

1. IDENTIFICACIÓN

FACULTAD E3T	PROGRAMA: INGENIERIA ELECTRONICA
ASIGNATURA	COMUNICACIONES II
UNIDAD TEMÁTICA	GNU RADIO
TEMA	MODULACIÓN M-PSK
DOCENTE	JOHAN LEANDRO TÉLLEZ GARZÓN
ALUMNOS	Otto Andrade Camelo - 2190403 Daniela Cabrales Navarro - 2194554 Brayan Fonseca Gonzalez - 2182355
FECHA	06/10/2023

2. DESCRIPCIÓN Y OBJETIVOS

Mediante esta guía de enseñanza se estudia la forma de realizar un mapeamiento de la información con modulaciones digitales multinivel usando una tabla o vector que contiene las componentes en fase y cuadratura de una constelación digital multinivel. A su vez se analizan los procesos de construcción de la señal discreta y modulación para el transmisor sin dejar de lado los procesos de recepción inversos. Como objetivo general se pretende Seguir el ejemplo de implementación del transmisor M-PSK que muestra el profesor en vídeo, implementarlo y realizar pruebas adicionales.

- Analizar el comportamiento de señales moduladas M-PSK en banda base considerando diferentes fuentes de información.
- Estudiar las modulaciones M-PSK usando una tabla de verdad para implementar la constelación específica y analizar las señales generadas en tiempo, frecuencia y constelación.

3. REVISIÓN PRELIMINAR

Hacia futuras prácticas tenemos la intención de implementar un sistema de comunicación digital inalámbrico como el de la Fig 1 que permite enviar información diversa como voz, imágenes, videos.

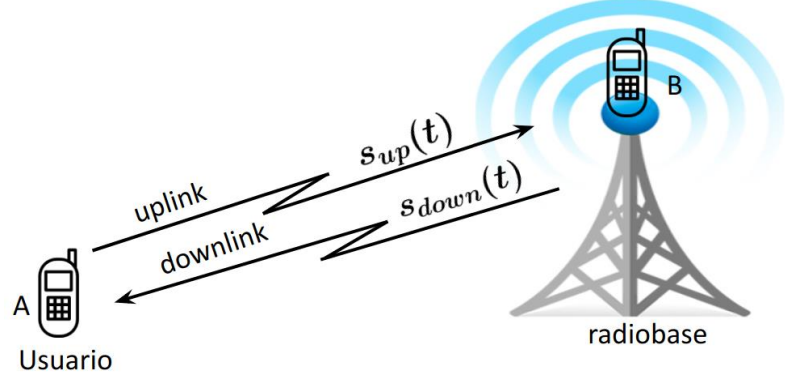


Fig. 1

En las prácticas pasadas se ha logrado implementar un sistema completo de comunicaciones, pero que solo podría ser útil para comunicaciones por cable u otro medio que no sea de radio. El sistema implementado, puede representarse mediante el modelo de capas de la la Fig 2. Nota: observe que las líneas son punteadas y los bloques están en color amarillo y eso tiene un significado especial que se explica en el libro: el color amarillo significa que los bloque manejan señales reales, las líneas punteadas significa que están implementadas en software y no en hardware.

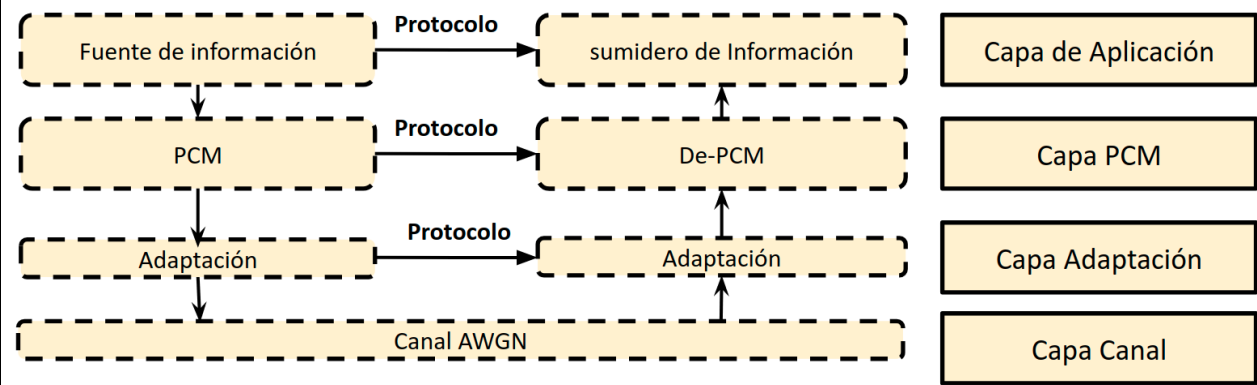


Fig. 2. Modelo de capas del sistema a usar en la primera parte de la práctica

Lo que se lleva hasta el momento no se puede llamar aún SDR ya que no incluye elementos de radiocomunicaciones. Pero eso es lo que se trabaja en esta nueva esta nueva práctica, en la cual se implementa la modulación M-PSK. Por ahora no se incluye aún el hardware, que sería un equipo USRP, de manera que los bloques siguen siendo en software, pero con elementos complejos ya que se trabaja con la Envolvente Compleja, como se muestra en la Fig. 3

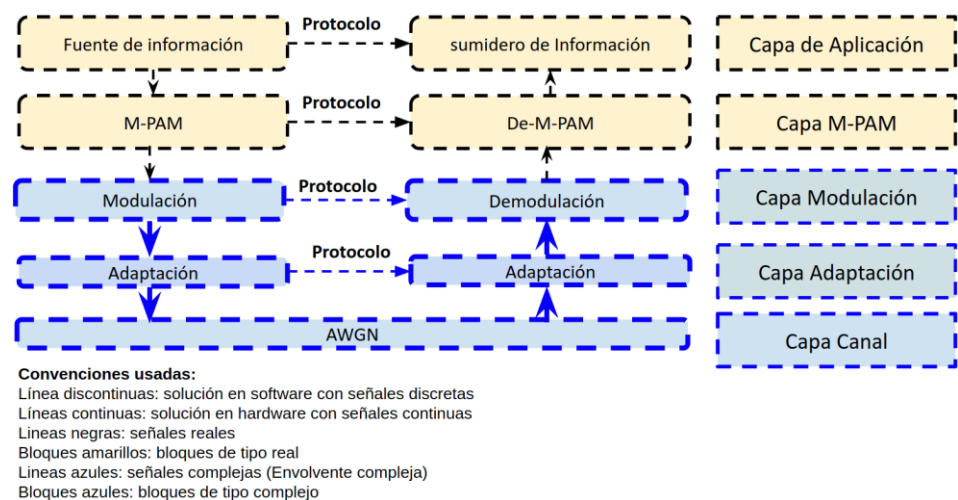


Fig.3. Modelo de capas que considera el canal de radio

[Revisar vídeo hecho en clase y se recomienda hacer](#), por cuenta propia, los montajes mostrados.

4. ACTIVIDADES Y PROCEDIMIENTOS

Nota importante: para cada uno de cambios importantes guarde un archivo grc nuevo (ej. Uno para QPSK Tx, otro para 8PSK Tx, otro para QPSK Tx-Rx y así). Actulizar siempre el repositorio Github.

- 0. Revisar el [video tutorial de la práctica](#).
- 1. Implemente su propio flujograma siguiendo el ejemplo del profesor en el [video tutorial de la práctica](#). Como evidencia, muestra foto de la implementación
- 2. Obtenga el ancho de banda BW de la envolvente compleja
- 3. Muestra la PSD de la señal y en qué valores el espectro pasa por cero y su relación con la rata de símbolos.
- 4. Reprograma la tabla de verdad y usa un vector source para generar los bits que aparecen en la Fig. 1, de manera que puedas comprobar que con GNU Radio se puede obtener la misma señal Envolvente Compleja. Como evidencia demos mostrar como quedó programado en gnuradio el vector que corresponde a la tabla de verdad y los resultados gráficos de la señal envolvente compleja.

