

Práctica 5

ISI, Diagrama de Ojo, Wave Forming,
Regeneración de bits

Autores:	Carolina Viasus Africano
	Davidson Duvan Leal
	Alex Julian Mantilla Rios
Perteneciente al grupo:	B1A.G6

[Aspectos a mejorar en la guia](#)

[Enlace a materiales de apoyo](#)

[El Problema:](#)

[El objetivo general es:](#)

[Preparativos](#)

[Objetivos específicos](#)

[Informe de resultados](#)

[Desarrollo del Objetivo 1. Presente a continuación los resultados del objetivo 1.](#)

[Desarrollo del Objetivo 2. Presente a continuación los resultados del objetivo 2.](#)

[Desarrollo del Objetivo 3. Presente a continuación los resultados del objetivo 3.](#)

[Desarrollo del Objetivo 4. Presente a continuación los resultados del objetivo 4.](#)

Aspectos a mejorar en la guia (capitulo privado, de los profesores)

Este capítulo es para uso exclusivo de los profesores, para que tomen apuntes que pueden serles útiles para mejorar la guia o las futuras prácticas:

Algunas consideraciones a tener en cuenta:

- tenemos un nueva versión de diagrama de ojo, se trata del bloque “b_eye_diagramm2_f”. Es parte de la librería “comdig_Lib_Bloques”, de modo que no hay que olvidar:
 - actualizar dicha librería en github
- Los estudiantes, hasta el momento solo han trabajado con código, nada de flujogramas gráficos, pero si flujogramas en código. saben algo de Comunicaciones I, pero no conocen las librerías hechas en la UIS, de modo que no hay que olvidar:
 - incluir actividad para que se familiaricen
 - que aprendan a ver un bloque jerárquico
 - mínimamente hay que actualizar bloques:
 - QT GUI b_PSD. En la librería aparece como b_QT_PSD
- En GITHUB el material más maduro para practicar los temas es [comdig2.Lab2.1](#)
- También estamos tentados a usar el flujograma del simulacro de examen 1, , qué es el mismo ex2 del 2019si. Esto es debido a que se refiere a un sistema de comunicación por cable, mientras que otros materiales se refieren a sistemas con modulación basada en constelaciones: GITHUB/comdig_exámenes/ex2/2019si o en GITHUB/backup_comdig_Ex2.2019si.
- Otra opcion tentadora es un flujograma hecho para un [vídeo](#): GITHUB/https://github.com/hortegab/ref_video_wave_form

- Hay que darle clave a Luis para acceder al computador del profesor
- Antes de escribir la guía, vamos a preparar un flujograma para ofrecerle a los estudiantes, para que vuelen en el laboratorio.

Trabajo previo

1. Baje los materiales necesarios para la práctica: [Código a ser usado en la práctica](#)
2. Actualice las librerías: [Manual de Manuales, sección Librerías UIS](#), s. Sin estas librerías actualizadas no espere nada bueno
3. Recuerde que el [Manual de Manuales](#) enlaza todas las ayudas disponibles en la UIS
4. Compruebe, en una terminal de comandos de ubuntu (atajo Ctr+Alt+T, invoque python) para qué sirven los siguientes comandos de python:
 - ([1.]*Sps)
5. Familiarícese con las variables usadas en el flujograma y con el concepto de modelos de capas, lo que significa cada color y tipo de líneas en esos modelos. [El libro de la asignatura](#) es útil para esto y mucho más porque contiene:
 - a. En el capítulo 10, descripción de las variables y siglas que se usan en los flujogramas para cualquier práctica de la asignatura.
 - b. Modelo de capas: capítulo 2.4.1.
 - c. Los conceptos de ISI, Diagrama de Ojo, Wave Forming, regeneración de bits. capítulo 5.2
 - d. enlaces a flujogramas que incluyen bloques que puede usar.
 - e. debajo de cada gráfica con flujogramas hay una nota que dice: “Flujograma usado”. Esos flujogramas usados en el libro están en la página del libro: <https://sites.google.com/saber.uis.edu.co/comdig/sw>
6. OPCIONAL (para cuando tenga más experiencia): tenemos una librería para obtener Diagramas de Ojo hermosos como los que aparecen en el libro, pero su instalación no es fácil ([Guía de instalación del EyeDiagramm](#)). La dejamos para que Ud lo haga en otro momento. En todo caso, ofreceremos otras alternativas para el diagrama de ojo. En el flujograma de la práctica, para usar la opción de diagrama de ojos hermosos debe, hacer la instalación de EyeDiagramm, luego activar el bloque b_eye_diagram_f y desactivar b_eye_diagram2_f

El Problema:

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

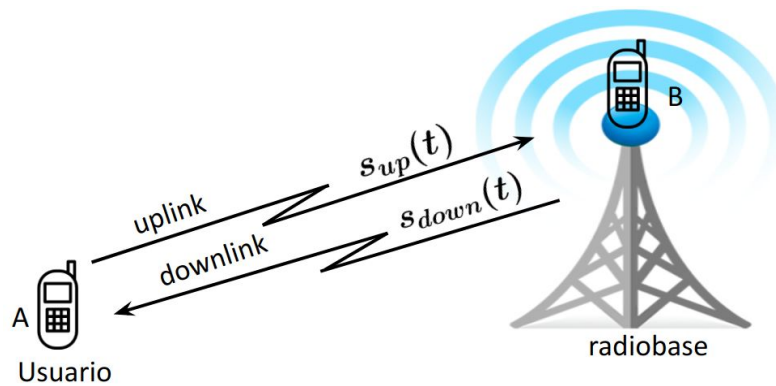


Fig. 1

Sin embargo, estamos en una etapa, en la que debemos aprender algunos conceptos y usar unas herramientas que son igualmente necesarios en una comunicación inalámbrica o en una alámbrica. Pero practicarlos es más sencillo en un sistema de comunicaciones por cable. Realmente no usaremos un cable físico ya que los equipos que tenemos en el laboratorio están pensados en comunicaciones de radio, pero lo simularemos mediante un canal de ruido blanco aditivo gaussiano (AWGN - Additive White Gaussian Noise)

Esos conceptos son: ISI waveforming, diagrama de ojo, regeneración de bits.
En la fig 2, se concibe ese sistema mediante un modelo de capas

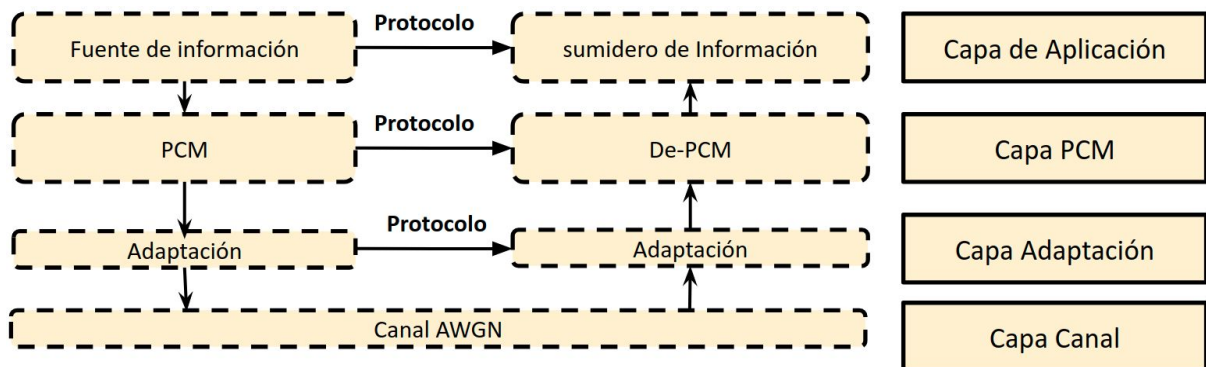


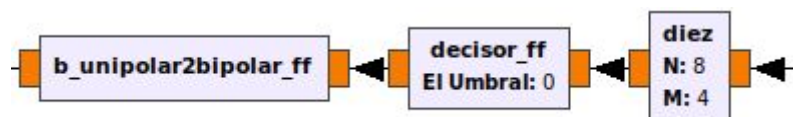
Fig. 2. Modelo de capas del sistema a usar en la práctica

El objetivo general es:

En sistema de comunicaciones de tiempo real, practicar los conceptos: ISI, waveforming, diagrama de ojo, regeneración de bits.

Objetivos específicos

1. use el flujograma capa_adapt_v2 para realizar la siguientes prueba en el dominio del tiempo, mediante el uso de osciloscopio: qué es el waveforming y cómo se implementa en GNU radio. Para las diferentes formas de pulsos, solo debe cambiar la respuesta al impulso del sistema LIT representado en el bloque “Interpolating FIR Filter”, la respuesta al impulso está representada en h. **Nota:** en el bloque “Python Module” están definidas las funciones que pueden ser usadas para h (doble click/Open in editor)
 - a. forma rectangular. Use diferentes valores de ancho de banda en el canal. Para ello varía Channel_BW para que tome valores diversos que pueden estar entre 0 y $\text{samp_rate}/2$, sin incluir el valor de cero Hz, ni valores tan cercanos a cero. **Nota 1:** Recuerde que el Criterio de Nyquist indica que el menor ancho de banda para que la señal tenga al menos un punto libre de ISI es $R_b/2$. De otro lado, en un sistema discreto el máximo ancho de banda que una señal puede soportar es $\text{samp_rate}/2$. **Nota 2:** Para obtener formas rectangulares, h debe estar configurado como: `wform.rect(Sps)` o como `[1.]*Sps` que es lo mismo que un vector de Sps unos.
 - b. forma de nyquist. **Nota 1:** en este caso h debe estar configurado como: `wform.nyq(Sps,ntaps)`. **Nota 2:** Channel_BW debe estar configurada como $\text{samp_rate}/2$
 - c. de coseno alzado, con diferentes valores de Rolloff. **Nota 1:** en este caso h debe estar configurado como: `wform.rcos(Sps,ntaps,Rolloff)`, además, recuerde que el Rolloff está entre 0 y 1. **Nota 2:** Channel_BW debe estar configurada como $\text{samp_rate}/2$
2. Repita lo anterior usando Diagrama de Ojo. En cada caso es necesario determinar si, se peresenta al menos un instante libre de ISI, lo cual se puede hacer en ausencia de ruido, por ejemplo mirando el ojo en el punto T2, o bien en R2 o R3 pero configurando el ruido en el canal con un valor muy pequeño, por ejemplo . **Nota 1:** debe activar el bloque “b_eye_diagram2_f” (o bien “b_eye_diagram_f” si le funciona). Si esos no le funcionan entonces active “QT GUI b_Eye_Diagramm_resimple” y desactive los otros dos. **Nota 2:** Observe que puede centrar mejor el ojo, mediante la barra que dice “Retrase el ojo para que quede bien centrado”. **Nota 3.** cuando hace un cambio en esa barra, el ojo demora unos segundos en recuperar la forma ya que realiza un proceso acumulativo, con memoria.
3. Repita lo anterior obteniendo la PSD para cada caso.
4. Compruebe el funcionamiento del sistema de regeneración de bits, representado por los bloques siguientes

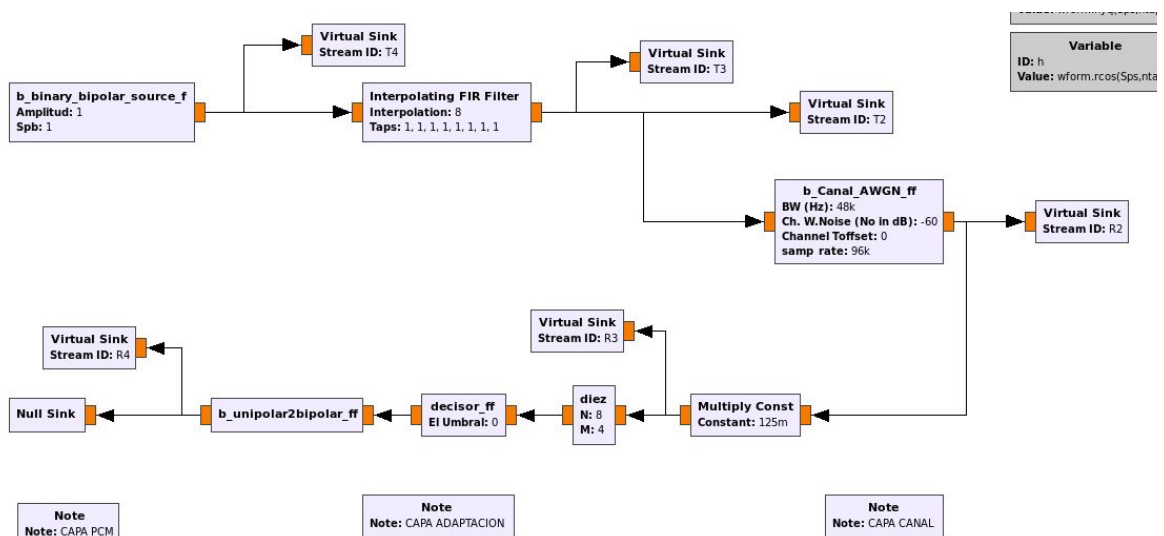


- a. Explique cómo funciona cada cosa

- b. y compruebe si la señal enviada por el bloque `b_binary_source_f` es la misma que llega al Null Sink. Tenga en cuenta que cada bloque tiene sus ayudas y se puede ver: abriendo el bloque con doble click/documentation
 - c. Determine el retardo que ha sufrido la señal que llega al Null Sink
5. Analice el impacto que tiene el nivel de ruido en el Canal AWGN en lo siguiente:
 - a. la forma del diagrama de ojo en el punto R3
 - b. La PSD en R3
 - c. la calidad de sistema: es decir, que se pueden presentar diferencias entre la señal transmitida y la recibida (en T4 y en R4)

Informe de resultados

Desarrollo del Objetivo 1. Presente a continuación los resultados del objetivo 1.

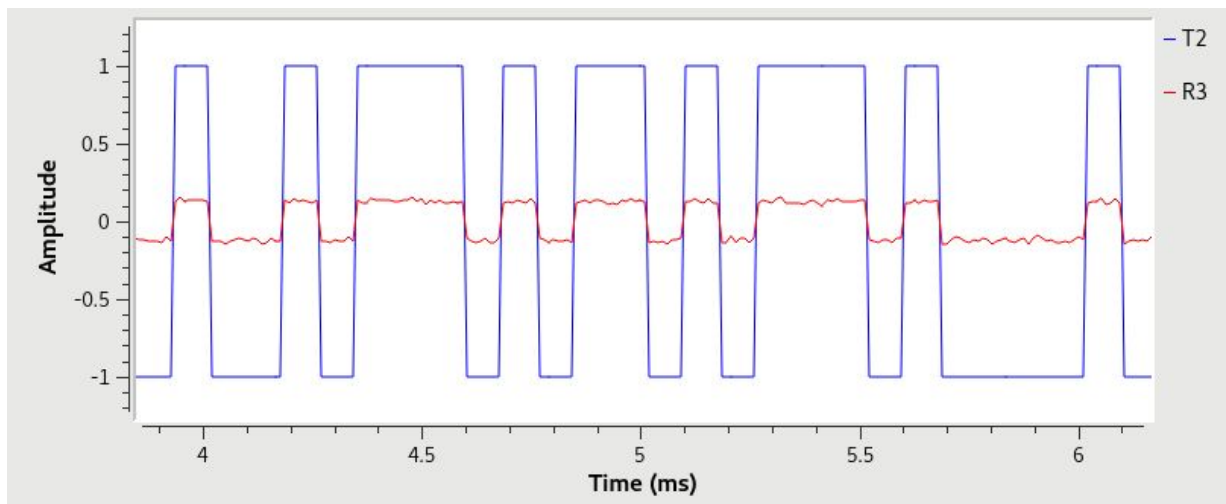


Valores a tener en cuenta: **$R_b = 12$ [kbps], $Sps = 8$, Channel noise = -60dB, Rolloff = 1**

A continuación se mostrará una comparación de las señales T2 y R3 en el tiempo con diferentes anchos de banda para el canal y diferentes tipos de filtros para formar los pulsos, con la ayuda del osciloscopio de gnuradio (**Nota:** T2 ha sido retrasada para sincronizarse con R3):

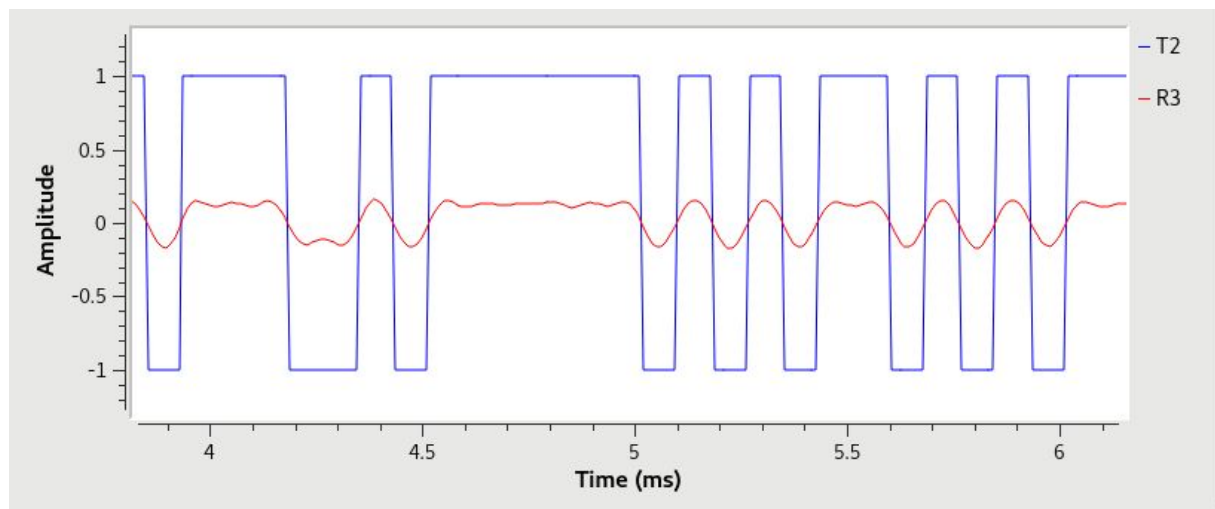
a. Forma Rectangular:

- i. La señal T2 vs R3, con un canal con f_c de 48 [kHz] ($f_c = 4 \cdot R_b$):



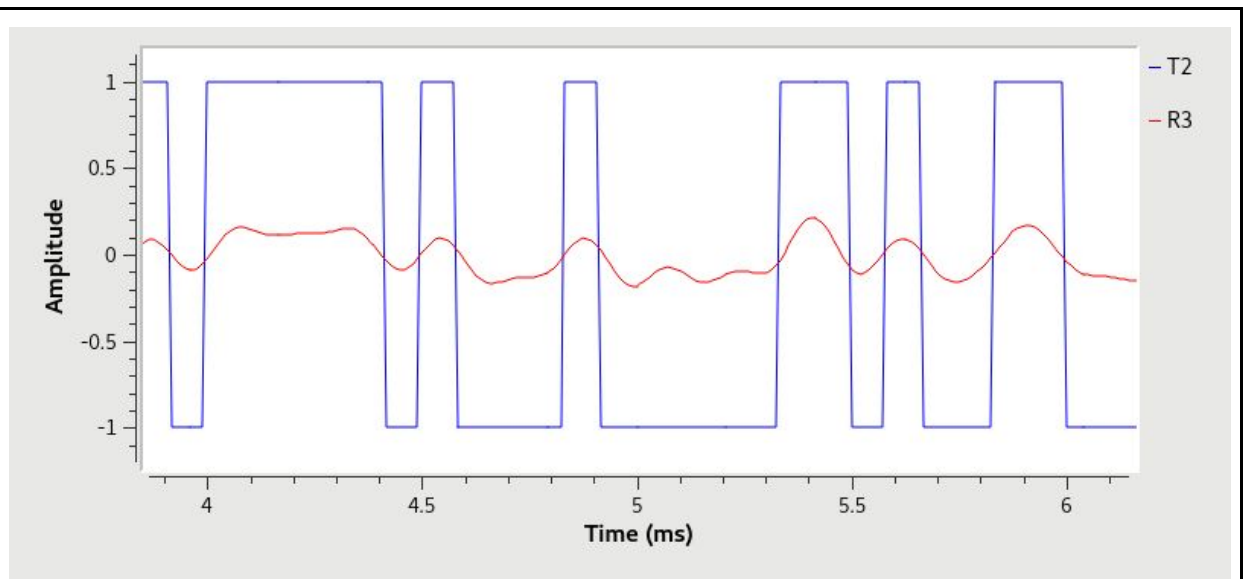
Se puede observar claramente la señal formada con impulsos rectangulares, junto con la atenuación y el ruido del canal.

