

# Muestreo de señales

Dpto. de Física, FCEyN, UBA

Mónica B. Agüero

Un parámetro importante en la adquisición de señales es la velocidad con la que se muestrea la señal de entrada: **frecuencia de muestreo**. Esto es, cada cuanto tiempo se registra un dato. Las muestras se definen en intervalos discretos de tiempo.

Una señal analógica  $x(t)$  que se muestrea cada  $T$  segundos ( $T$ : período de muestreo) puede representarse por un conjunto de valores discretos:  $\{x(0), x(T), x(2T), x(3T), x(4T)\dots\}$  (ver figura 1). La frecuencia de muestreo  $f_m = \frac{1}{T}$  indica cuantas muestras (o mediciones) se registran dentro de 1 segundo ( $T$  se mide en segundos). Unidades de frecuencia: Hertz (Hz).

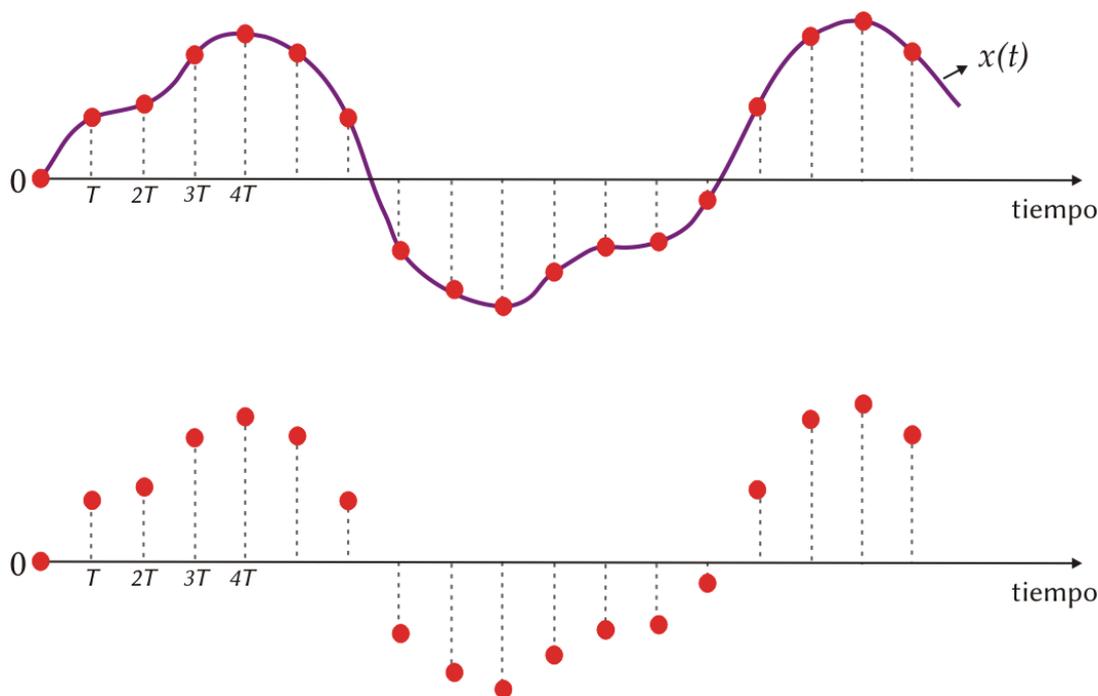


Figura 1: Ejemplo de señal muestreada [1].

Un factor crítico en el proceso de medición es determinar con qué frecuencia se debería muestrear una señal analógica para poder reconstruir la señal de entrada con la mayor exactitud posible. En la figura 2 se presenta el ejemplo de una señal analógica registrada con diferentes frecuencias de muestreo. Una posibilidad es muestrear a la frecuencia máxima disponible del sistema de adquisición. Sin embargo, si se muestrea muy rápido durante períodos de tiempo largos, puede que no se tenga memoria (o espacio en el disco rígido) suficiente para guardar los datos.

Por otro lado, un muestreo demasiado lento puede generar una mala representación de la señal analógica (este efecto se conoce como *aliasing*). Un bajo muestreo causa que la señal aparezca como si tuviera una frecuencia diferente a la real (figura 3). Para evitar *aliasing* hay que muestrear varias veces más rápido que la frecuencia de la señal.

