al impulso es mucho más completa, y por lo tanto el sonido resultante persiste más tiempo. El sonido que se escuchó se correspondió con un eco muy realista, que podría ser el de una fábrica

1.2. Efectos basados en delays variables

Para algunos efectos, es necesario que los delays presentes en la ecuación de diferencias que describe al sistema sean variables con el tiempo. Este es el caso tanto del flanger como del vibrato.

1.2.1. Vibrato

El efecto de vibrato consiste en introducir pequeñas variaciones periódicas en la frecuencia, resultando en una variación periódica de los tonos que se escuchan. Tomando como principio el efecto Doppler, podemos aplicar estos cambios en la frecuencia como cambios en el delay: de la misma manera que a medida que una ambulancia se aleja, se escucha más grave la sirena, si simulamos que el delay sube y baja periódicamente, la nota que se escucha subirá y bajará de la misma manera.

La ecuación que define este efecto es:

$$y(n) = x(n - k(n)) \quad (5)$$

En la ecuación 5, $k(n)$ representa el delay variable con el tiempo, y se implementa con una senoidal que toma valores naturales entre 0 y un máximo K :

$$k(n) = \left\lfloor \frac{K}{2} \cdot (1 + \sin(2\pi f_0 \cdot nT)) \right\rfloor \quad (6)$$

Los parámetros que caracterizan al vibrato son pues:

$$\begin{cases} f_0 = \text{frecuencia de modulaci3n} \\ K = \text{profundidad de modulaci3n} \end{cases} \quad (7)$$

1.2.2. Flanger

El flanger es similar al vibrato, en cuanto a que tambi3n estar3 presente en la salida la entrada con un delay variable. Sin embargo, la misma es sumada (con un cierto factor de ponderaci3n) a la entrada actual, obteni3ndose:

$$y(n) = x(n) + g \cdot x(n - k(n)) \quad (8)$$

La definici3n de $k(n)$ que usaremos es id3ntica a la del vibrato (ecuaci3n 6), es decir, una senoidal que var3a entre 0 y un m3ximo.

Para obtener la respuesta en frecuencia de este filtro, se puede calcular la respuesta al impulso:

$$h(n) = \delta(n) + g \cdot \delta(n - k(n))$$

Y por lo tanto se obtiene:

$$H(z, n) \sim 1 + g \cdot z^{-k(n)} = \frac{z^{k(n)} + g}{z^{k(n)}}$$

Por lo tanto, el flanger puede interpretarse como un filtro comb, con $k(n)$ polos en el origen, y $k(n)$ ceros con radio $g^{-k(n)}$, equidistantes entre s3. Esto quiere decir que tanto el orden como las frecuencias que pasan var3an con el tiempo.

1.3. Robotizaci3n