ii. La señal T2 vs R3, con un canal con f_c de 12 [kHz] ($f_c = R_b$):



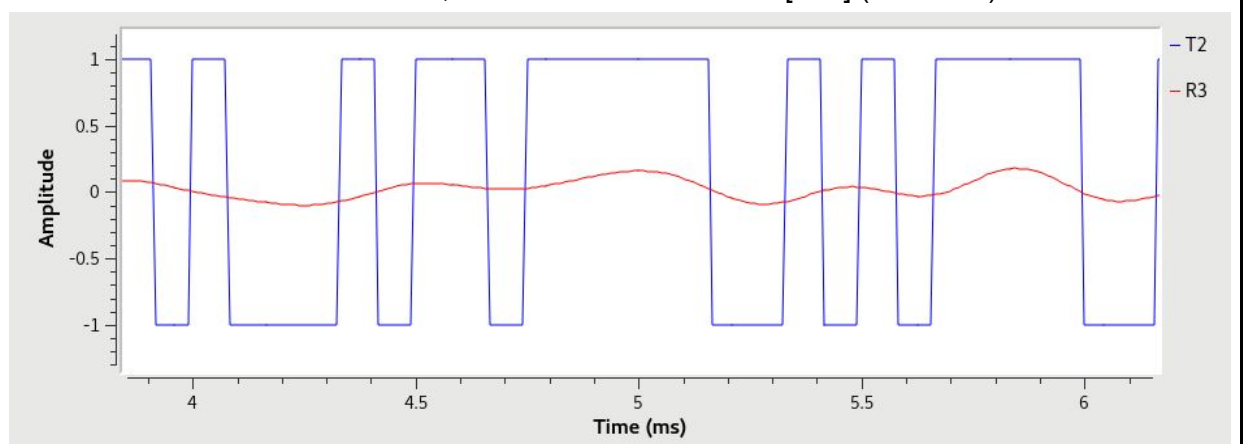
Esta vez la señal cuadrada ha sido mucho más distorsionada debido al ancho de banda del canal, aunque aún es visible la forma de la onda.

iii. La señal T2 vs R3, con un canal con f_c de 6 [kHz] ($f_c = R_b/2$):

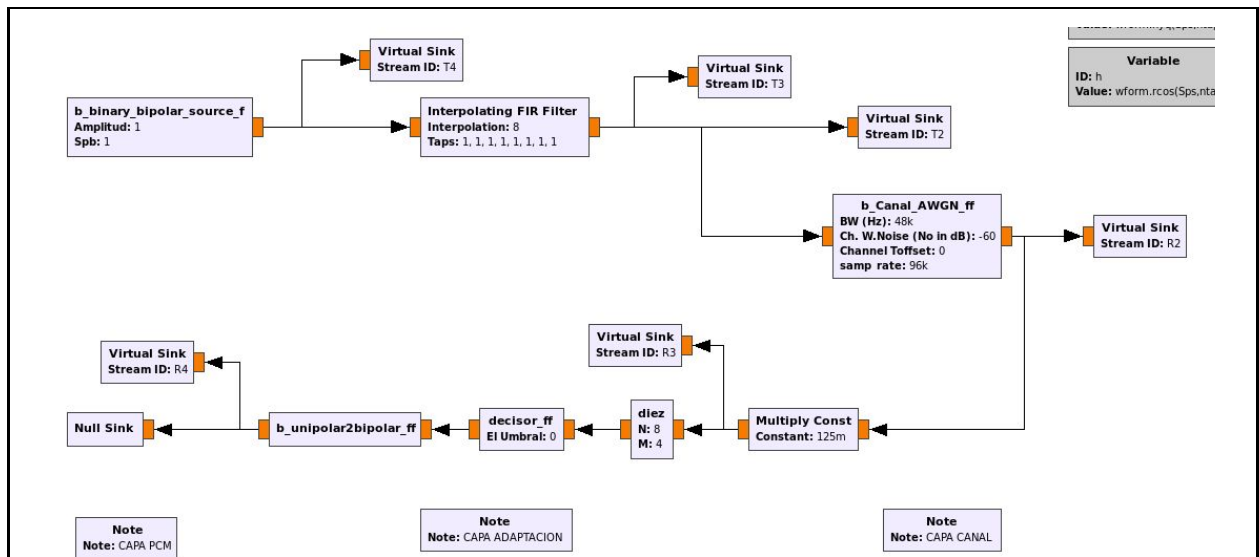


Una onda más distorsionada pero que aún conserva su forma y pudiese ser procesada después de una amplificación para ser restaurada.

iv. La señal T2 vs R3, con un canal con f_c de 3 [kHz] ($f_c = R_b/4$):



Esta última onda ha sido distorsionada tanto que no sigue la forma de la señal original y se ha perdido información, por lo que de esta señal no es posible recuperar los datos transmitidos.

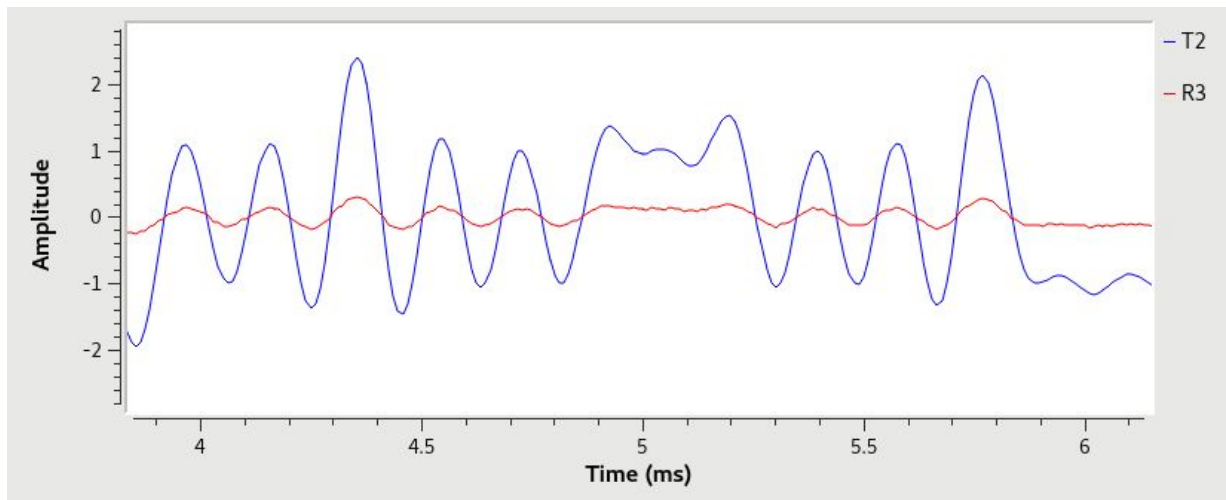


Valores a tener en cuenta: $R_b = 12$ [kbps], $Sps = 8$, Channel noise = -60dB, Rolloff = 1

A continuación se mostrará una comparación de las señales T2 y R3 en el tiempo con diferentes anchos de banda para el canal y diferentes tipos de filtros para formar los pulsos, con la ayuda del osciloscopio de gnuradio (**Nota:** T2 ha sido retrasada para sincronizarse con R3):

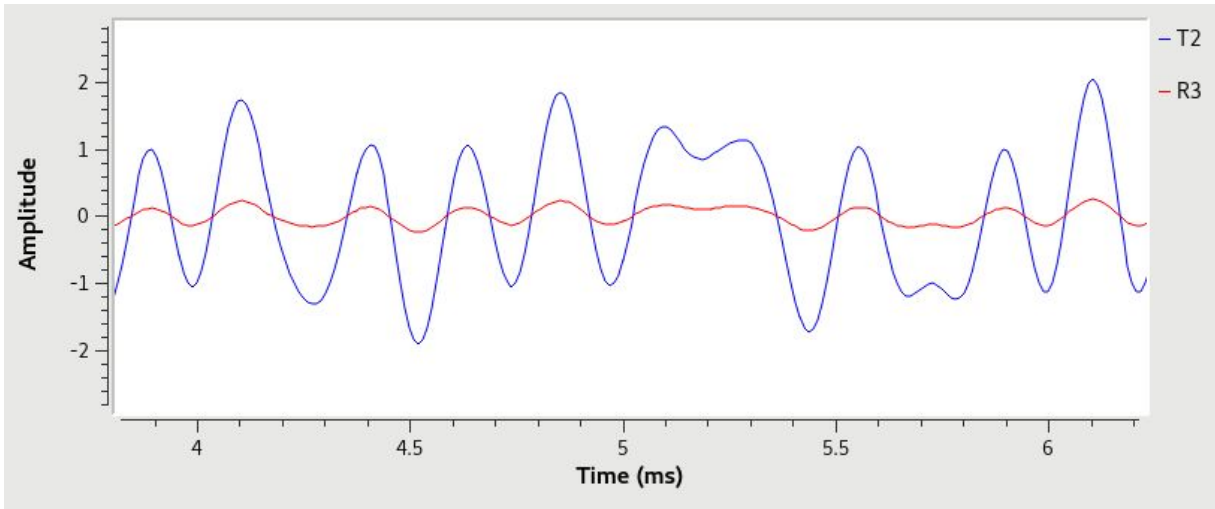
b. Forma de Nyquist:

i. La señal T2 vs R3, con un canal con f_c de 48 [kHz] ($f_c = 4 \cdot R_b$):



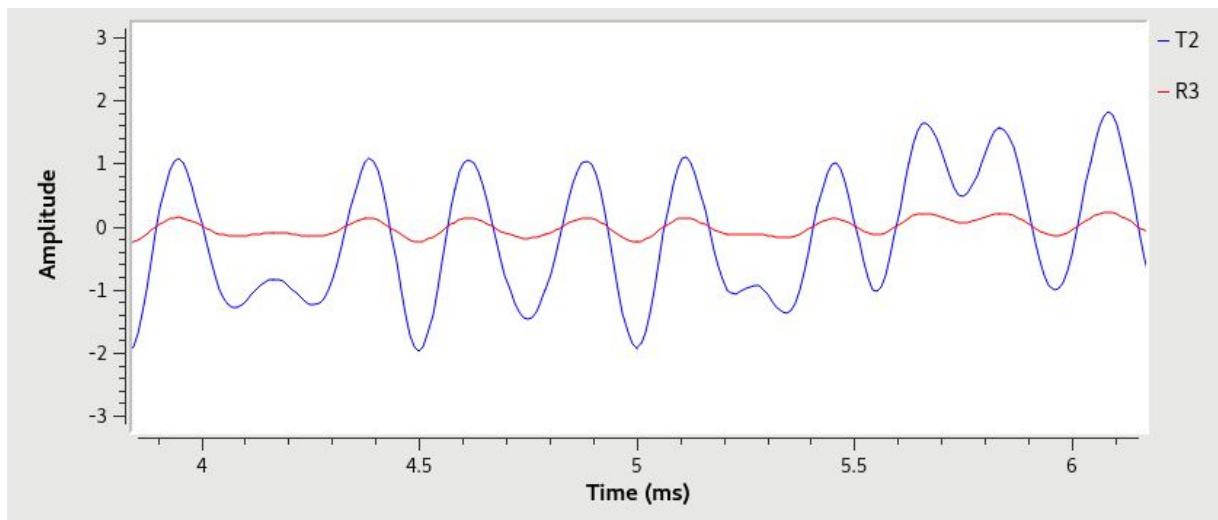
Se puede observar claramente la señal formada con señales sinc en el tiempo, junto con la atenuación y el ruido del canal.

ii. La señal T2 vs R3, con un canal con f_c de 12 [kHz] ($f_c = R_b$):



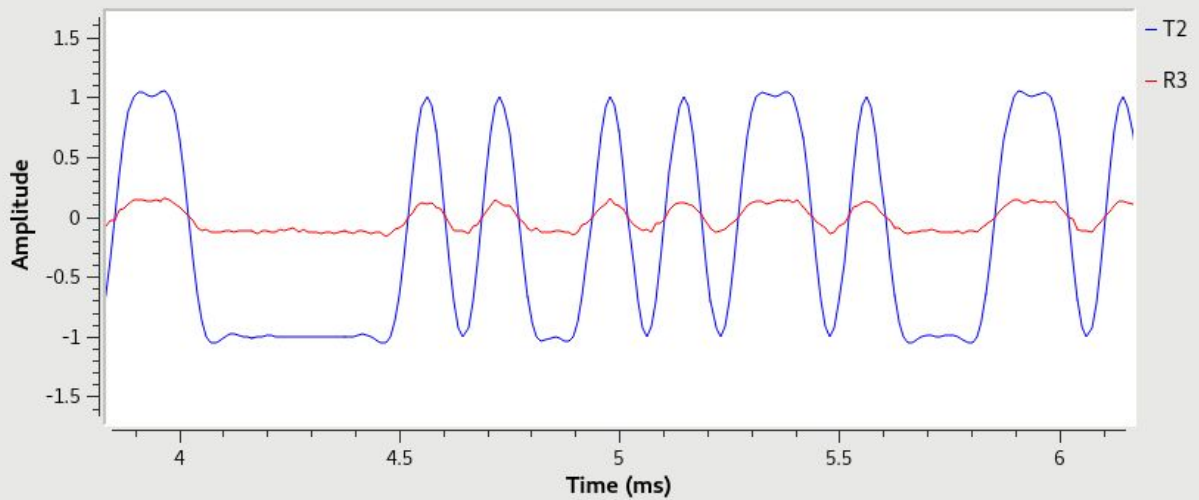
Esta vez la combinación de señales sinc ha sido mucho más distorsionada debido al ancho de banda del canal, aunque aún es visible la forma de la onda.

iii. La señal T2 vs R3, con un canal con f_c de 6 [kHz] ($f_c = R_b/2$):



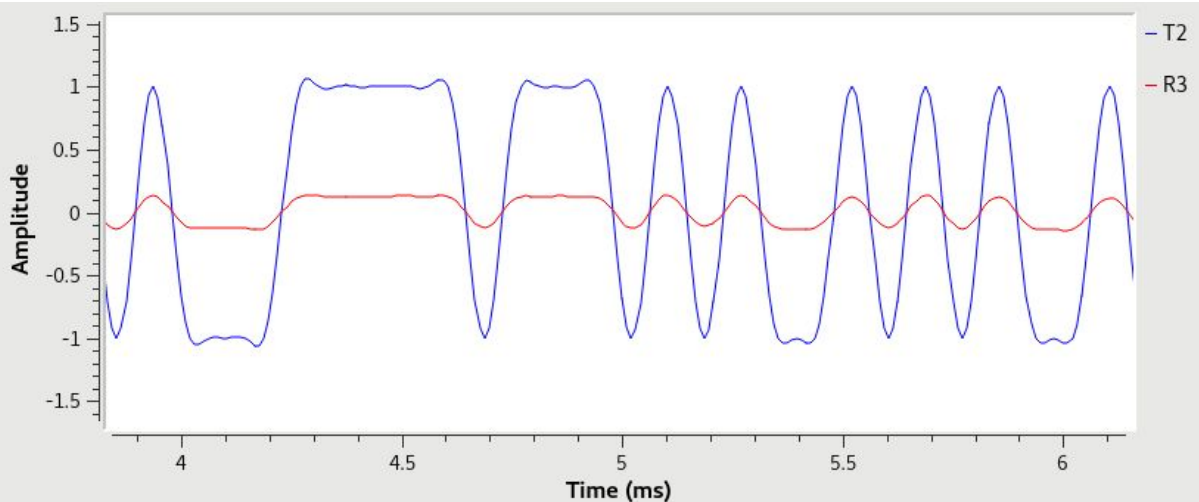
La onda formada con el filtro de Nyquist, al tener variaciones más suaves que la onda cuadrada, sufre una menor distorsión debido al ancho de banda del canal, y sigue siendo reconocible la forma de la señal original.

iv. La señal T2 vs R3, con un canal con f_c de 3 [kHz] ($f_c = R_b/4$):

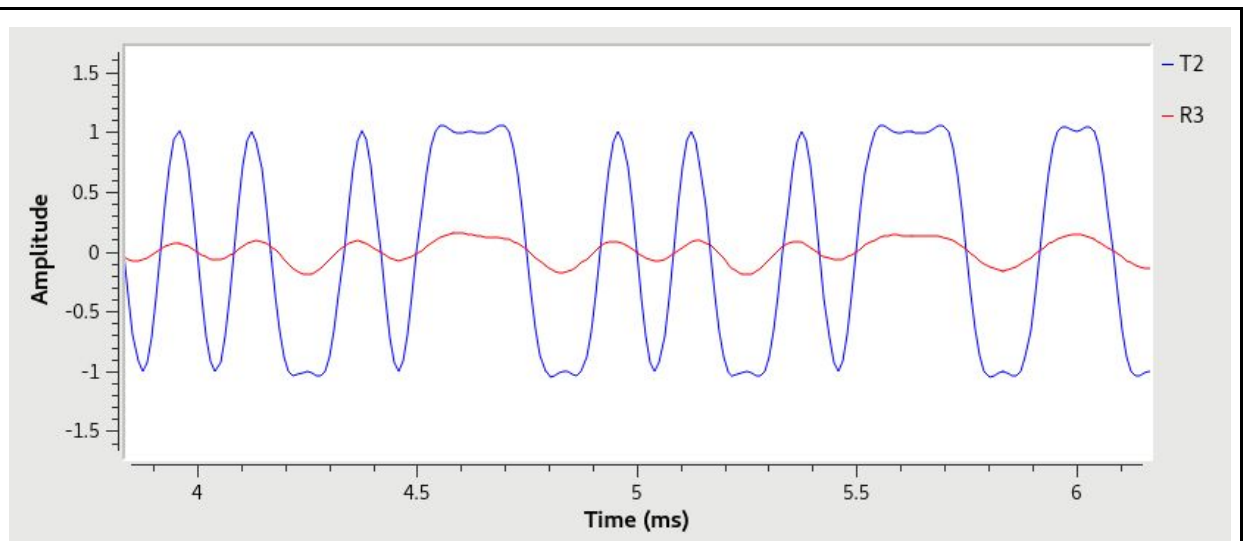


Se puede observar claramente la señal formada con señales de coseno alzado en el tiempo, junto con la atenuación y el ruido del canal, reconociendo claramente la forma de la onda original.

ii. La señal T2 vs R3, con un canal con f_c de 12 [kHz] ($f_c = R_b$):

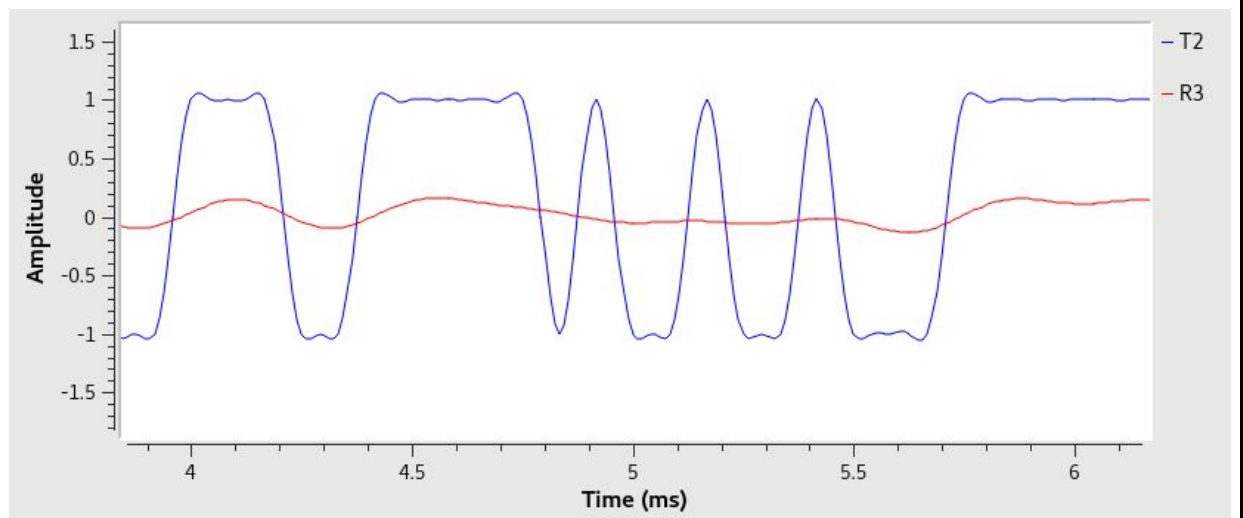


iii. La señal T2 vs R3, con un canal con f_c de 6 [kHz] ($f_c = R_b/2$):



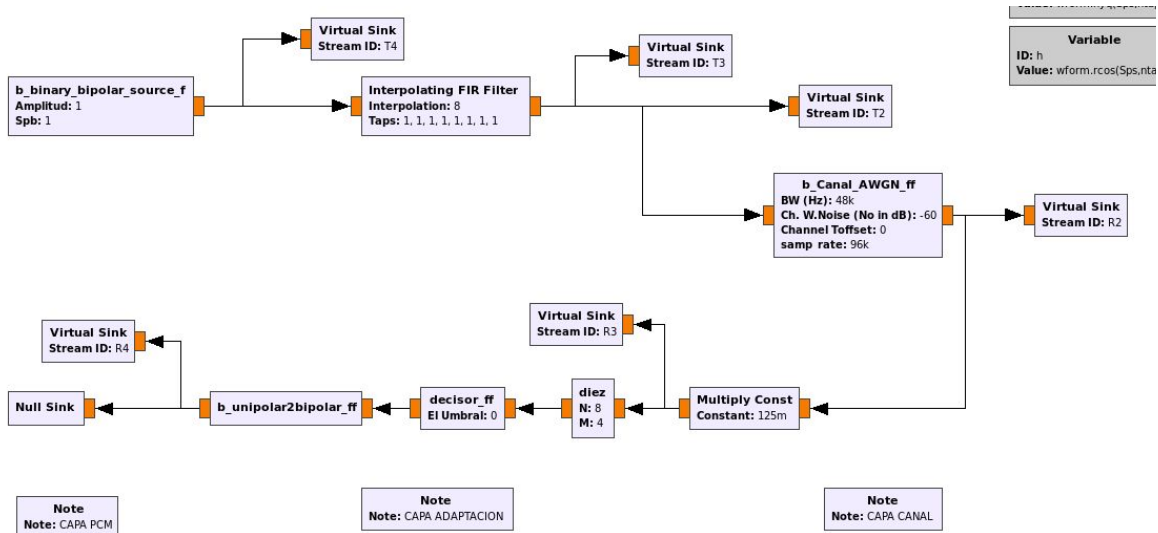
La onda formada con el filtro de coseno alzado sigue siendo reconocible la forma de la señal original.

iv. La señal T2 vs R3, con un canal con f_c de 3 [kHz] ($f_c = R_b/4$):



Como era de esperarse, con tan poco ancho de banda la señal se distorciona totalmente y no es posible recuperar la información original, sin importar el filtro.

