

# PRÁCTICA 1

## Frecuencia de muestreo en GNURadio

**Autores**

Kevin Javier Sandoval Sandoval-2182324

Eduardo Caballero Barajas-2182339

**Grupo de laboratorio:**

Grupo D1B

**Subgrupo de clase**

03

## INFORME DE RESULTADOS

### DESARROLLO DEL OBJETIVO 1. PRESENTE A CONTINUACIÓN LOS RESULTADOS DEL OBJETIVO 1.

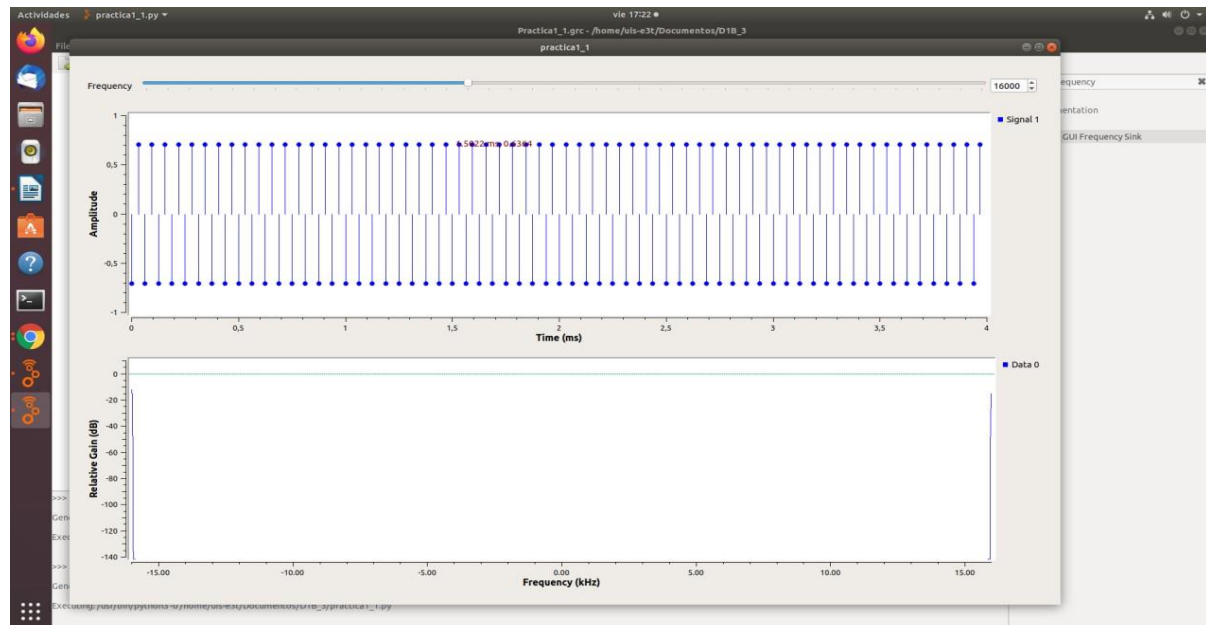


Figura 1: Señal muestreada usando el límite de Nyquist.

Parte a:

Teniendo en cuenta el teorema de Nyquist:

$$f_s \geq 2F_m$$

El cual indica que, si la frecuencia de muestreo es mayor o igual al doble de la frecuencia máxima de la señal muestreada, podemos recuperar por completo la señal original.

Al trabajar en el límite de Nyquist, observamos que no se pierde información a pesar de la poca relación de muestreo, sin embargo, la señal tiene pérdidas en amplitud y fase.

En caso de no cumplirse el teorema, a mayor frecuencia de la señal muestreada, se comenzarán a observar cambios en el muestreo de la señal, los cuales pueden derivar en pérdidas de información y disipación de energía, a tal punto de causar el efecto de solapamiento, en otras palabras, la señal no podría ser reconstruida.