Nota: Está claro que en gnuradio la tabla de verdad son los puntos de constelación escritos en forma de un vector, Solo debe tener en cuenta el orden en que esos puntos se escriben para que coincida con el ordenamiento de los símbolos en la constelación. Por ejemplo:

- el primer elemento de ese vector sería para el símbolo 000, que en M-PAM (decimal) equivale a 0
- Ese símbolo tiene fase $5 \pi/4$ y el valor polar es $-0.77-0.77j$. Entonces ese debe ser el primer elemento en el vector de la constelación
- El segundo elemento es 001, porque en MPAM es 1. vemos que le corresponde el valor polar $-1+0j$. Entonces ese es el segundo elemento
- El tercero sería 010 porque en MPAM es 2 y así sucesivamente con $0+1j$ y así sucesivamente.



2) obtener la Envolvente Compleja (EC) para el mismo Caso.

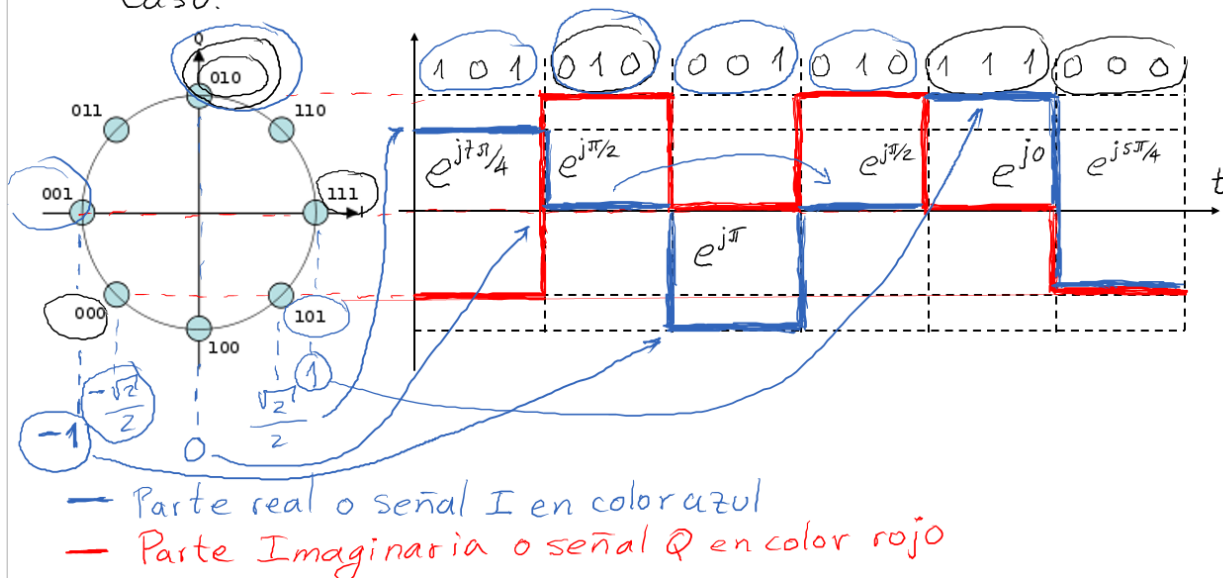


Fig. 1

- Haga una comparación entre QPSK y 8PSK a partir de las implementaciones realizadas para entender qué diferencia hay entre ellas en términos de velocidad de bits y de ancho de banda BW.
- Haga pruebas con otro tipo de constelación inventada por Ud para practicar un poco más lo que ocurre
- Para el Tx en banda base QPSK adicione bloques que realicen el proceso contrario para recuperar la información, en este caso adicione muy poco nivel o ninguno para poder comparar lo que transmite y lo que recibe en los diferentes puntos del sistema.
- Realizar algunas pruebas aumentando el ruido y haciendo comparaciones, hasta que nivel de ruido logra distinguir la información enviada.

Nota. Para los puntos 7 y 8 utilice algún tipo de información en secuencia repetitiva que le permita entender fácilmente si se recibió bien o no la información.

5. RECURSOS E INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Los recursos e informaciones relacionadas al desarrollo de este laboratorio son los siguientes:

- Computador con mínimo 4 GB de RAM, 2GB de espacio en disco y procesador Core i3 o superior.
- Documentación oficial del GNU RADIO.
- Libro E3T

6. EVIDENCIA, RESULTADOS Y CONCLUSIONES DEL LABORATORIO

Colocar aquí la evidencia de cada paso, y comentarios explicativos.

PUNTO 1)

