

Procesamiento de señales, fundamentos

Trabajo Practico 1

Jenny Chavez

Sistemas LTI

Demuestre si los siguientes sistemas son LTI:

1.- $y(t) = x(t) * \cos(t)$

$$k * y(t) \neq k * x(t) * \cos(t)$$

Este sistema no cumple con el escalado, por lo tanto no es lineal.

2.- $y(t) = \cos(x(t))$

$$k * y(t) \neq \cos(k * x(t))$$

Este sistema no cumple con el escalado, por lo tanto no es lineal.

3.- $y(t) = e^{x(t)}$

$$k * y(t) \neq e^{k * x(t)}$$

Este sistema no cumple con el escalado, por lo tanto no es lineal.

4.- $y(t) = 1/2x(t)$

$$k * y(t) = k * x(t)$$

$$1/2 * y(t) = 1/2 * x(t)$$

Este sistema cumple con el escalado, por lo tanto es lineal.

$$y(t) \square x(t)$$

$$y(t-t_0) \square x(t-t_0)$$

$$y(\Delta t) \square 1/2x(\Delta t)$$

El sistema es LTI

Ruido de cuantización

1. Calcule la relación señal a ruido de cuantización teórica máxima de un sistema con un ADC de:

- 24 bits

$$\text{SNR} = 10 * \log_{10}(3/2) + 10 * \log_{10}(2^{2*24})$$

$$\text{SNR} = 146,24$$

- 16 bits

$$\text{SNR} = 10 * \log_{10}(3/2) + 10 * \log_{10}(2^{2*16})$$

$$\text{SNR} = 98,08$$

- 10 bits

$$\text{SNR} = 10 \cdot \log_{10}(3/2) + 10 \cdot \log_{10}(2^{2 \cdot 10})$$
$$\text{SNR} = 61,96$$

- 8 bits

$$\text{SNR} = 10 \cdot \log_{10}(3/2) + 10 \cdot \log_{10}(2^{2 \cdot 8})$$
$$\text{SNR} = 49,92$$

- 2 bits

$$\text{SNR} = 10 \cdot \log_{10}(3/2) + 10 \cdot \log_{10}(2^{2 \cdot 2})$$
$$\text{SNR} = 13,8$$

2. Dado un sistema con un ADC de 10 bits, que técnica le permitiría aumentar la SNR? En que consiste?

La técnica que permite aumentar la SNR es el Oversampling de 4 veces más. Y consiste en:

$$S_{\text{espectral}}(f) = P_q / 4 * F_s$$

Filtro antialias y reconstrucción

1. Calcular el filtro antialias que utilizara para su practica y/o trabajo final y justifique su decision.

Por lo general, los algoritmos de procesamiento de movimiento deben ejecutarse a una velocidad alta, a menudo alrededor de 200Hz, en orden para proporcionar resultados precisos con baja latencia.

[<https://electronperdido.com/wp-content/uploads/2016/01/MPU9250-Datasheet.pdf>]

En consecuencia y basandome en un ejercicio practico del MPU9250 tomado de la hoja de datos se necesita un filtro pasabajos con frecuencia de corte en 500Hz.

$$F_c = 1/(2 \cdot \pi \cdot R \cdot C)$$

$$R = 1/(2 \cdot \pi \cdot 33\text{nf} \cdot 500\text{HZ})$$

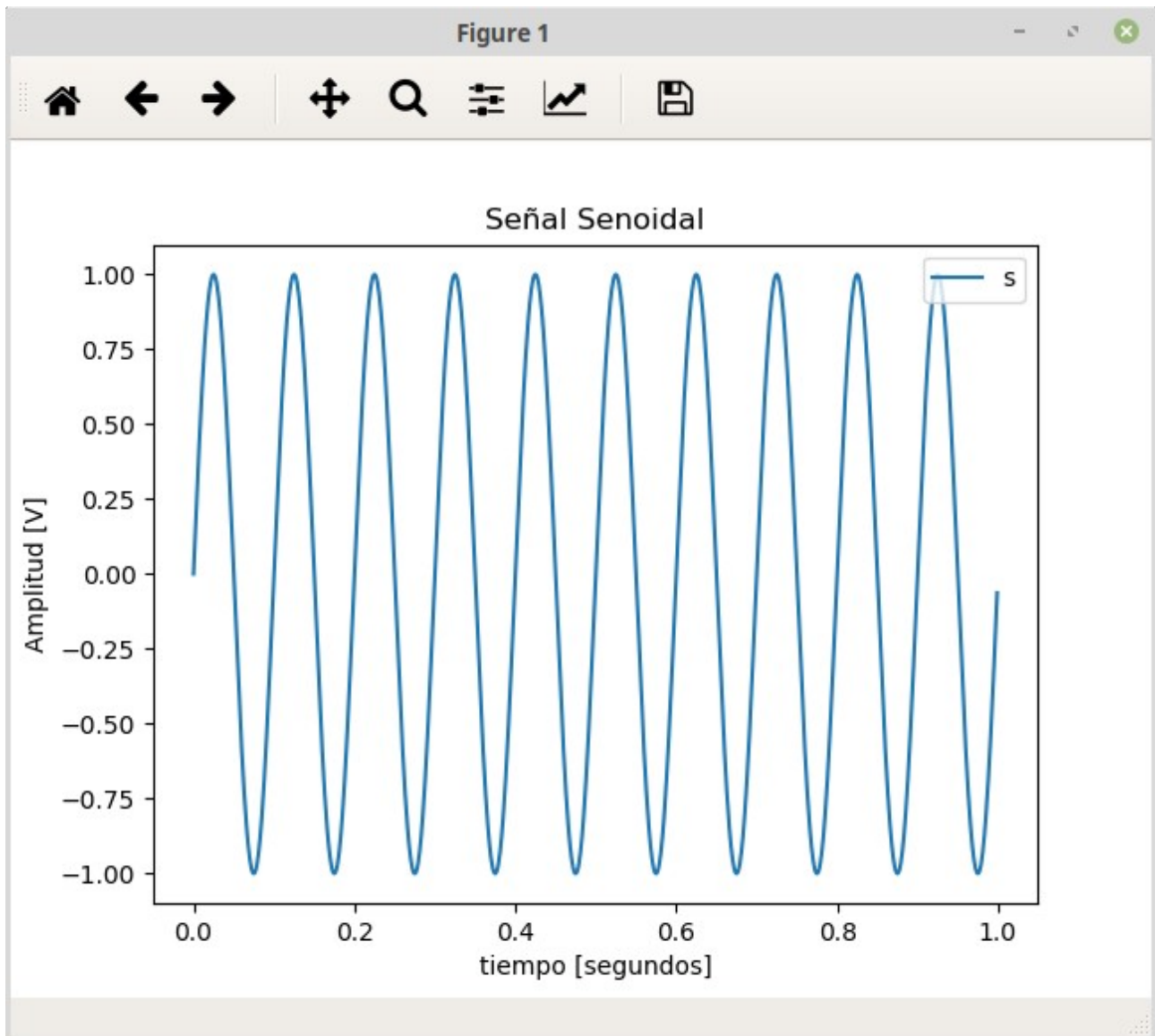
$$R = 9645,731570865$$

$$R = 10\text{K}$$

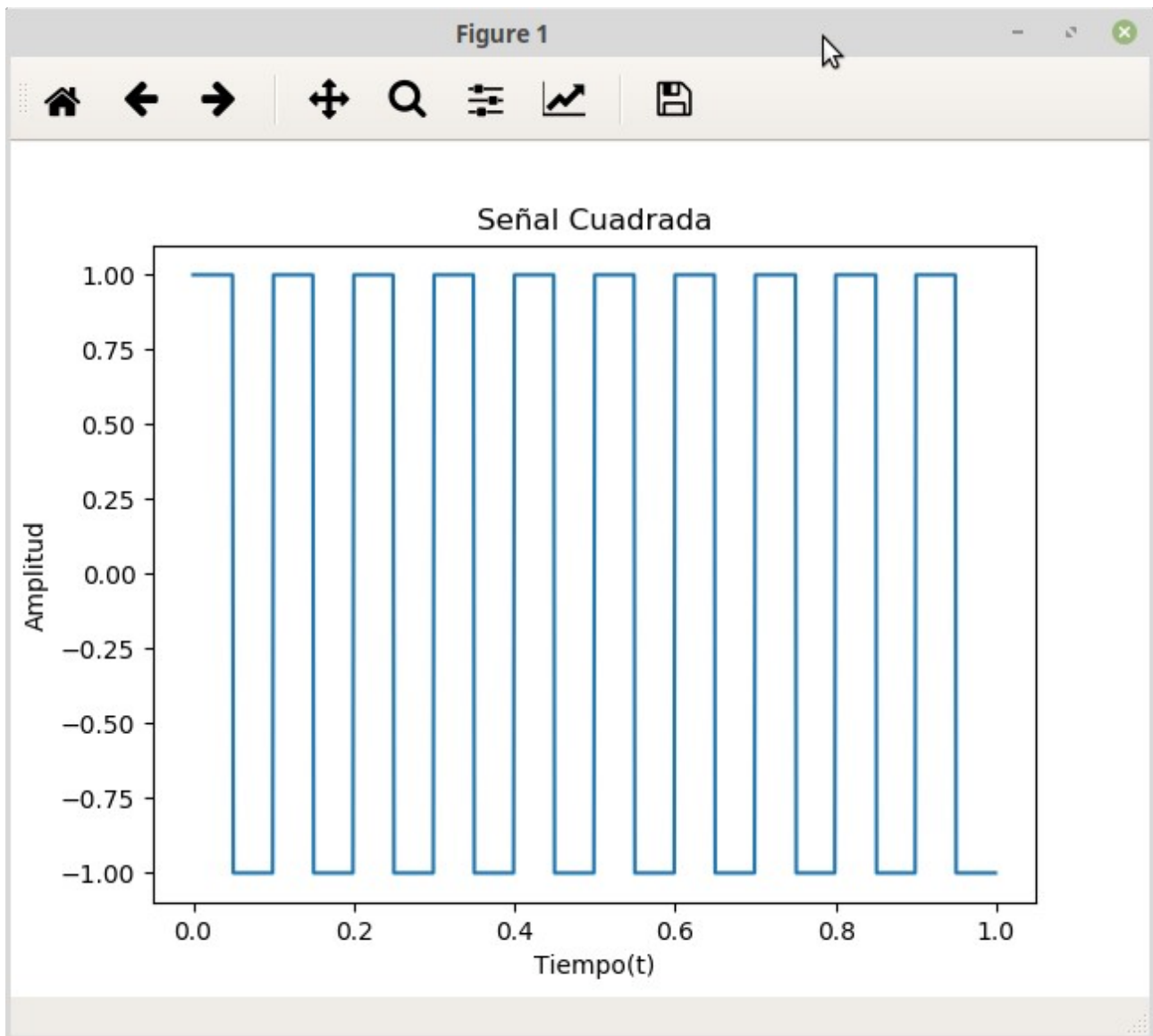
Generación y simulación

1. Genere un modulo o paquete con al menos las siguientes funciones

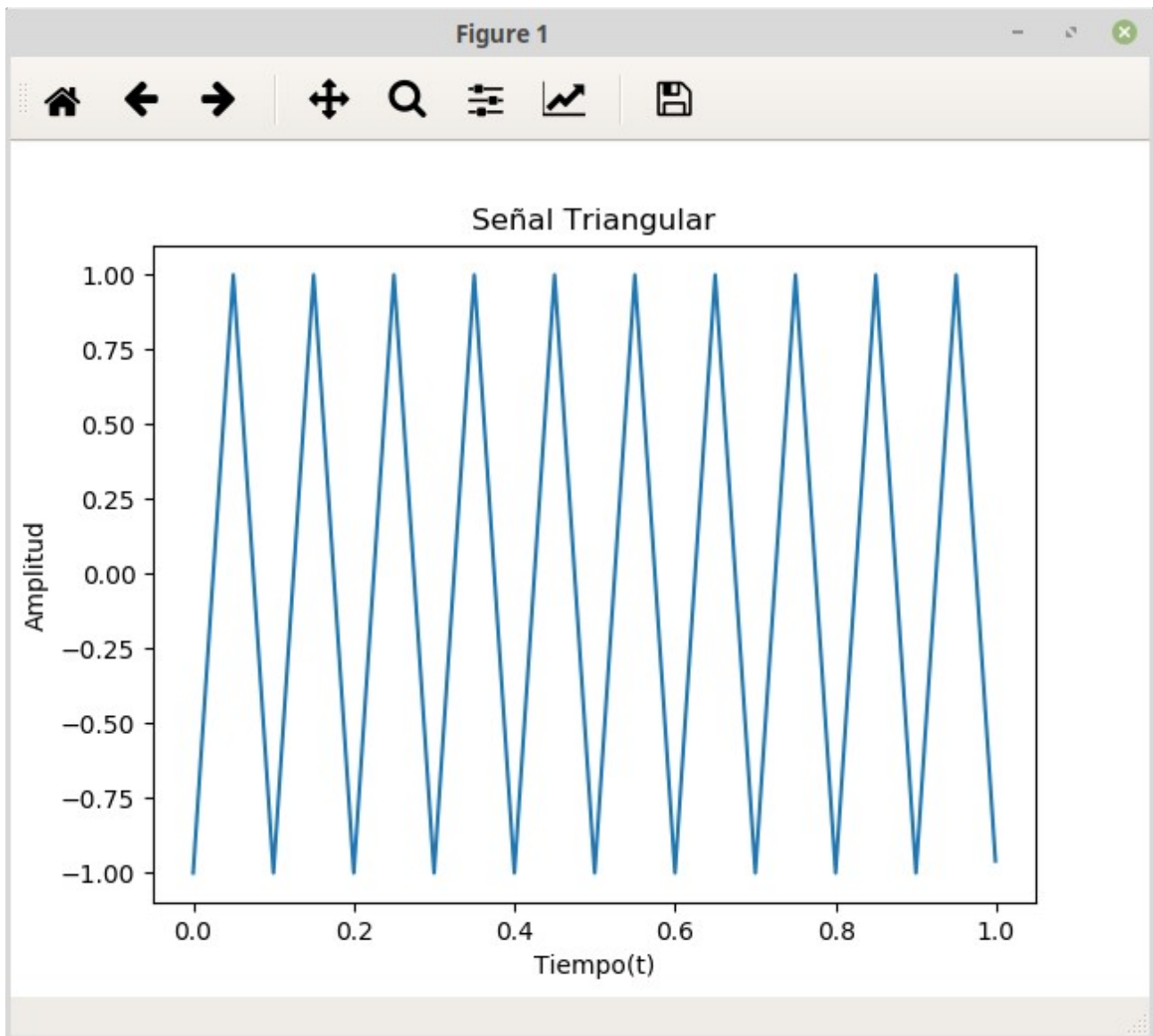
– senoidal (f_s [Hz], f_0 [Hz], amp [0 a 1], muestras), fase [radianes]



– Cuadrada (f_s [Hz], f_0 [Hz], amp [0 a 1], muestras)