## Parte b

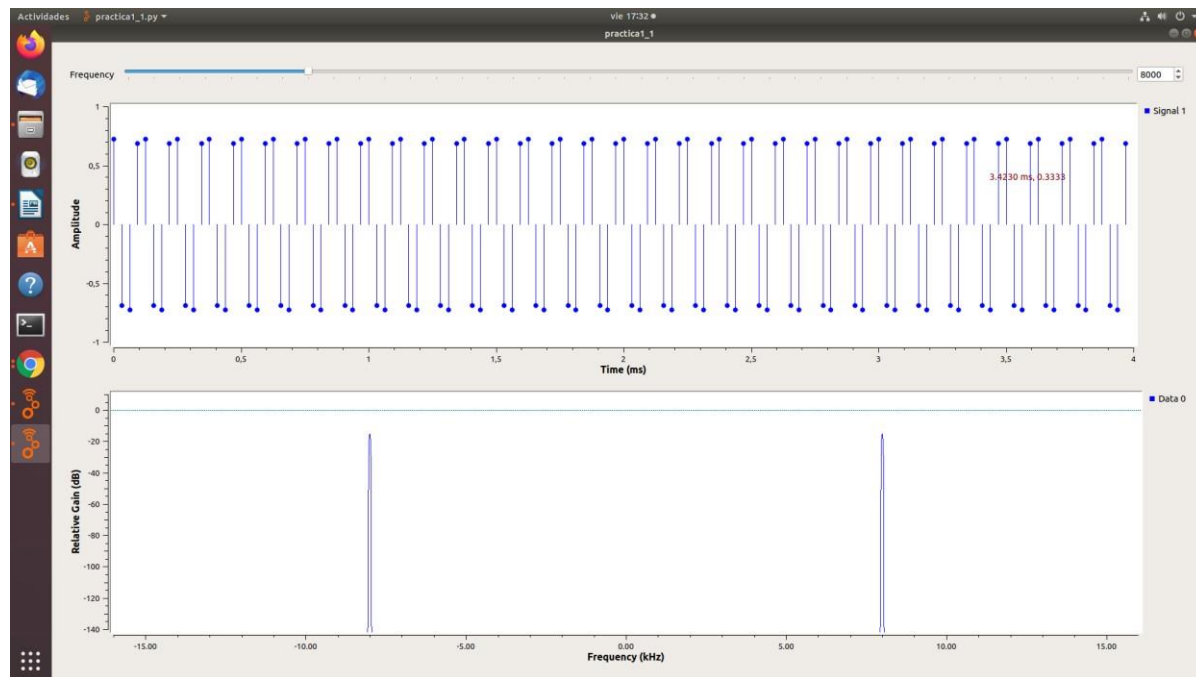


Figura 2: Efectos sobre la señal con una relación de muestreo de 4.

El inconveniente principal que observamos es que la onda en el tiempo discreto tiene pérdidas de información al solo haber cuatro muestras por ciclo. Aun así, es posible reconstruir la onda, pues se puede distinguir la frecuencia de la forma de la onda.