Una pregunta muy frecuente es “¿Cuán rápido se debe muestrear?”. El teorema de Nyquist (teorema de muestreo) proporciona un punto de partida para una adecuada frecuencia de muestreo: se debe muestrear a una frecuencia mayor a dos veces la frecuencia más alta de la

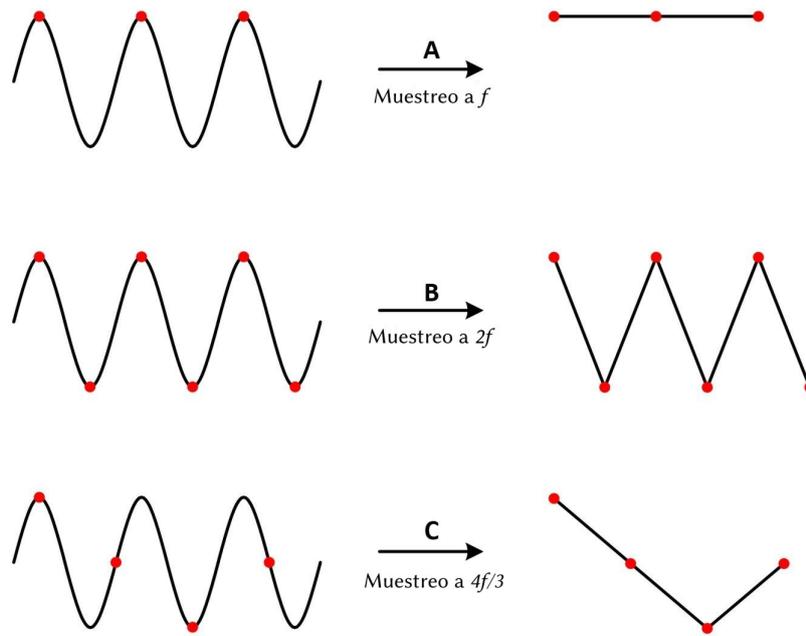


Figura 2: Efecto de la frecuencia de muestreo para reconstruir la señal de entrada (onda senoidal de frecuencia  $f$ ).

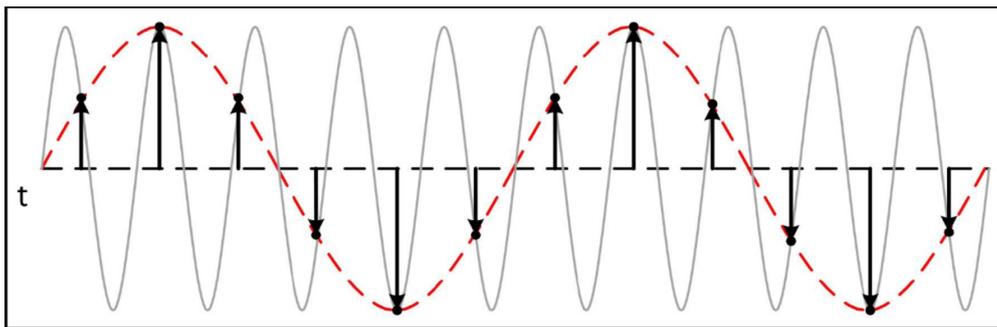


Figura 3: El aliasing ocurre cuando la frecuencia de muestreo es demasiado baja dando como resultado una representación inadecuada de la señal.

señal ( $f_m > 2f_{señal}$ ) [2]. Desafortunadamente, esta frecuencia a menudo es inadecuada para los propósitos prácticos. En consecuencia, típicamente el muestreo se hace varias veces por encima de la máxima frecuencia de la señal ( $f_m > 10f_{señal}$ ).

### Incerteza en el tiempo

Como no hay información de lo que pasó entre dos mediciones consecutivas, lo más conservador es considerar que el error en el tiempo es igual a la diferencia de tiempo entre dos mediciones consecutivas. Esto es  $\epsilon = \frac{1}{f_m}$ . De esta manera, los errores en las mediciones se solapan.

## Referencias

- [1] Maurizio Di Paolo Emilio, *Data Acquisition Systems: From Fundamentals to Applied Design*, Springer, New York (2013).
- [2] National Instruments: Acquiring an analog signal. <http://www.ni.com/white-paper/2709/en/>.