

5 ADQUISICIÓN DE SEÑALES

En este capítulo veremos las ideas básicas sobre la adquisición de señales para su posterior procesamiento.

Los puntos a ser tratados son:

- Conversor Analógico a Digital A/D
- Discretización en tiempo y amplitud
- Teorema del muestreo

5.1 Conversor A/D.

En general, las señales del mundo físico son analógicas, esto es varían en forma continua con el tiempo. Cuando las queremos adquirir para su posterior procesamiento en una computadora o microprocesador, debe realizarse un proceso de conversión llamado analógico a digital.

Típicamente, un conversor A/D toma un voltaje analógico en su entrada y lo convierte en un número binario que puede ser interpretado en la computadora.

En este proceso hay algunos parámetros que como usuarios es importante conocer:

Frecuencia de muestreo. Es la frecuencia a la que se adquieren las muestras, se asume que se toman a intervalos regulares.

Numero de bits o Numero de cuentas. Nos dice la cantidad de niveles en que la entrada de discretiza. Un número binario de N_b bits, puede dividir la entrada en $2^{N_b} - 1$ niveles. Algunos conversores nos dan el número de cuentas, N_c . Estos dividen en $N_c - 1$ niveles.

Voltaje máximo de la entrada (tensión de referencia). Todos los conversores comparan la entrada con un valor de referencia. Si queremos digitalizar voltajes mayores deberemos dividirlo.

Factor de ganancia. Cuando se trata de voltajes grandes, se divide la entrada, y el resultado hay que multiplicarlo por un factor. Esto es informado por el fabricante.

Las siguientes figuras muestran especificaciones de una placa de adquisición de National Instruments.

Analog Input

Analog inputs	
Differential	4
Single-ended	8, software-selectable
Input resolution	
Differential	14 bits
Single-ended	13 bits
Maximum sample rate (aggregate)	48 kS/s, system dependent
Converter type	Successive approximation

Figura 5.1a NI-USB 6009 Especificaciones de la entrada analógica

Input range	
Differential	$\pm 20\text{ V}$ ^[1] , $\pm 10\text{ V}$, $\pm 5\text{ V}$, $\pm 4\text{ V}$, $\pm 2.5\text{ V}$, $\pm 2\text{ V}$, $\pm 1.25\text{ V}$, $\pm 1\text{ V}$
Single-ended	$\pm 10\text{ V}$
Working voltage	$\pm 10\text{ V}$
Input impedance	144 k Ω
Oversvoltage protection	$\pm 35\text{ V}$
Trigger source	Software or external digital trigger

Figura 5.1b NI-USB 6009 Especificaciones de la entrada analógica

5.2 Discretización en tiempo y amplitud

Cuando una señal se digitaliza, pasa ser un conjunto discreto de números, asociado a un intervalo de tiempo entre cada uno de ellos.

Consideremos como ejemplo la siguiente señal analógica

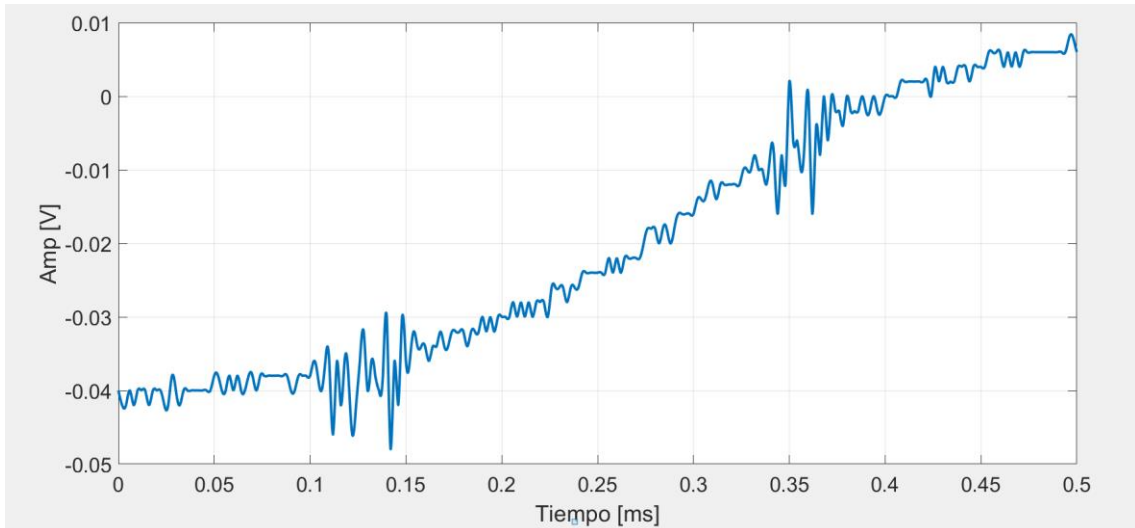


Figura 5.2. Señal analógica (en la práctica muestreo muy alto)