## DESARROLLO DEL OBJETIVO 2. PRESENTE A CONTINUACIÓN LOS RESULTADOS DEL OBJETIVO 2.

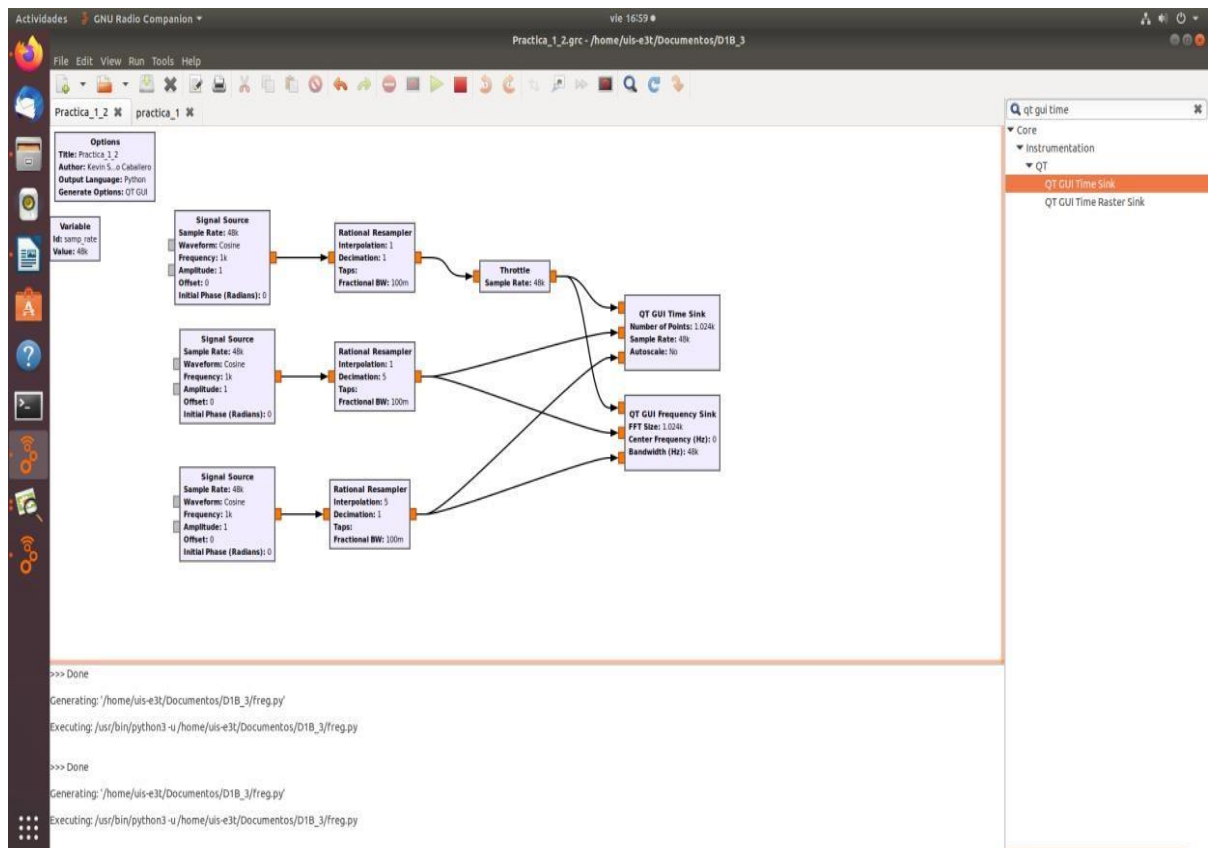


Figura 4: Esquema para el diezrado y el interpolado

### Diezmado

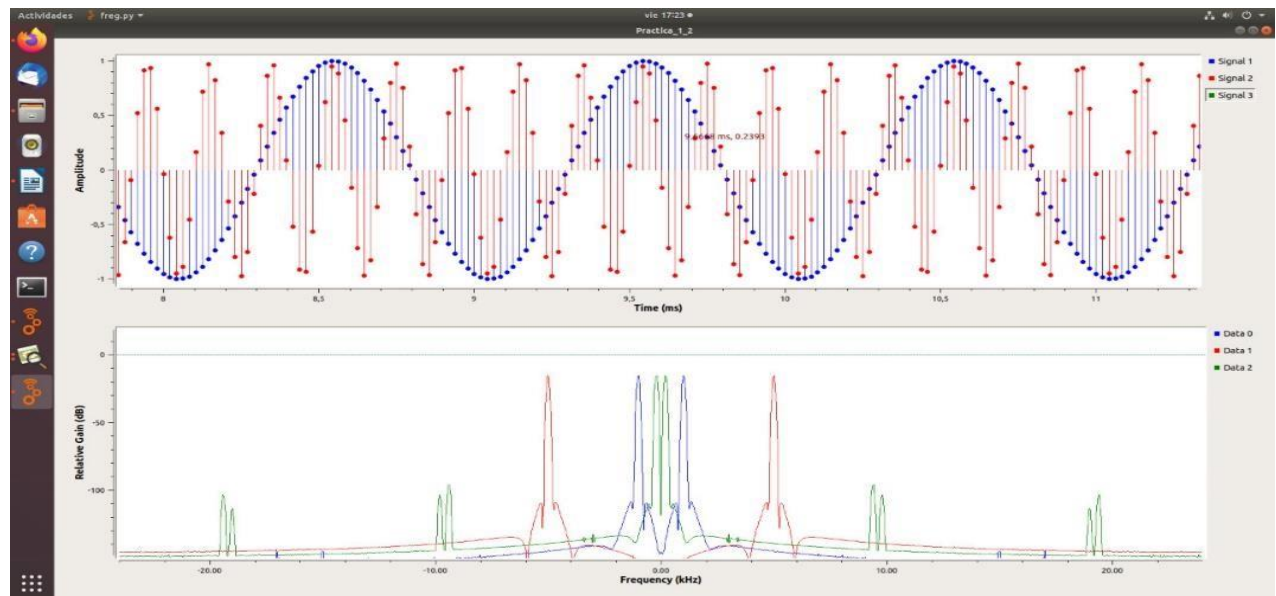


Figura 5: Efectos sobre la señal cuando se tiene un Decimation de 5.