Foto de la implementación

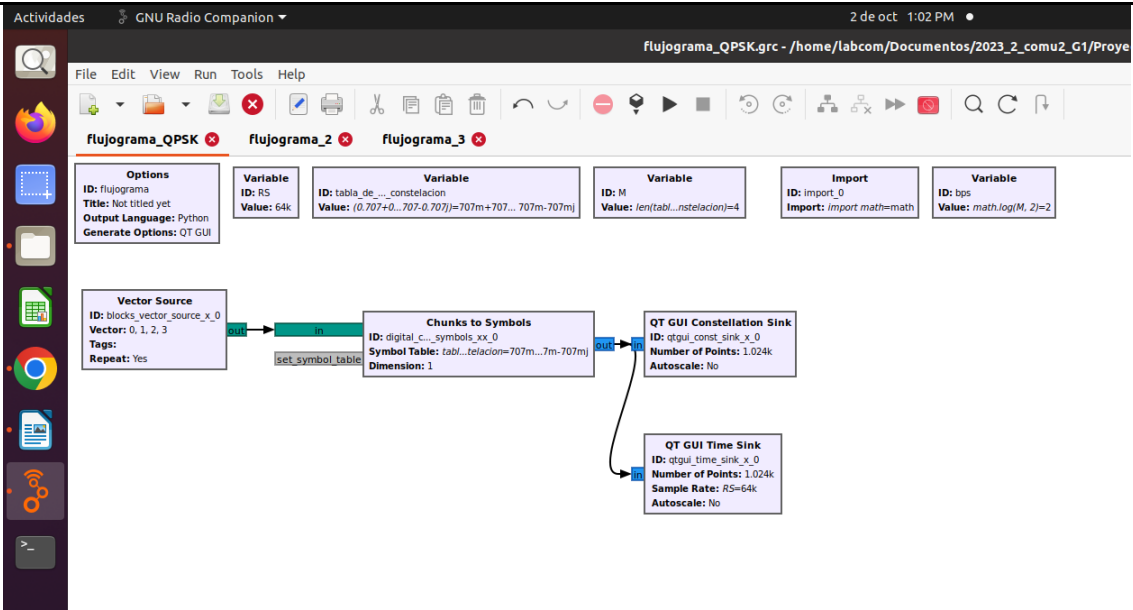


Figura 1: Implementación de flujograma propuesto por el video tutorial

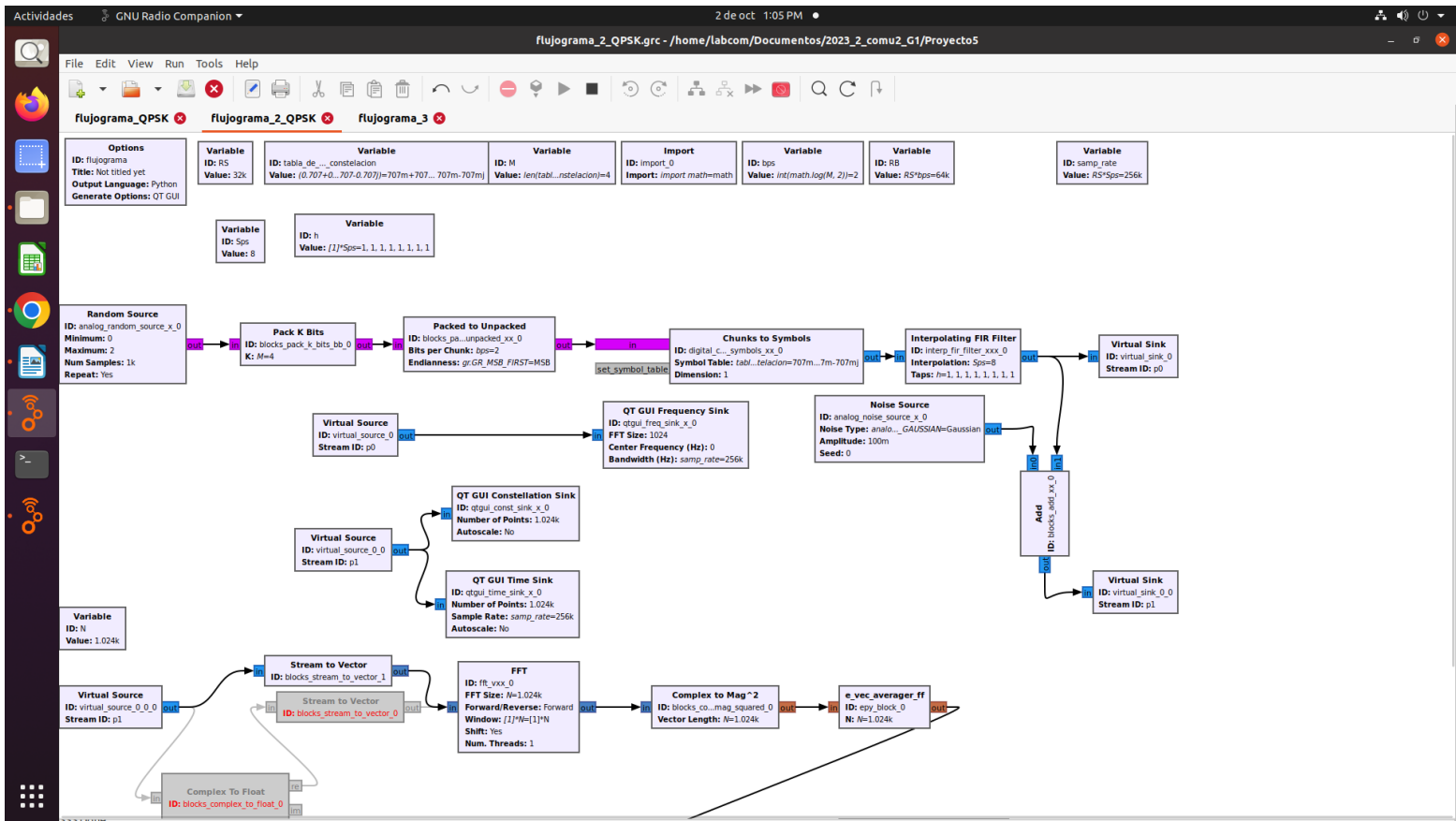


Figura 2: Implementación de flujograma, en el que se ingresó el diagrama de constelación de 3 bits propuesto por el equipo de trabajo.

PUNTO 2)

El BW de la envolvente compleja está dada por:

$$BW = 2D = 2\frac{R}{L} = 2\frac{96\text{ kHz}}{3} = 64\text{ kHz}$$

Donde D es el ancho nulo a nulo, R es la tasa de símbolos y L el número de bits por símbolo

PUNTO 3)

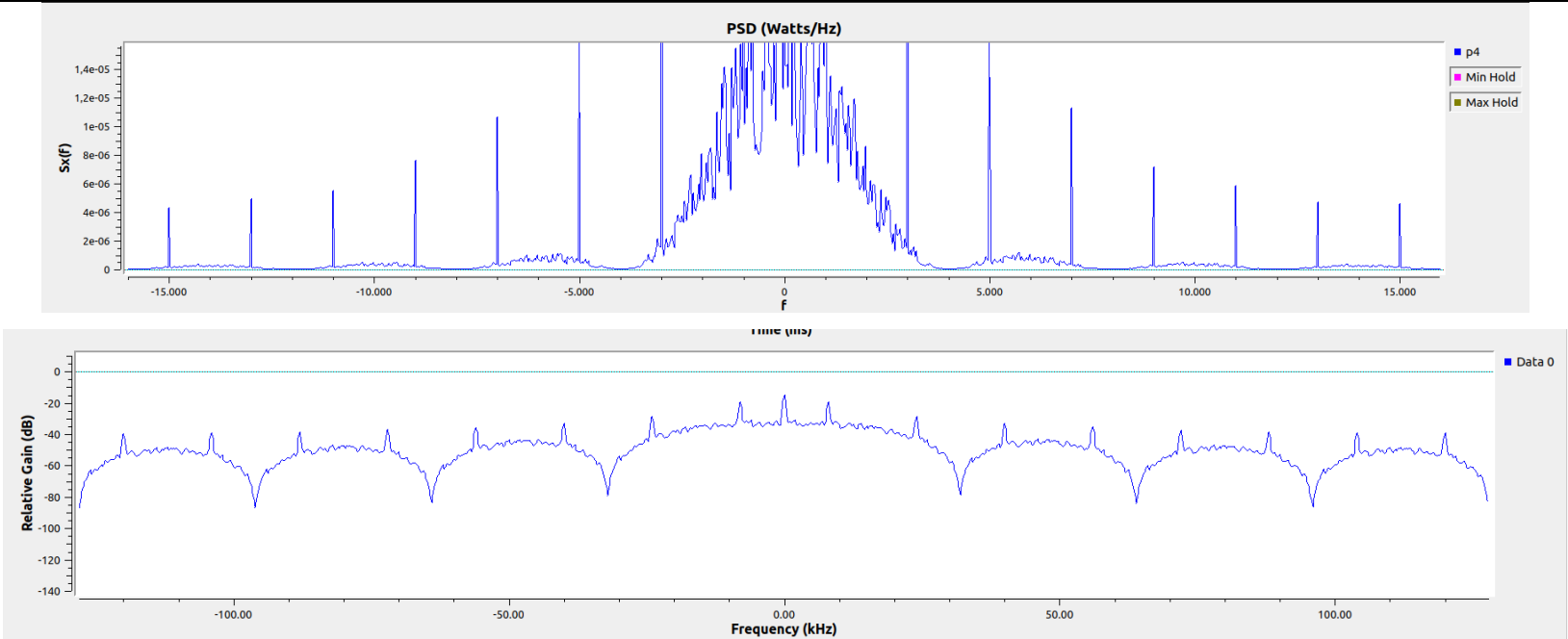


Figura 3: Frecuencia y PSD de la señal

Haciendo un análisis de la figura 3, observamos que a medida que pasa de cero en cero, se ve una distancia de D , siendo D es la tasa de bit. Observando la distancia del lóbulo central (nulo a nulo), se puede apreciar una distancia de dos veces el valor de D ($2D$). Se concluye entonces que la relación es que a medida que se avanza una distancia D , se va a pasar por cero, exceptuando en el caso del lóbulo central.

PUNTO 4)

Properties: Variable	
General	
ID	tabla_de_verdad_constelacion
Value	(-0.707-0.707j, -1+0j, 0+1j, -0.707+0.707j, 0-1j, 0.707-0.707j, 0.707+0.707j, 1+0j)