Deseamos digitalizarla con un osciloscopio y obtenemos el siguiente resultado

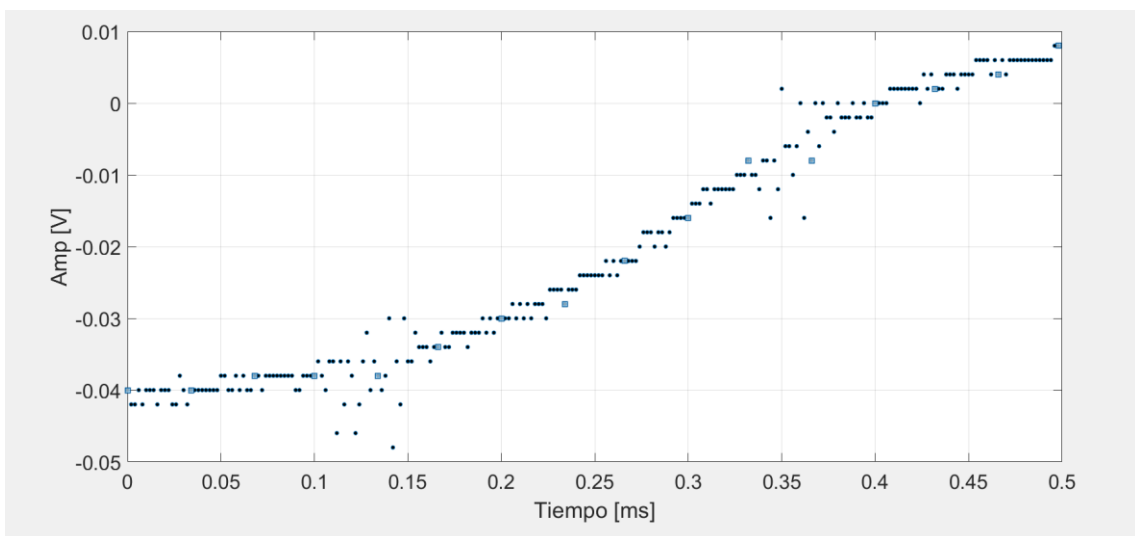


Figura 5.3 Señal digitalizada

Observamos que la señal se transforma en una serie de puntos, que están equiespaciados en el tiempo y forman “niveles” o franjas en la amplitud.

Un detalle de la figura nos permite afirmar los conceptos.

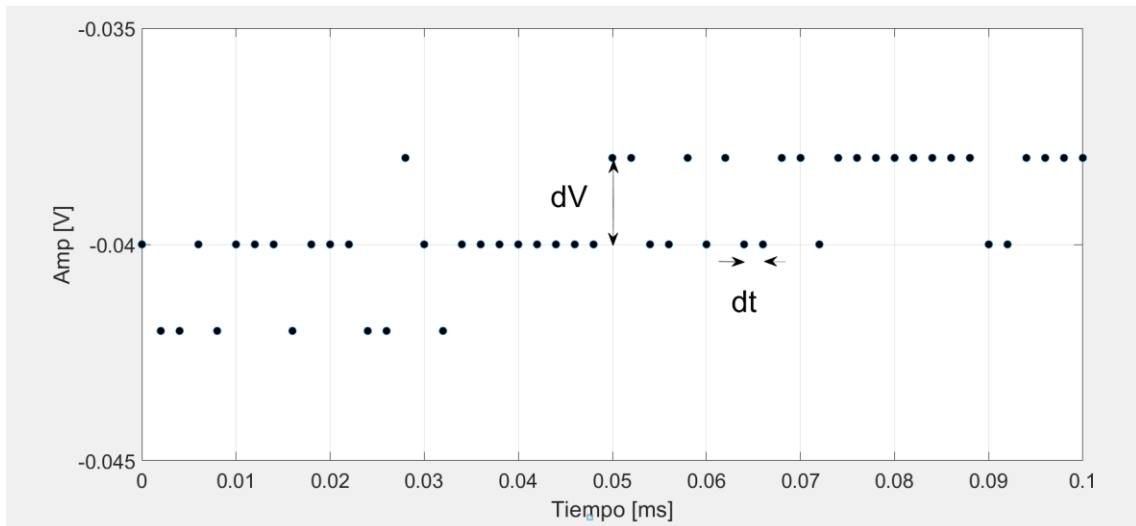


Figura 5.4 detalle de la señal digitalizada

Aquí observamos la cuantización del voltaje

$$dV = \frac{V_{max}}{2^{Nb} - 1}$$

Si por ejemplo el osciloscopio es de 8 bits (como son la mayoría de los industriales) y tenemos una escala que tiene un V_{max} de 0.5 V, la apreciación o cuantización del voltaje queda

$$dV = \frac{0.5}{255} \approx 2 \text{ mV}$$

En el eje del tiempo la frecuencia de muestreo utilizada fue de 500 kHz, esto corresponde a un intervalo de tiempo de

$$dt = \frac{1}{500000} = 2 \mu s$$

4.3 Teorema del muestreo

Cuando quiere digitalizarse una señal hay dos preguntas fundamentales a responder:

1) ¿Durante cuánto tiempo tomar muestras?

Para responder a esta pregunta debemos pensar en términos de las frecuencias asociadas a la señal que quiero digitalizar. De forma intuitiva, el período de la señal mas lenta a visualizar debe coincidir con el tiempo que la señal es adquirida. Por ejemplo, si queremos observar como varía la temperatura de un recinto debido al ambiente, debemos tomar al menos 24 horas de muestras. No puedo predecir el comportamiento por ejemplo muestreando durante una hora.

2) ¿Cuál debe ser el intervalo entre muestras?

Aquí nuevamente debemos pensar en el contenido de frecuencias de la señal bajo estudio, solo que ahora en las componentes mas rápidas.

El teorema de Shannon-Nyquist nos dice que debemos tomar al menos dos muestras por cada ciclo de la componente mas rápida que queremos reconstruir con nuestra digitalización. Otra forma de decirlo es que la frecuencia de muestreo F_s debe ser al menos el doble que la frecuencia mas rápida del espectro de mi señal. Cuando decimos reconstruir es que se puede determinar su amplitud y fase en la FFT.

Cuando esta hipótesis no se cumple, esto es mi señal tiene componentes mas rápidas que $F_s/2$, aparecen componentes espurias simétricas respecto a $F_s/2$. A este fenómeno se le llama “aliasing” y es frecuente que los dispositivos tengan un mecanismo de evitarlo, típicamente un filtro.