Observamos que el parámetro "Decimation" en el GNU Radio, determina el número de ciclos de la señal diezmada, con respecto a la señal original.

En este caso, tomamos un valor de "Decimation" de 5, el cual determinó el número de ciclos de la señal diezmada. De lo cual se pudo observar que la cantidad de muestras que se encuentran de un ciclo de una señal diezmada, disminuye. Por lo tanto, podemos concluir que al aumentar el diezmado también aumenta la frecuencia, pero el número de muestras disminuye.

## Interpolado

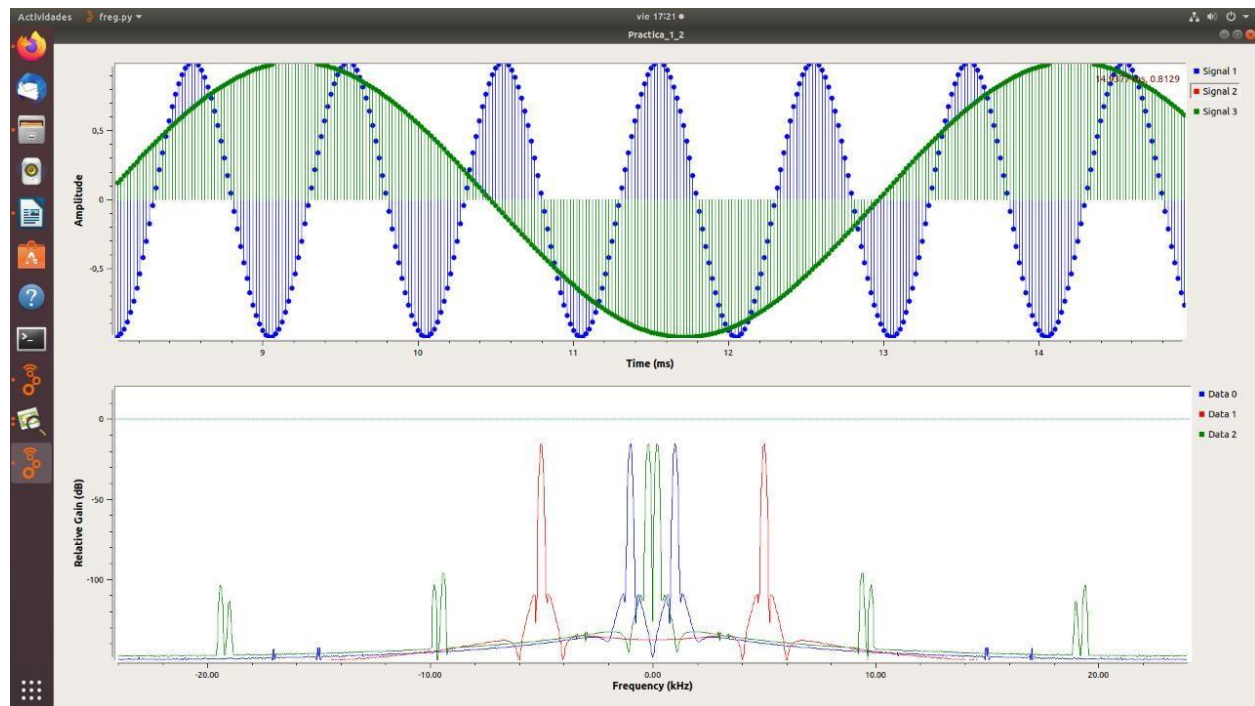


Figura 6: Efectos sobre la señal cuando se tiene un interpolado por un factor de 3.

Al aplicar un factor de "Interpolation" de 3 obtenemos una señal interpolada con una frecuencia tres veces menor que la de la señal original. De lo cual se pudo deducir que, al aumentar el parámetro de interpolación, también incrementa el número de muestras que se encuentran en un ciclo.

Por lo tanto, al incrementar este parámetro también aumenta el número de muestras, pero por otro lado disminuye la frecuencia. Así mismo podemos deducir que tiene un comportamiento opuesto al diezmado.

### DESARROLLO DEL OBJETIVO 3. PRESENTE A CONTINUACIÓN LOS RESULTADOS DEL OBJETIVO 3.

Para calcular la frecuencia de muestreo de una señal, inicialmente se debe obtener la frecuencia máxima. La cuál se obtiene de la suma de las frecuencias de las tres señales involucradas en la multiplicación. Para este caso, la frecuencia máxima es igual a 416 kHz.