Figura 4: Tabla de verdad 8PSK

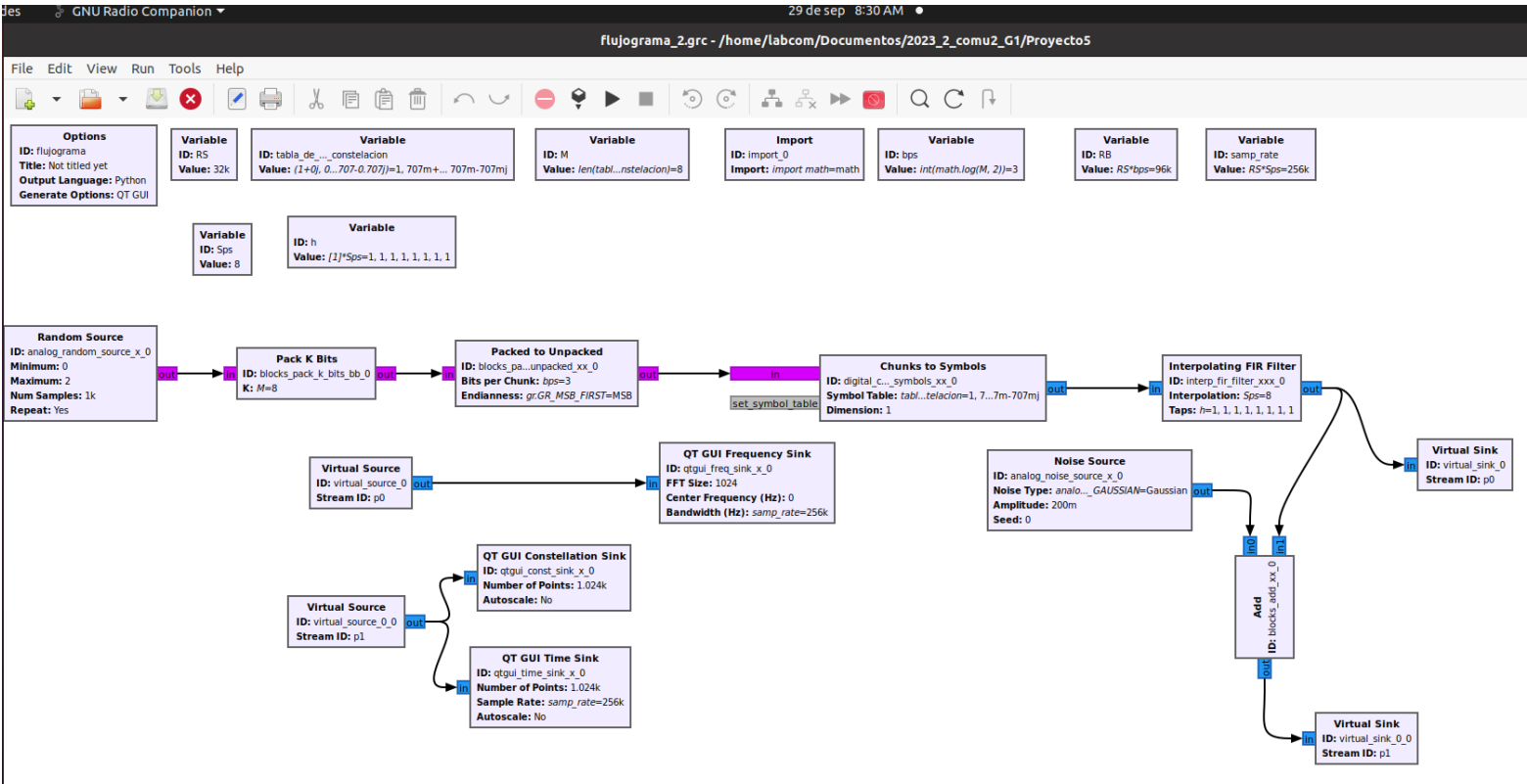


Figura 5: Diagrama de flujo 8PSK



Figura 6: Resultado de la modulación 8PSK

Como se observar en la figura 5, se ha modificado el flujograma para obtener una modulación 8PSK. Para conseguirlo se debe realizar una modificación de la tabla de verdad, la cual se muestra en la figura 4. los resultados obtenidos se muestran en la figura 6. En la primera grafica de la figura 6, se puede observar la amplitud en tiempo sin ruido. En la segunda grafica se puede observar los 8 lóbulos que corresponden a la 8PSK, en la que el lóbulo de la mitad cuenta como doble. En el último diagrama se puede apreciar el resultado del diagrama de constelación (o los 8 puntos ubicados en fase).

PUNTO 5)

Comparación entre QPSK y 8PSK

Sabemos que 8PSK es un caso específico de la PSK, en el cual tenemos 8 niveles, es decir se transmiten símbolos de 3 bits. Claramente la principal diferencia es que, en la 8PSK, tenemos más puntos por nivel, como lo muestra el diagrama de constelaciones. La principal desventaja de la 8PSK es que, a mayor número de puntos, estos debido la presencia de ruido tenderán a solaparse entre sí causando distorsión y perdida de información. Por el contrario, en la QPSK al tener menos puntos (solo 4) y estar separados 90° hay menor tasa de bits erróneos en la transmisión.

PUNTO 6)

Para esta parte se creó un diagrama de bloques para realizar una modulación QPSK, pero ubicando los puntos del diagrama de constelación, sobre los ejes, el diagrama de bloques y el resultado obtenido se muestra a continuación:

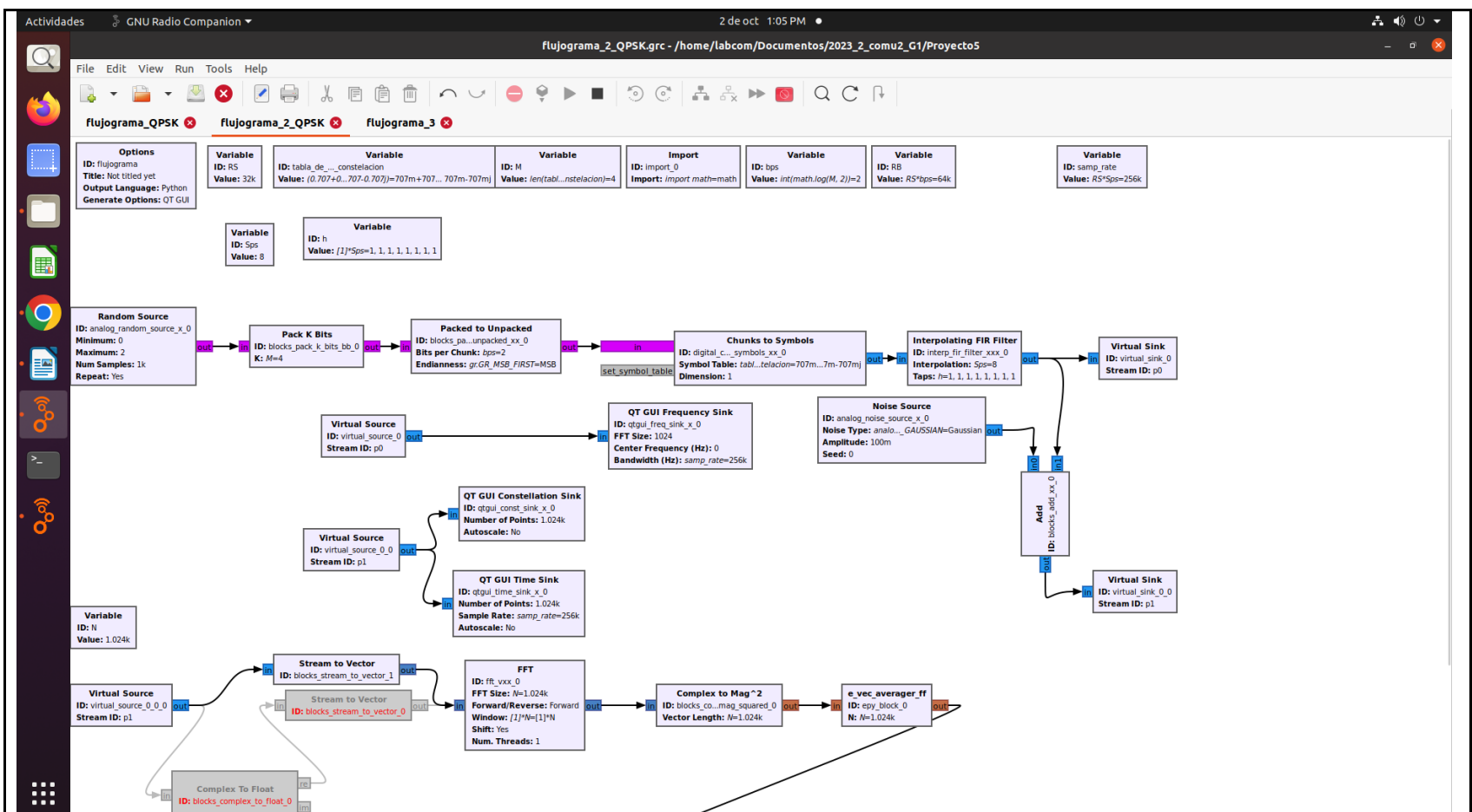


Figura 7: Diagrama de flujo QPSK (inventada)

En la simulación se puede apreciar este nuevo diagrama de constelaciones que mantiene ancho de banda pero varía el ángulo de las fases.