Desarrollo del Objetivo 2. Presente a continuación los resultados del objetivo 2.

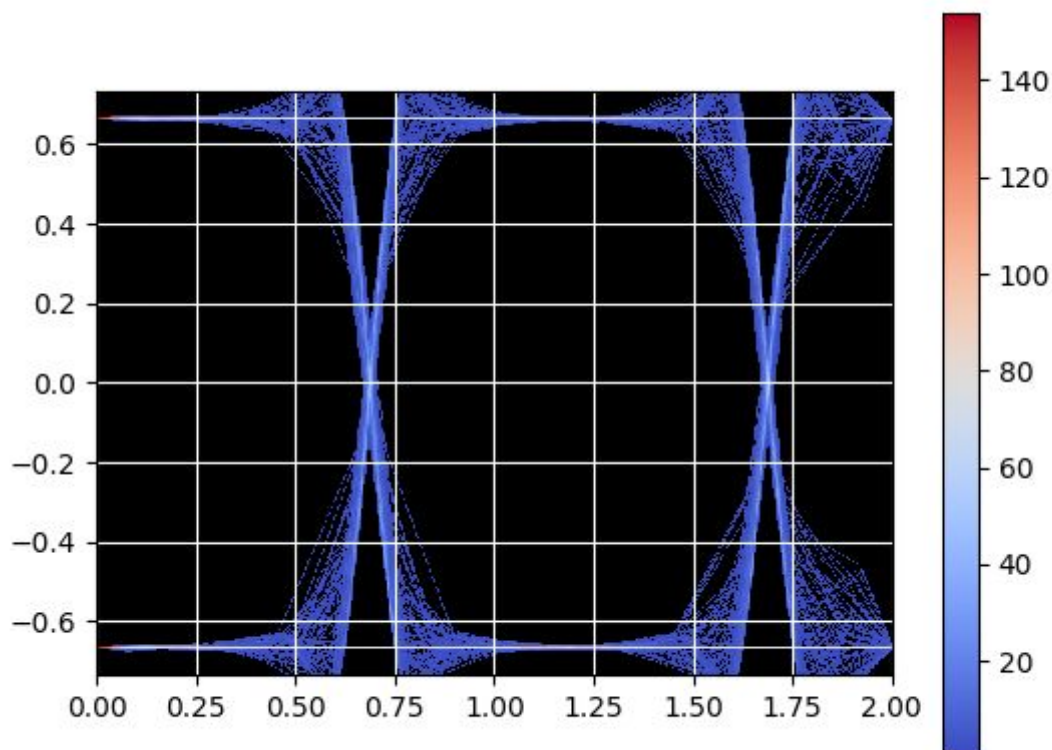


Valores a tener en cuenta: **$R_b = 12$ [kbps], $Sps = 8$, Channel noise = -100dB, Rolloff = 1**

A continuación se mostrará el diagrama de ojo de la señal R3, para mostrar la señal recibida una vez ha cruzado el canal con diferentes anchos de banda. Se ha tomado un valor de ruido pequeño para poder despreciar su influencia y centrar la atención en la distorsión de la señal debido al ancho de banda del canal.

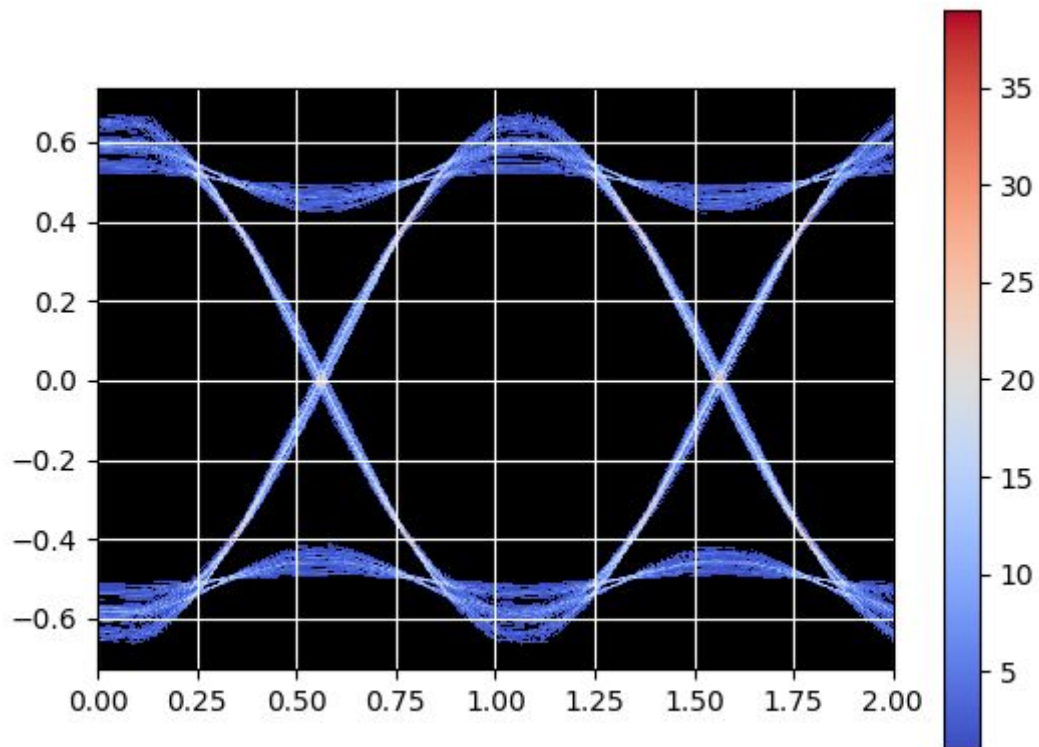
❖ Forma Triangular:

- Diagrama de ojo de la señal R3, con un canal con f_c de 48 [kHz] ($f_c = 4 \cdot R_b$):



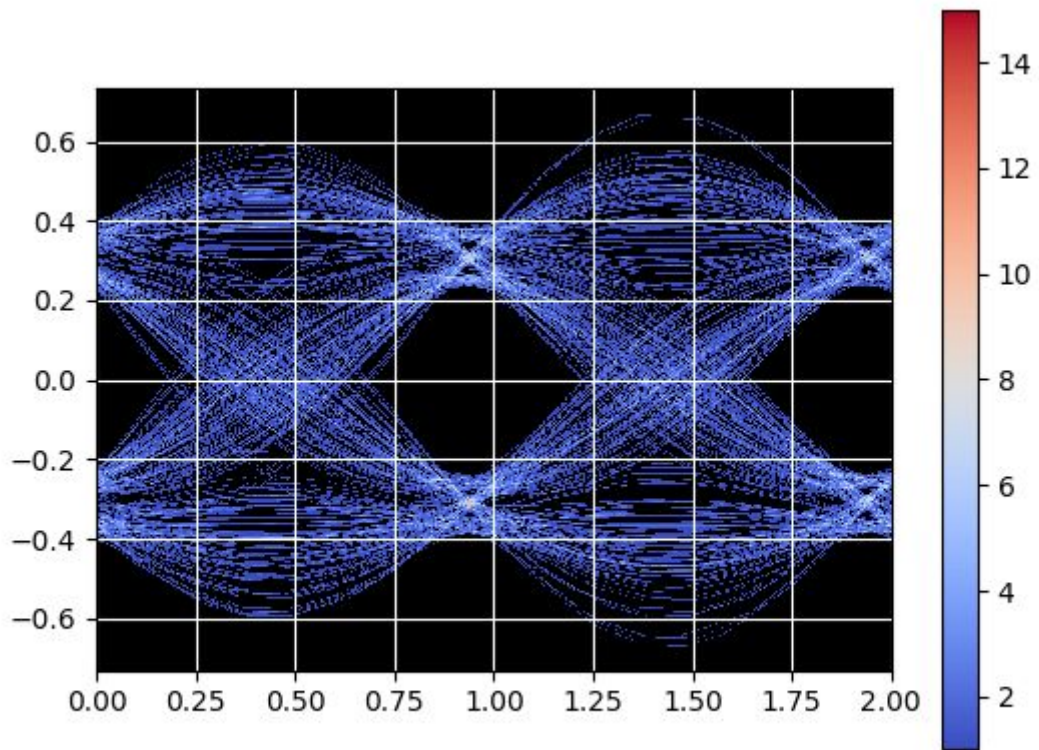
Con un ancho de banda 4 veces más alto que la tasa de bits el diagrama de ojo está super abierto, teniendo toda una franja libre de ISI, en el rango t [0.8 1.5]. Es decir, casi no existe distorsión debida al canal.

- Diagrama de ojo de la señal R3, con un canal con f_c de 12 [kHz] ($f_c = R_b$):



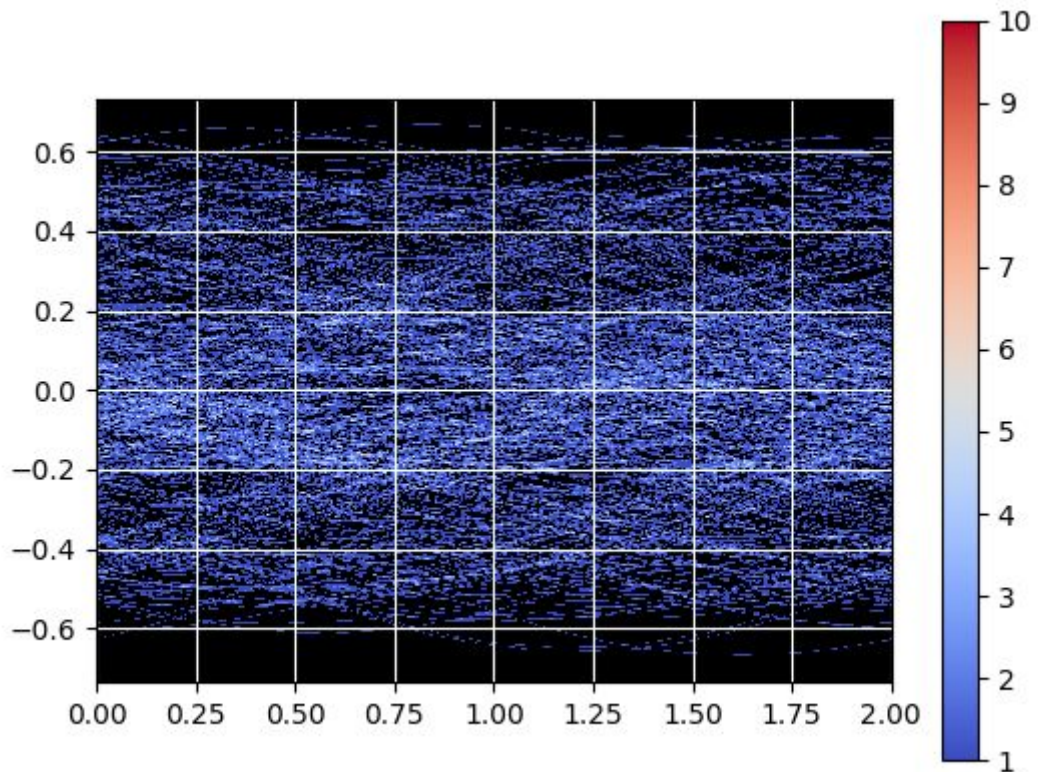
Cuando el ancho de banda del canal es igual a la rata de bits, el diagrama de ojo esta bien abierto y se puede observar un pequeño rango libre de ISI en t [0.85 1.25] en el que la señal ya alcanza un valor lógico definido.

- Diagrama de ojo de la señal R3, con un canal con f_c de 6 [kHz] ($f_c = R_b/2$):

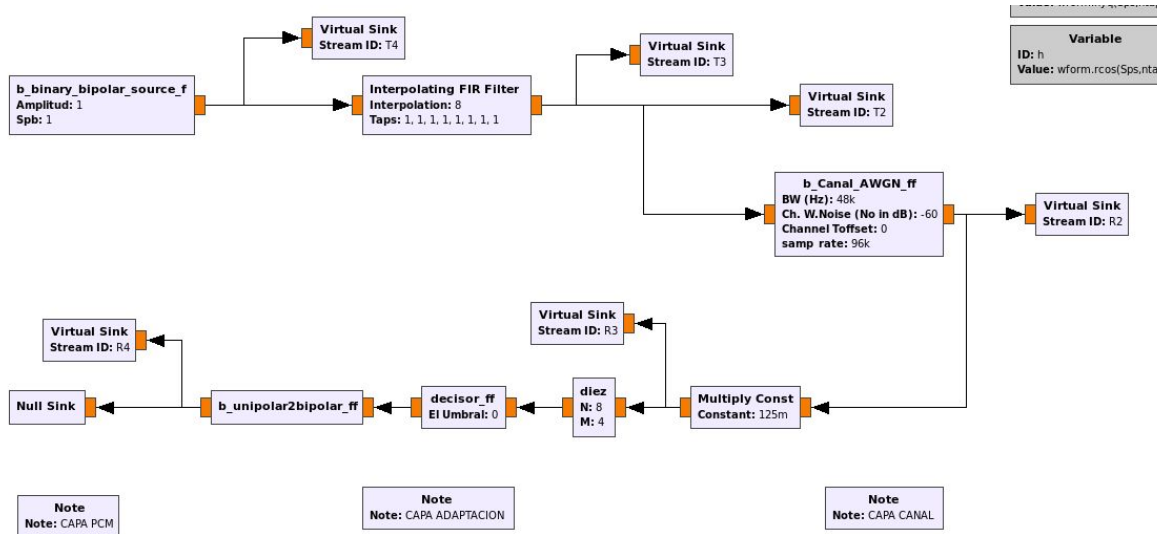


Ya en este punto, cuando el ancho de banda del canal es la mitad de la tasa bits, llegamos al punto crítico en el que existe apenas un instante libre de ISI, en $t = 0.9$ aproximadamente.

➤ Diagrama de ojo de la señal R3, con un canal con f_c de 3 [kHz] ($f_c = R_b/4$):



Finalmente, con tan poco ancho de banda la señal se distorciona totalmente y no es posible recuperar la información original, el diagrama de ojo está totalmente cerrado y no existe ningún instante libre de ISI.

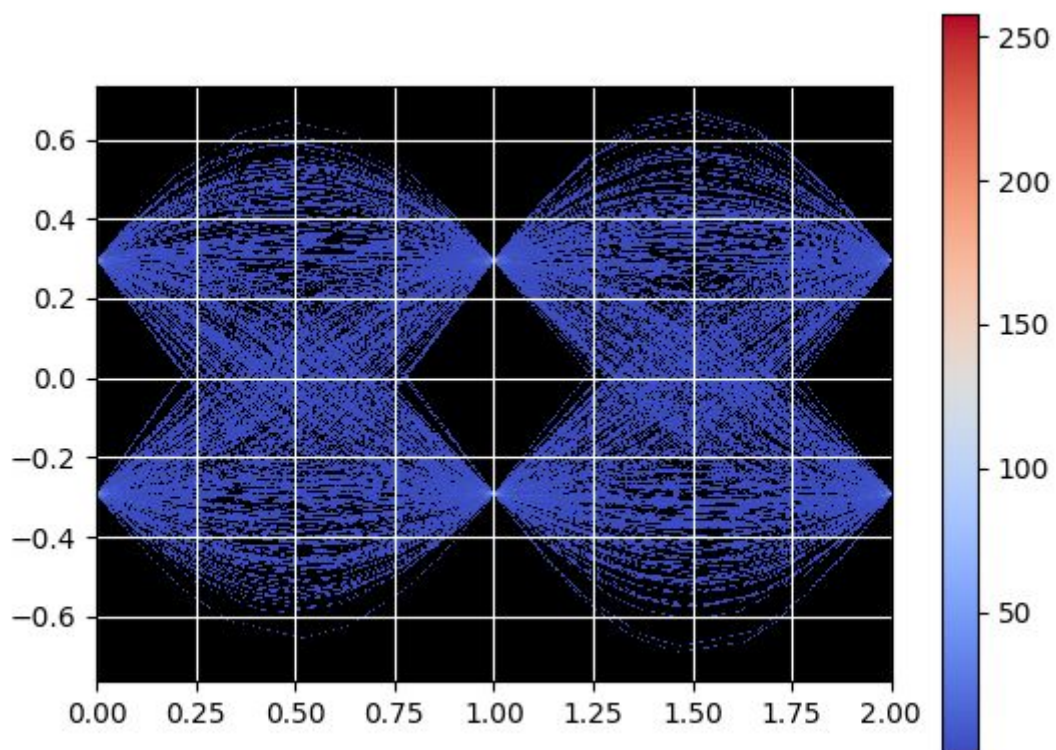


Valores a tener en cuenta: **Rb = 12 [kbps], Sps = 8, Channel noise = -100dB, Rolloff = 1**

A continuación se mostrará el diagrama de ojo de la señal R3, para mostrar la señal recibida una vez ha cruzado el canal con diferentes anchos de banda. Se ha tomado un valor de ruido pequeño para poder despresiar su influencia y centrar la atención en la distorción de la señal debido al ancho de banda del canal.