– `Triangular(fs[Hz], f0[Hz], amp[0 a 1], muestras)`



2. Realice los siguientes experimentos

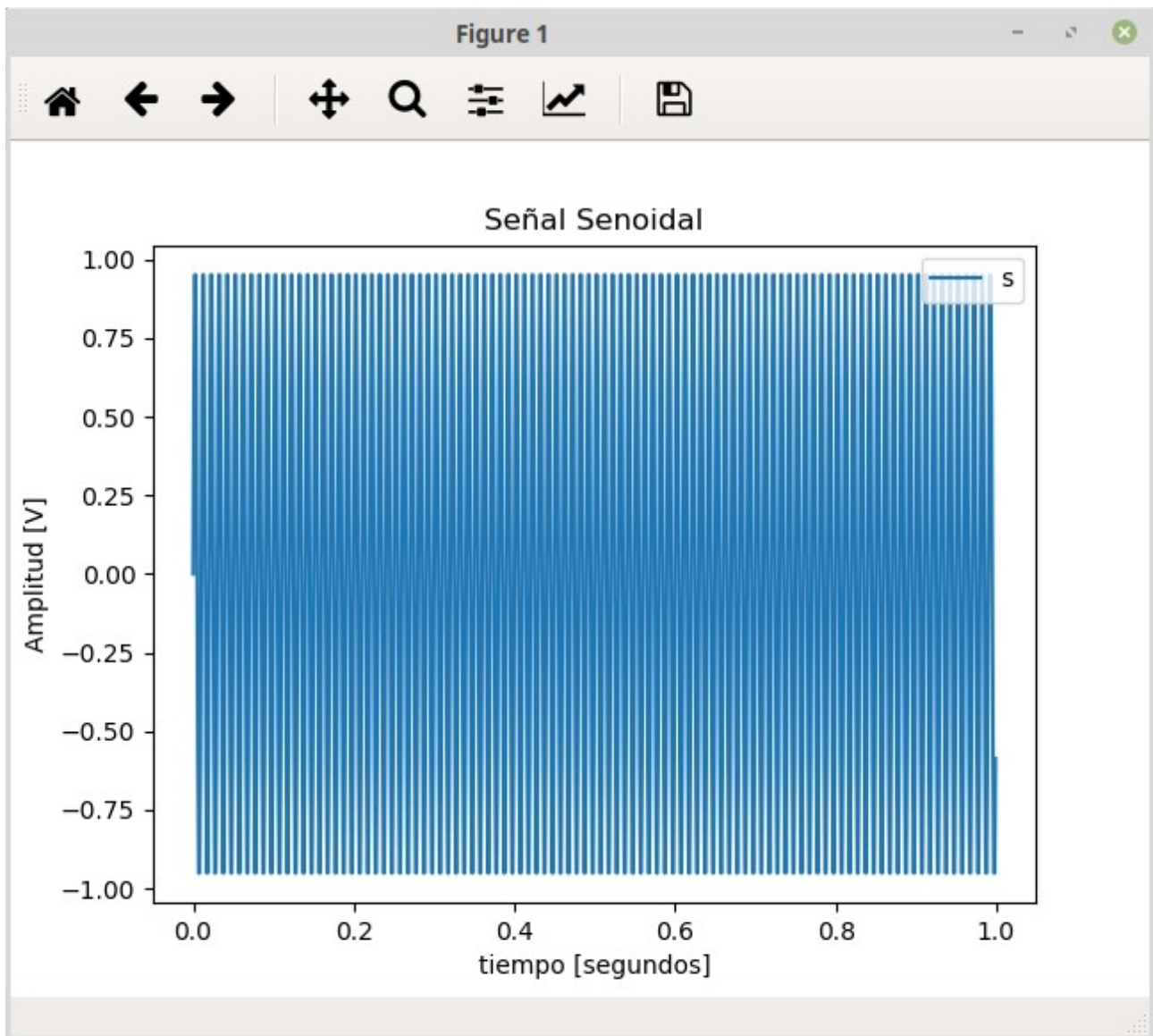
– $f_s = 1000$

– $N = 1000$

– $\text{fase} = 0$

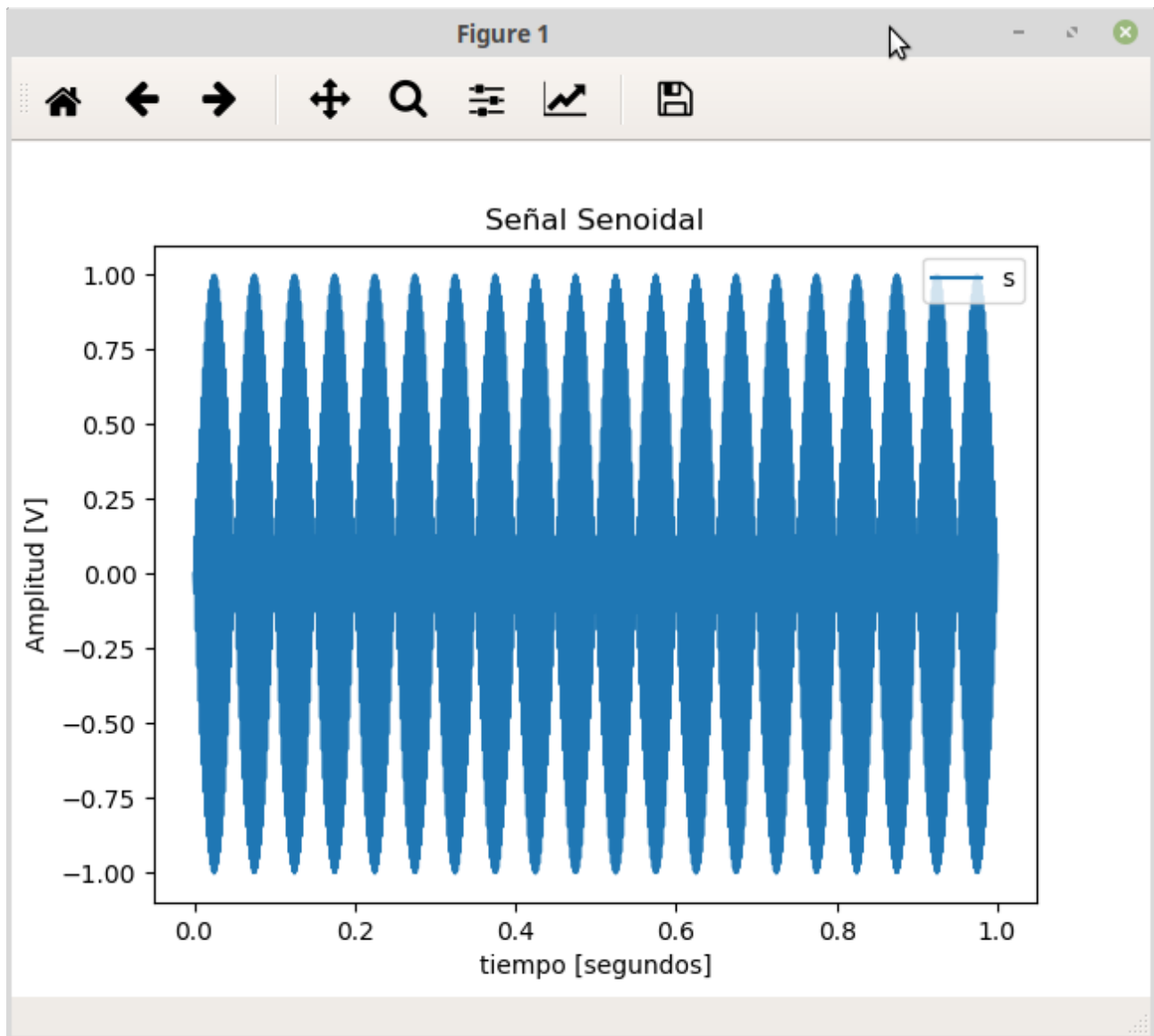
– $\text{amp} = 1$

2.1 $f_0 = 0.1 \cdot f_s$ y $1.1 \cdot f_s$ Como podría diferenciar las senoidales?



Aplicando un filtro antialiasing.

2.2 $f_0 = 0.49 \cdot f_s$ y $0.51 \cdot f_s$ Como es la frecuencia y la fase entre ambas?



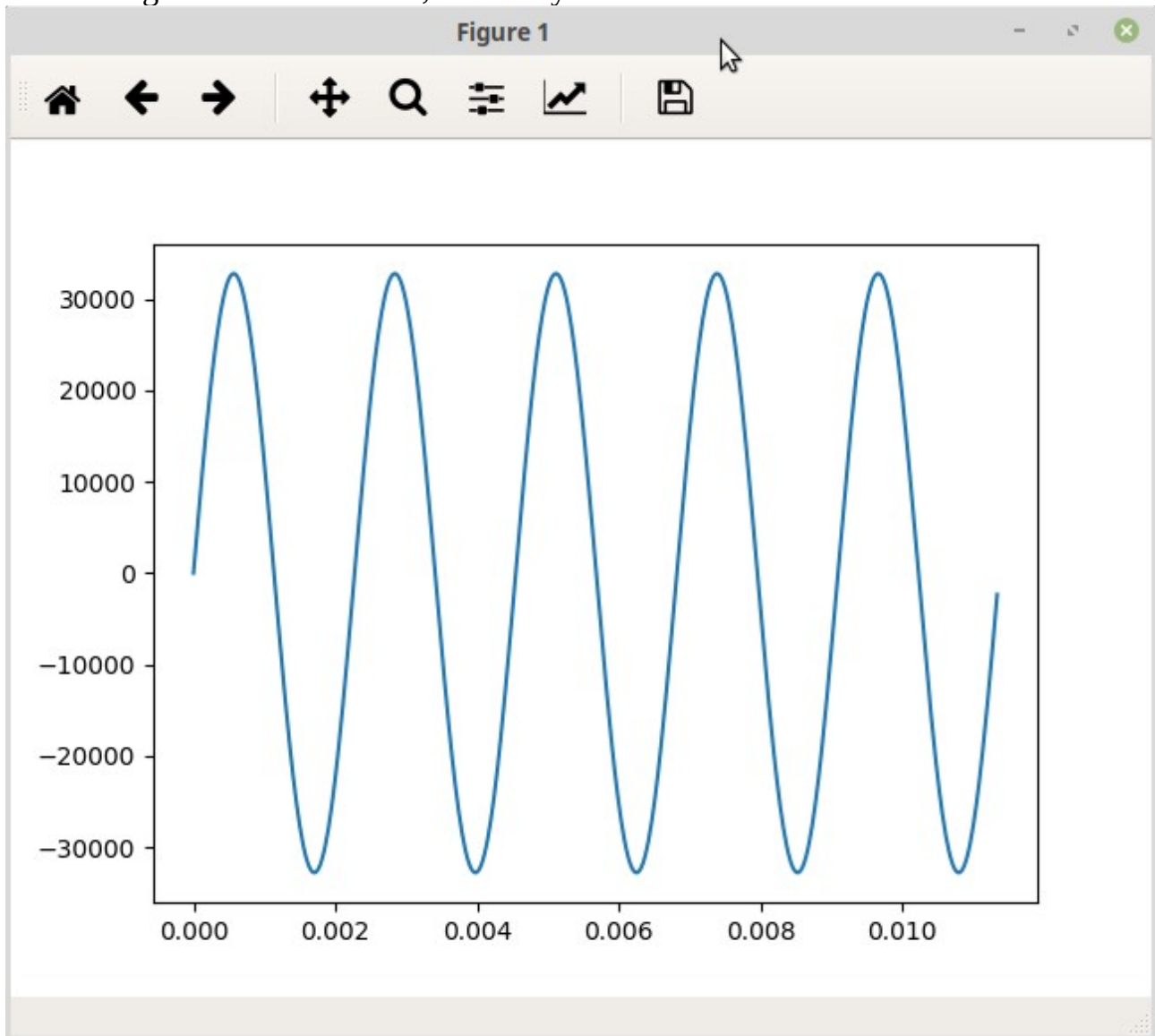
Se diferencian en el cambio de fase. Las señales presentan fases opuestas y las frecuencias aparentan ser iguales.

Adquisición y reconstrucción con la CIAA

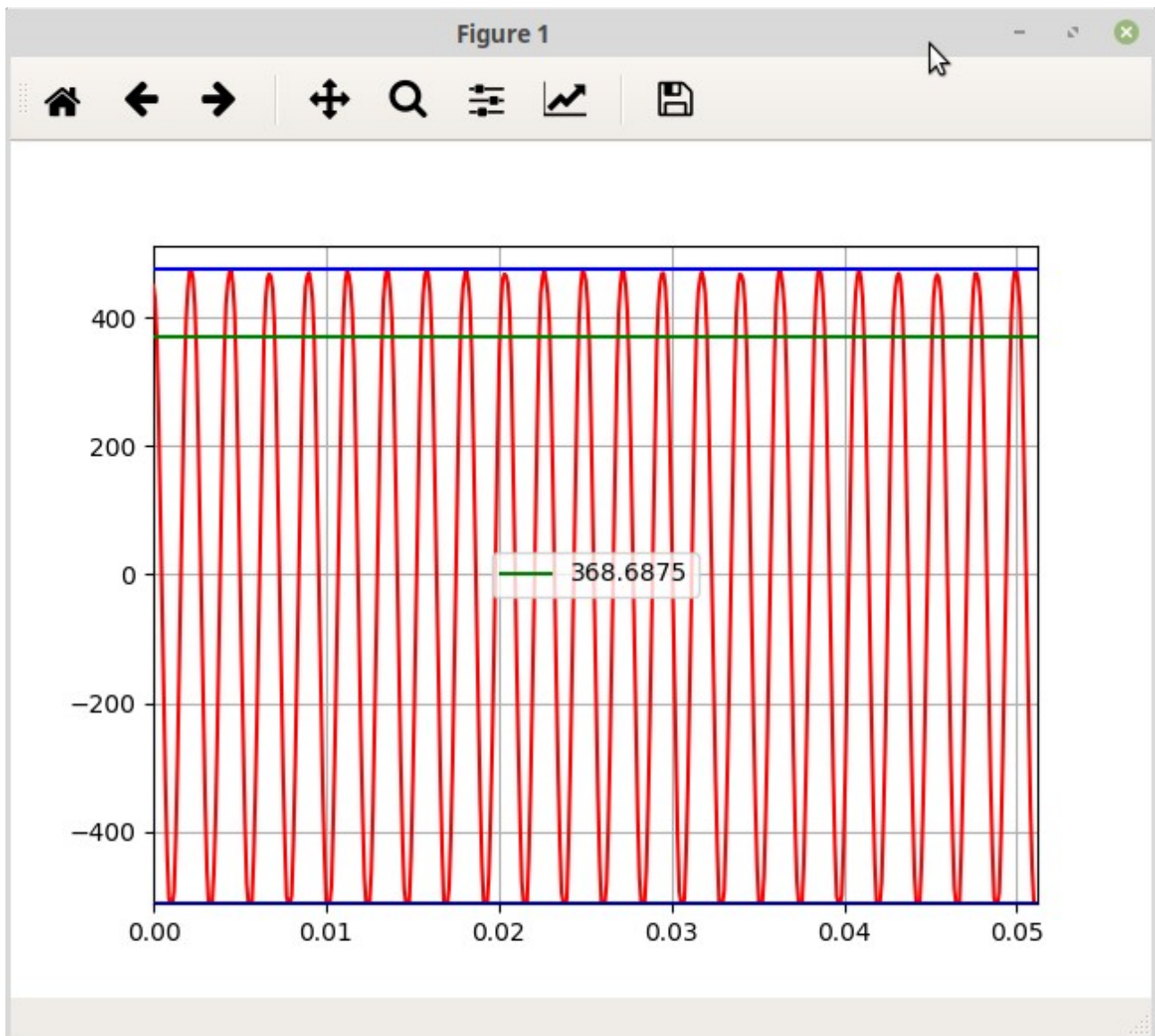
1. Genere con un tono de LA-440. Digitalice con 10, 8, 4 y 2 bits con el ADC, envíe los datos a la PC, grafique y comente los resultados

Digitalizar con 10 bits

– Señal original con su máximo, mínimo y RMS



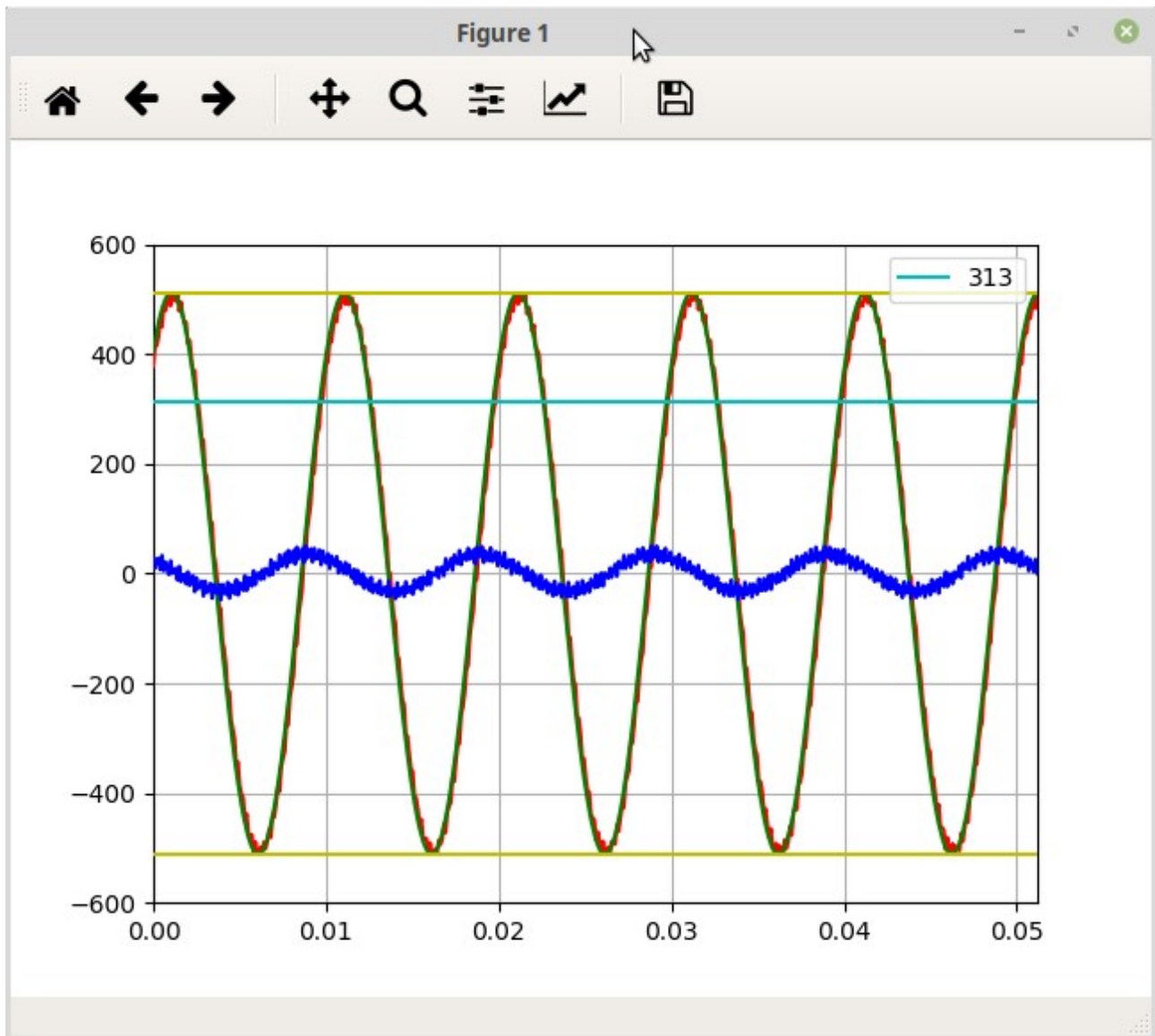
–Señal adquirida con su máximo, mínimo y RMS



La señal tiene forma de senoidal, por lo cual la adquisición se realizó de manera aceptable, vemos que el valor del rms corresponde al valor aproximado de valor pico/raíz de 2.

La señal es simétrica respecto al eje del tiempo. No se observa mayor distorsión de la señal adquirida respecto de la original.

–Señal error = Original-Adquirida



El error corresponde a una señal que conserva cierta simetría y es relativamente bajo con respecto a la señal original.

Color azul: corresponde a la señal de error.

Color cian: corresponde al rms.