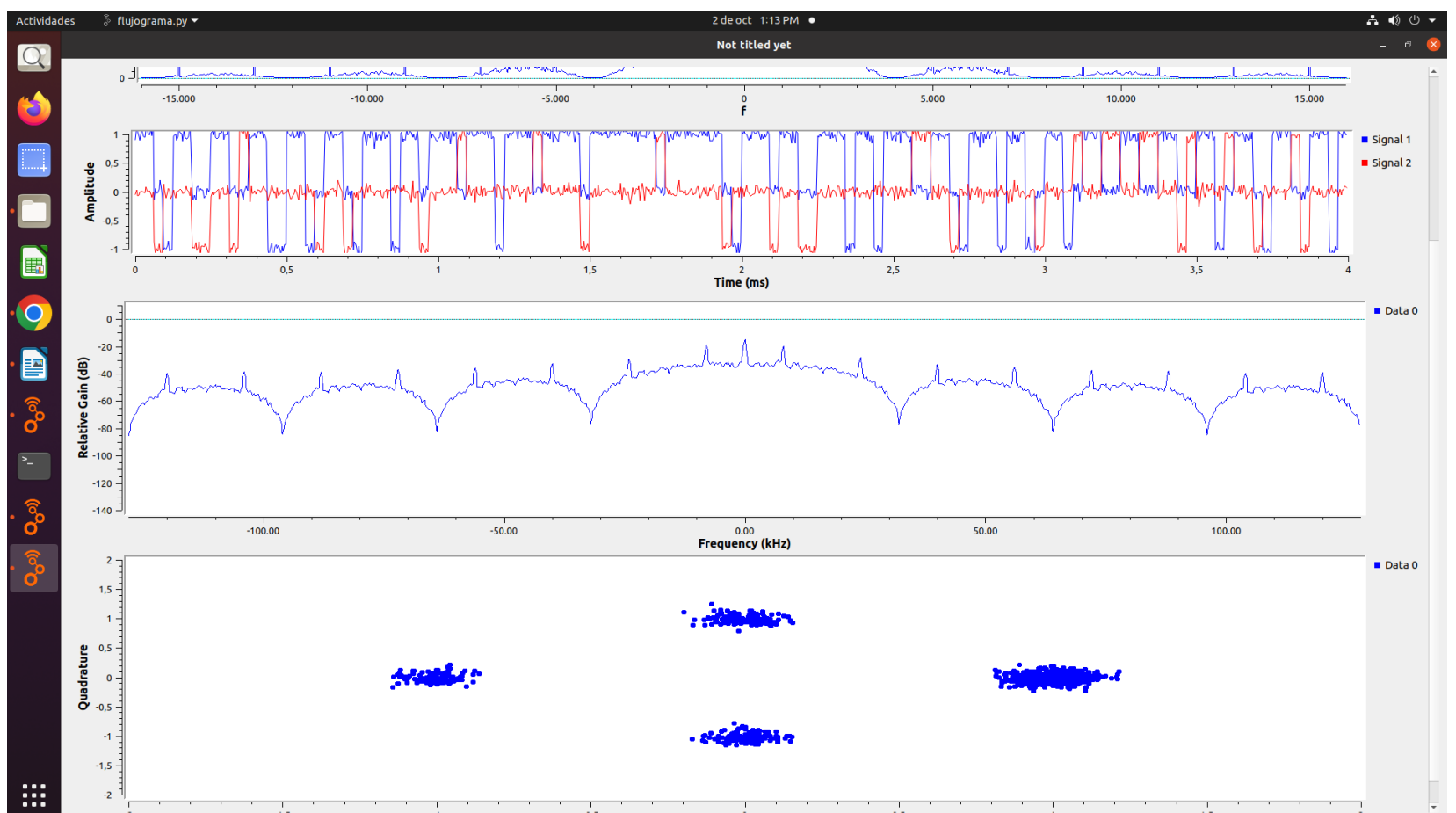


Figura 8: Resultado de la modulación QPSK (inventada)

Lo que se aprecia es la correcta transmisión del mensaje añadiendo algo de ruido de fondo para analizar la dispersión en los puntos de la constelación.

PUNTO 7)

El diagrama de bloques para recuperar el mensaje transmitido se adjunta a continuación:

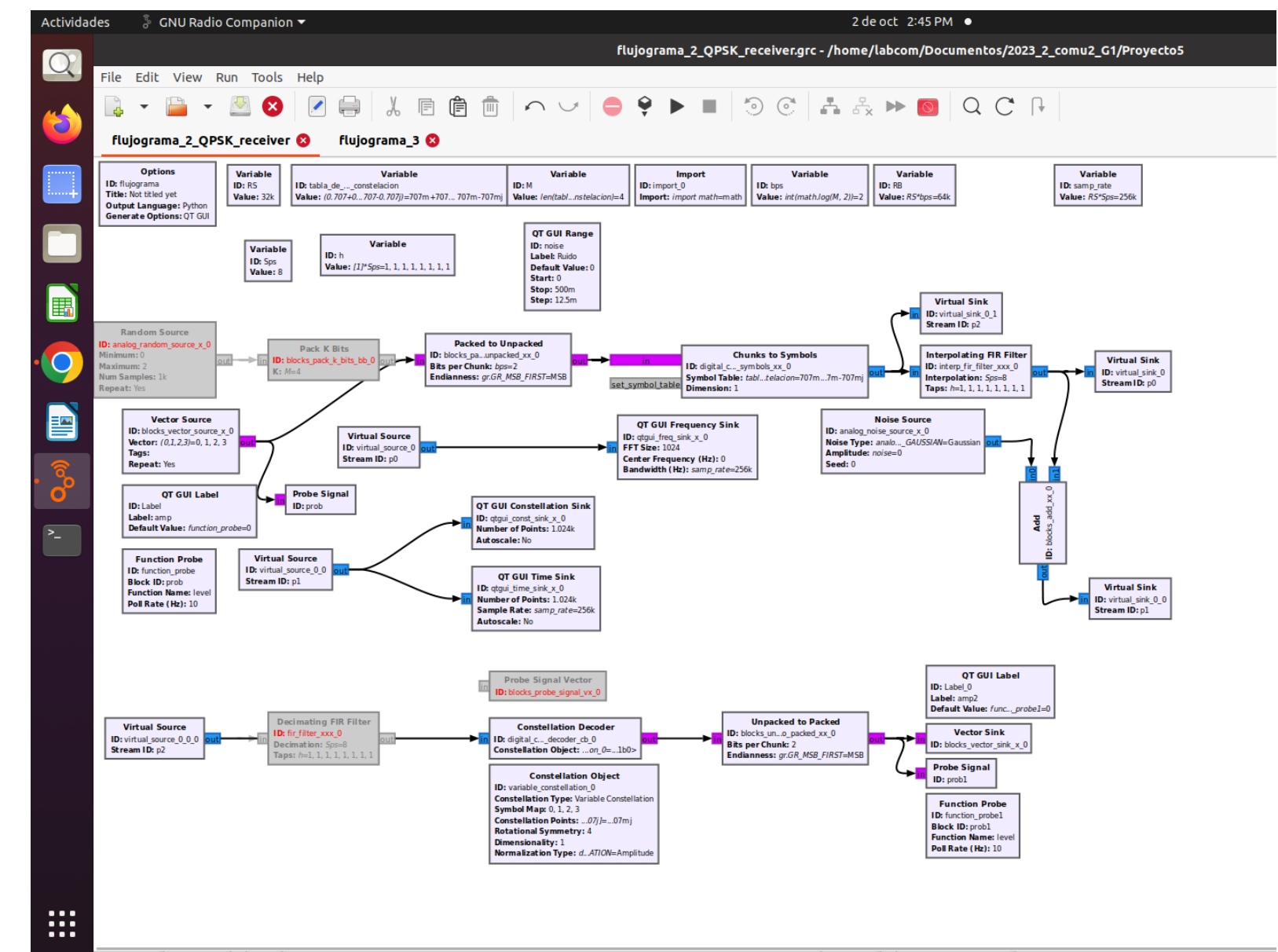


Figura 9: Diagrama de bloques para recuperar el mensaje transmitido

El mensaje enviado estaba compuesto por cuatro números los cuales corresponden a:

- 0 : 00000000
- 1 : 10000000
- 2 : 01000000
- 3 : 11000000

Se aprecia que para cumplir con lo solicitado se añadió un bloque para decodificar la constelación, empaquetar los bits y mostrar el mensaje recibido. El resultado de la simulación se muestra a continuación:

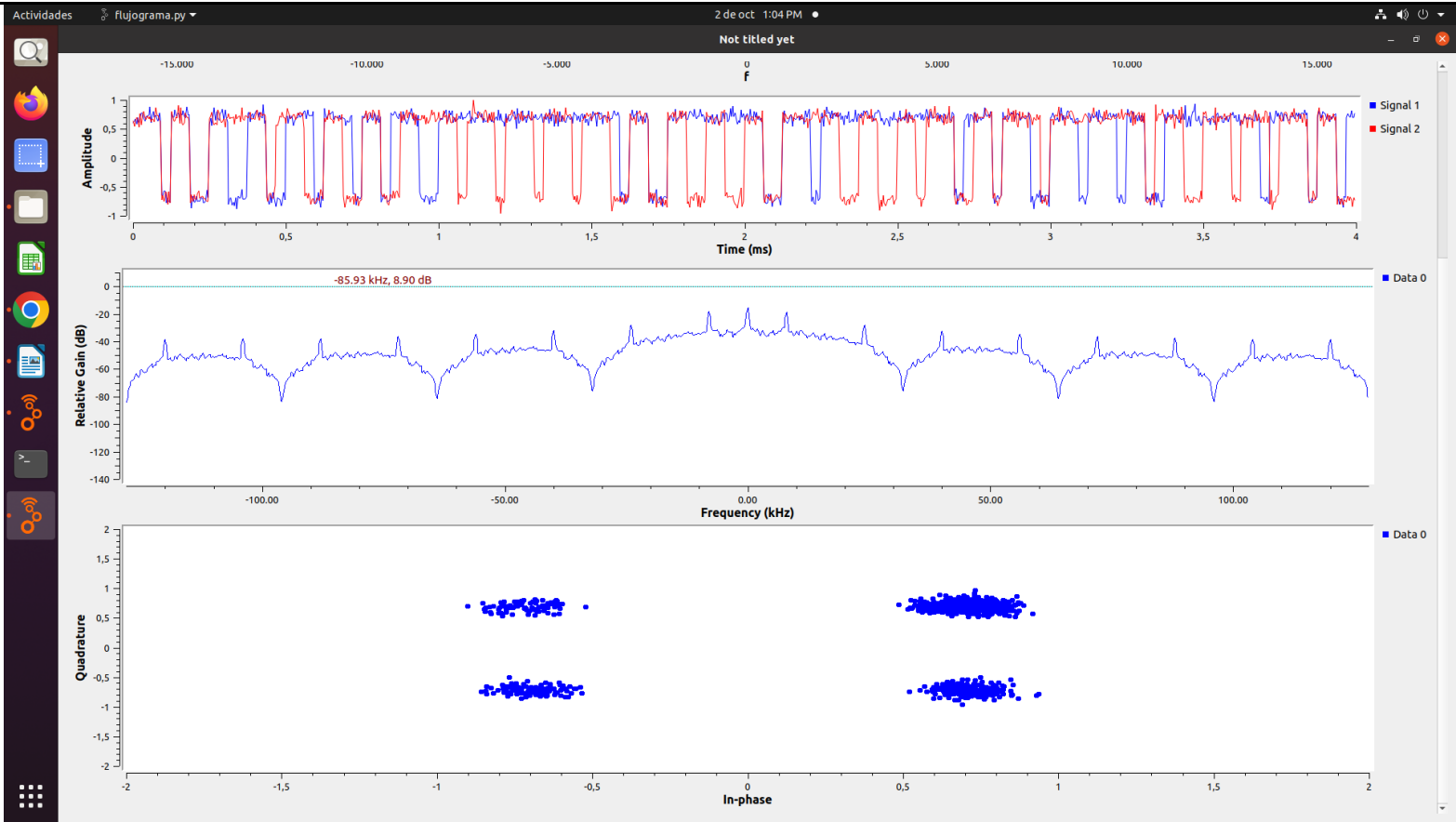


Figura 10: Recepción del mensaje

Ello utilizando una secuencia repetitiva, del diagrama constelación se puede apreciar que hay una mayor cantidad de puntos ubicados en la coordenada correspondiente a 00, ello indica que en este patrón se repite mucho a lo largo del mensaje o por lo menos mucho más que el caso de 01 y 10.

PUNTO 8)

Se observa primero la transmisión sin ruido:

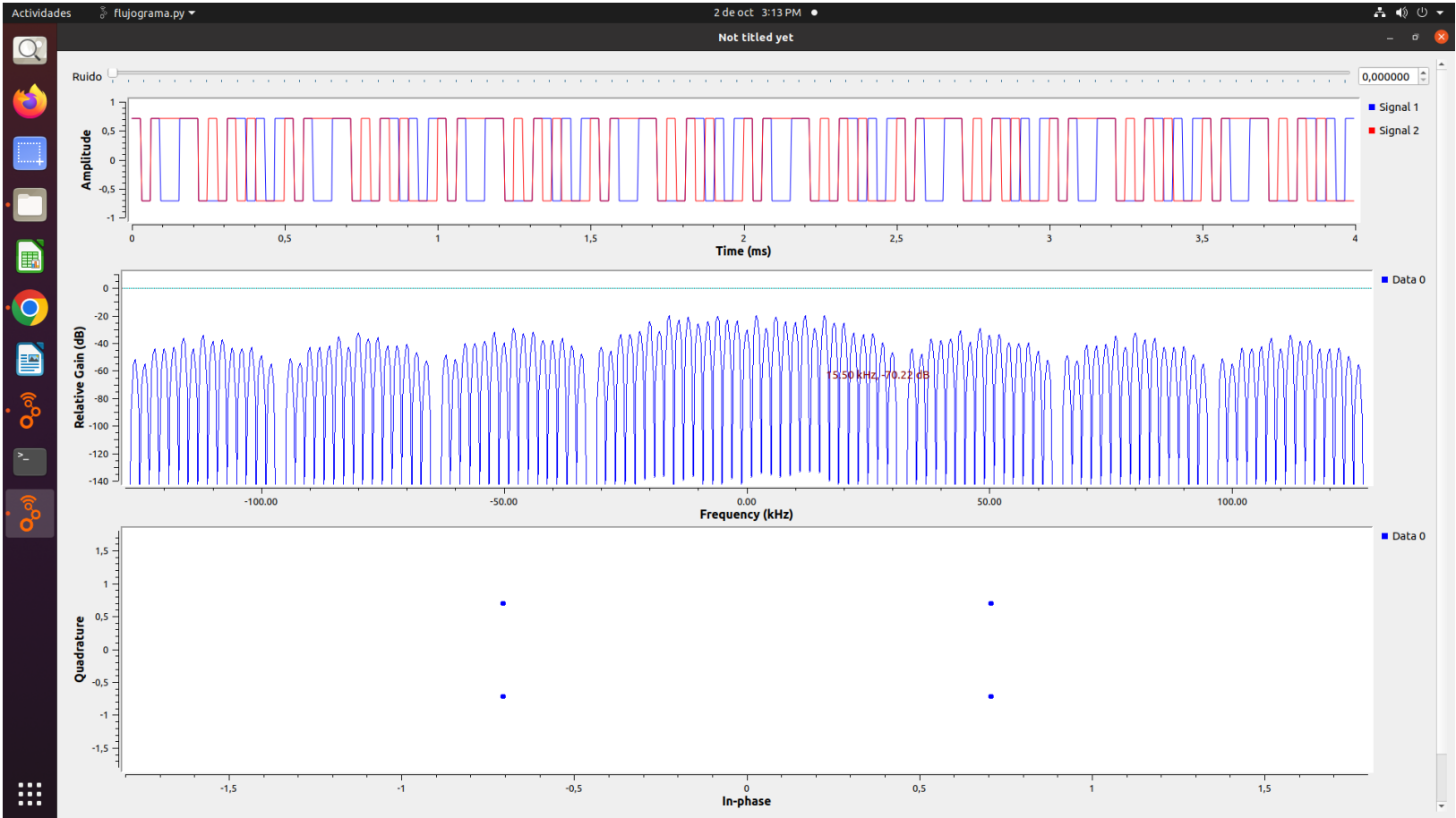


Figura 11: Transmisión del mensaje sin ruido

Aún con algo de ruido, era posible hacer la recepción de los datos adecuadamente, esto demuestra la gran inmunidad a las perturbaciones que presenta la QPSK.