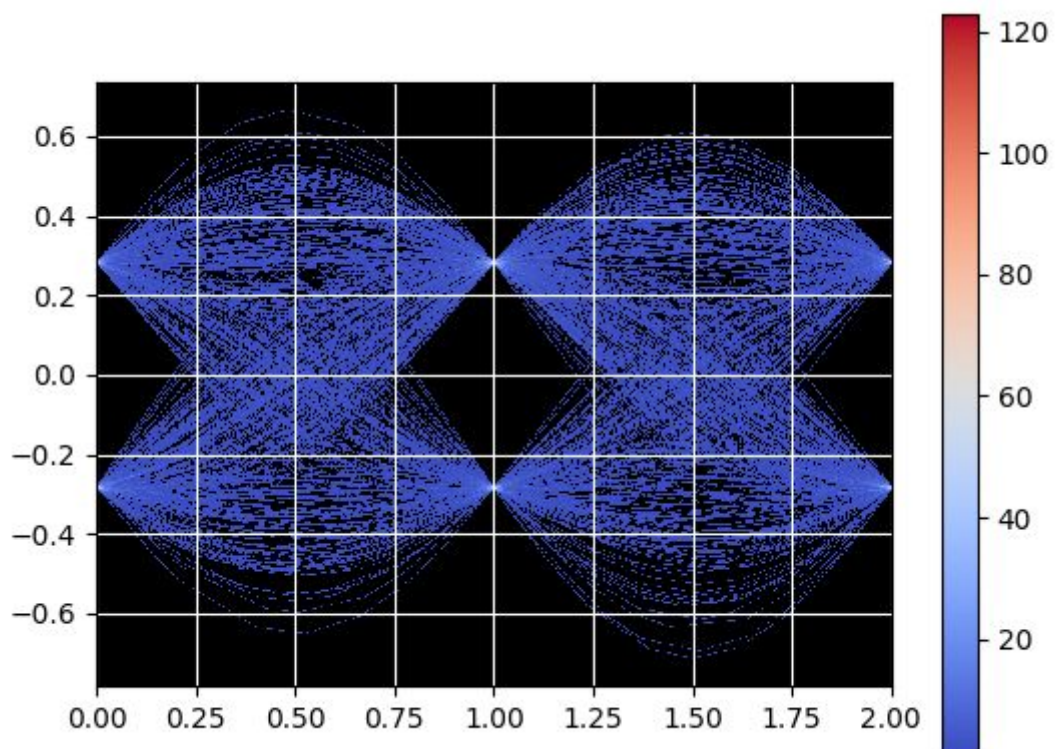
❖ Forma del Nyquist:

- Diagrama de ojo de la señal R3, con un canal con f_c de 48 [kHz] ($f_c = 4 \cdot R_b$):



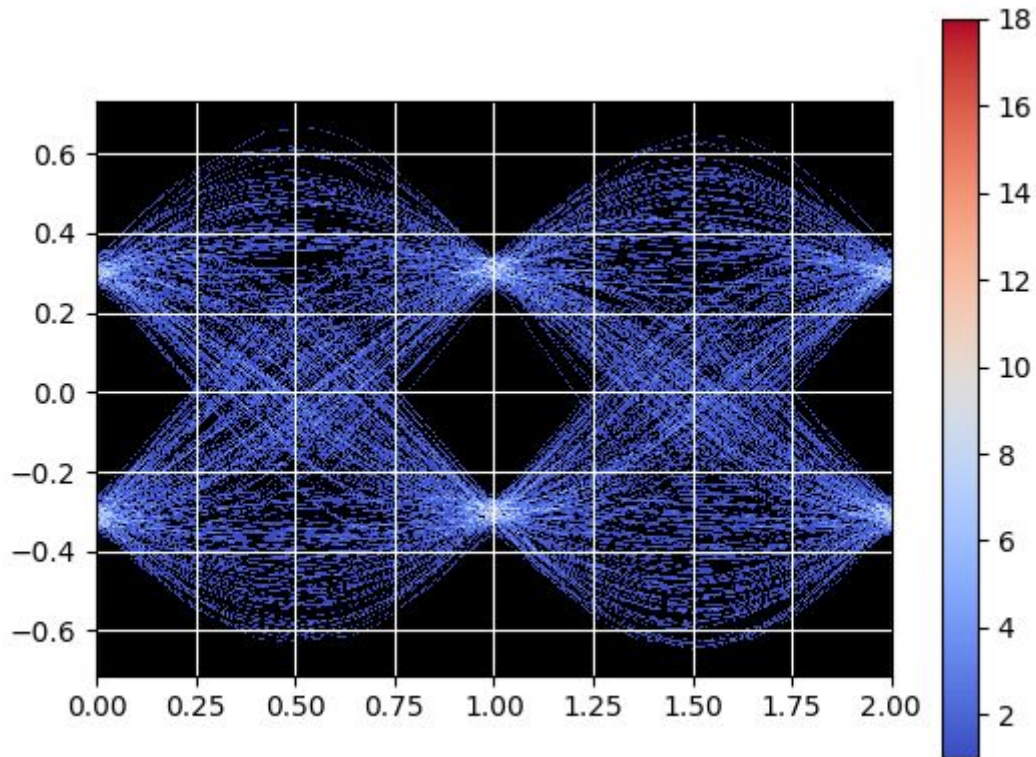
Con un ancho de banda 4 veces más alto que la rata de bits el diagrama de ojo está abierto, teniendo un instante libre de ISI, en $t = 1$.

➤ Diagrama de ojo de la señal R3, con un canal con f_c de 12 [kHz] ($f_c = R_b$):



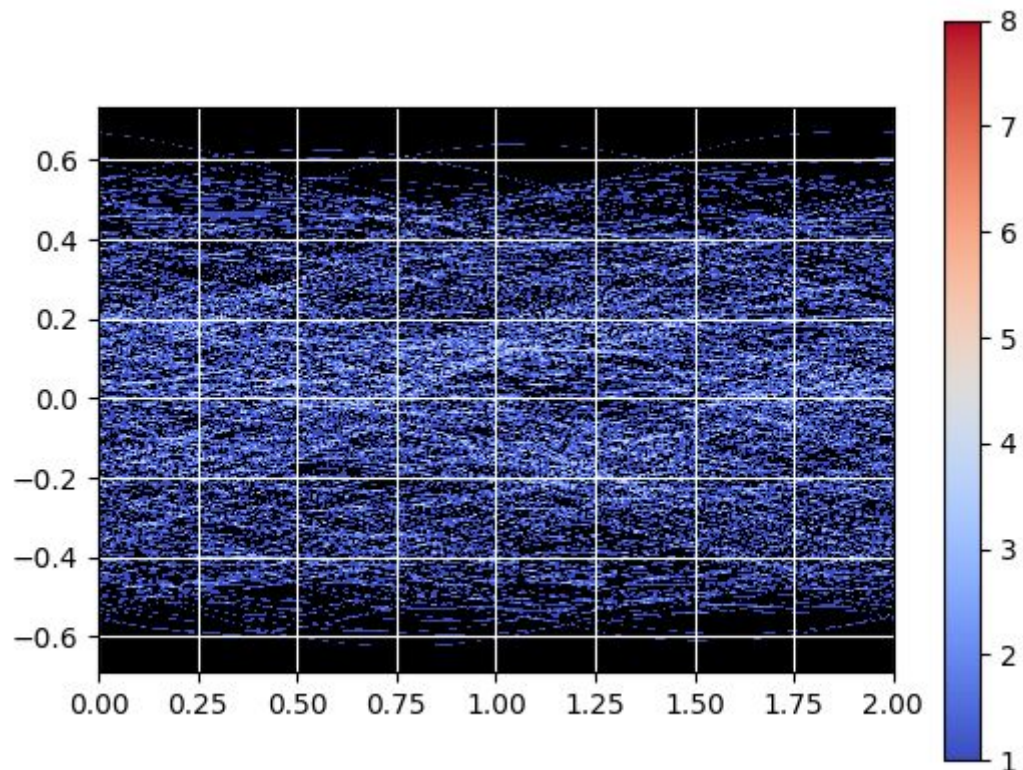
Cuando el ancho de banda del canal es igual a la rata de bits, el diagrama de ojo se mantiene abierto y se puede observar un instante libre de ISI en $t = 1$.

➤ Diagrama de ojo de la señal R3, con un canal con f_c de 6 [kHz] ($f_c = R_b/2$):

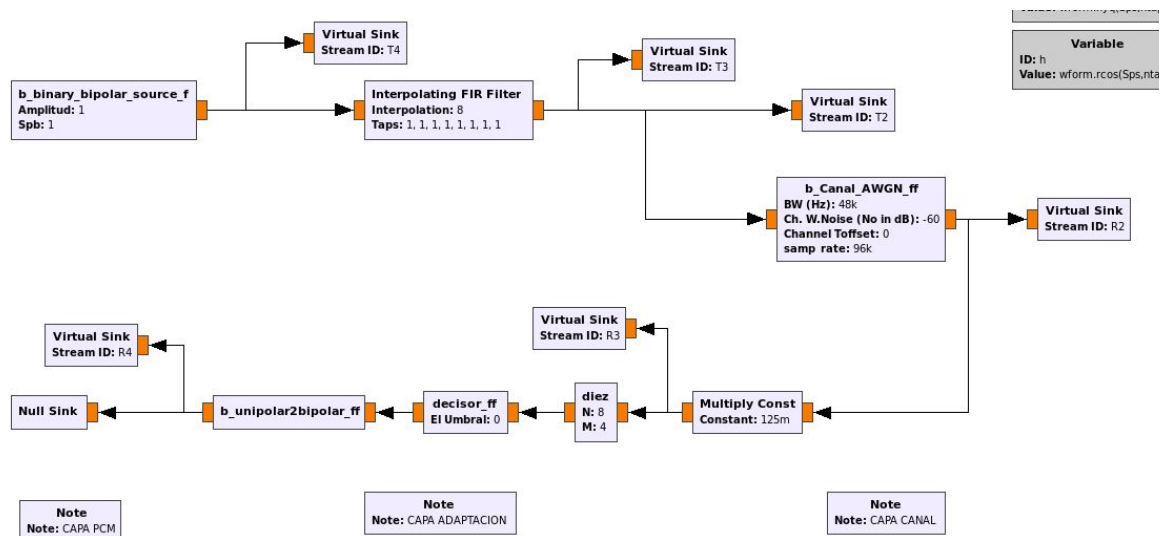


Ya en este punto, cuando el ancho de banda del canal es la mitad de la rata bits, llegamos al punto crítico pero sigue existiendo un instante libre de ISI, en $t = 1$.

➤ Diagrama de ojo de la señal R3, con un canal con f_c de 3 [kHz] ($f_c = R_b/4$):



Finalmente, con tan poco ancho de banda la señal se distorciona totalmente y no es posible recuperar la información original, el diagrama de ojo está totalmente cerrado y no existe ningún instante libre de ISI.

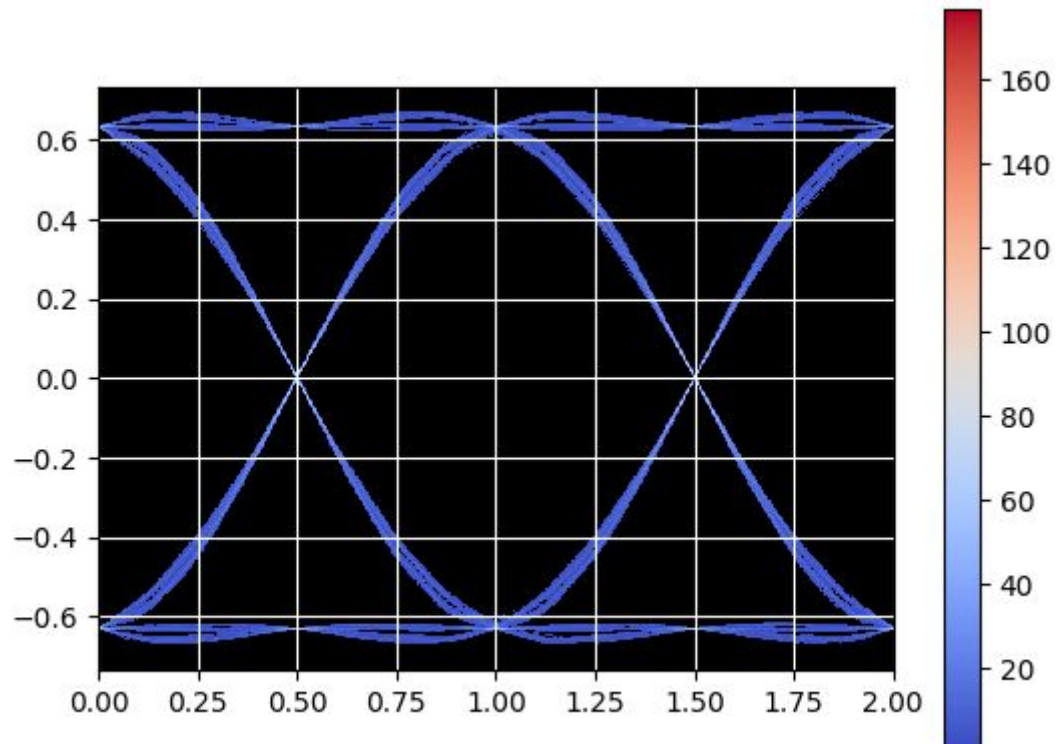


Valores a tener en cuenta: **$R_b = 12$ [kbps], $Sps = 8$, Channel noise = -100dB, Rolloff = 1**

A continuación se mostrará el diagrama de ojo de la señal R3, para mostrar la señal recibida una vez ha cruzado el canal con diferentes anchos de banda. Se ha tomado un valor de ruido pequeño para poder despresiar su influencia y centrar la atención en la distorsión de la señal debido al ancho de banda del canal.

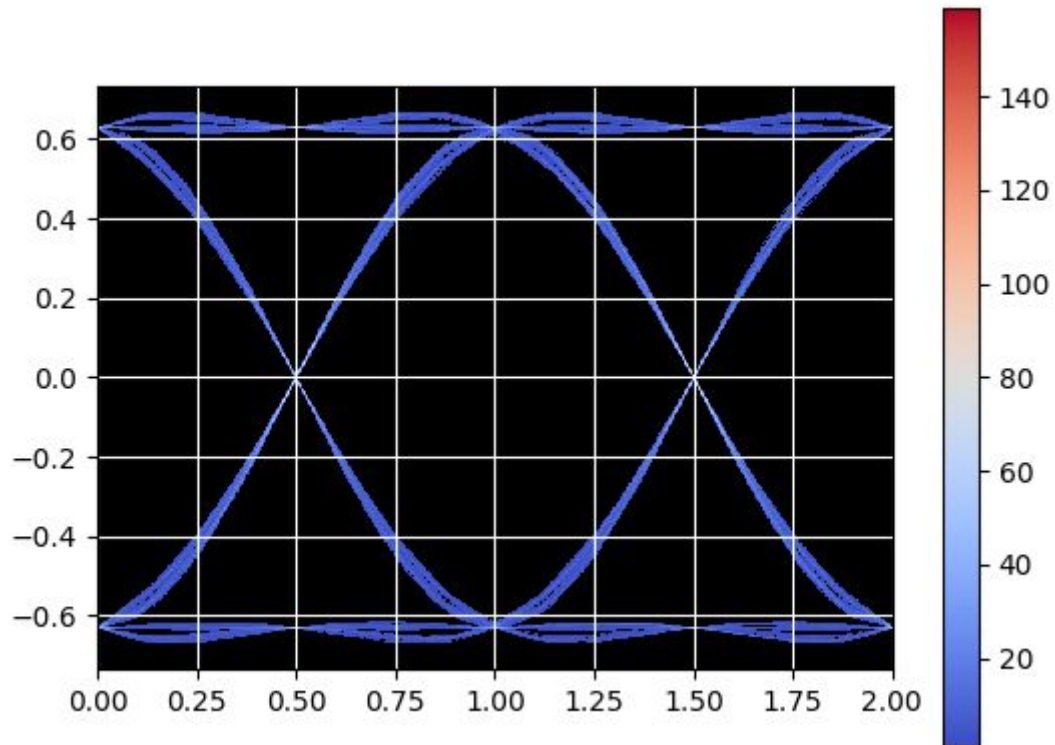
❖ **Forma de Coseno alzado:**

- Diagrama de ojo de la señal R3, con un canal con f_c de 48 [kHz] ($f_c = 4 \cdot R_b$):



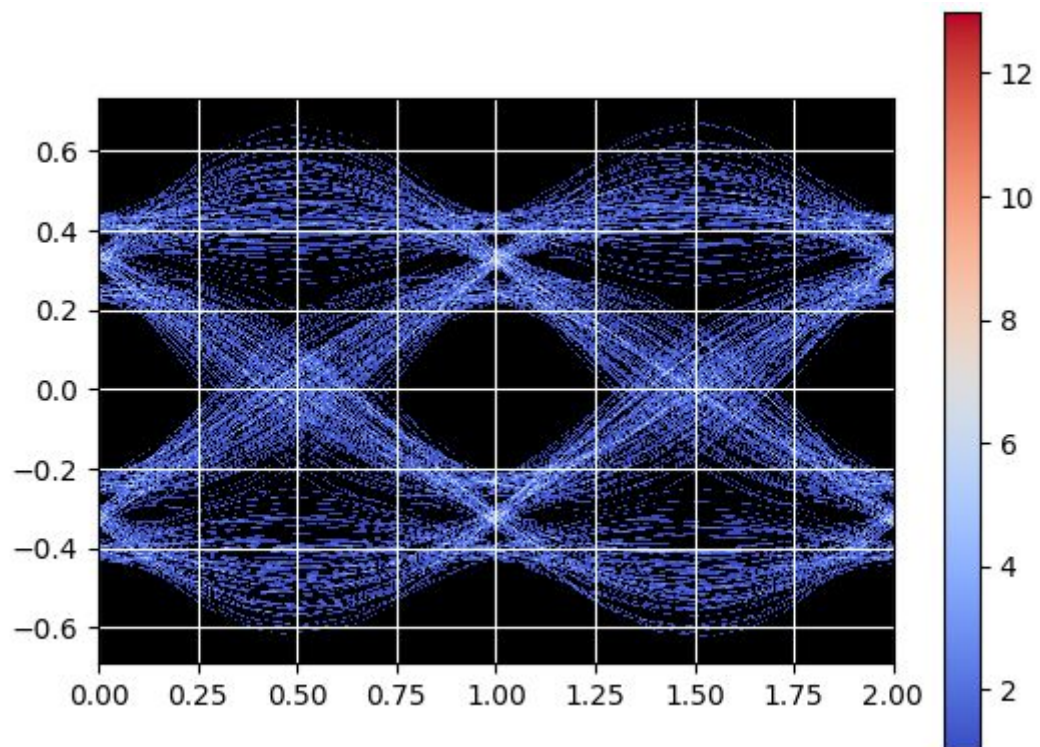
Con un ancho de banda 4 veces más alto que la tasa de bits el diagrama de ojo está super abierto, teniendo un instante libre de ISI, en $t = 1$. Se observa muchas menos distorsiones que el equivalente con filtro de Nyquist.

- Diagrama de ojo de la señal R3, con un canal con f_c de 12 [kHz] ($f_c = R_b$):



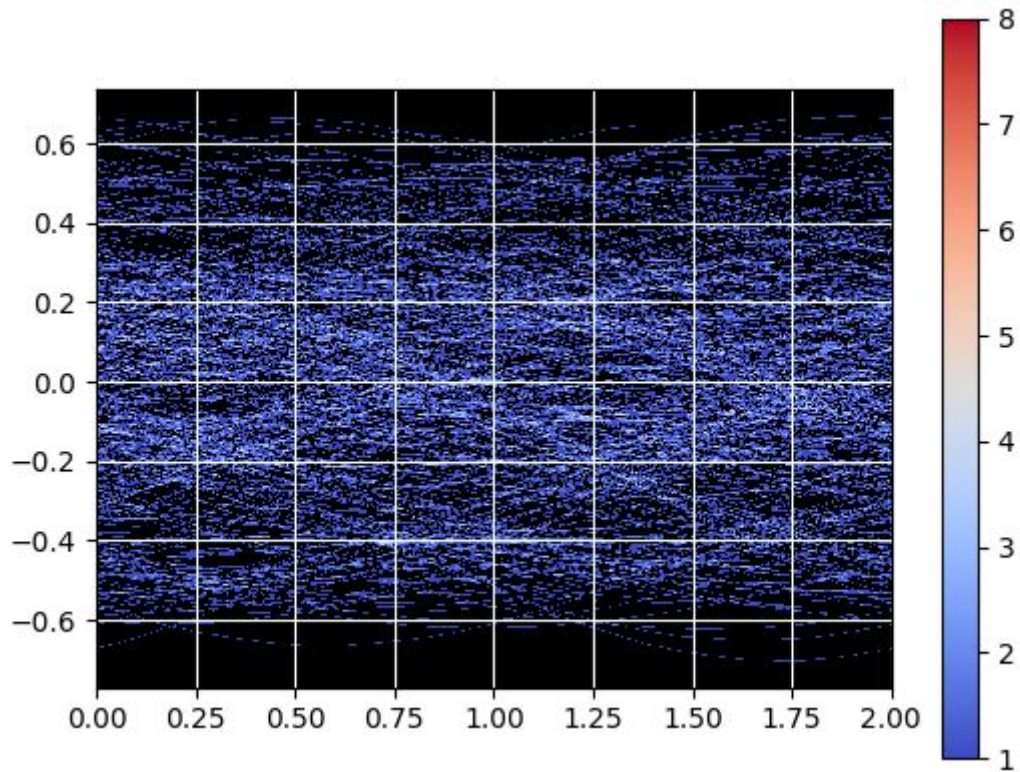
Cuando el ancho de banda del canal es igual a la tasa de bits, el diagrama de ojo se mantiene muy abierto y se puede observar un instante libre de ISI en $t = 1$. Este cambio de ancho de banda es casi indiferente para la señal con filtro de coseno alzado.