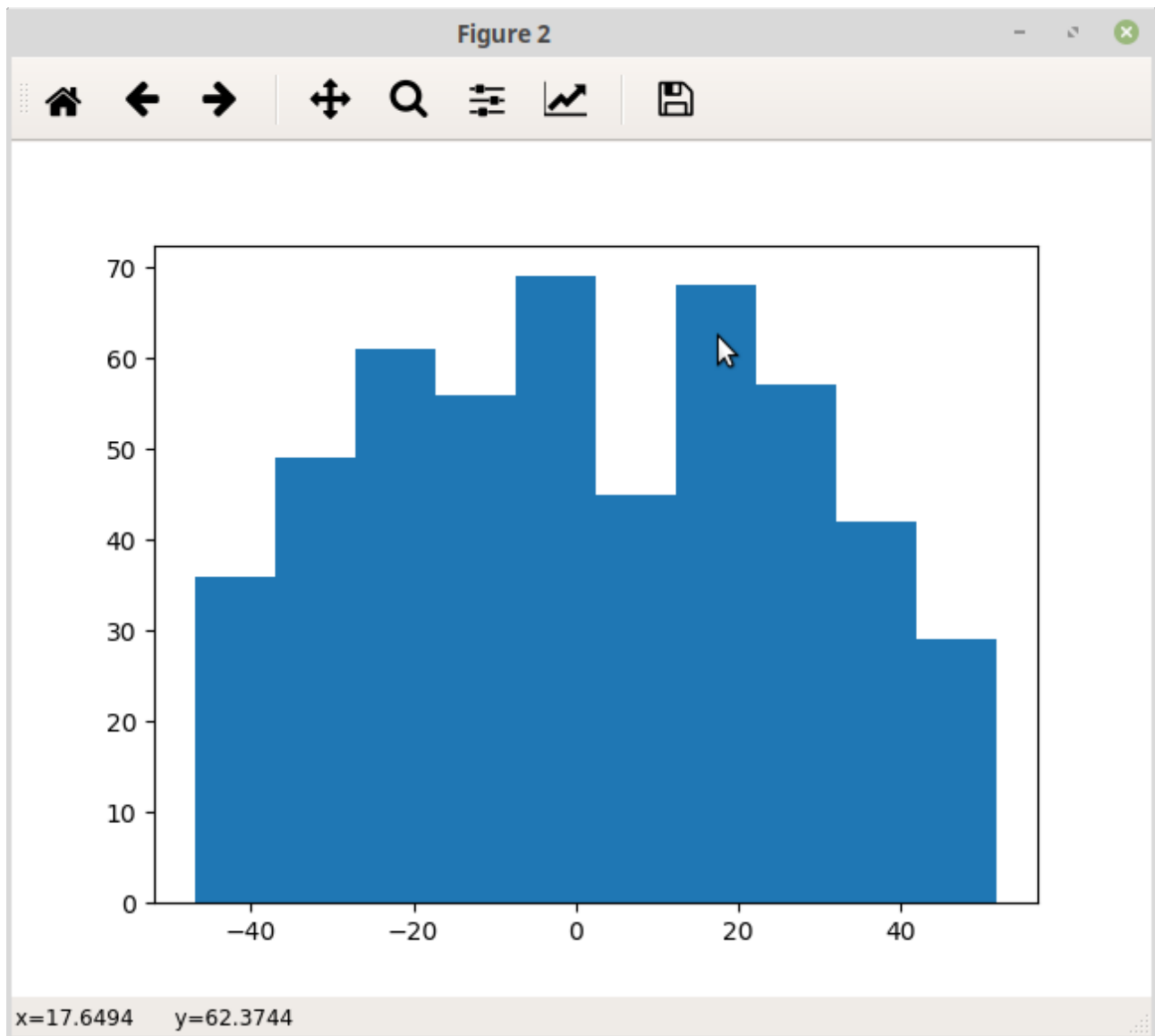
Color rojo: corresponde a la señal original.

Color verde: corresponde a la señal adquirida.

Color amarillo: corresponde al máximo y mínimo.

Puede apreciarse que la señal de error presenta un máximo positivo cuando la señal adquirida crece y un máximo negativo cuando la señal adquirida decrece.

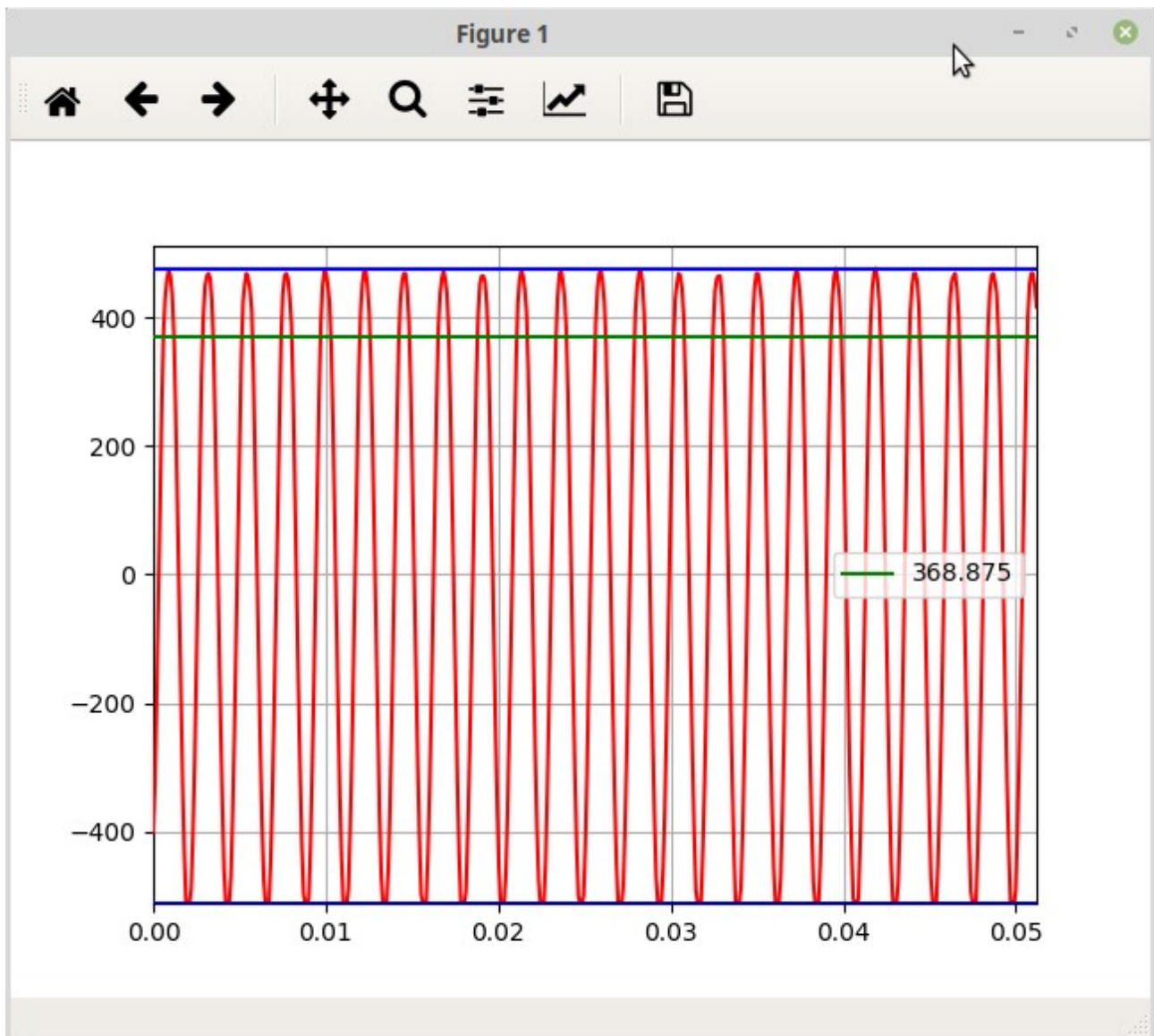
-Histograma del error



El histograma del error muestra una concentración de valores cercanos al cero.

Digitalizar con 8 bits

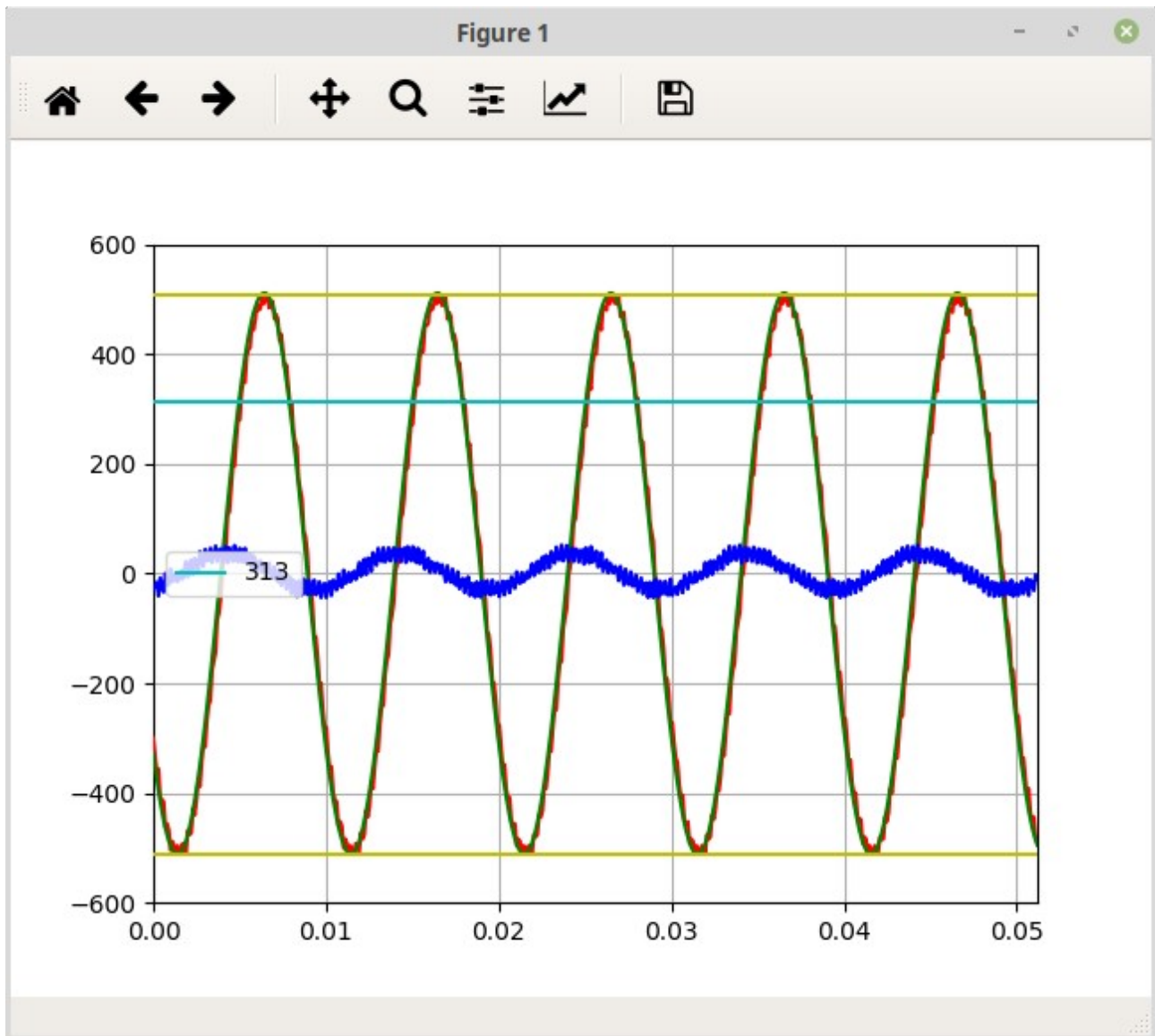
–Señal adquirida con su máximo, mínimo y RMS



La señal tiene forma de senoidal, por lo cual la adquisición se realizó de manera aceptable, vemos que el valor del rms subió un poco con respecto al digitalizado con 10 bits.

La señal es simétrica respecto al eje del tiempo. Se observa una mayor distorsión de la señal adquirida respecto de la original que cuando se digitaliza con 10 bits, pero no es muy significativo.

–Señal error = Original-Adquirida



El error corresponde a una señal que conserva cierta simetría y es relativamente bajo con respecto a la señal original. Sigue siendo bajo y aceptable.

Color azul: corresponde a la señal de error.

Color cian: corresponde al rms.

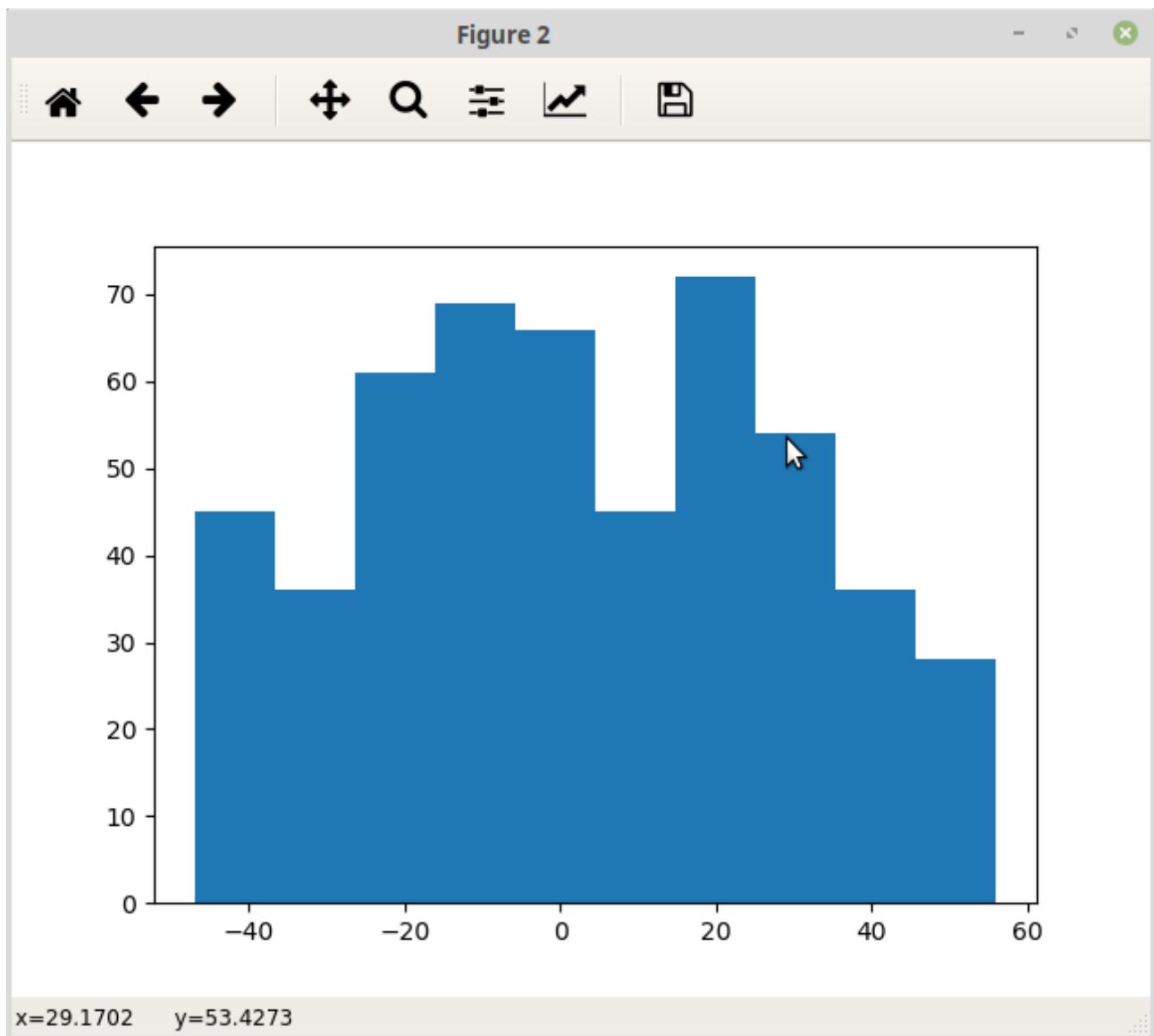
Color rojo: corresponde a la señal original.

Color verde: corresponde a la señal adquirida.

Color amarillo: corresponde al máximo y mínimo.

Puede apreciarse que la señal de error presenta un máximo positivo cuando la señal adquirida crece y un máximo negativo cuando la señal adquirida decrece.