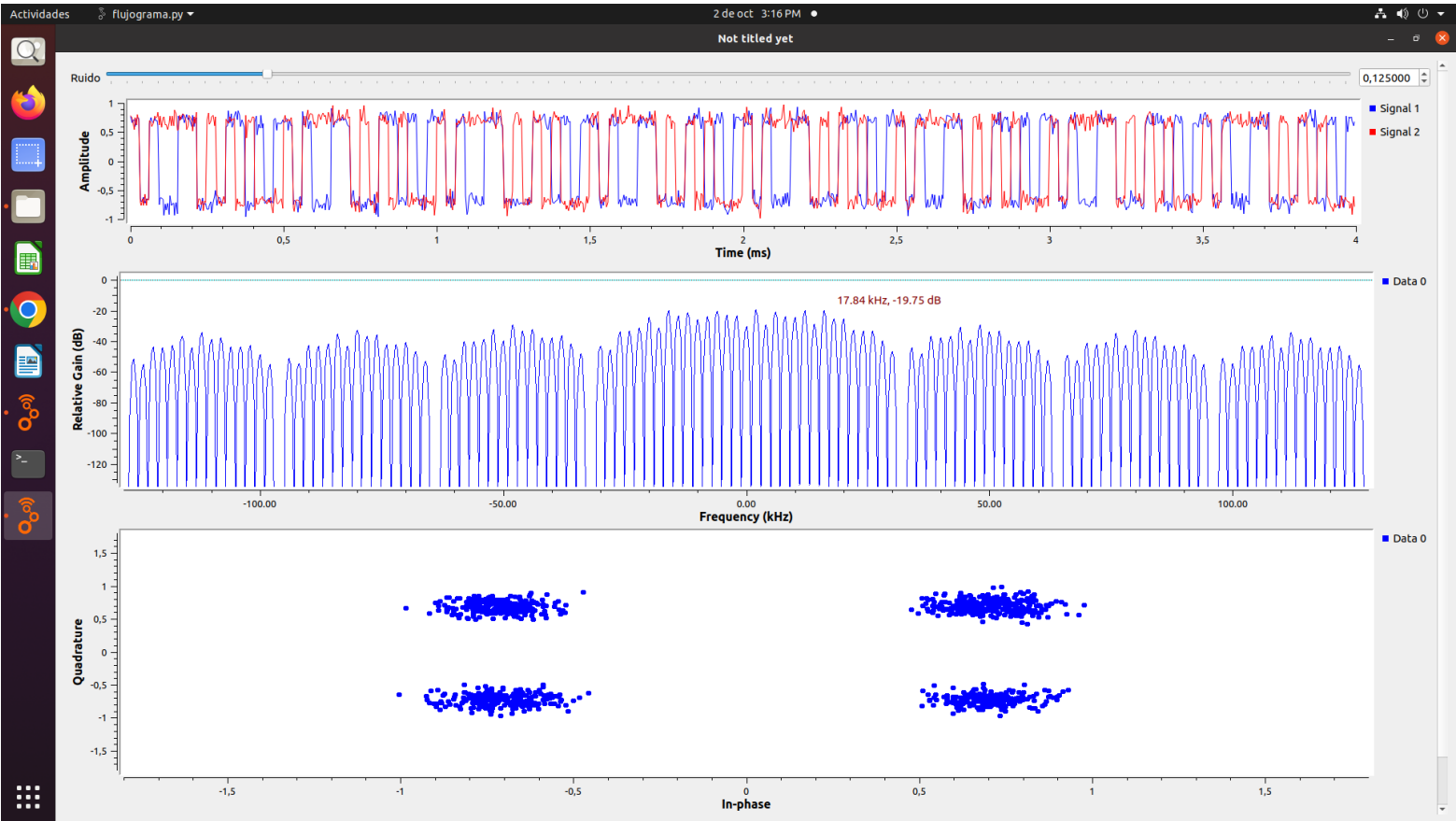


Figura 12: Mensaje con nivel de ruido en 0,125

A este punto ya se presentaban muchos números erróneos, sin embargo, hasta cierto punto se podía ver la secuencia del mensaje.