➤ Diagrama de ojo de la señal R3, con un canal con f_c de 6 [kHz] ($f_c = R_b/2$):



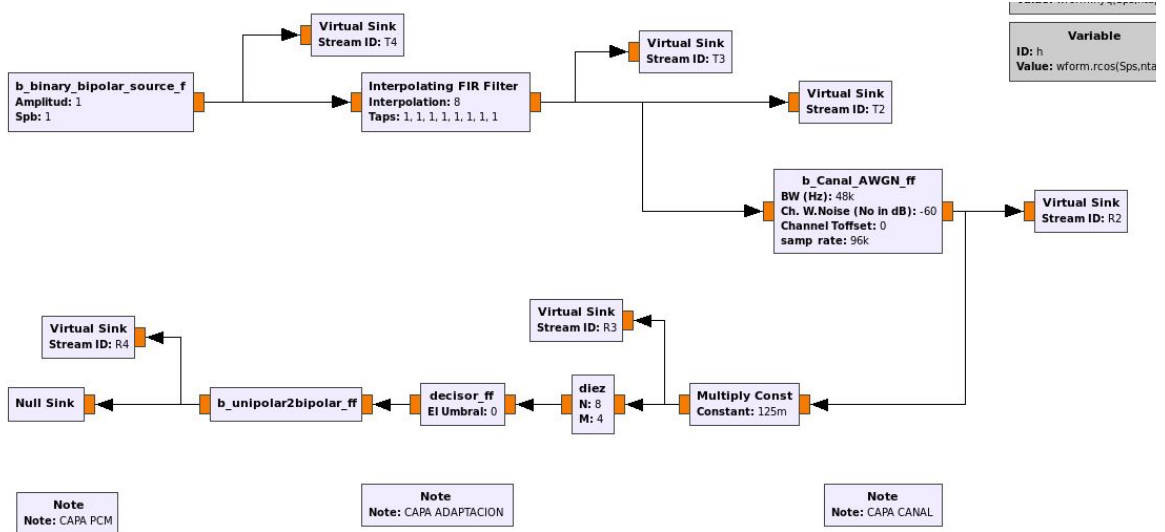
Ya en este punto, cuando el ancho de banda del canal es la mitad de la tasa bits, llegamos al punto crítico en el que existe apenas un instante libre de ISI, en $t = 1$ aproximadamente.

➤ Diagrama de ojo de la señal R3, con un canal con f_c de 3 [kHz] ($f_c = R_b/4$):



Finalmente, con tan poco ancho de banda la señal se distorciona totalmente y no es posible recuperar la información original, el diagrama de ojo está totalmente cerrado y no existe ningún instante libre de ISI.

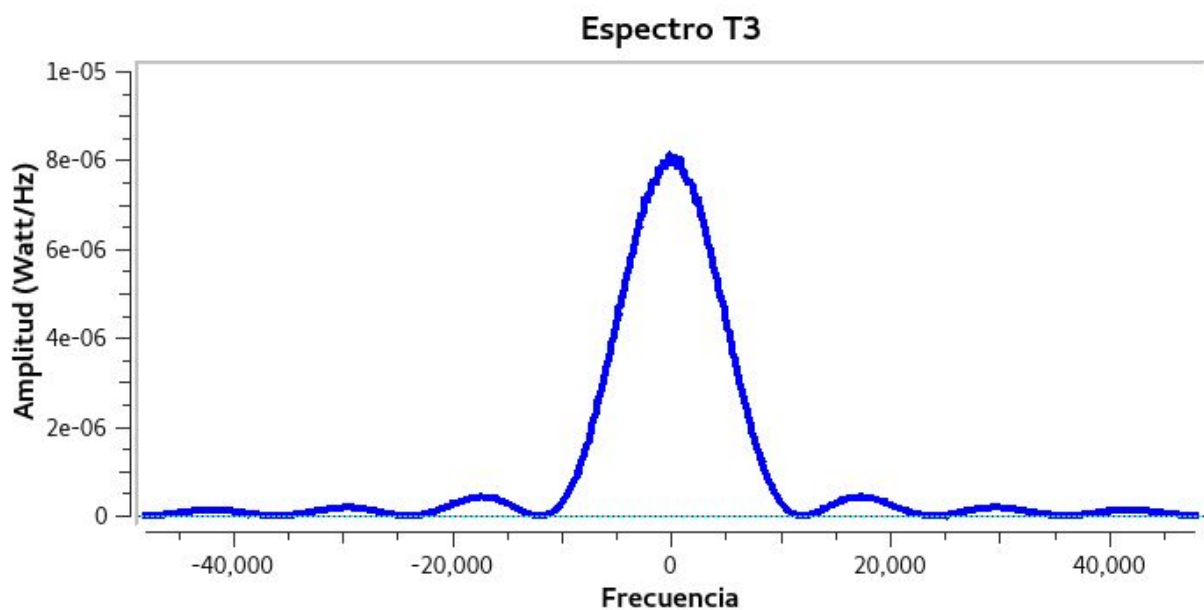
Desarrollo del Objetivo 3. Presente a continuación los resultados del objetivo 3.



Valores a tener en cuenta: $R_b = 12$ [kbps], $Sps = 8$, Channel noise = -100dB, Rolloff = 1

❖ Forma Cuadrada:

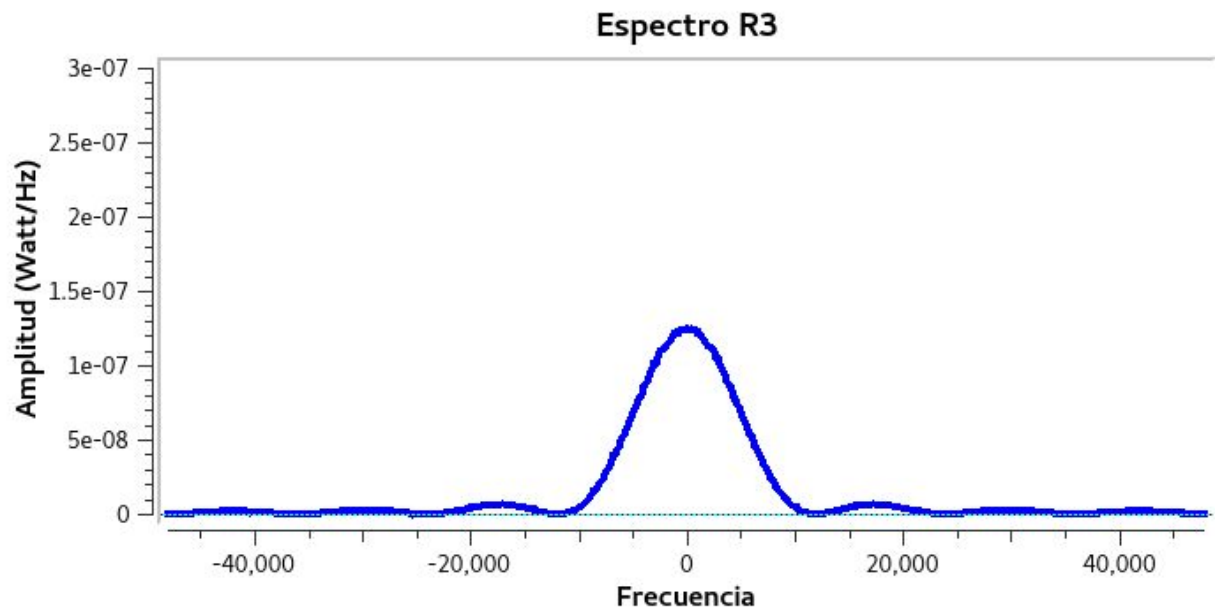
A continuación se mostrará la PSD de la señal T3, que es la señal formada con el filtro de señal cuadrada:



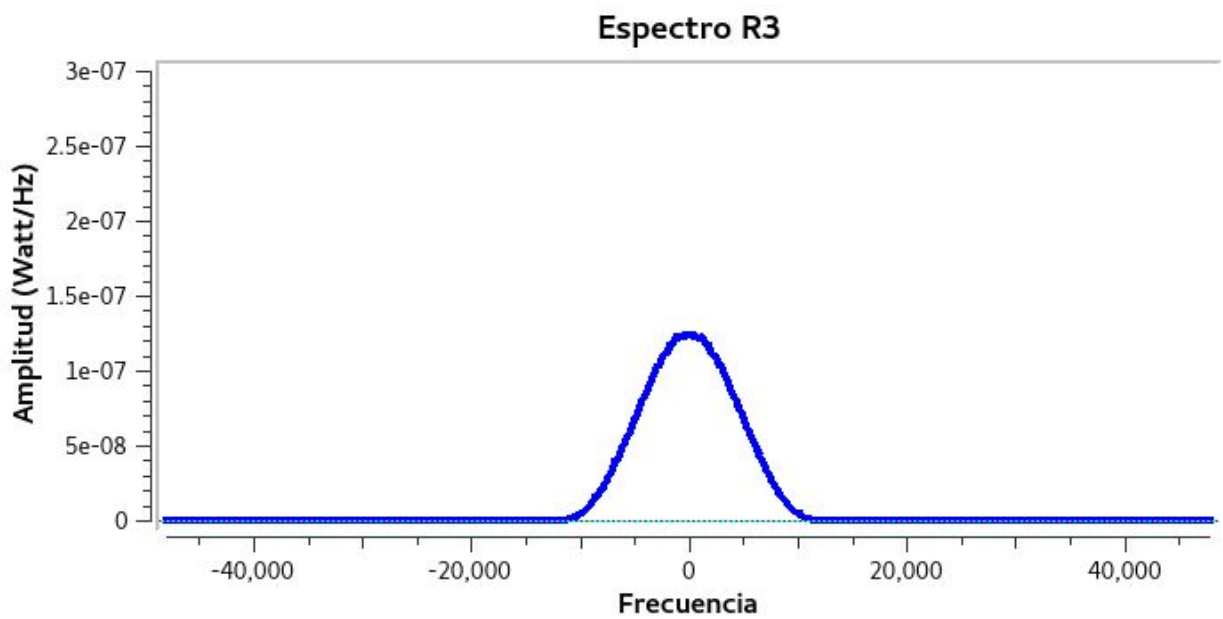
Como es de esperar, tiene la forma de un sinc en frecuencia, que cruza por 0 cada $f = R_b = 12$ [kHz].

En esta sección se evaluará la influencia del ancho de banda del canal sobre la PSD de esta señal, para esto se mostrará la PSD de la señal R3, con diferentes anchos de bandas:

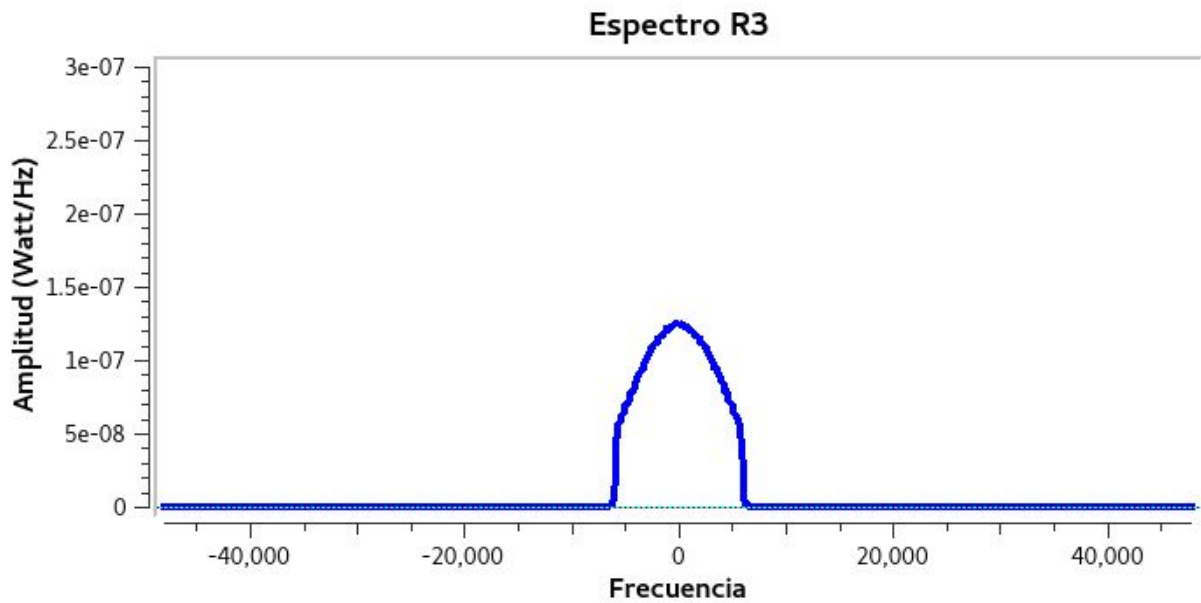
- PSD de la señal R3, con un canal con f_c de 48 [kHz] ($f_c = 4 \cdot R_b$):



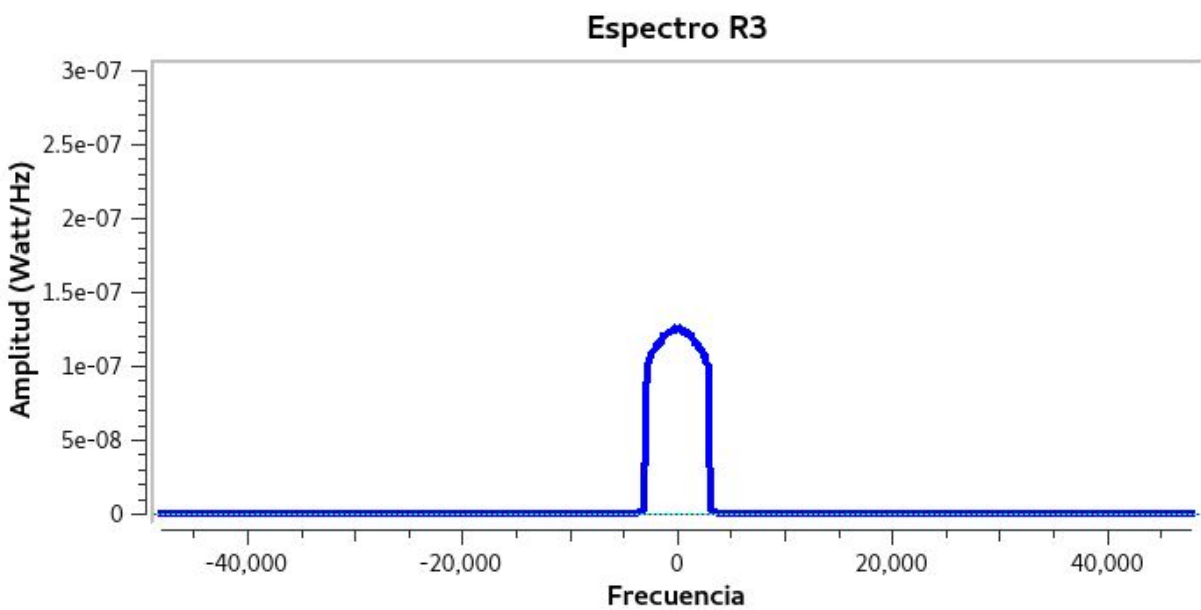
➤ Diagrama de ojo de la señal R3, con un canal con f_c de 12 [kHz] ($f_c = R_b$):



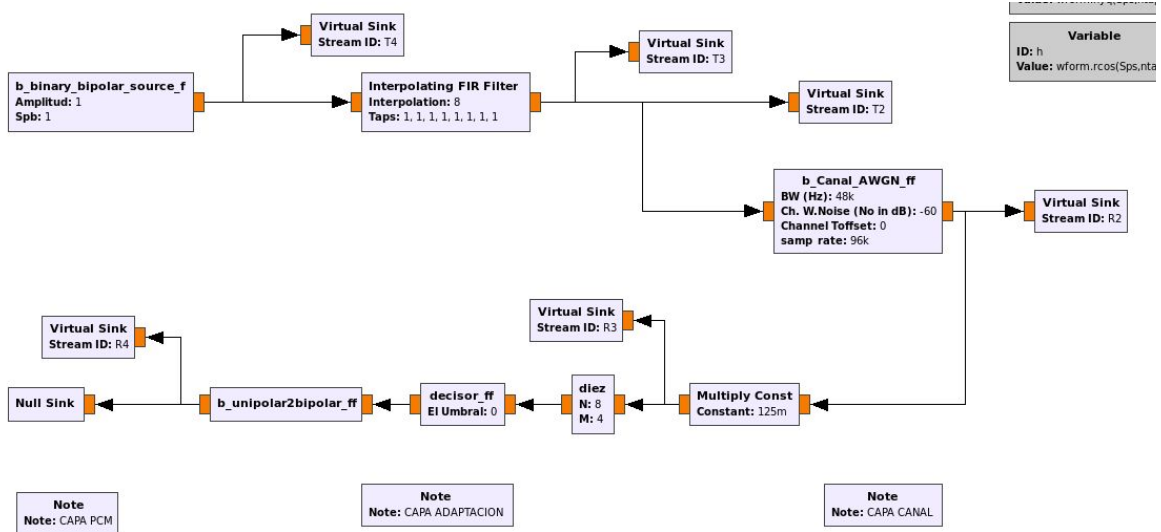
➤ Diagrama de ojo de la señal R3, con un canal con f_c de 6 [kHz] ($f_c = R_b/2$):



➤ Diagrama de ojo de la señal R3, con un canal con f_c de 3 [kHz] ($f_c = R_b/4$):



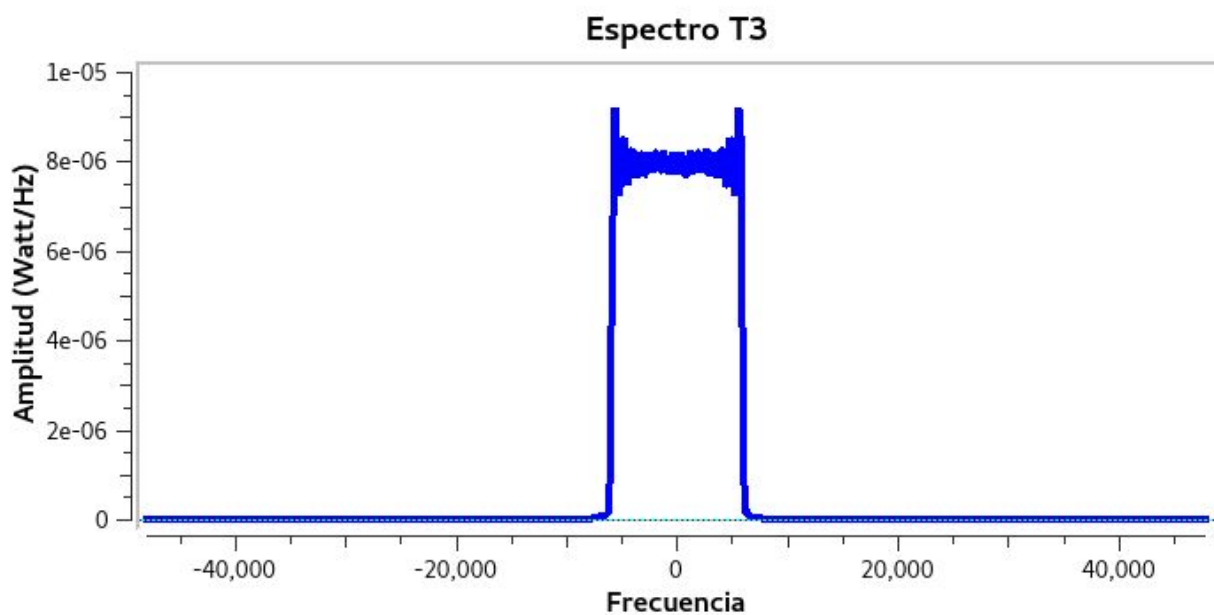
Se puede observar claramente que el canal actúa como un filtro pasa bajas y, a medida que se disminuye el ancho de banda del canal, se filtra cada vez más información de la señal original, hasta el punto en que ya se pierde tanta información que se hace imposible recuperar la señal original.