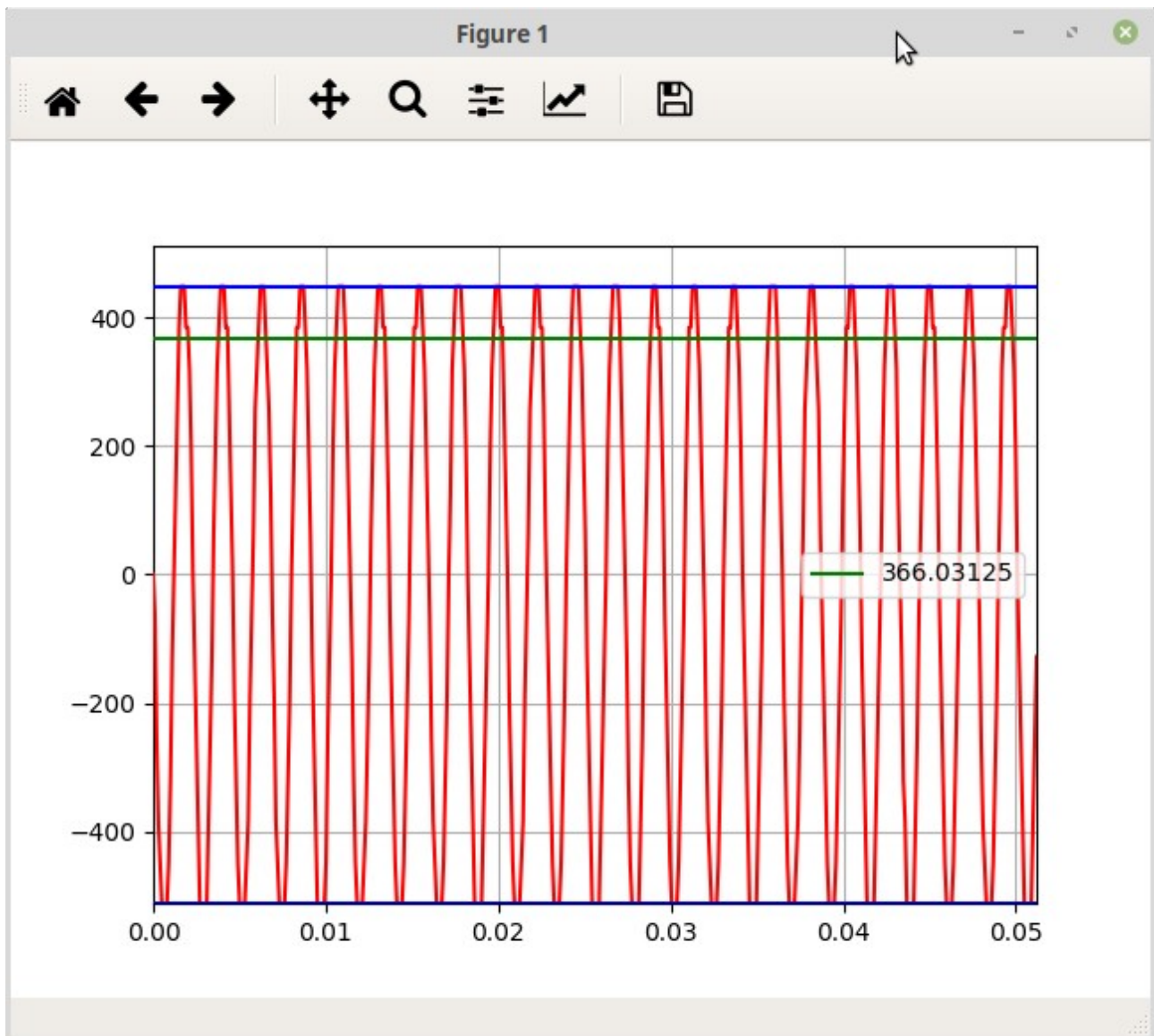
–Histograma del error



El histograma del error muestra una diferencia en cuanto a la anterior, esta tiende a dispersarse un poco.

Digitalizar con 4 bits

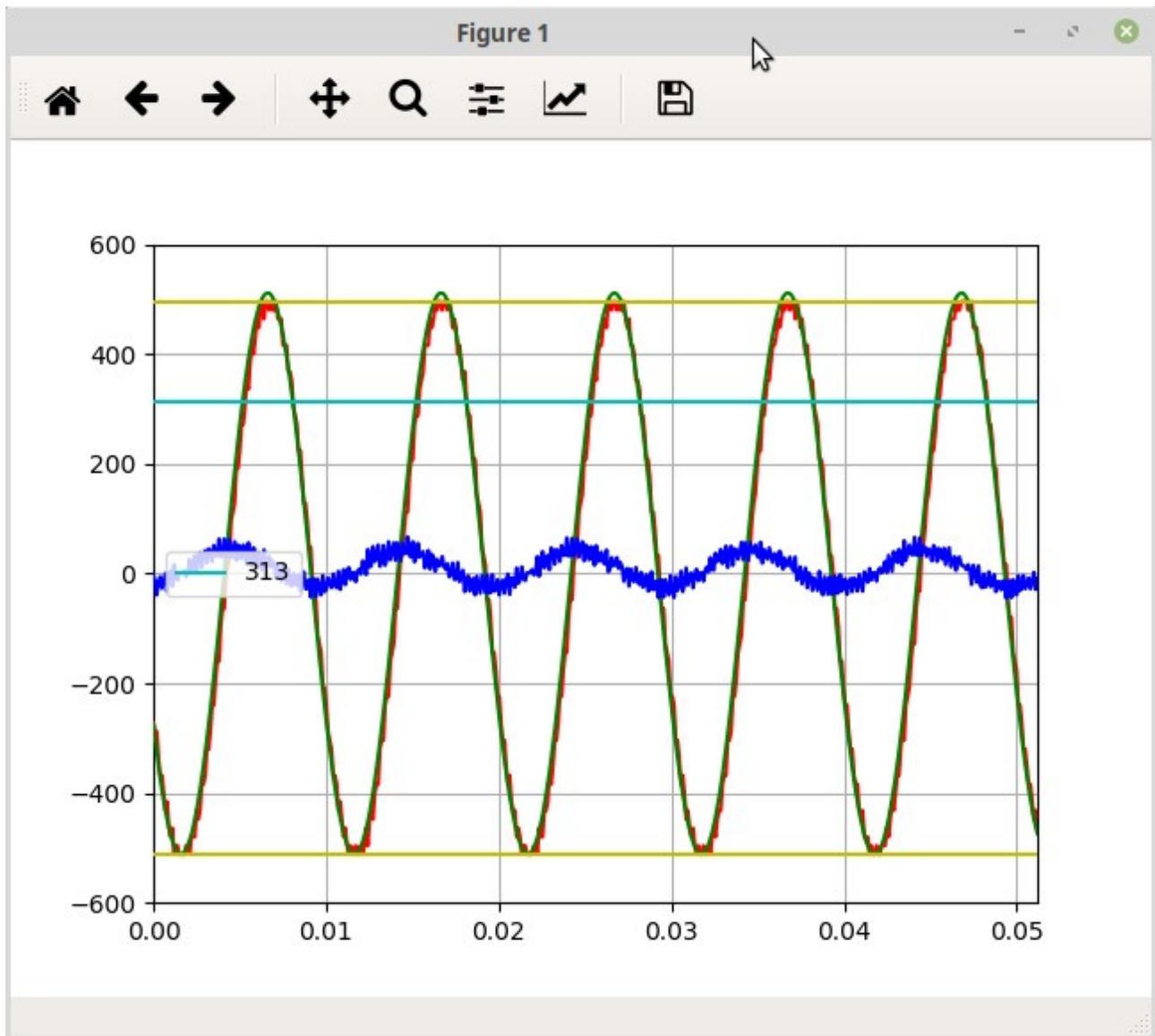
–Señal adquirida con su máximo, mínimo y RMS



La señal está más distorsionada con respecto a la anterior, el rms se incrementó un poco más.

La señal es simétrica respecto al eje del tiempo. Se observa una mayor distorsión de la señal adquirida respecto de la original que cuando se digitaliza con 8 bits.

–Señal error = Original-Adquirida



El error corresponde a una señal que conserva cierta simetría y es relativamente bajo con respecto a la señal original.

Color azul: corresponde a la señal de error.

Color cian: corresponde al rms.

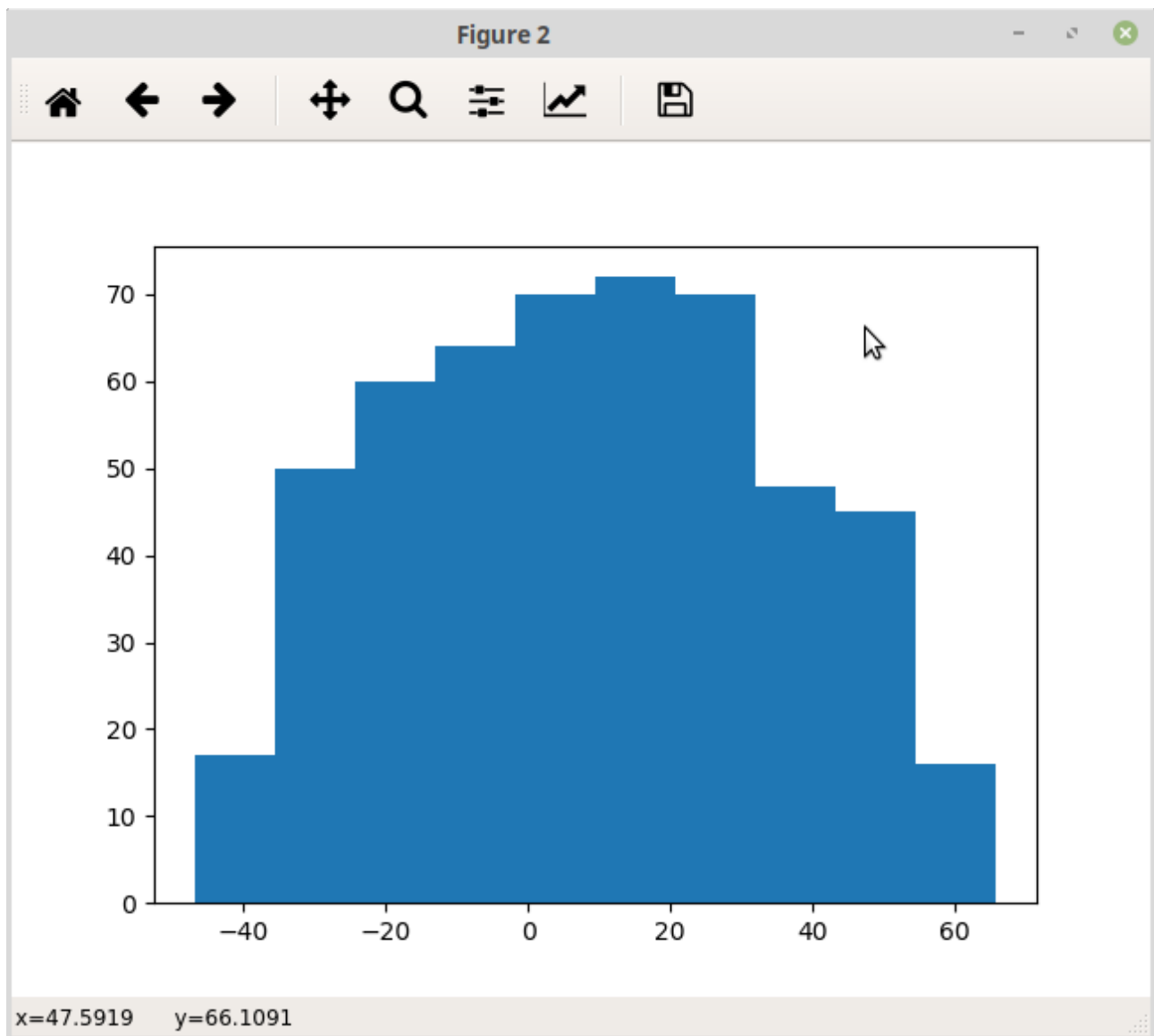
Color rojo: corresponde a la señal original.

Color verde: corresponde a la señal adquirida.

Color amarillo: corresponde al máximo y mínimo.

Puede apreciarse que la señal de error presenta un máximo positivo cuando la señal adquirida crece y un máximo negativo cuando la señal adquirida decrece.

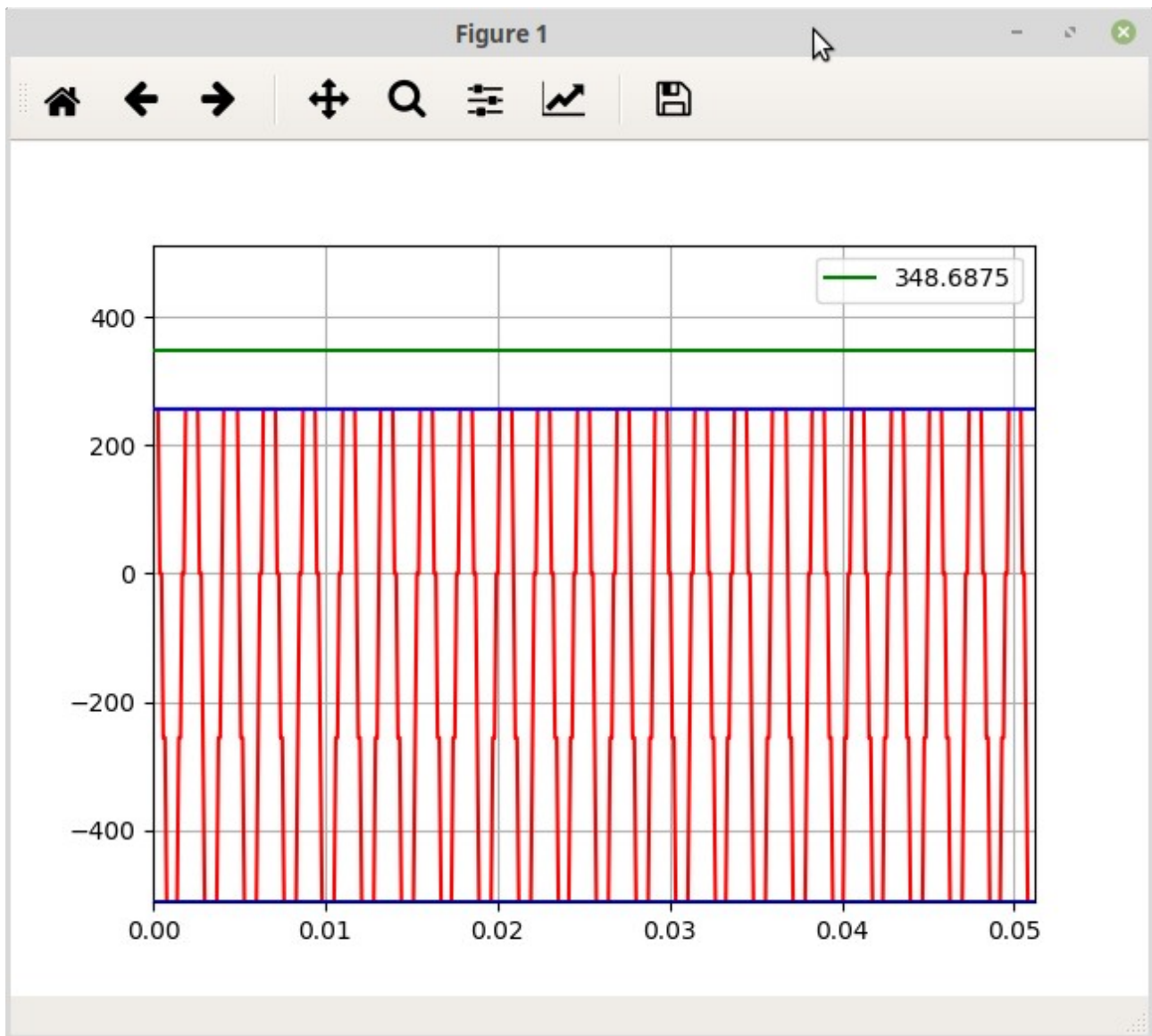
–Histograma del error



El histograma del error muestra una diferencia en cuanto a la anterior, tiende a ensancharse un poco más.

Digitalizar con 2 bits

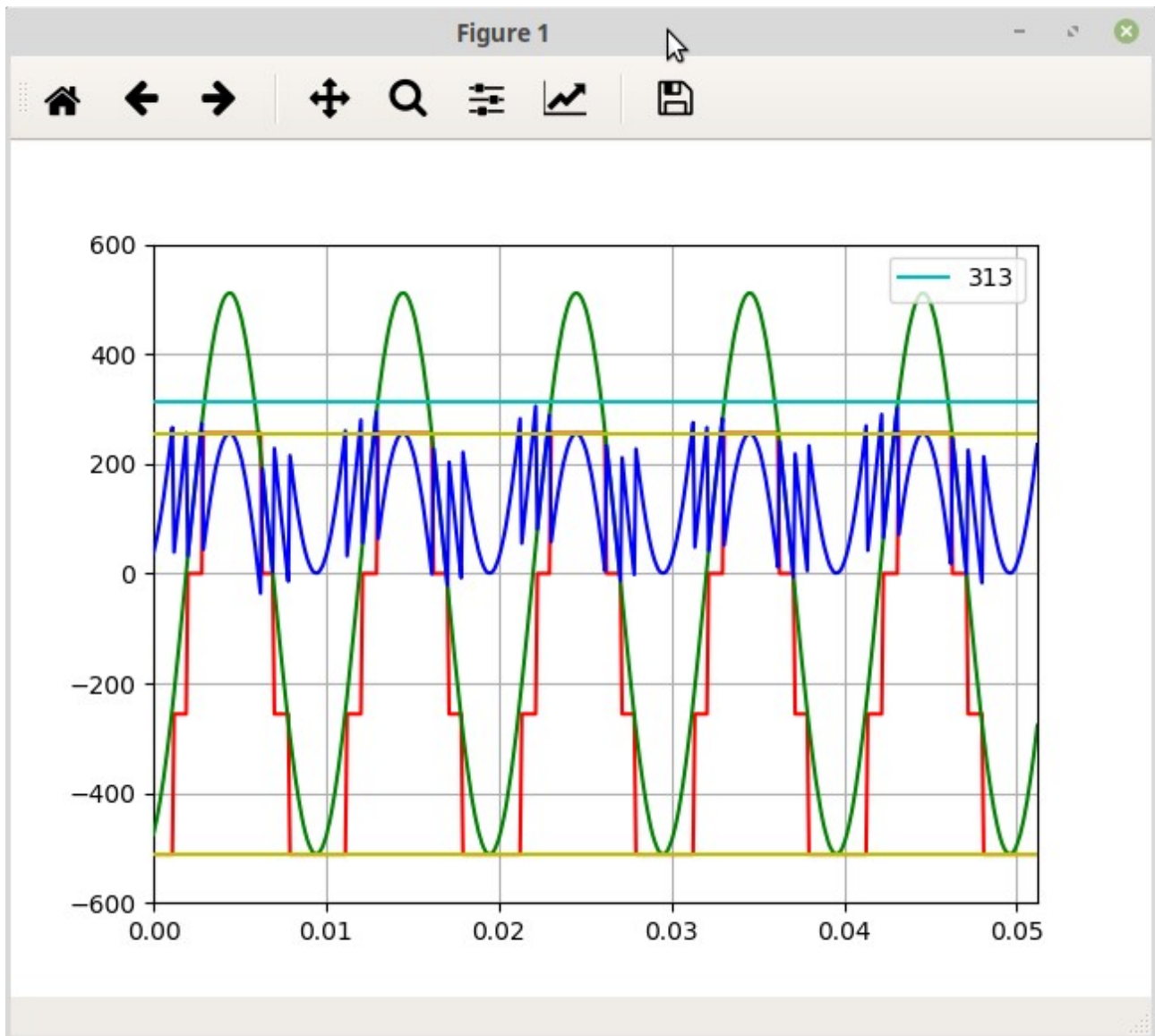
–Señal adquirida con su máximo, mínimo y RMS



La señal está más distorsionada con respecto a la anterior, el rms se incrementó un poco más.