Seguidamente, aplicamos el criterio de Nyquist para evitar el efecto de solapamiento en la señal resultante. Por lo tanto, la frecuencia de muestreo debe ser mayor o igual a 416 kHz.

Luego de simular, observamos que, al utilizar una frecuencia muy cercana o igual a la del criterio de Nyquist, se hacía más difícil obtener una predicción de la señal original, por lo cual probamos usando una frecuencia 12 veces mayor al límite de Nyquist, y en dicha gráfica pudo observar una mejor estimación de la señal original, pues es una señal más limpia y con poca pérdida de muestreo.

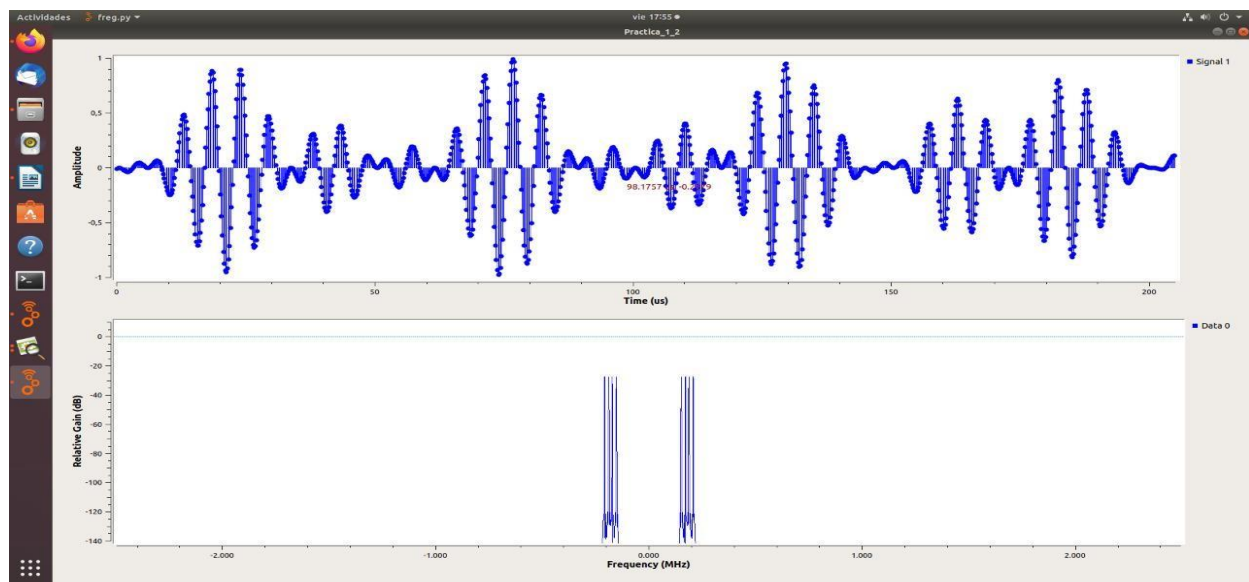


Figura 7: Resultados de simulación con frecuencia minima de muestreo

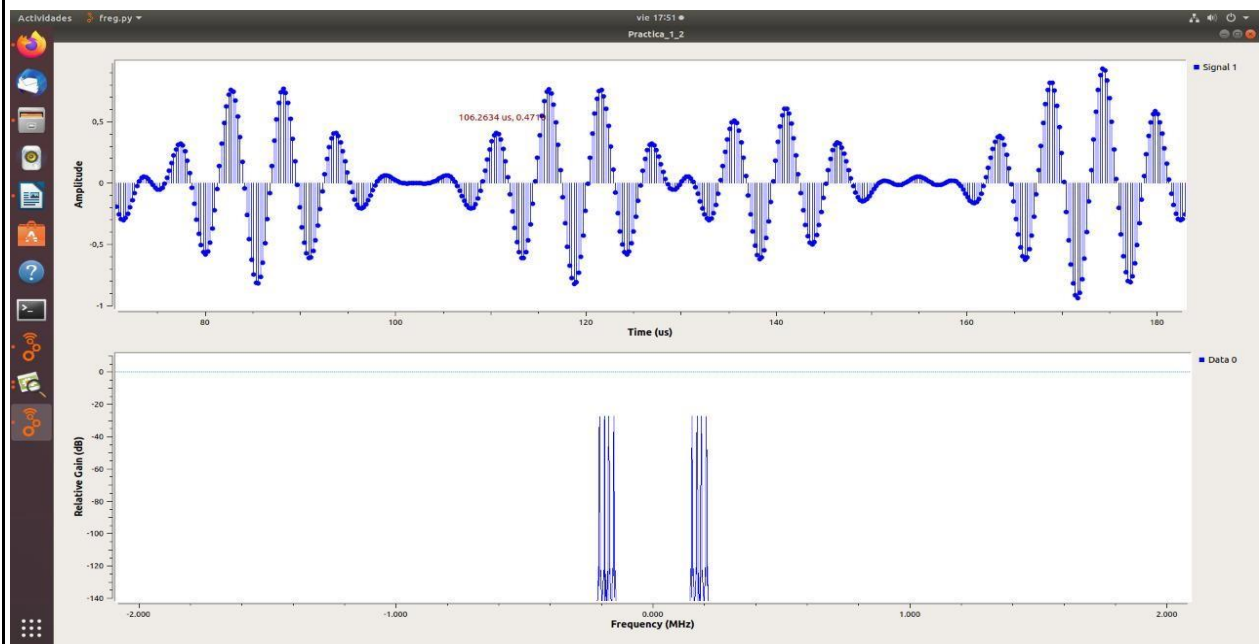


Figura 8: Resultados con 10 veces la frecuencia de muestreo.

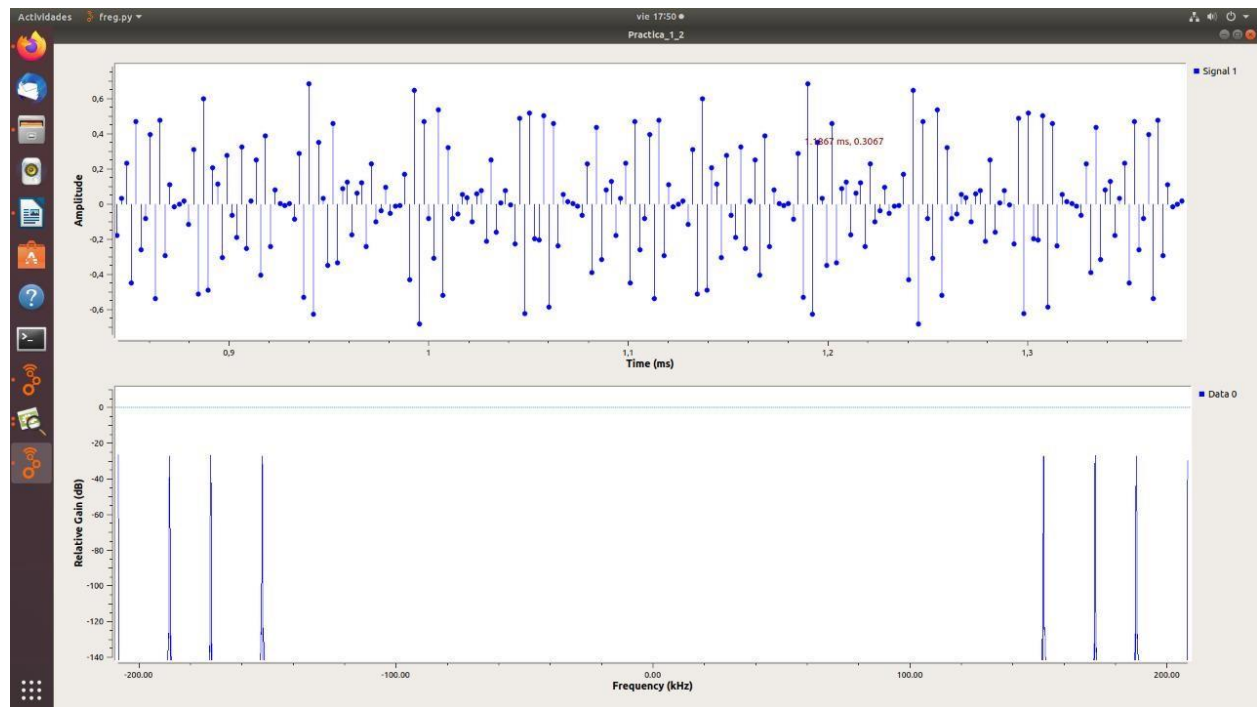


Figura 9: Resultados con 30 veces la frecuencia de muestreo.