Valores a tener en cuenta: $R_b = 12$ [kbps], $Sps = 8$, Channel noise = -100dB, Rolloff = 1

❖ Forma de Nyquist:

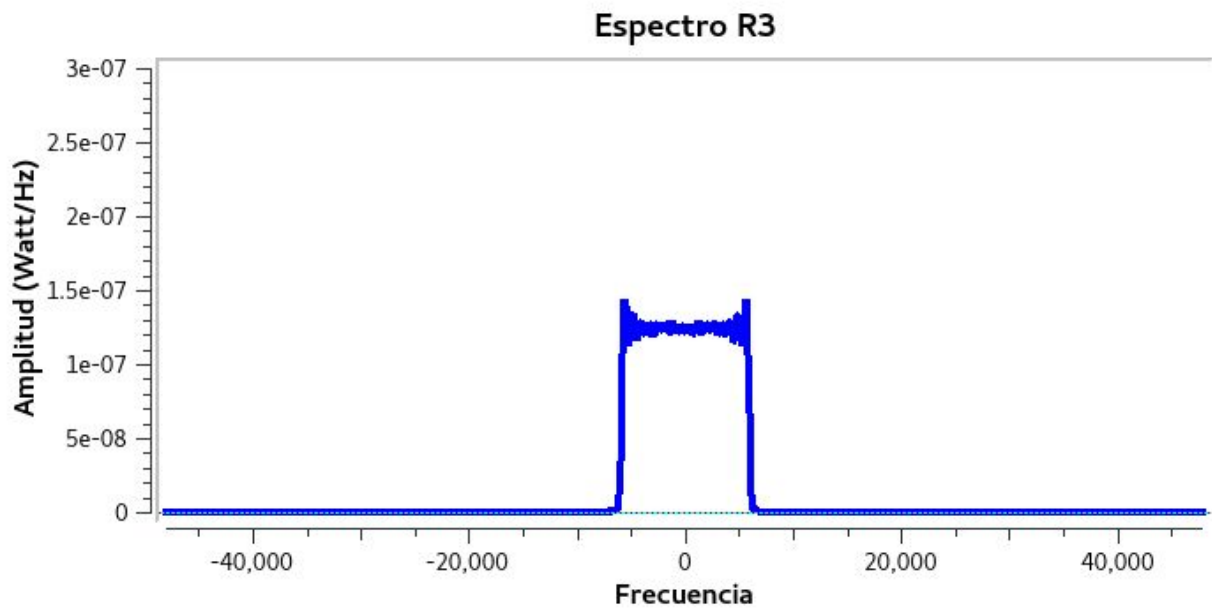
A continuación se mostrará la PSD de la señal T3, que es la señal formada con el filtro de señal cuadrada:



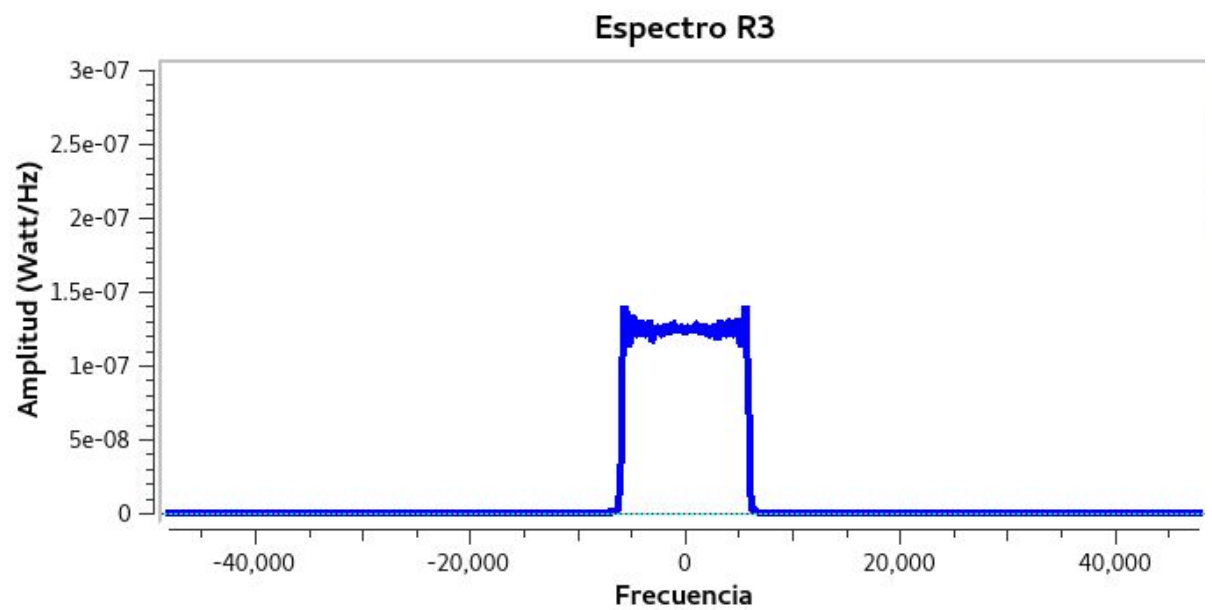
Como es de esperar, tiene la forma de un sinc en frecuencia, que cruza por 0 cada $f = R_b = 12$ [kHz].

En esta sección se evaluará la influencia del ancho de banda del canal sobre la PSD de esta señal, para esto se mostrará la PSD de la señal R3, con diferentes anchos de bandas:

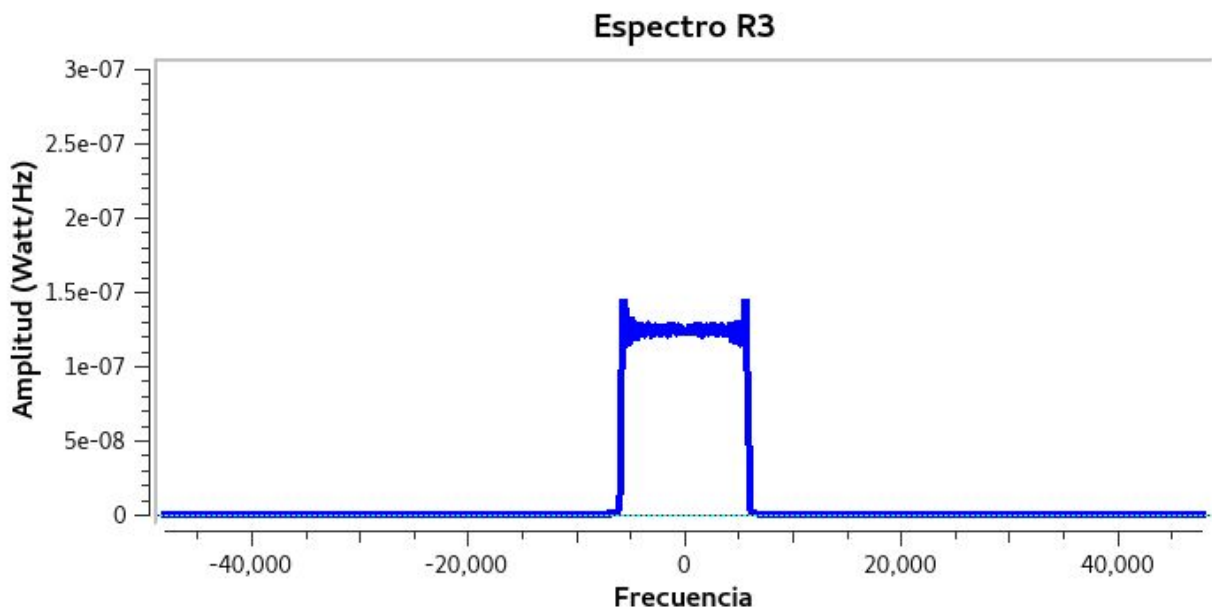
- PSD de la señal R3, con un canal con f_c de 48 [kHz] ($f_c = 4 \cdot R_b$):



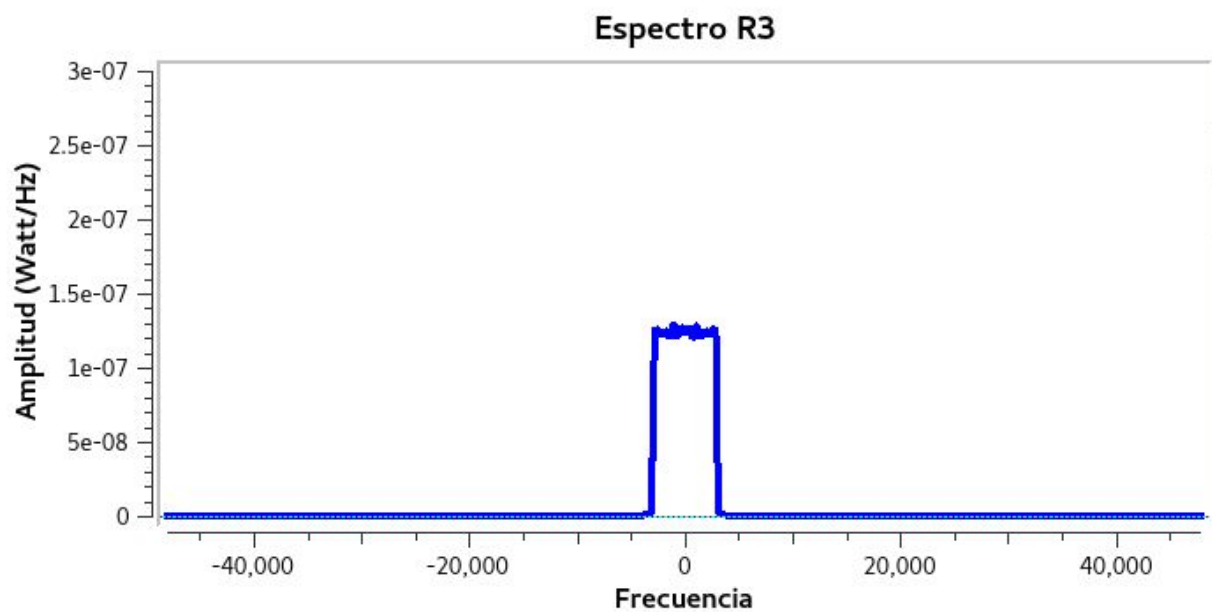
➤ Diagrama de ojo de la señal R3, con un canal con f_c de 12 [kHz] ($f_c = R_b$):



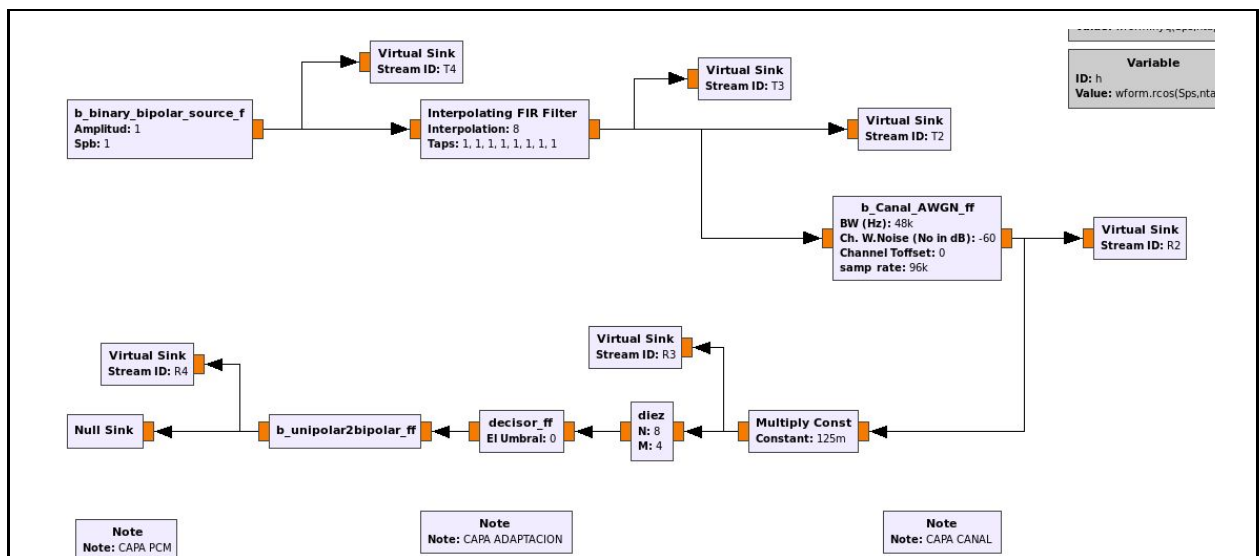
➤ Diagrama de ojo de la señal R3, con un canal con f_c de 6 [kHz] ($f_c = R_b/2$):



➤ Diagrama de ojo de la señal R3, con un canal con f_c de 3 [kHz] ($f_c = R_b/4$):



Pensando en que ya se conoce que el canal funciona como un filtro pasa bajas, notemos que, como la PSD de esta señal es una ventana cuadrada, la cantidad de información que posee en las frecuencias superiores $R_b/2$ es casi NULA. Es por esto que en las secciones anteriores no se ve casi diferencia en el cambio de $f_c = 4R_b$ a $f_c = R_b$.

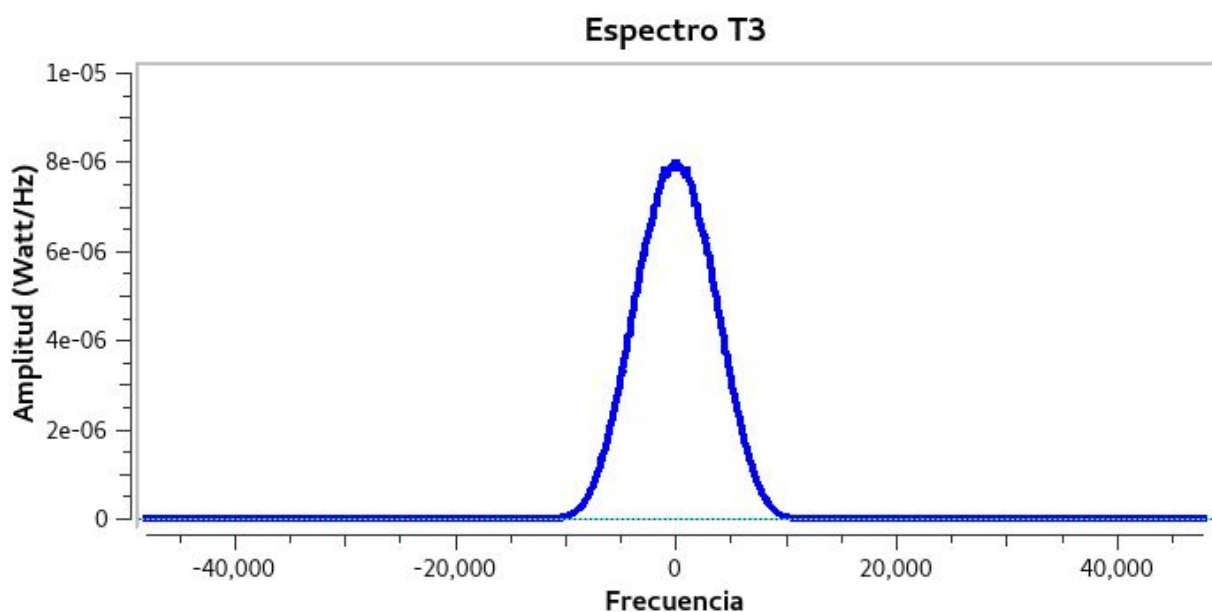


Valores a tener en cuenta: $R_b = 12$ [kbps], $Sps = 8$, Channel noise = -100dB, Rolloff = 1

con el para mostrar la señal recibida una vez ha cruzado el canal con diferentes anchos de banda. Se ha tomado un valor de ruido pequeño para poder despresiar su influencia y centrar la atención en la distorsión de la señal debido al ancho de banda del canal.

❖ Forma de Coseno alzado:

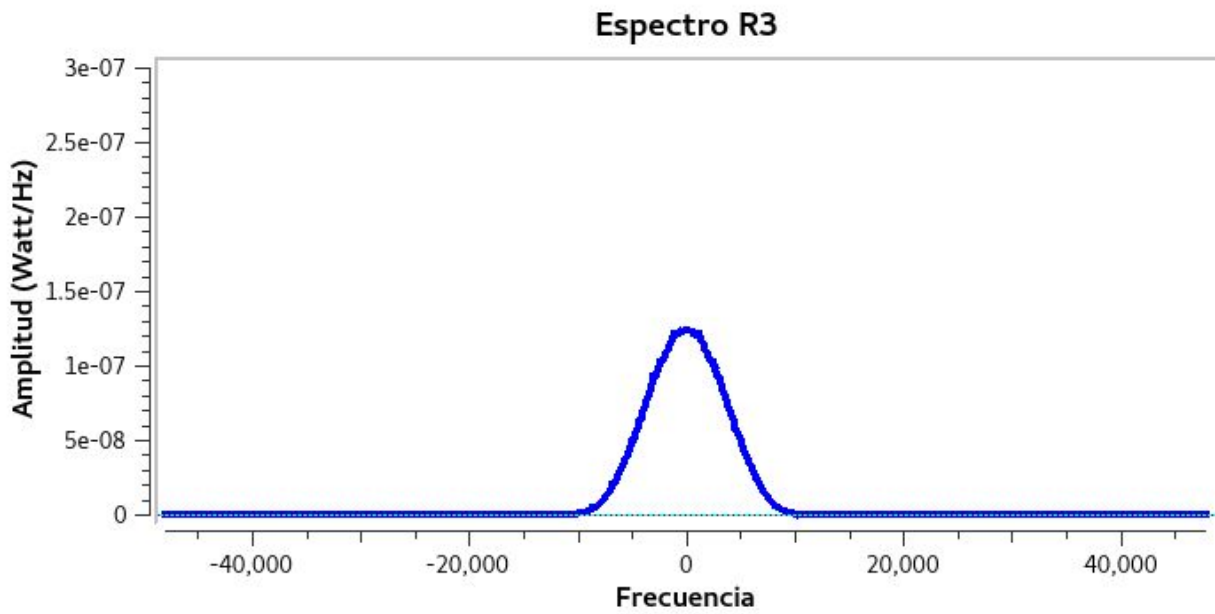
A continuación se mostrará la PSD de la señal T3, que es la señal formada con el filtro de señal cuadrada:



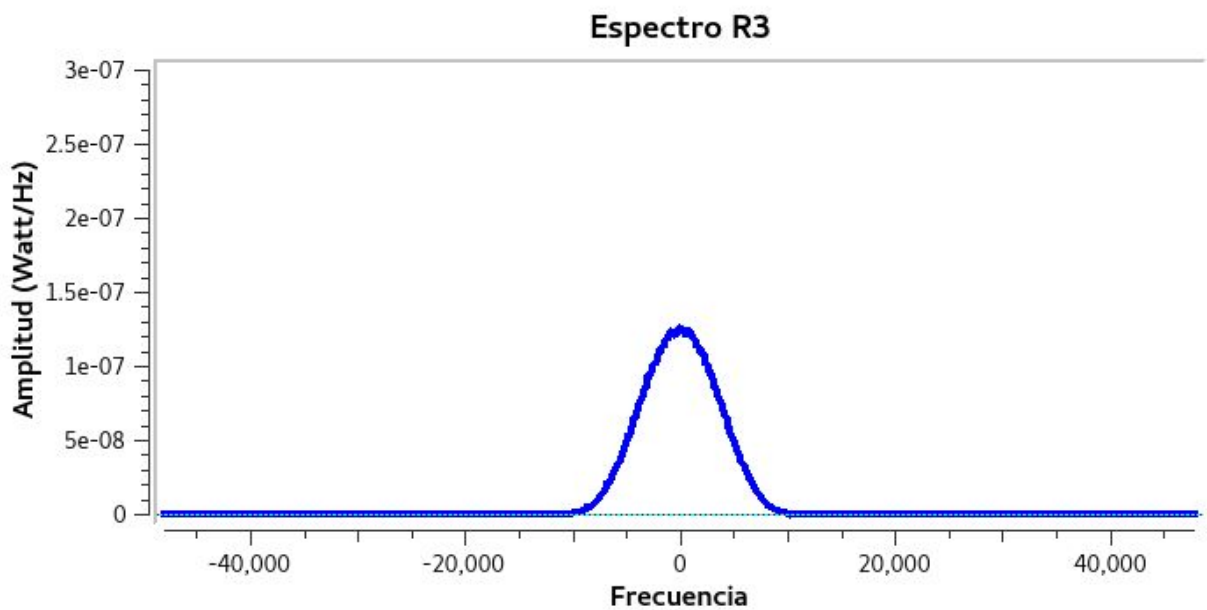
Como es de esperar, tiene la forma de un sinc en frecuencia, que cruza por 0 cada $f = R_b = 12$ [kHz].