La señal ya no es simétrica respecto al eje de tiempo. Se observa una gran distorsión de la señal adquirida. El rms ya no corresponde al valor pico/ raíz 2.

–Señal error = Original-Adquirida



El error no corresponde a una señal que conserva algo de simetría y no corresponde a la señal original.

Color azul: corresponde a la señal de error.

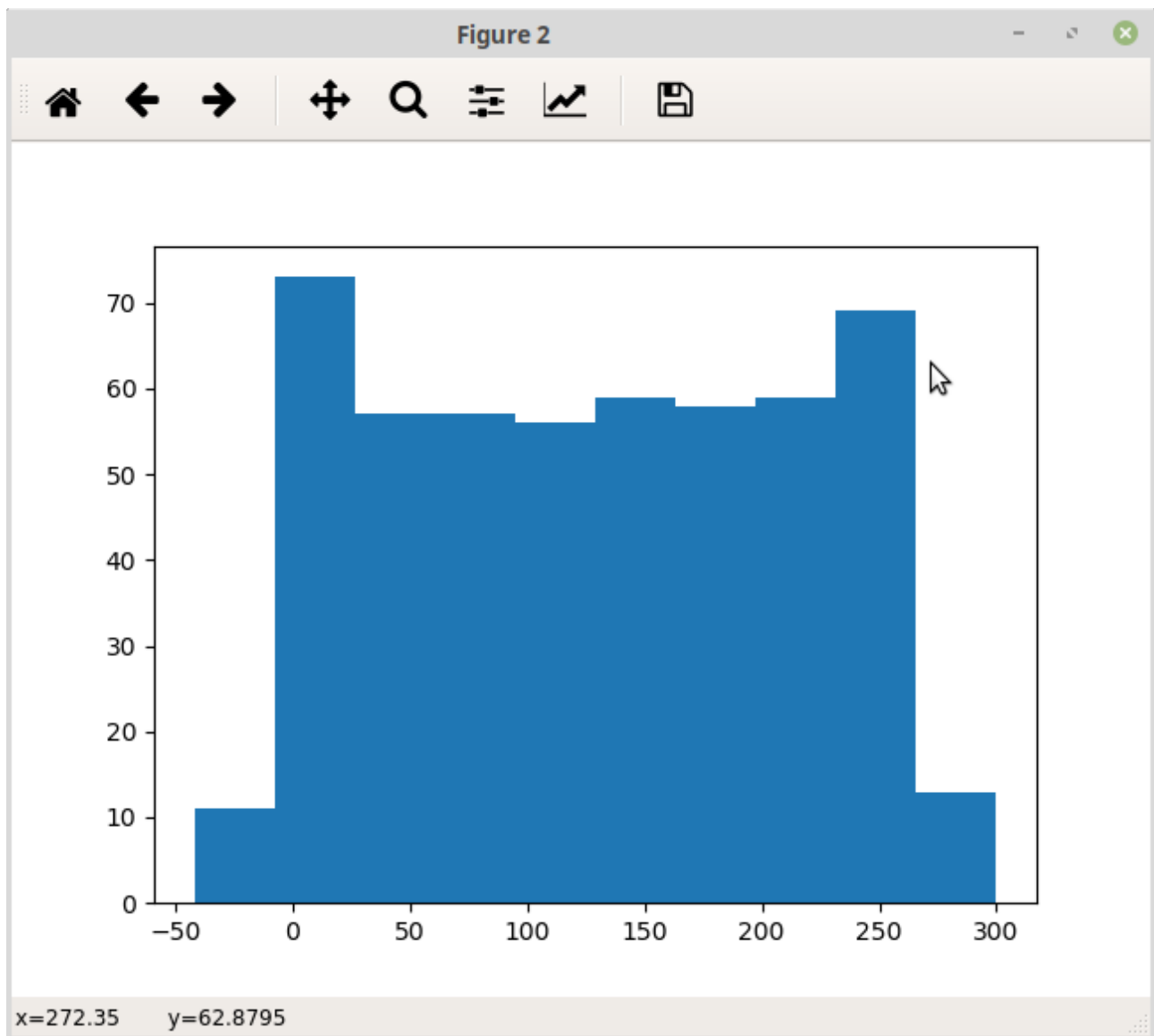
Color cian: corresponde al rms.

Color rojo: corresponde a la señal original.

Color verde: corresponde a la señal adquirida.

Color amarillo: corresponde al máximo y mínimo.

–Histograma del error

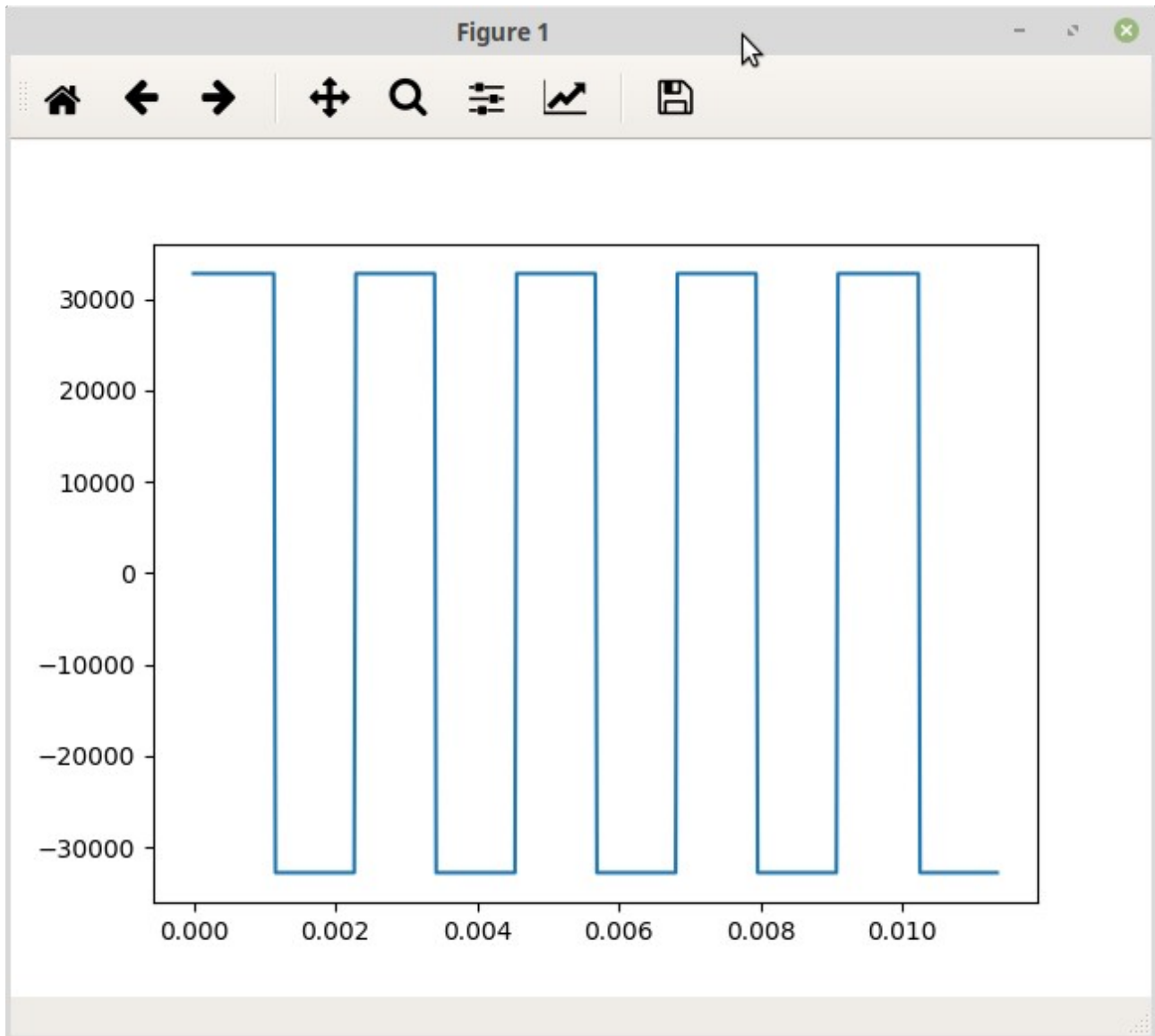


El histograma del error muestra una distribución uniforme.

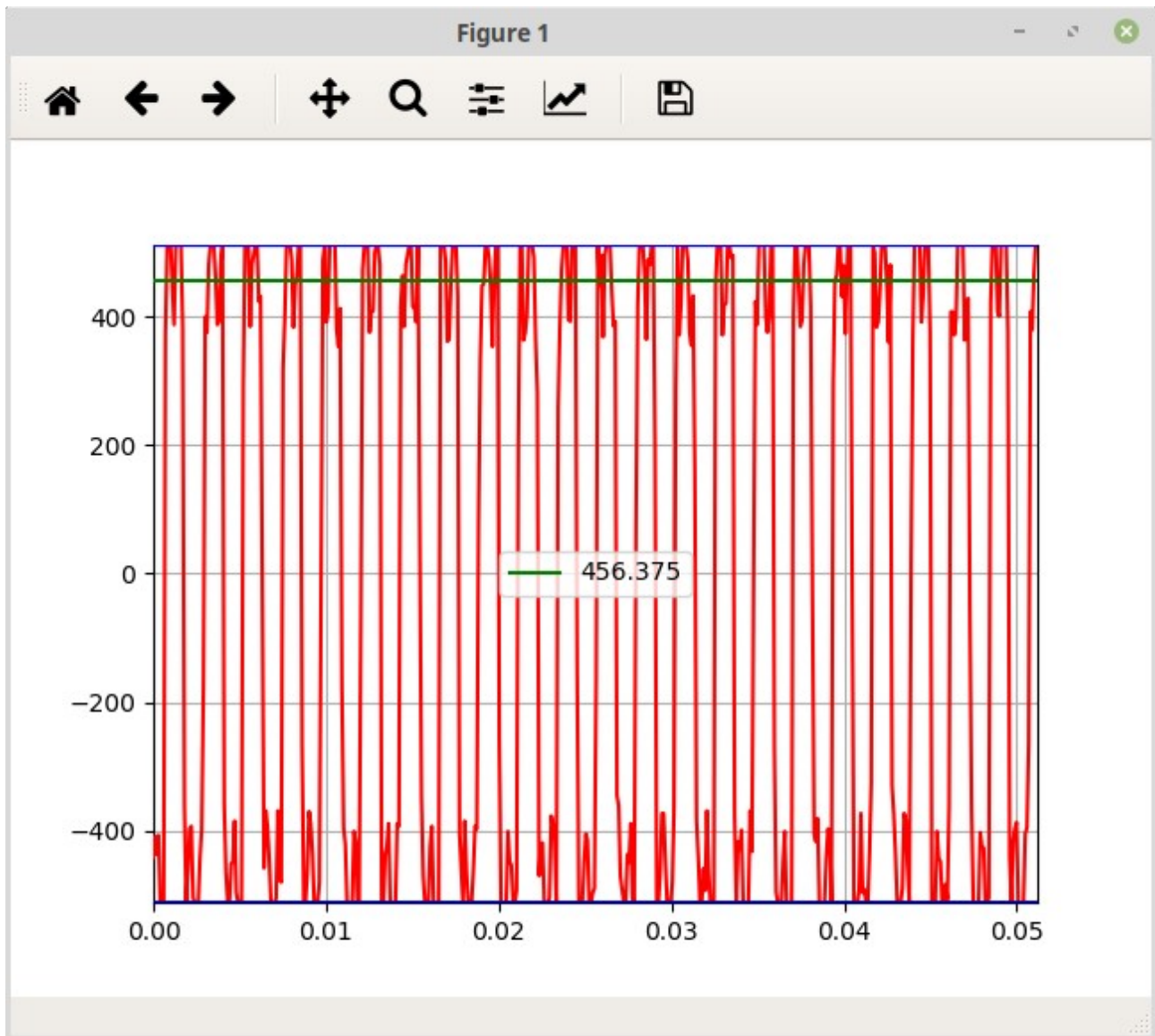
2. Realice el mismo experimento con una cuadrada y una triangular

Digitalizar con 10 bits

–Señal original con su máximo, mínimo y RMS

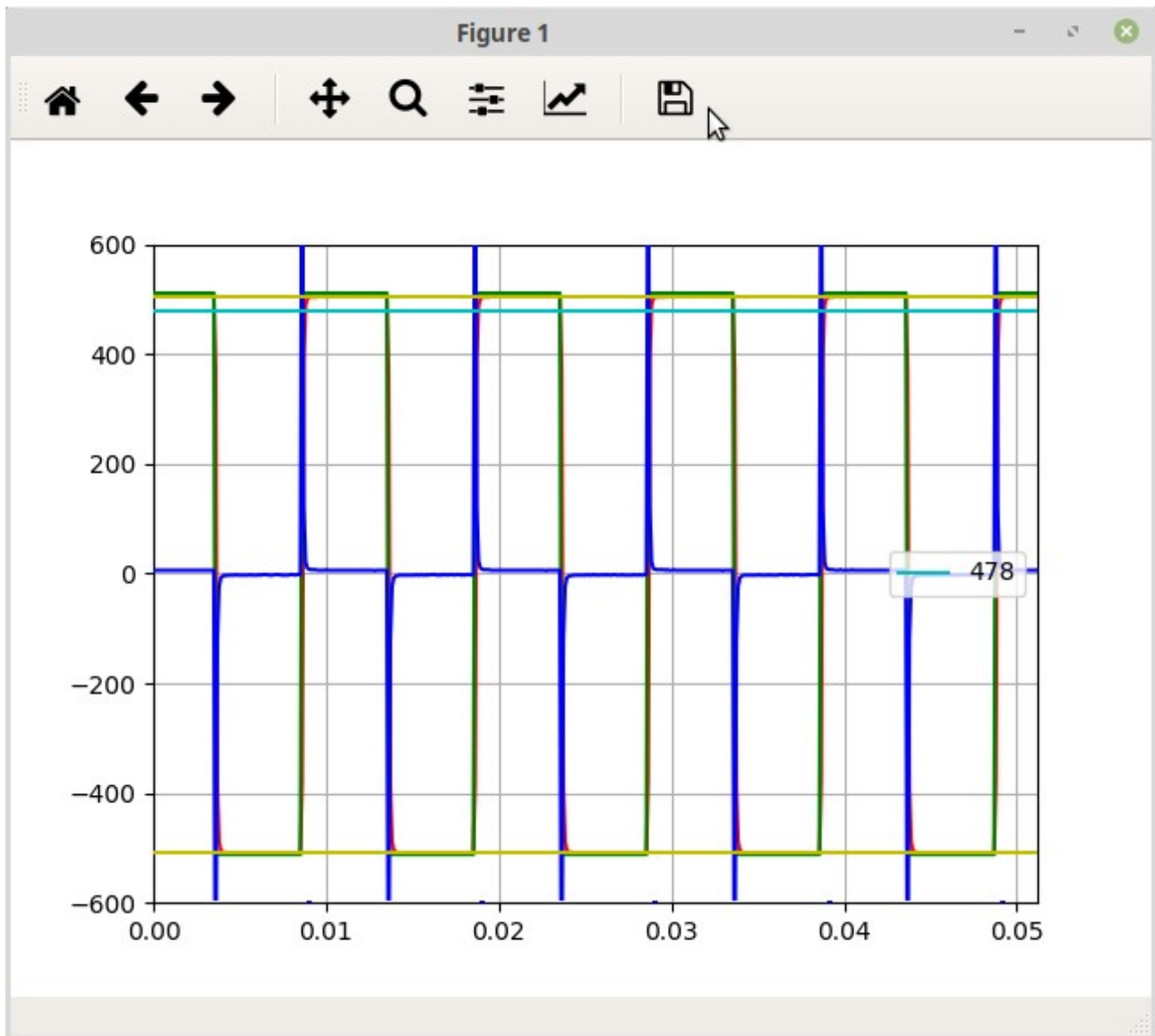


–Señal adquirida con su máximo, mínimo y RMS



La señal adquirida se distorciona con respecto a la original, el valor rms es cercano al valor pico.

–Señal error = Original-Adquirida



El error tiende a cero excepto en las transiciones de negativos a positivos.

Color azul: corresponde a la señal de error.