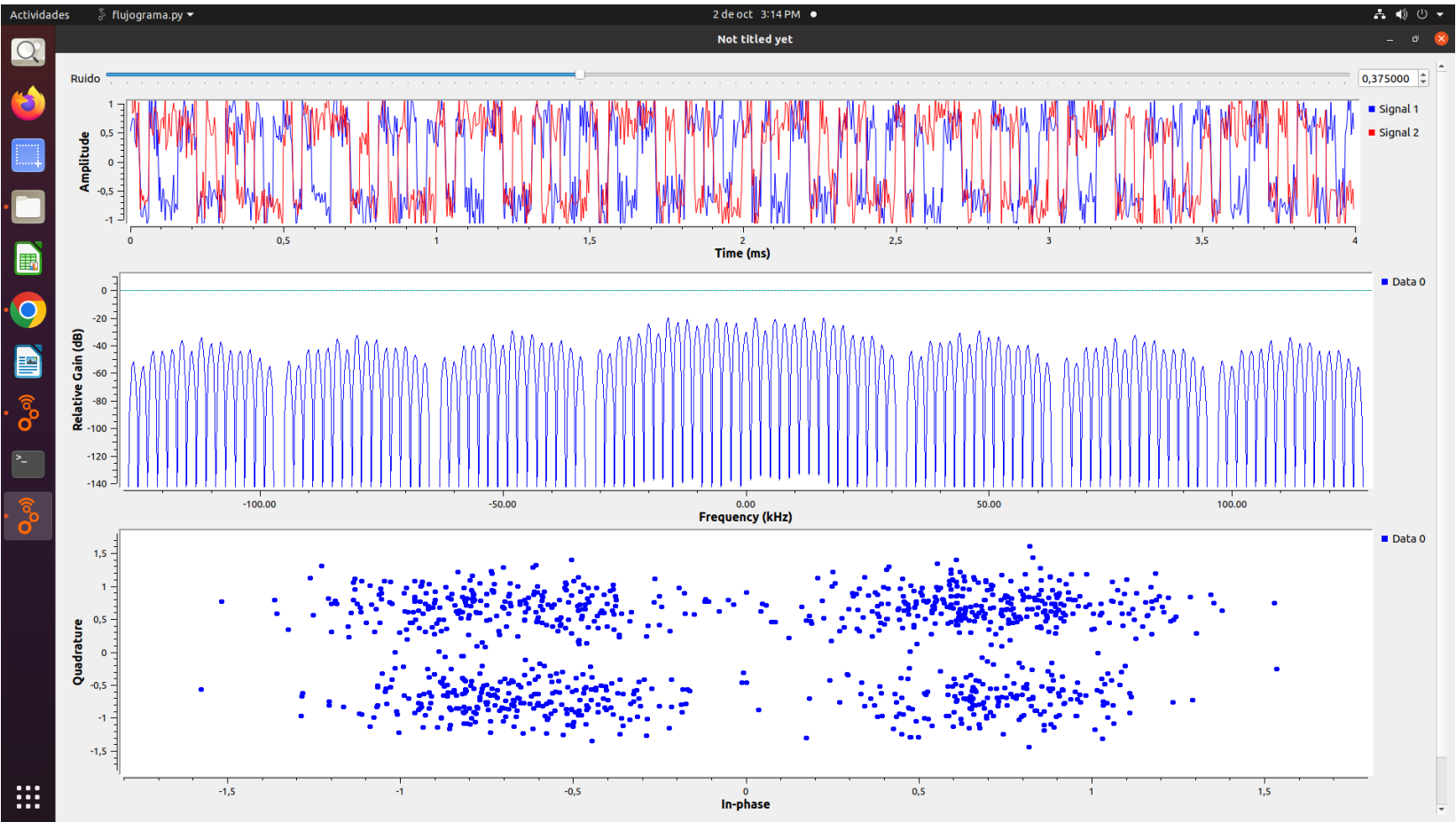


Figura 13: Mensaje con nivel de ruido en 0,375

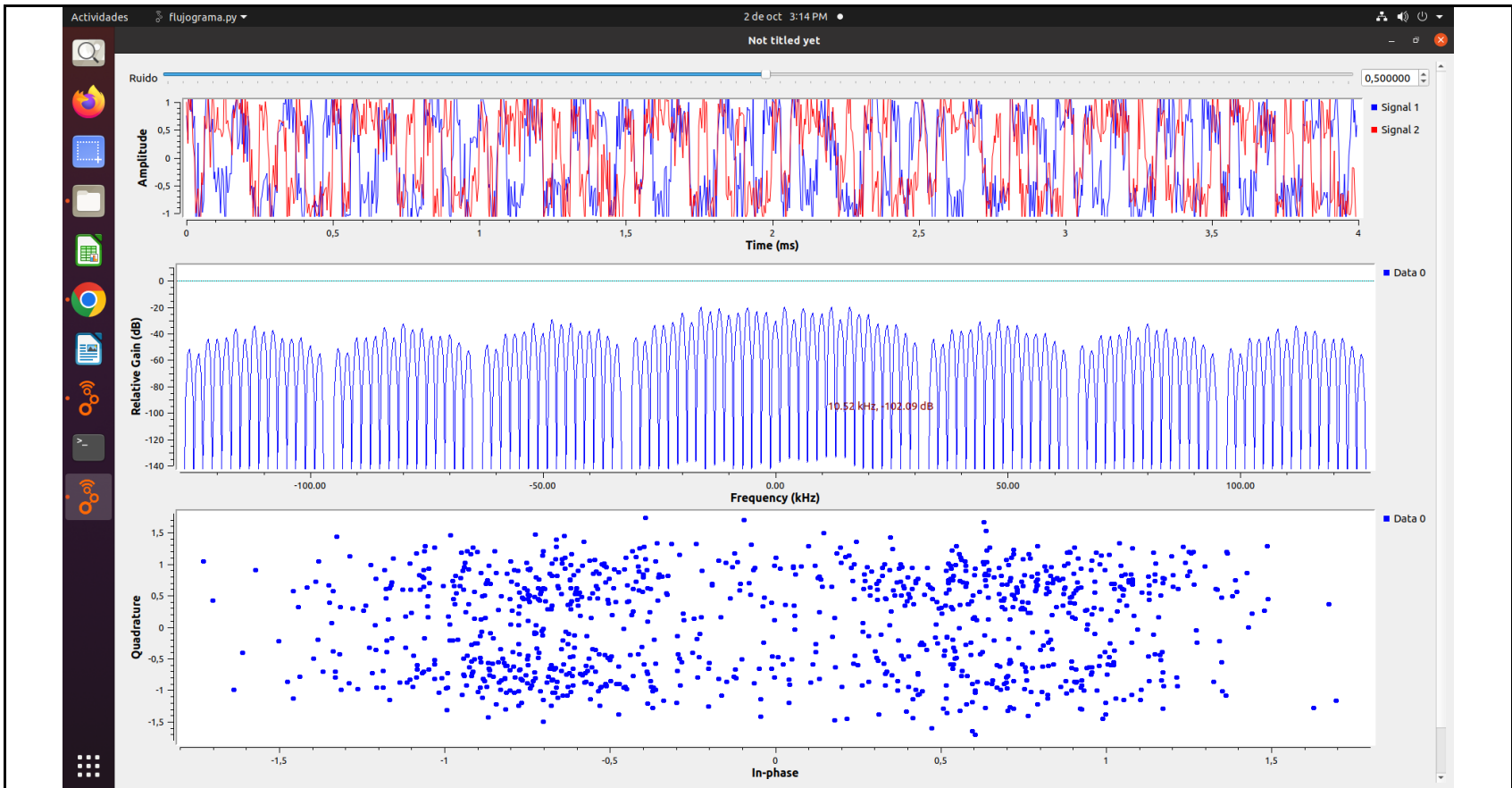


Figura 14: Mensaje con nivel de ruido en 0,5

En general, lo que se aprecia es hasta cierto punto, es que conforme se aumenta la cantidad de ruido se va aumentando la tasa de error de símbolos hasta el último caso en que el mensaje es completamente indistinguible y los valores obtenidos son aleatorios, esto se aprecia claramente en que el diagrama de constelación parece un lienzo lleno de puntos erróneos dispuestos al azar. Claramente el ancho de banda de la señal no aumentó, pero su amplitud creció muy levemente.

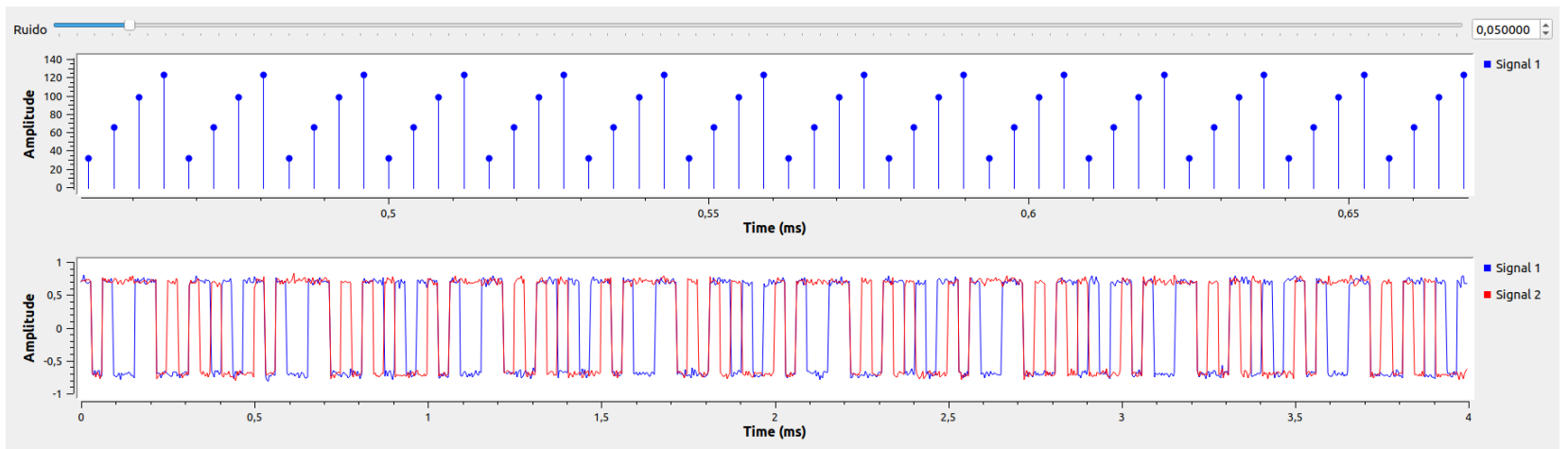


Figura 15: Señal mensaje recuperada

Como se puede observar en la figura 15, se obtuvo una efectiva demodulación. Hay que tener en cuenta que, si se aumenta el nivel de ruido, se pueden tener errores de bit, y esto se verá reflejado al momento de recuperar la señal.

7. REJILLA DE EVALUACION				
Método de calificación por lista de cotejo				
N°	Criterios	EXCELENTE (5)	BUENO (4)	REGULAR (3)
1	Los Procedimientos son completos y permiten cumplir el objetivo general y los objetivos específicos. Caso se solicite responder preguntas al final, estas son respondidas de forma adecuada y coherente.			
2	Los Resultados cumplen los siguientes criterios: <ul style="list-style-type: none">• Coherencia con los objetivos• Tienen Comentarios de análisis pertinentes• Están en su totalidad (tiempo, frecuencia u otros solicitados)			
3	Calidad del informe: <ul style="list-style-type: none">• Es organizado de inicio a fin• Etiqueta imágenes y las cita en el texto• Tiene ortografía• La escrita es clara y concisa• No repite informaciones			
4	Tiene al menos una conclusión que sea resultado directo de la ejecución del laboratorio			
Total				