En esta sección se evaluará la influencia del ancho de banda del canal sobre la PSD de esta señal, para esto se mostrará la PSD de la señal R3, con difrentes anchos de bandas:

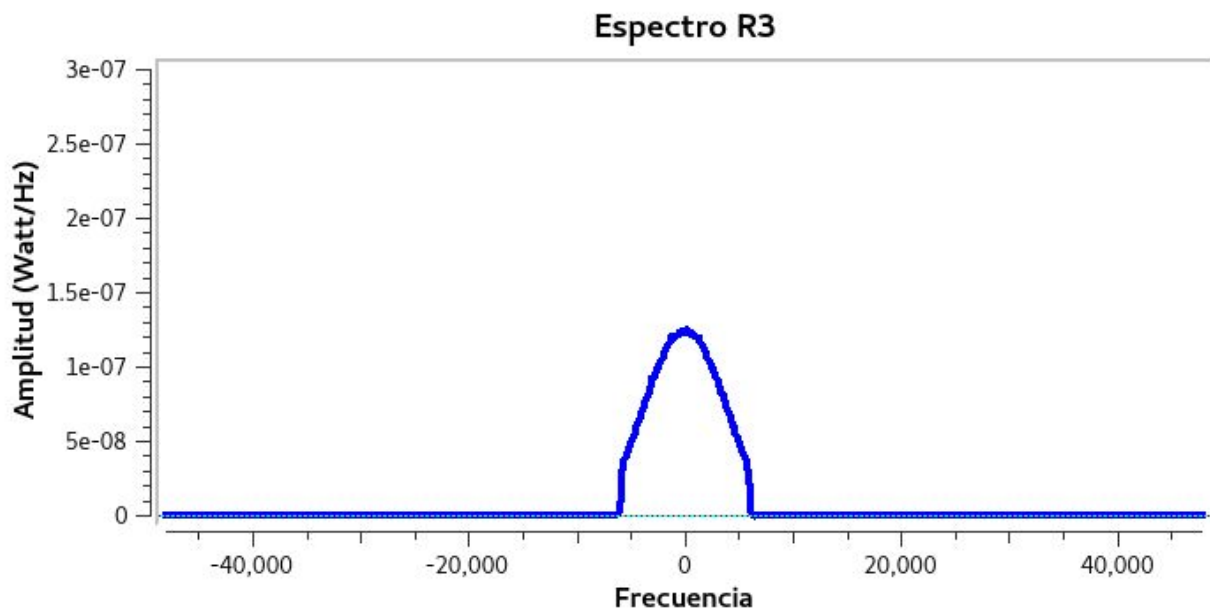
- PSD de la señal R3, con un canal con f_c de 48 [kHz] ($f_c = 4 \cdot R_b$):



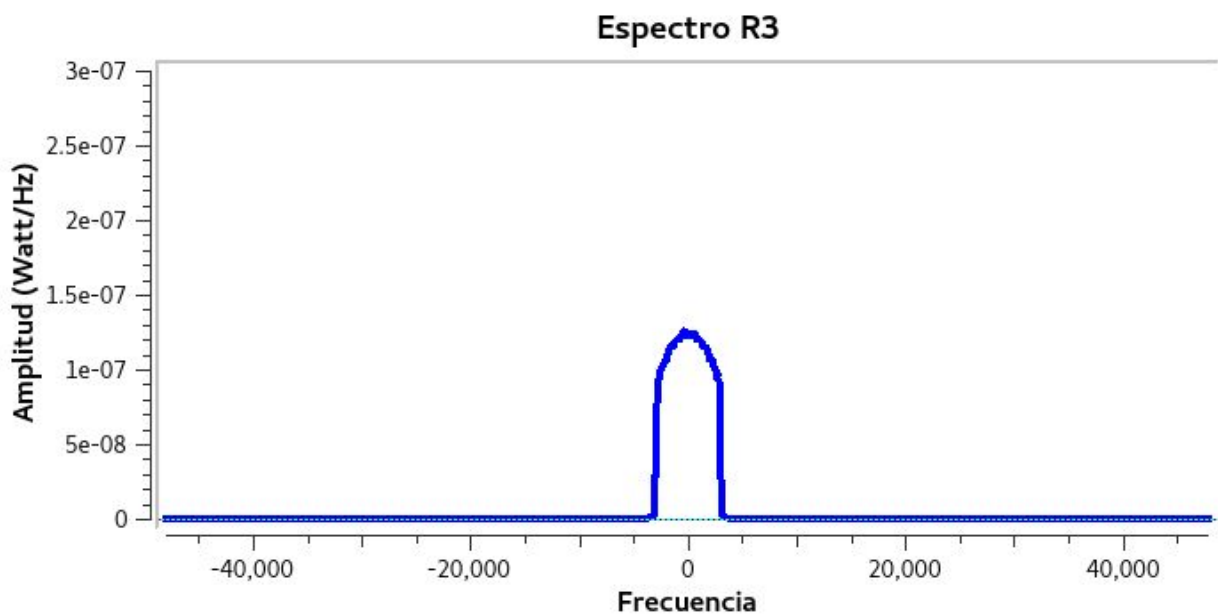
- Diagrama de ojo de la señal R3, con un canal con f_c de 12 [kHz] ($f_c = R_b$):



- Diagrama de ojo de la señal R3, con un canal con f_c de 6 [kHz] ($f_c = R_b/2$):



➤ Diagrama de ojo de la señal R3, con un canal con f_c de 3 [kHz] ($f_c = R_b/4$):



Se puede observar claramente que el canal actúa como un filtro pasa bajas y, a medida que se disminuye el ancho de banda del canal, se filtra cada vez más información de la señal original, hasta el punto en que ya se pierde tanta información que se hace imposible recuperar la señal original.

Desarrollo del Objetivo 4. Presente a continuación los resultados del objetivo 4.

❖ **Explique cómo funciona cada cosa.**

El objetivo de estos 3 bloques reconstruir la señal.

Primero, el bloque “**diez**” es un bloque que hace un **diezmado de la señal**, con dos parámetros, $N = 8$ y $M = 4$. N es el factor de diezmado, es decir, tomara 1 muestra cada 8 muestras, y M es el “delay” a partir del cual iniciará la secuencia de diezmado, es decir, a partir de la primera muestra recibida ignorará 4 muestras e iniciará la secuencia de diezmado. Este bloque cumple la función de **muestrear la señal recibida**.

Luego, el bloque “**decisor_ff**” es un **comparador lógico** y dará como salida 1 si el valor de la entrada es mayor a un umbral y 0 de lo contrario.

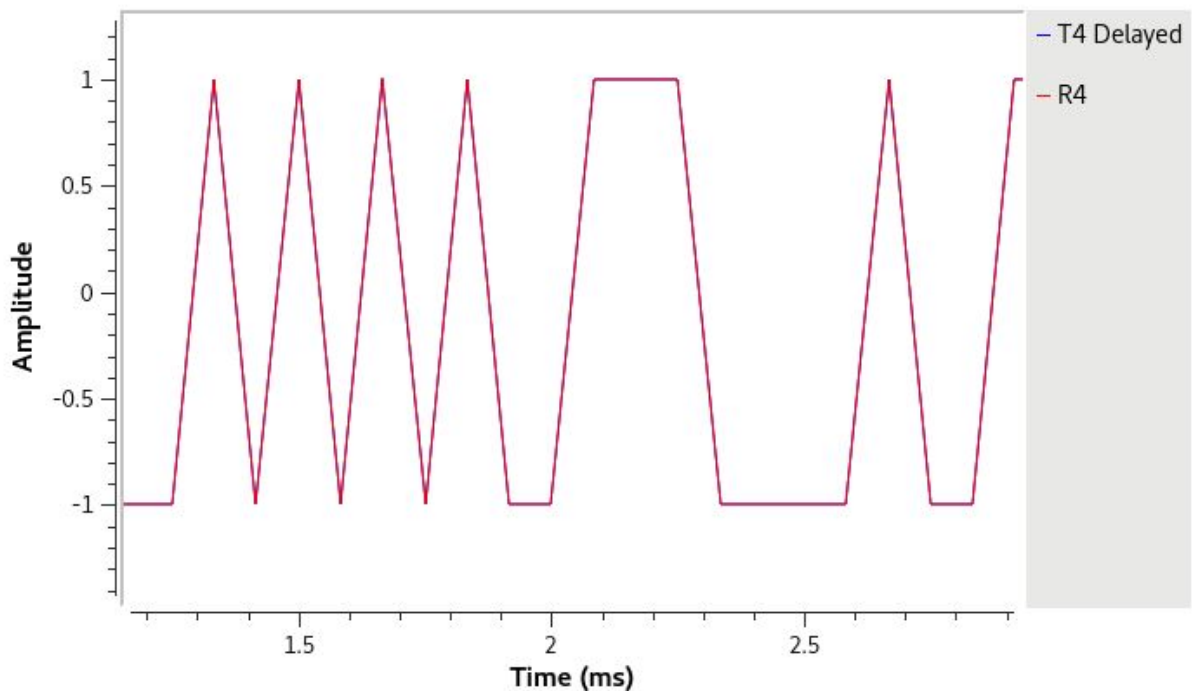
Finalmente, el bloque “**b_unipolar2bipolar_ff**”, como su nombre lo dice, convierte la señal binaria unipolar de entrada a una señal binaria bipolar a la salida.

Es para entonces que la señal ha sido recon

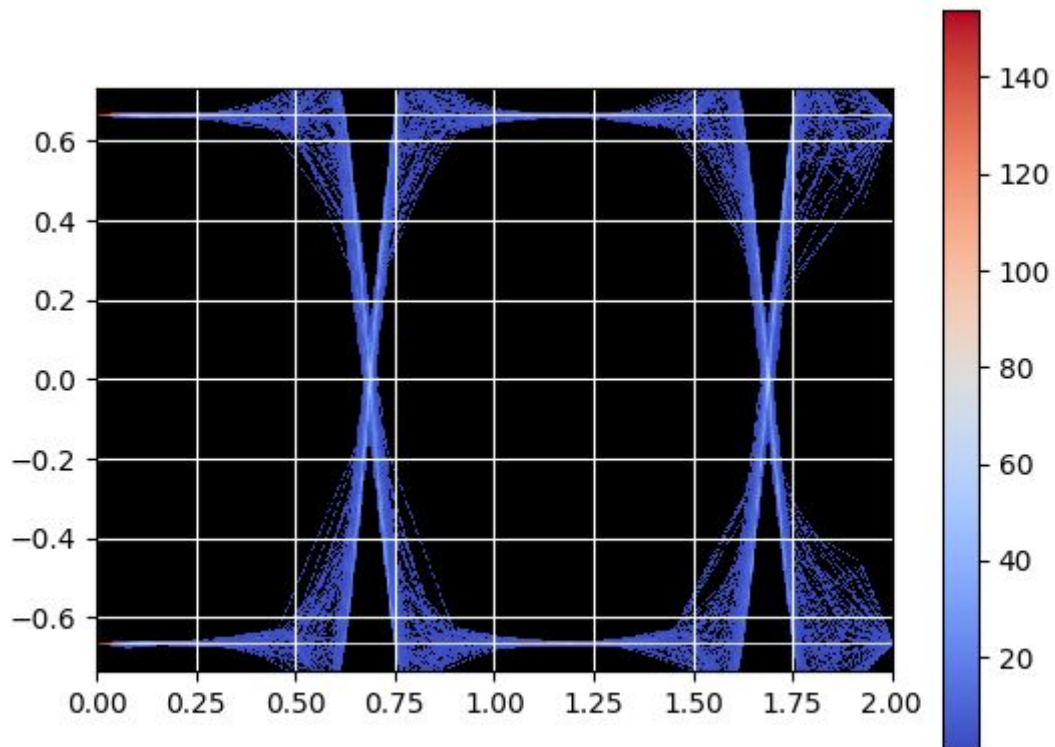
❖ **compruebe si la señal enviada por el bloque b_binary_source_f es la misma que llega al Null Sink.**

Esta pregunta es un poco relativa al sistema, para ello mostraré 3 casos, mostrando la gráfica de los datos enviados vs recibidos (T4 vs R4) y su diagrama de ojo. **Nota:** T4 ha sido retrasada para sincronizarse con R4.

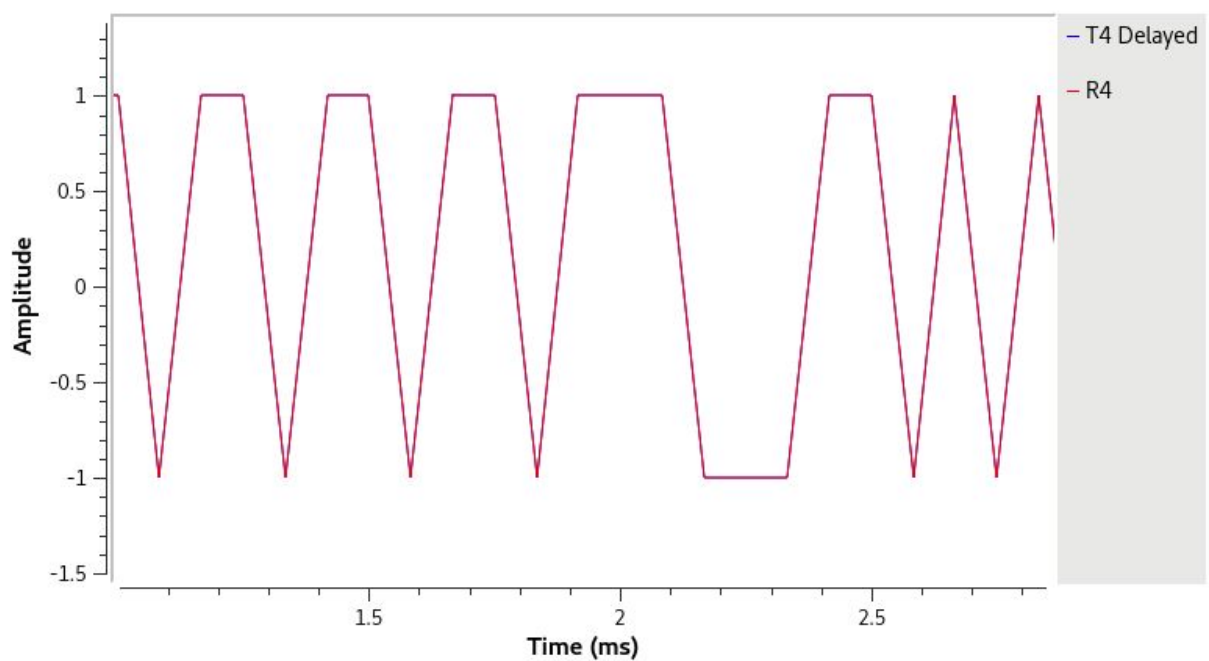
1) Formador de onda cuadrada, BW = 48 [kHz] y W.Noise = -100 dB:



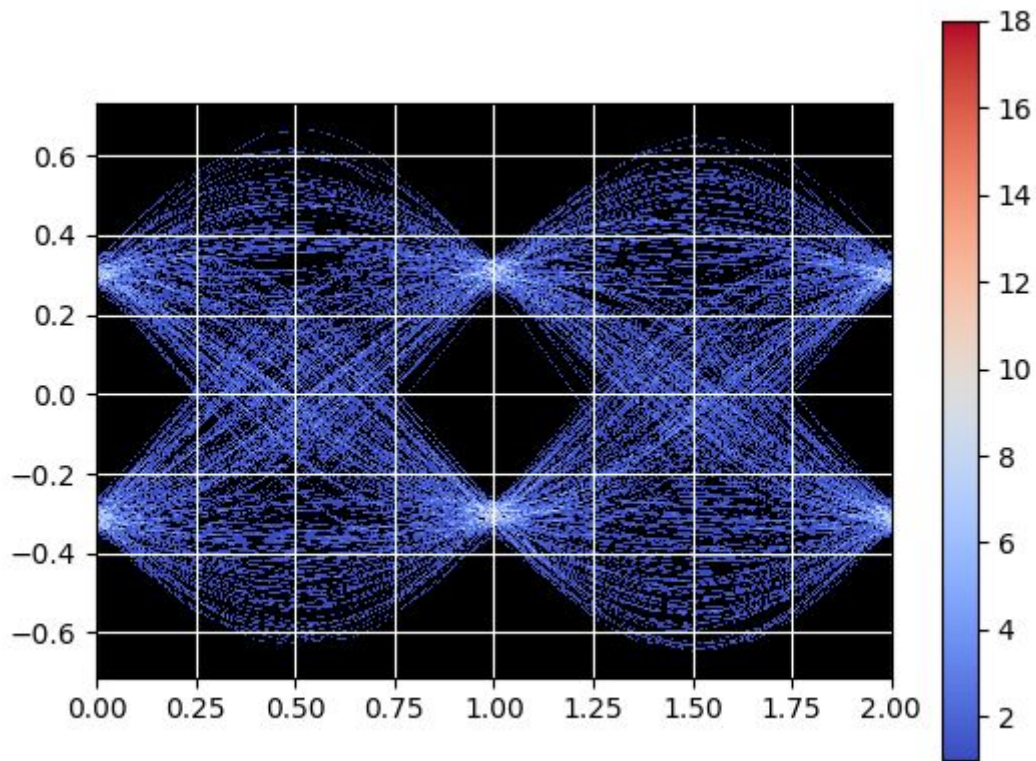
En este caso se observa claramente que los datos enviados por la fuente son los mismos recibidos, y se puede observar que la calidad de la transmisión es muy buena por el diagrama de la recepción:



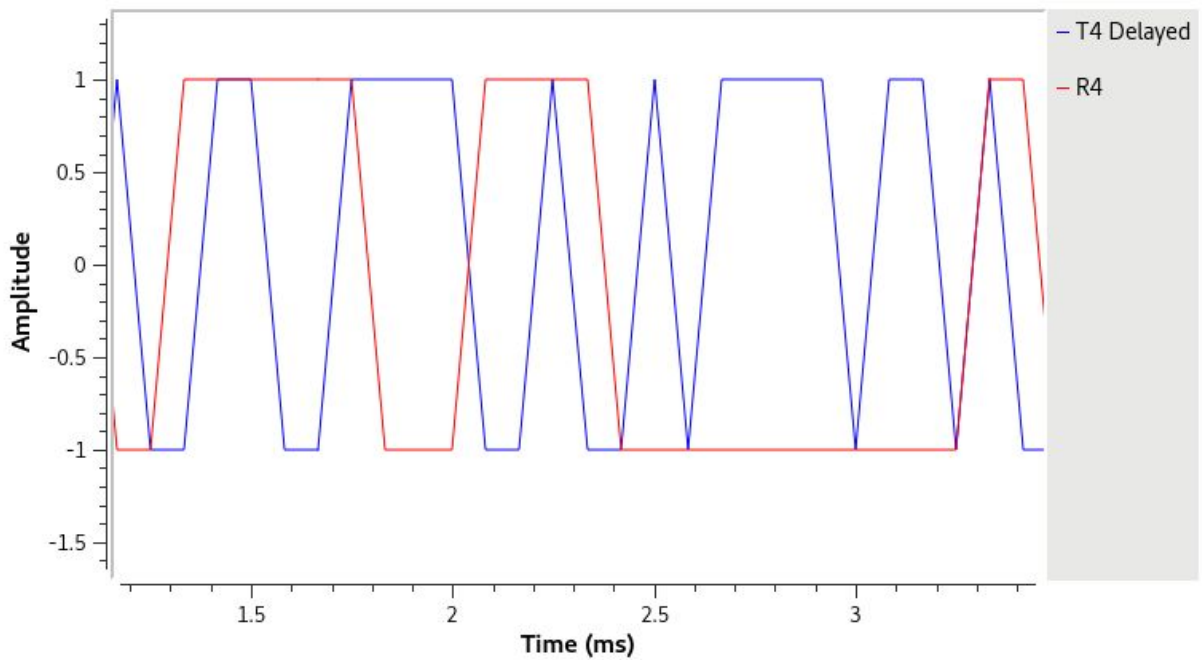
2) Formador de Nyquist, BW = 6 [kHz] y W.Noise = -100 dB:



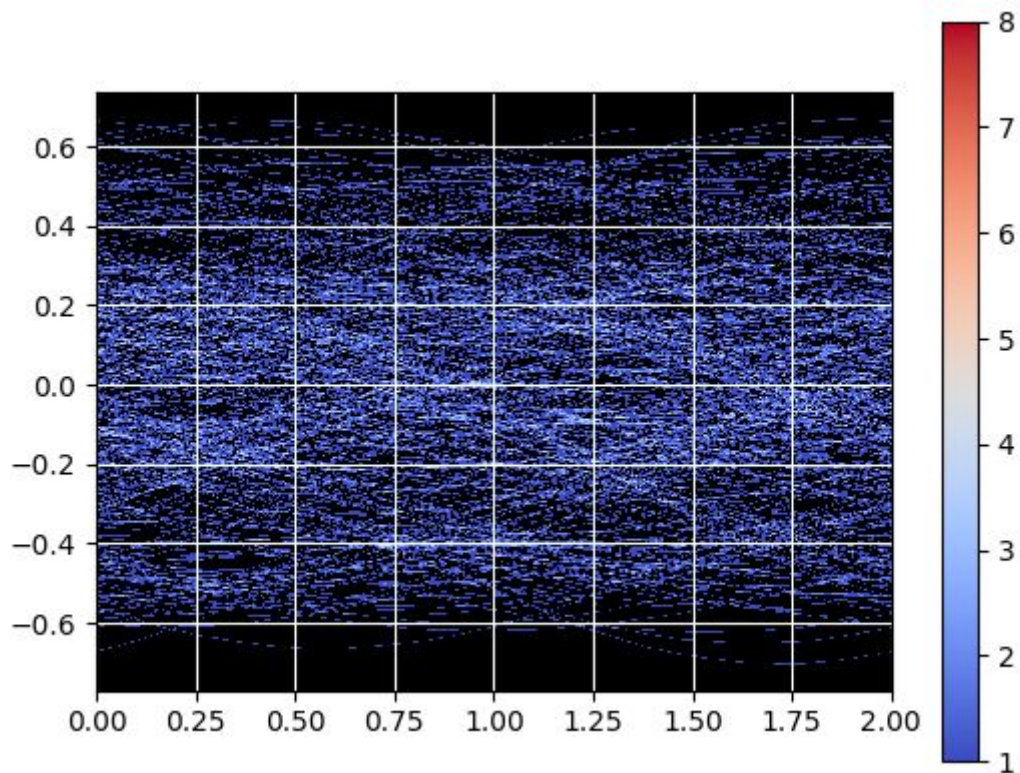
En este caso se observa claramente que los datos enviados por la fuente son los mismos recibidos, y se puede observar que la calidad de la transmisión es lo suficientemente buena por el diagrama de la recepción:



3) Formador de Coseno Alzado, BW = 3 [kHz] y W.Noise = -100 dB:



En este caso se observa claramente que los datos enviados por la fuente son absolutamente diferentes a los recibidos, y se puede observar que la calidad de la transmisión es pésima por el diagrama de la recepción:



❖ **Determine el retardo que ha sufrido la señal que llega al Null Sink**

Tomando el caso 1 del inciso anterior, la señal T4 ha sido retardada **20 muestras**.