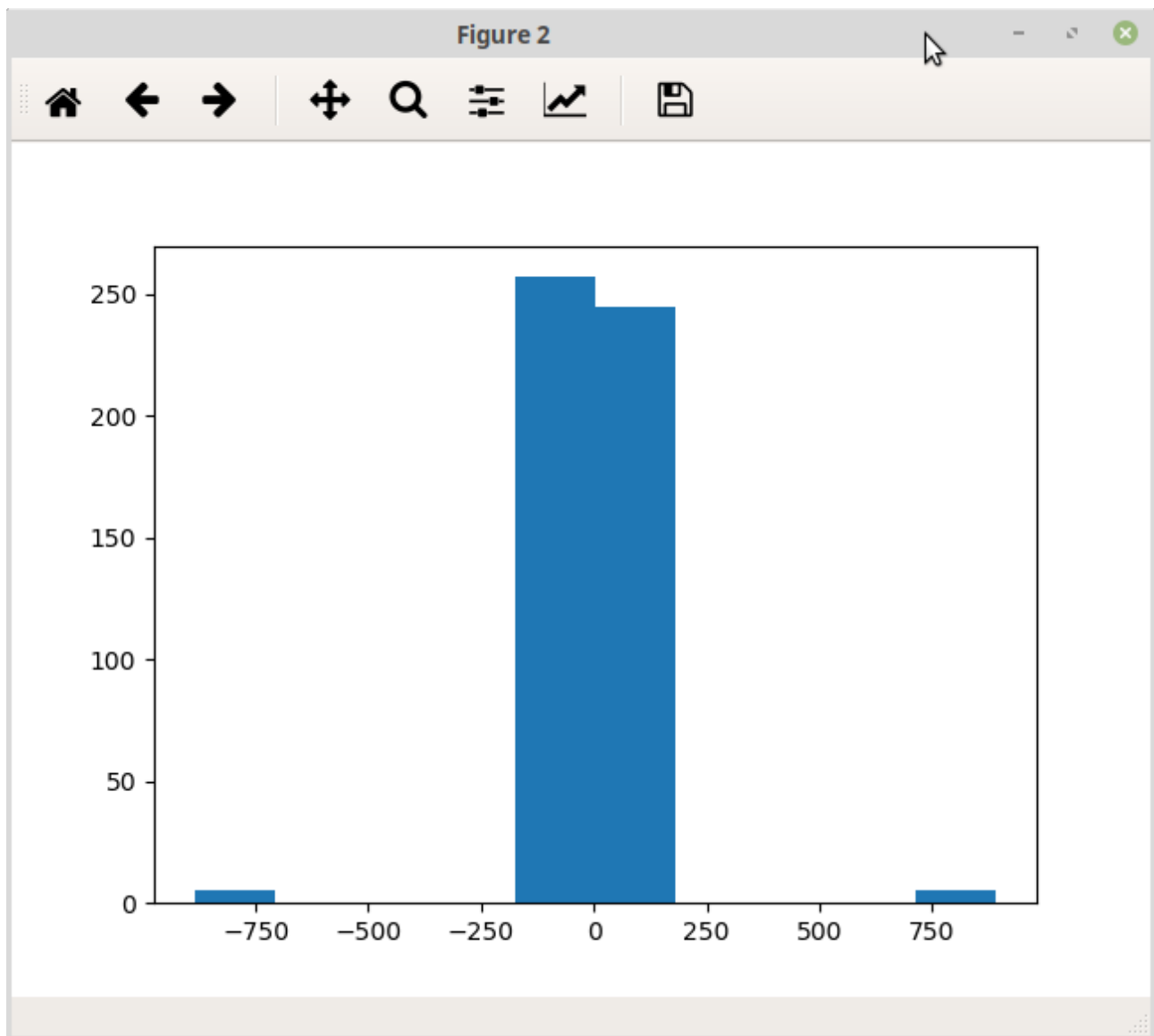
Color cian: corresponde al rms.

Color rojo: corresponde a la señal original.

Color verde: corresponde a la señal adquirida.

Color amarillo: corresponde al máximo y mínimo.

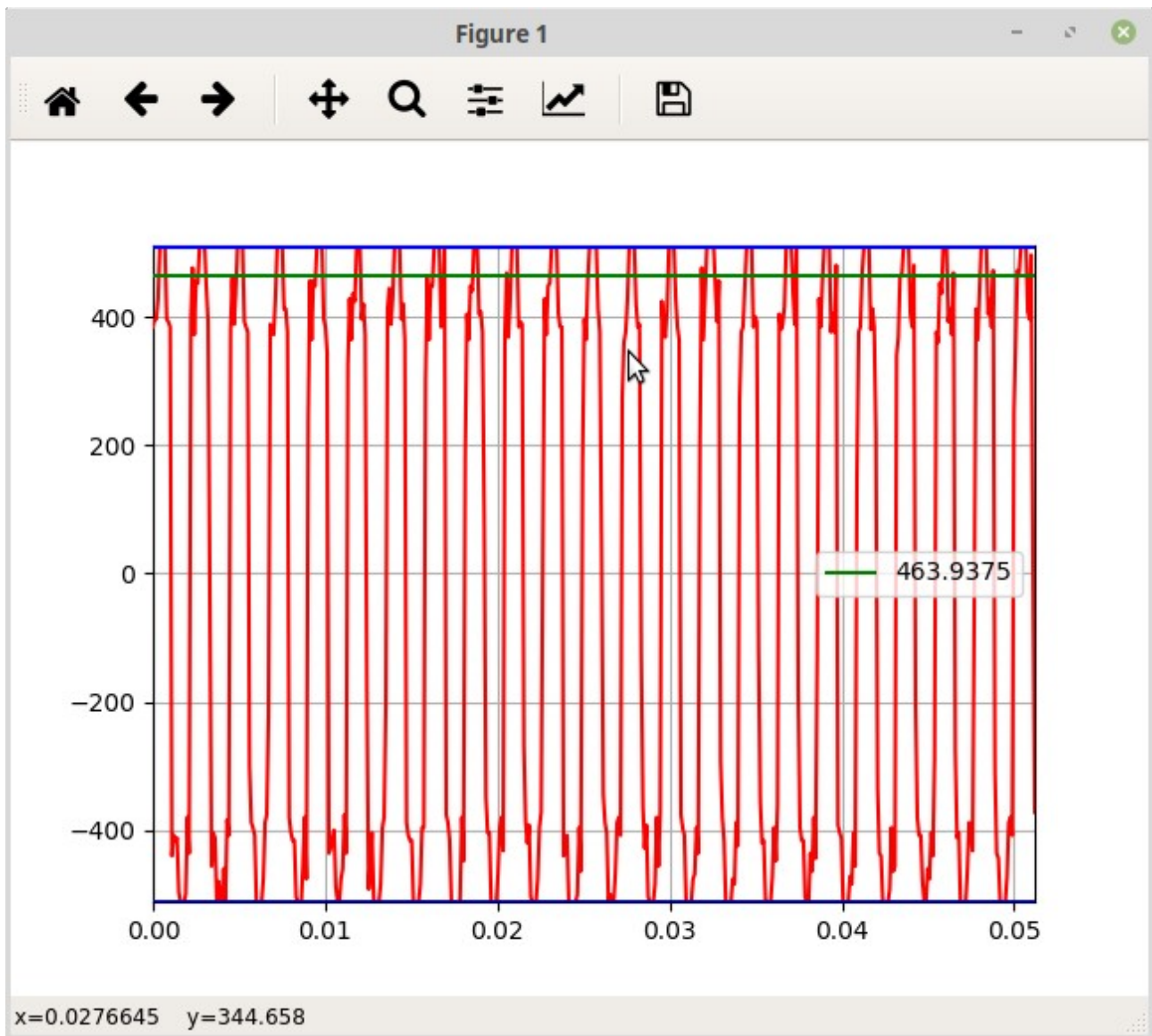
–Histograma del error



El histograma del error muestra una alta concentración alrededor de cero.

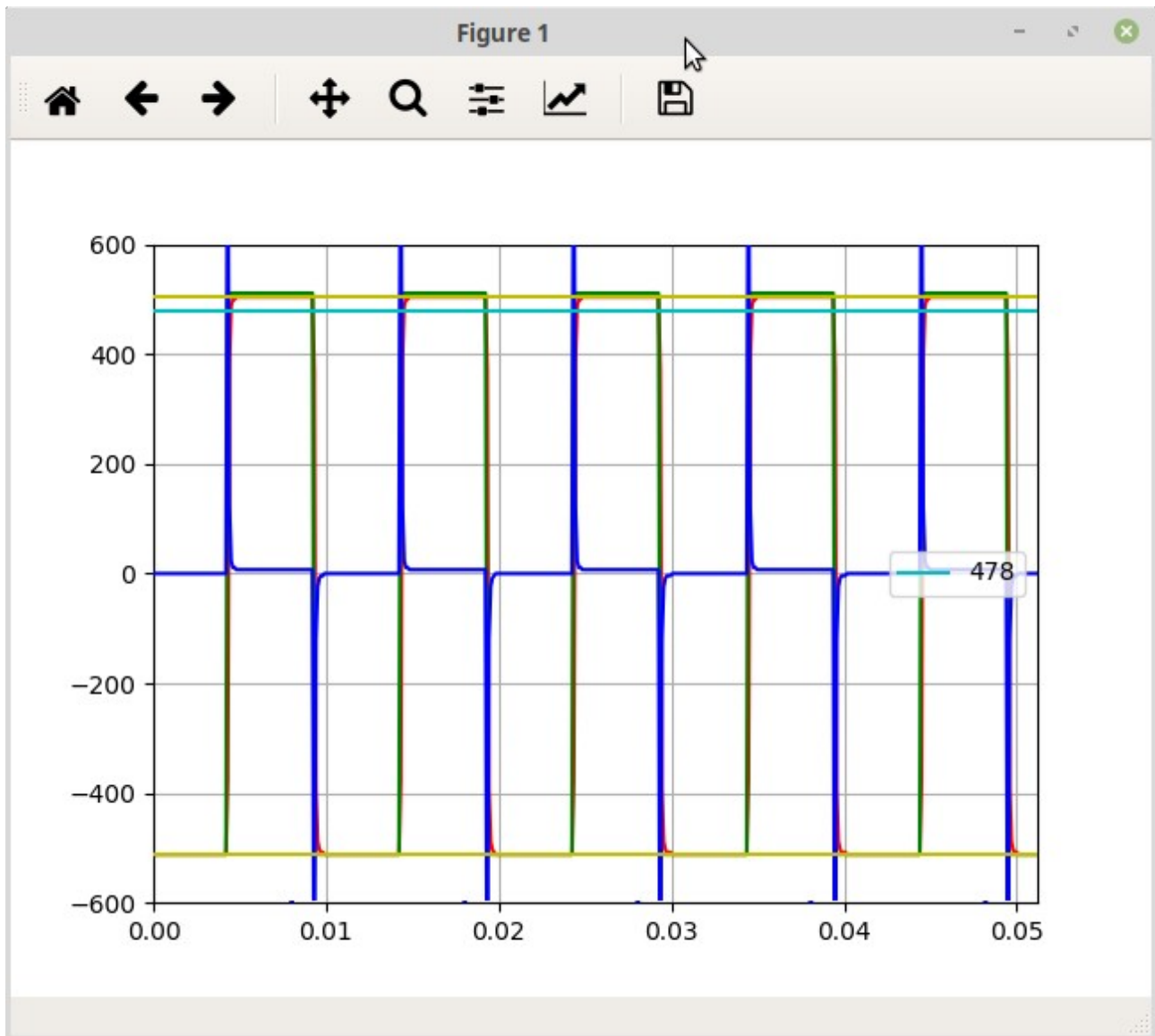
Digitalizar con 8 bits

–Señal adquirida con su máximo, mínimo y RMS



La señal adquirida se distorciona con respecto a la original aún más que cuando digitalizamos con 10 bits, el valor rms es cercano al valor pico.

–Señal error = Original-Adquirida



El error tiende a cero excepto en las transiciones de negativos a positivos.

Color azul: corresponde a la señal de error.

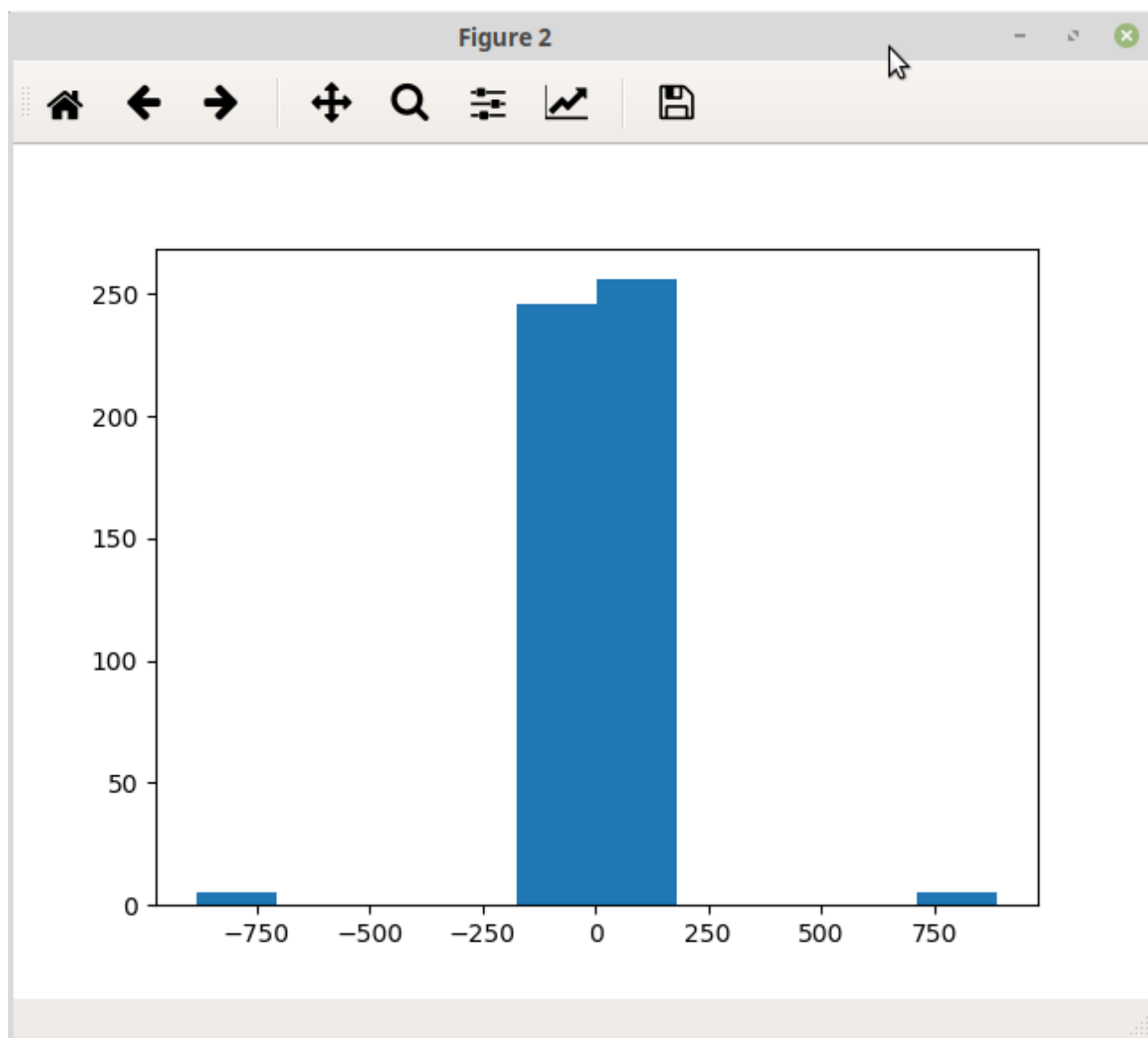
Color cian: corresponde al rms.

Color rojo: corresponde a la señal original.

Color verde: corresponde a la señal adquirida.

Color amarillo: corresponde al máximo y mínimo.

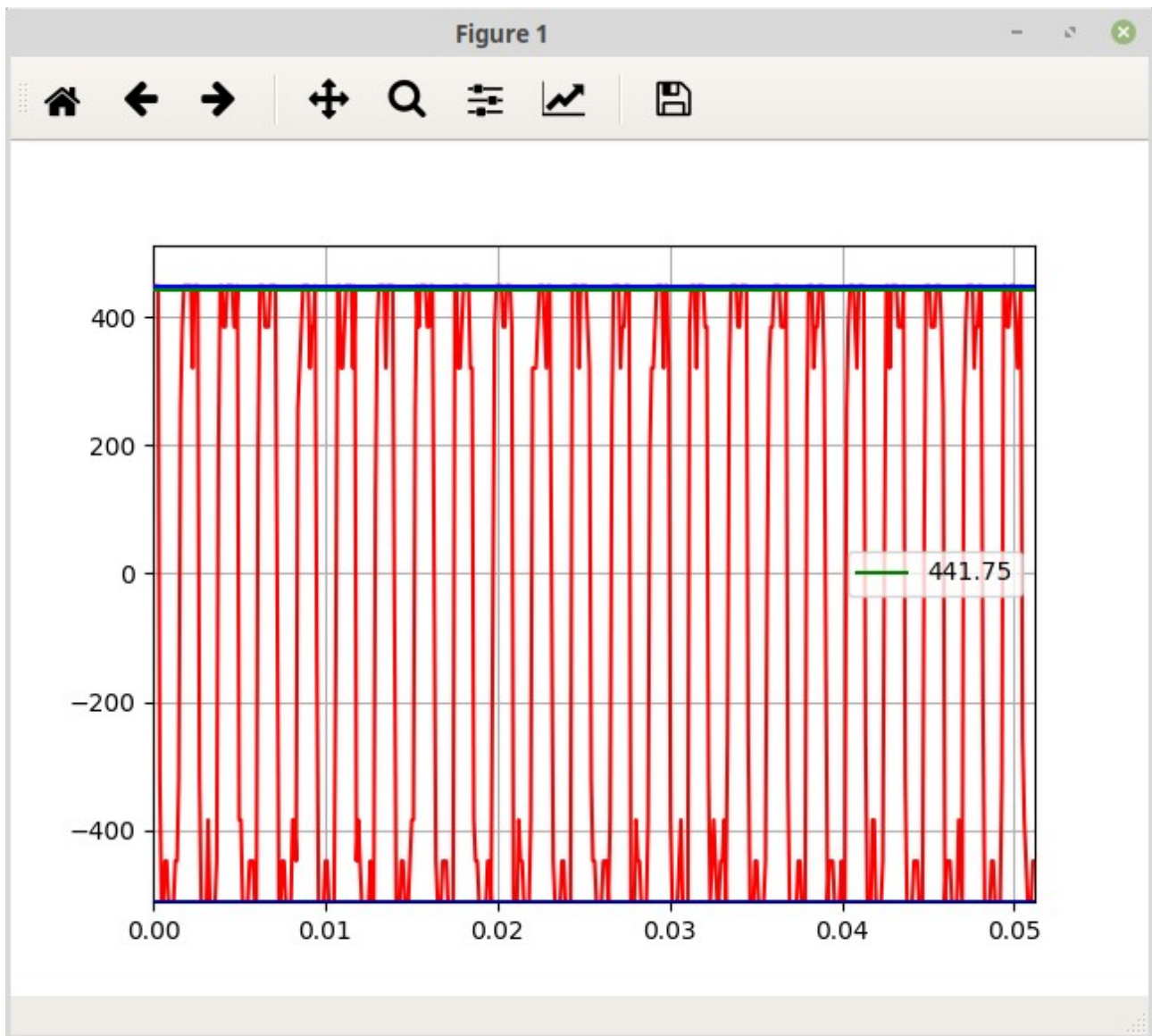
–Histograma del error



El histograma del error muestra una alta concentración alrededor de cero.

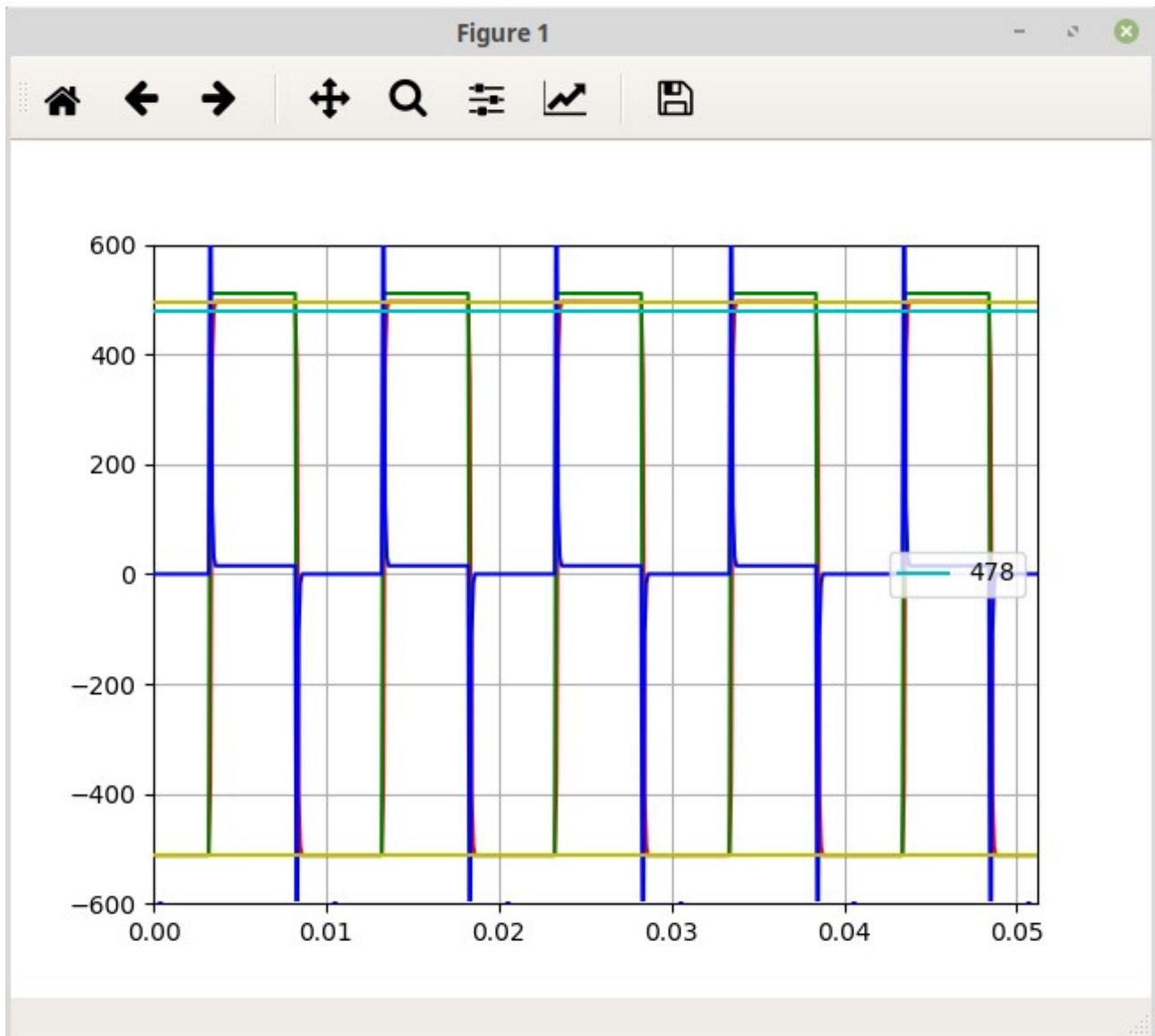
Digitalizar con 4 bits

–Señal adquirida con su máximo, mínimo y RMS



La señal adquirida se distorciona con respecto a la original, el valor rms coincide con el valor pico.

–Señal error = Original-Adquirida



El error se incrementa y sigue siendo muy alto en las transiciones de negativos a positivos.

Color azul: corresponde a la señal de error.

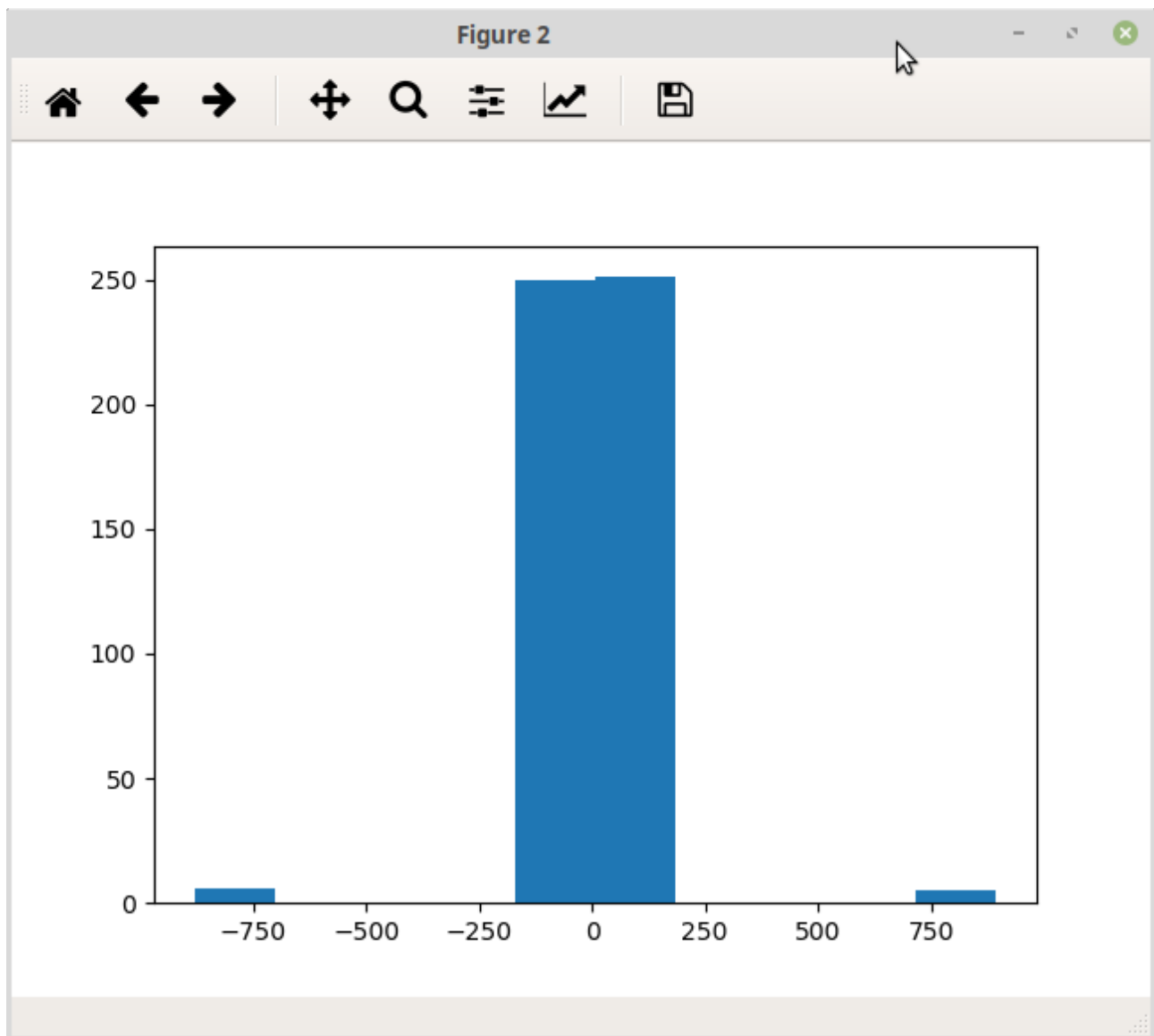
Color cian: corresponde al rms.

Color rojo: corresponde a la señal original.

Color verde: corresponde a la señal adquirida.

Color amarillo: corresponde al máximo y mínimo.

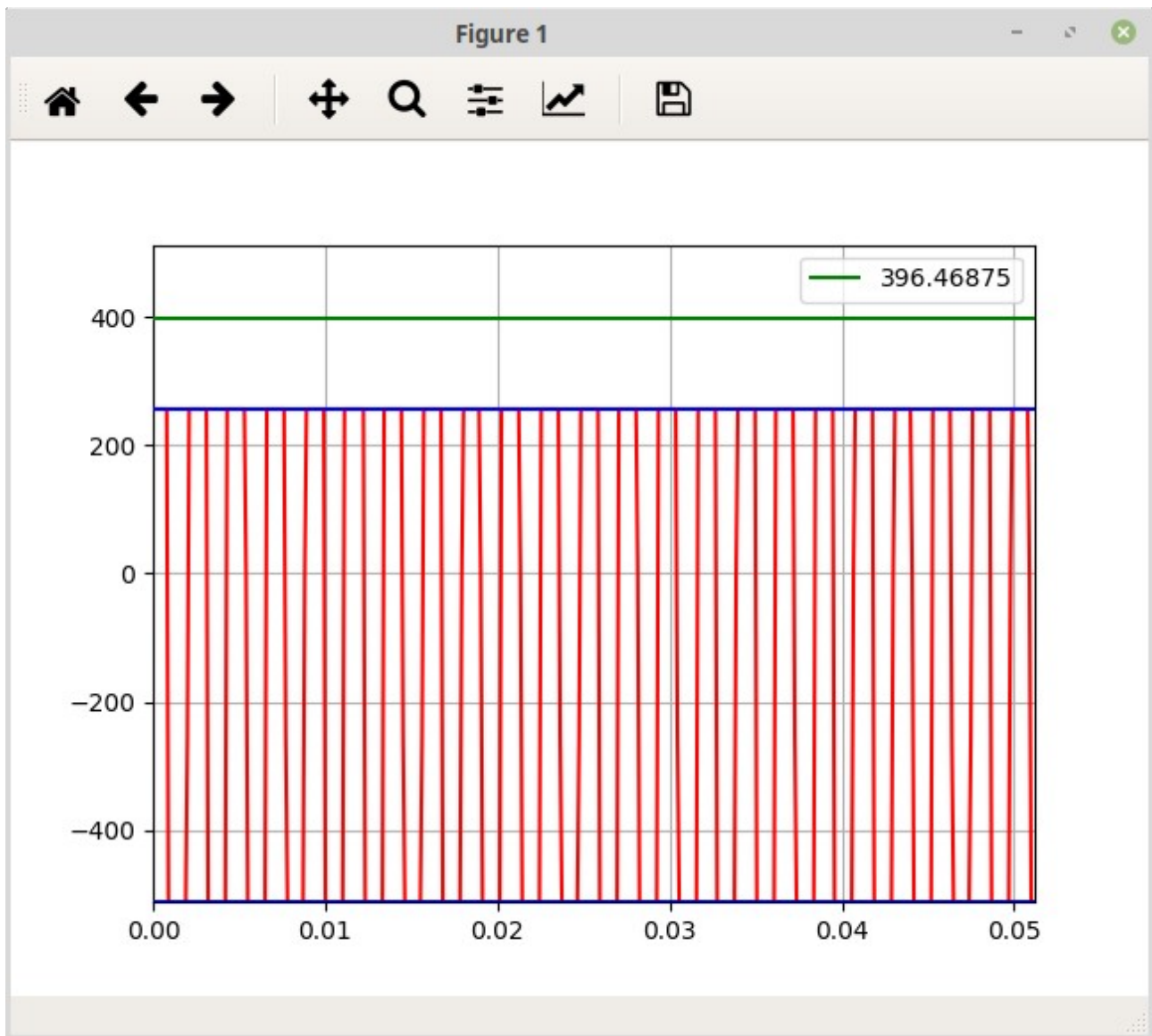
–Histograma del error



El histograma del error muestra una alta concentración alrededor de cero, tiende a ensancharse un poco más.

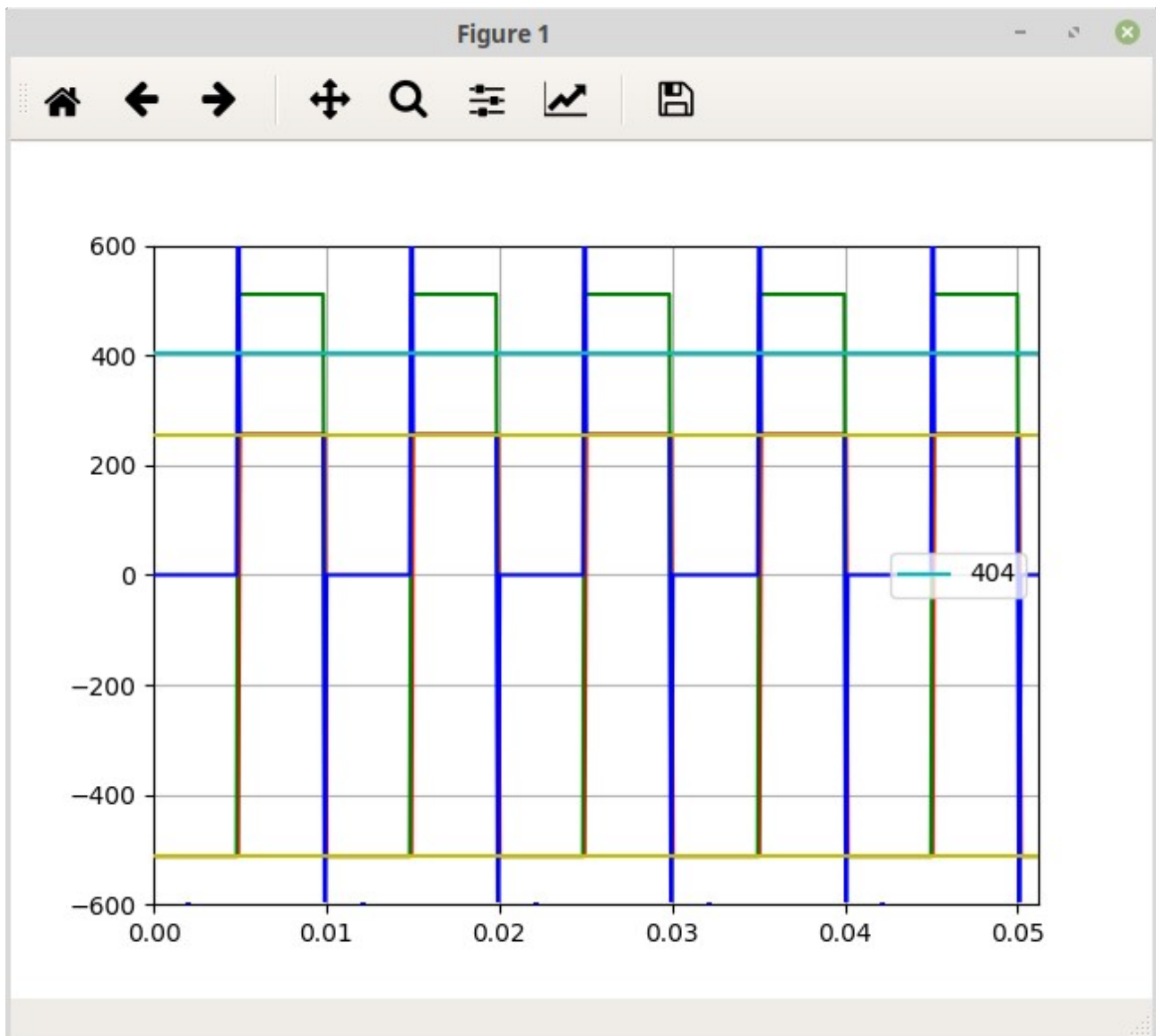
Digitalizar con 2 bits

–Señal adquirida con su máximo, mínimo y RMS



La señal adquirida se distorciona con respecto a la original, el valor rms supera al valor pico.

–Señal error = Original-Adquirida



El error se incrementa, persisten los altos picos en las transiciones de negativos a positivos.

Color azul: corresponde a la señal de error.

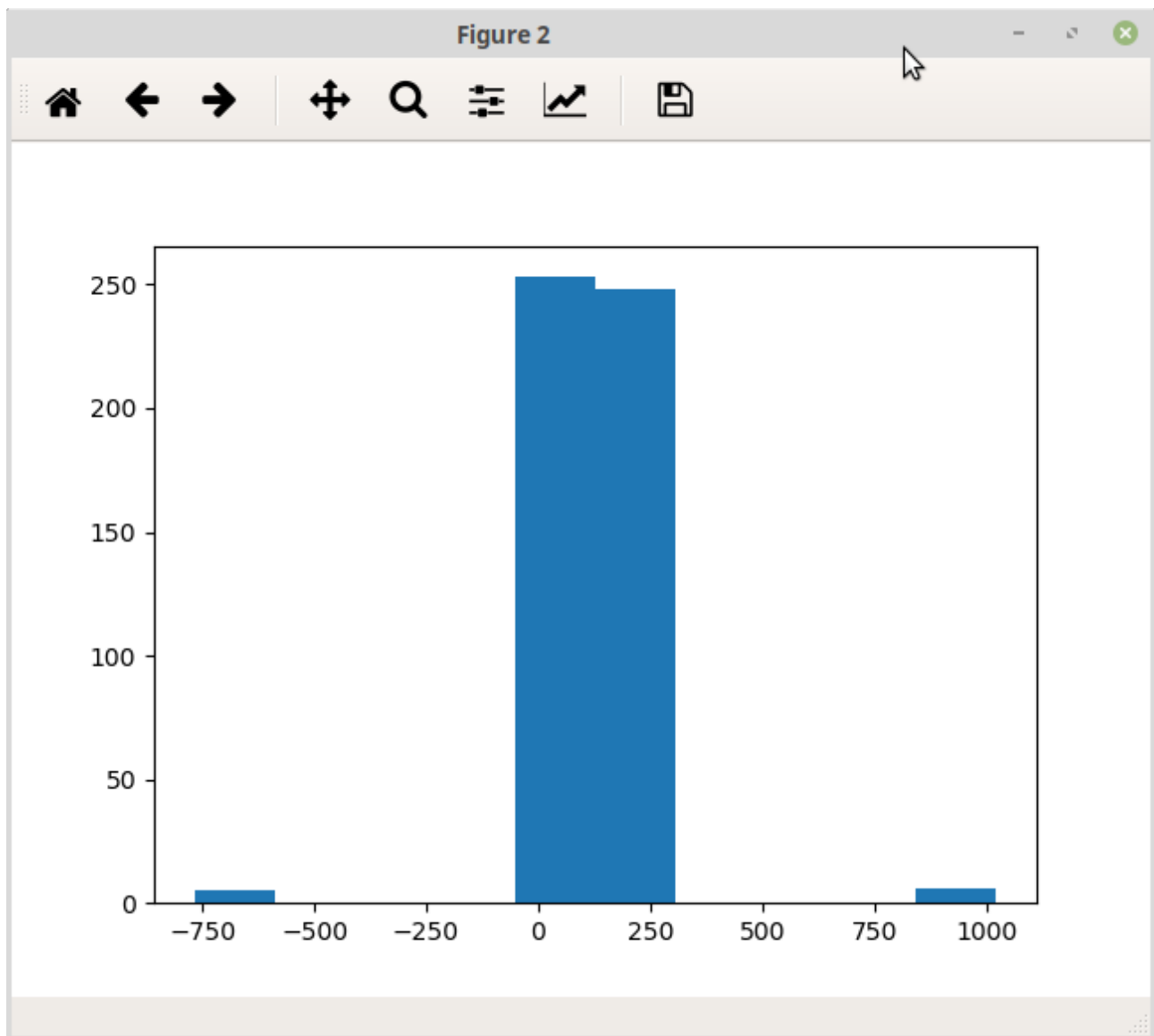
Color cian: corresponde al rms.

Color rojo: corresponde a la señal original.

Color verde: corresponde a la señal adquirida.

Color amarillo: corresponde al máximo y mínimo.

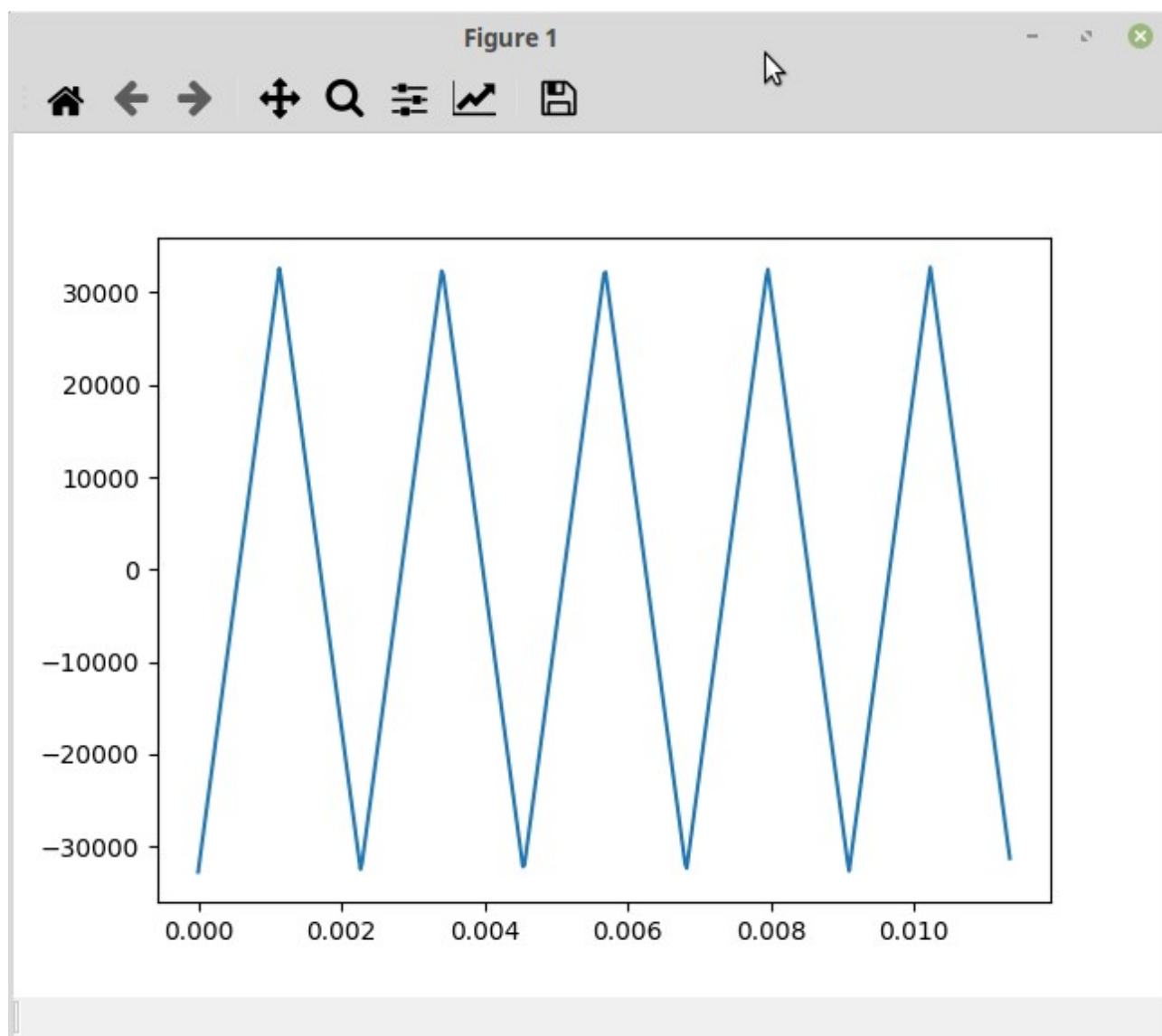
–Histograma del error



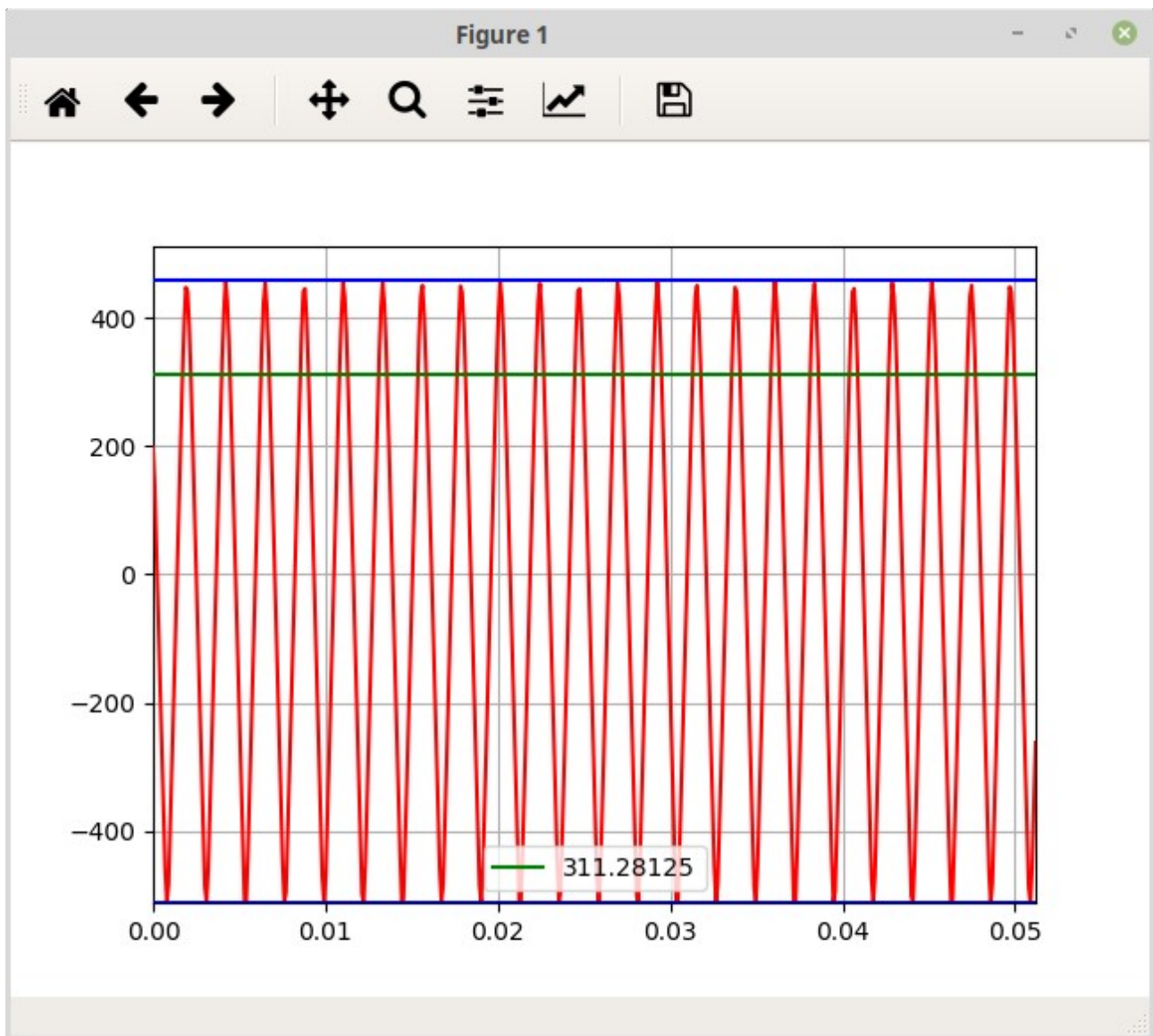
El histograma del error ya no muestra una alta concentración alrededor de cero.

Digitalizar con 10 bits

–Señal original con su máximo, mínimo y RMS

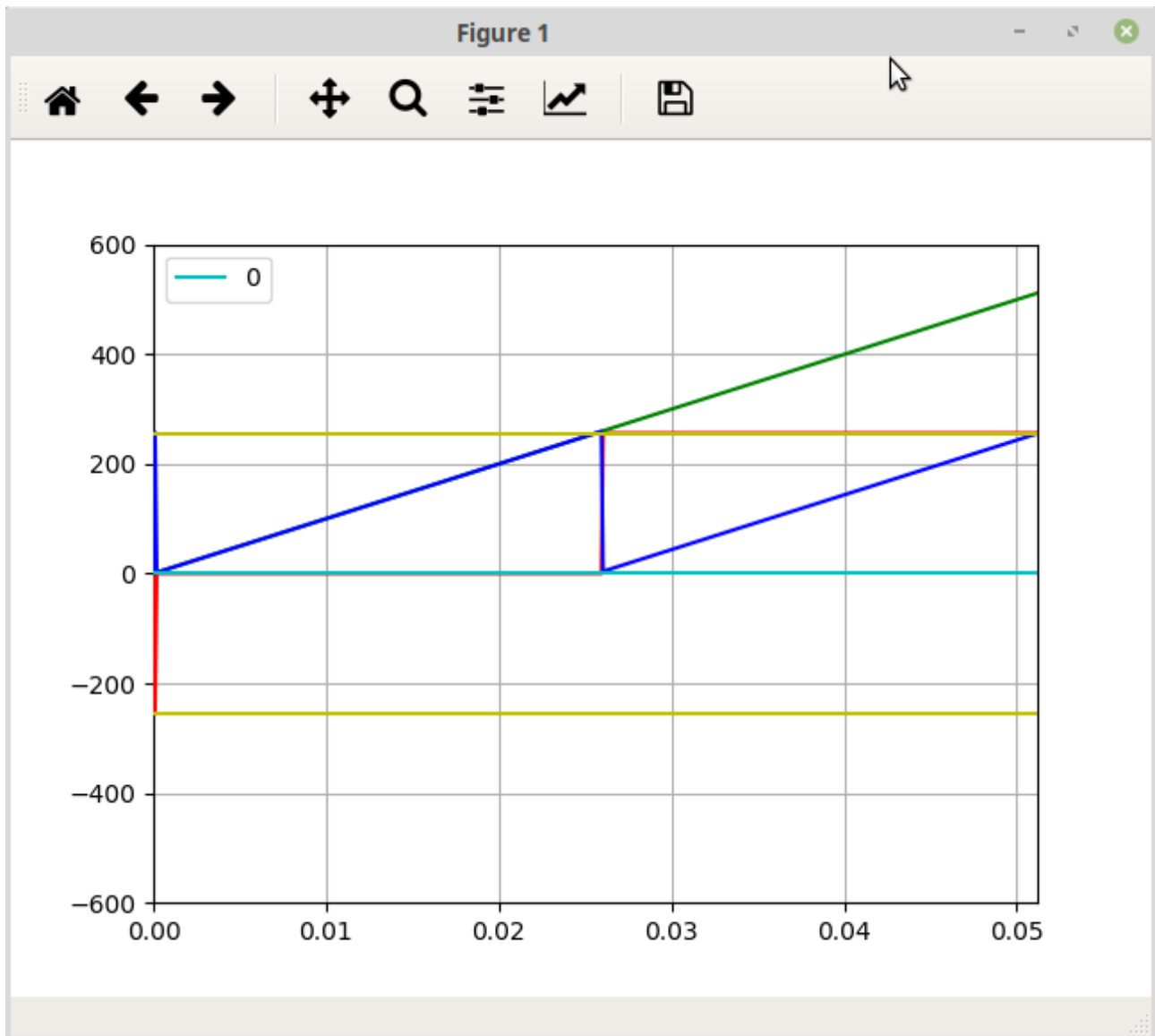


–Señal adquirida con su máximo, mínimo y RMS



La señal adquirida tiene semejanza con respecto a la señal original, el valor rms corresponde al aproximado de valor pico/ raíz 2.

–Señal error = Original-Adquirida



Con respecto a este experimento no pude obtener un resultado coherente a lo que se solicita, debido a un problema con la generación de la señal original desde el dac de la CIAA.

En primer lugar se nota que la frecuencia de la señal adquirida no corresponde a los valores lógicos de frecuencia esperado (440 Hz).

No se logro generar adecuadamente la onda triangular por lo que la adquisición y los valores de máximo, mínimo y rms no son consistentes.

Por otro lado, la señal de error tampoco es consistente, no aporta nada para los fines del experimento que se pretendio realizar.

Sistema de números

1. Explique brevemente algunas de las diferencias entre la representación flotante de simple precisión (32b) y el sistema de punto fijo Qn.m

Las diferencias entre los sistemas de números de punto fijo y punto flotante, son:

Con punto fijo la cantidad de patrones de bits es de 65536, mientras en punto flotante es de 4,294,967,296.

El punto fijo tiene un Gap entre números constante, mientras en punto flotante el Gap es entre números variable.

El punto fijo tiene un rango dinámico de 32767 , -32768 , y en punto flotante es de $\pm 3,4e 10^{38}$, $\pm 1,2e 10^{-38}$.

En el punto fijo el Gap es 10 mil veces mas chico que el número, mientras en punto flotante el Gap es 10 millones de veces mas chico que el número.

2. Escriba los bits de los siguientes números decimales (o el mas cercano) en float, Q1.15, Q2.14

– 0.5

float:

00111111000000000000000000000000

Q1.15:

00000000000000000,1000000000000000

Q2.14:

00000000000000000,1000000000000000

– -0.5

float:

10111111000000000000000000000000

Q1.15:

1111111111111111,1000000000000000

Q2.14:

1111111111111111,1000000000000000

– -1.25

float:

10111111101000000000000000000000

Q1.15:

1111111111111110,1100000000000000

Q2.14:

1111111111111110,1100000000000000

– 0.001

float:

00111010100000110001001001101111

Q1.15:

0000000000000000,000000001000000

Q2.14:

0000000000000000,00000000100000

– -2.001

float:

11000000000000000001000001100010

Q2.14:

1111111111111101,1111111100000

– 204000000

float:

01001101010000101000110010110000