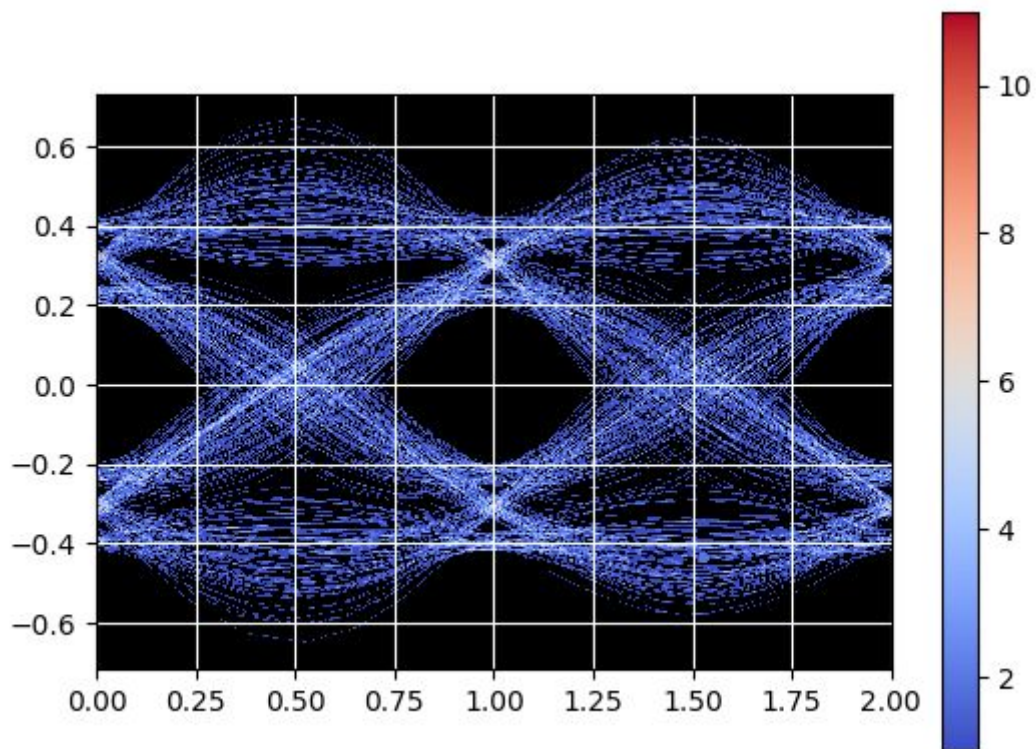
Para tener este valor en tiempo tenemos que se generan datos a una $R_b = 12$ [kHz], por tanto entre muestras hay $1/12$ [ms], por tanto el retraso total por las 20 muestras es de $20/12$ [ms] = **1.66 [ms]**.

Desarrollo del Objetivo 5. Presente a continuación los resultados del objetivo 5.

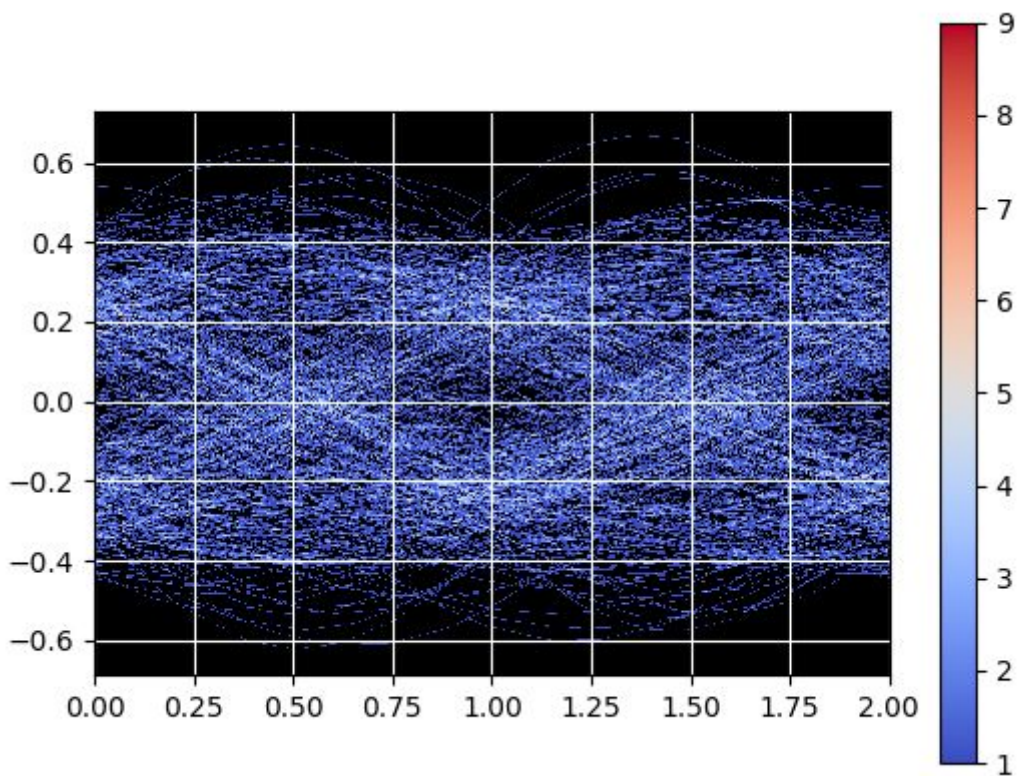
❖ **la forma del diagrama de ojo en el punto R3**

Para esto se presenta el diagrama de ojo de la señal formada con filtro de coseno alzado, con $BW = 6$ [kHz]:

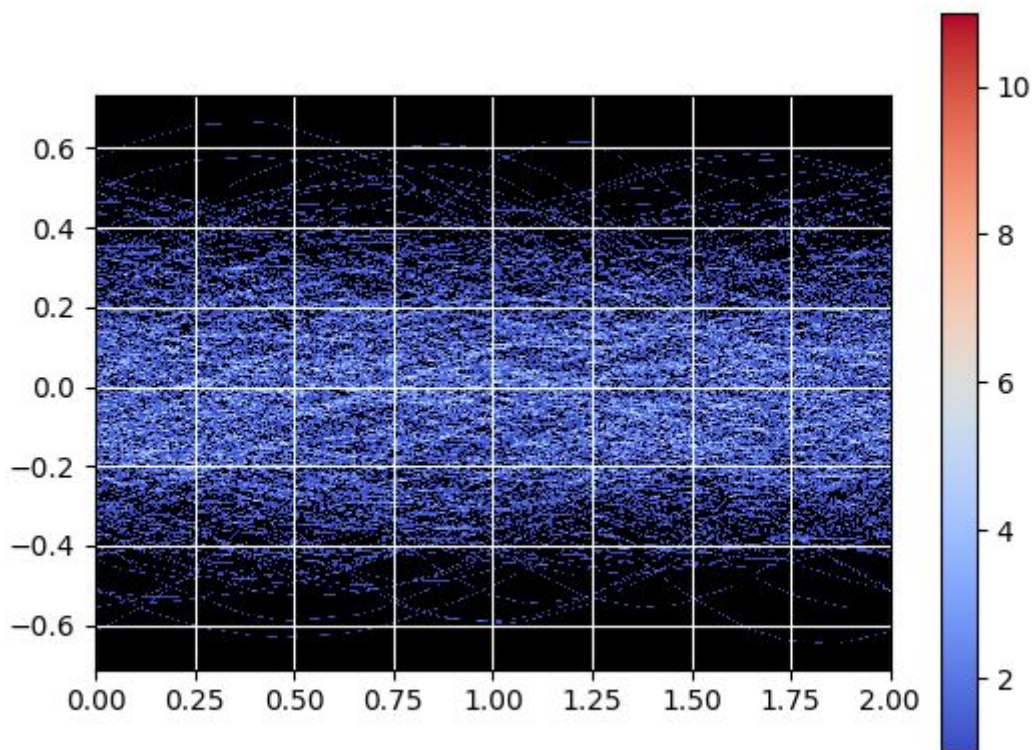
1. W.Noise = -100 dB:



2. W.Noise = -40 dB:



3. W.Nose = -30 dB:

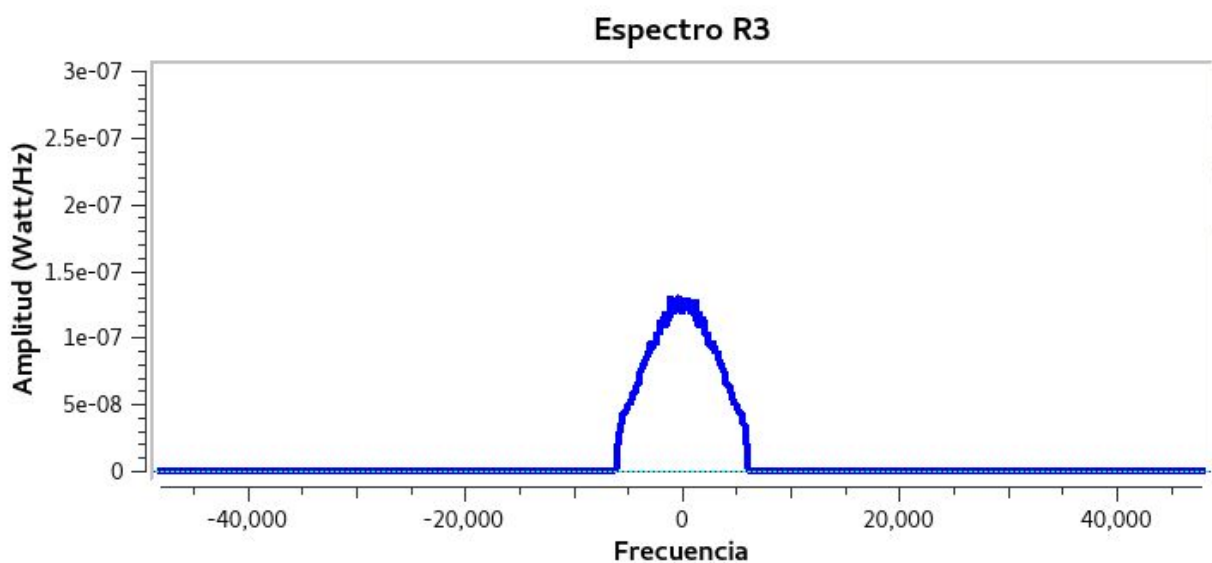


A medida que el ruido crece en el canal, el diagrama de ojo se va cerrando cada vez más, hasta el punto en que se puede cerrar meramente por el ruido.

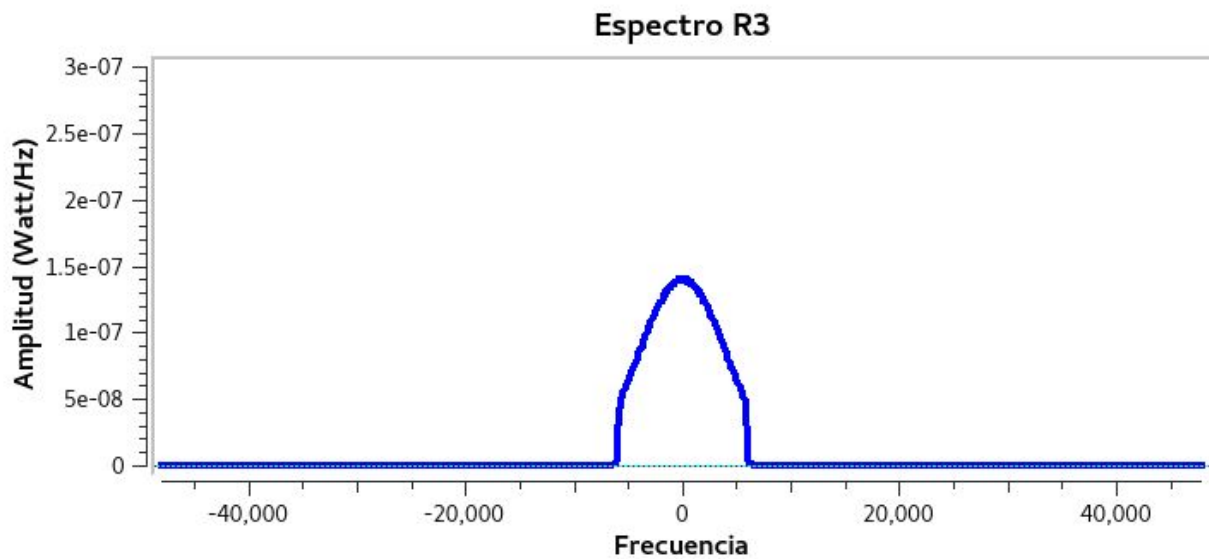
❖ La PSD en R3

Para esto se presenta el diagrama de ojo de la señal formada con filtro de coseno alzado, con $BW = 6$ [kHz]:

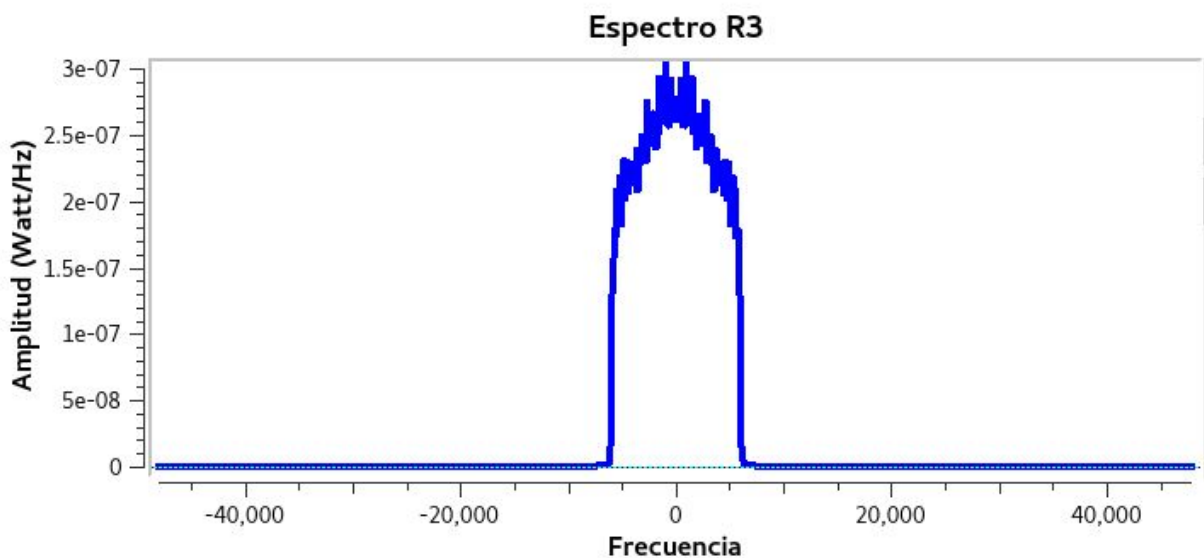
4. W.Noise = -100 dB:



5. W.Noise = -40 dB:



6. W.Noise = -30 dB:

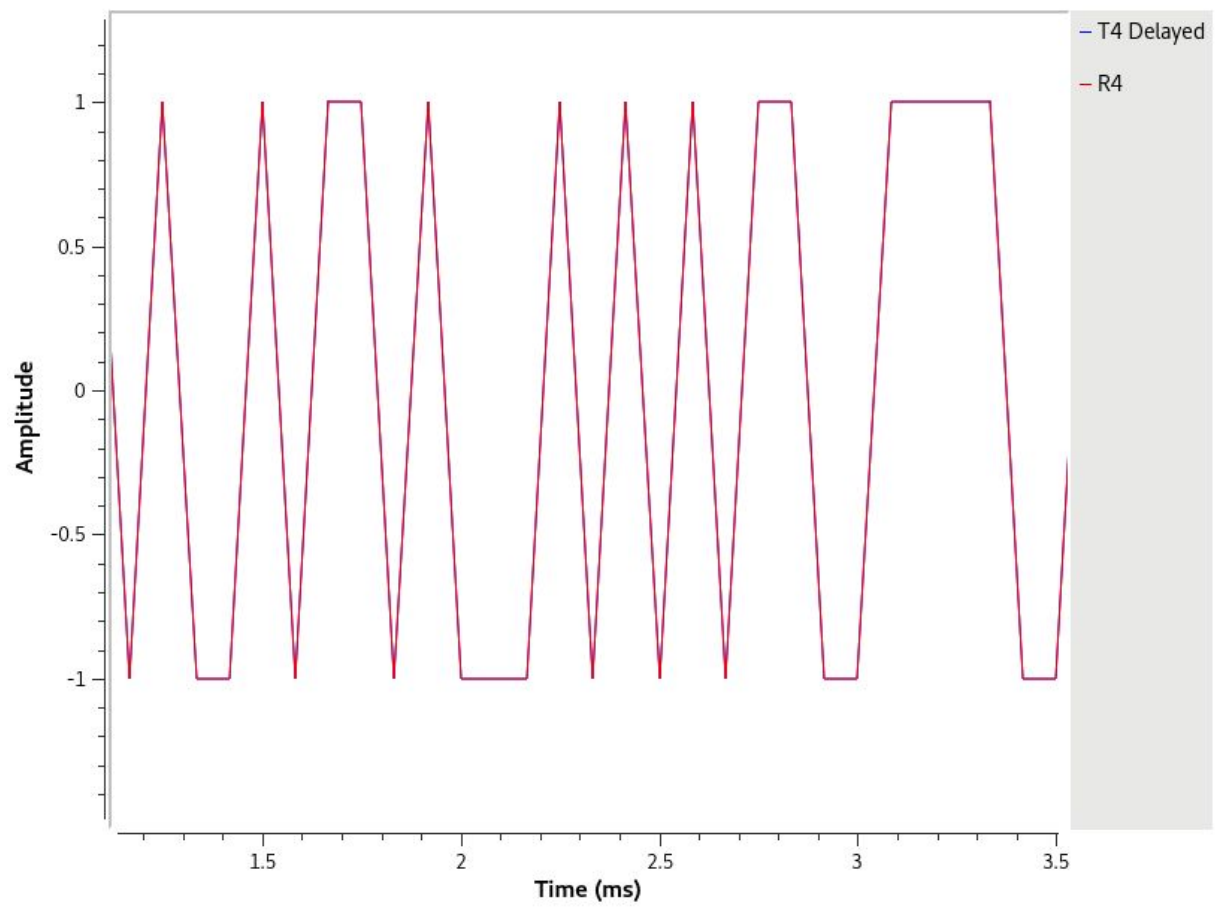


A medida que el ruido en el canal crece la PSD de la señal crece en amplitud, ya que se le está adicionando la magnitud del ruido.

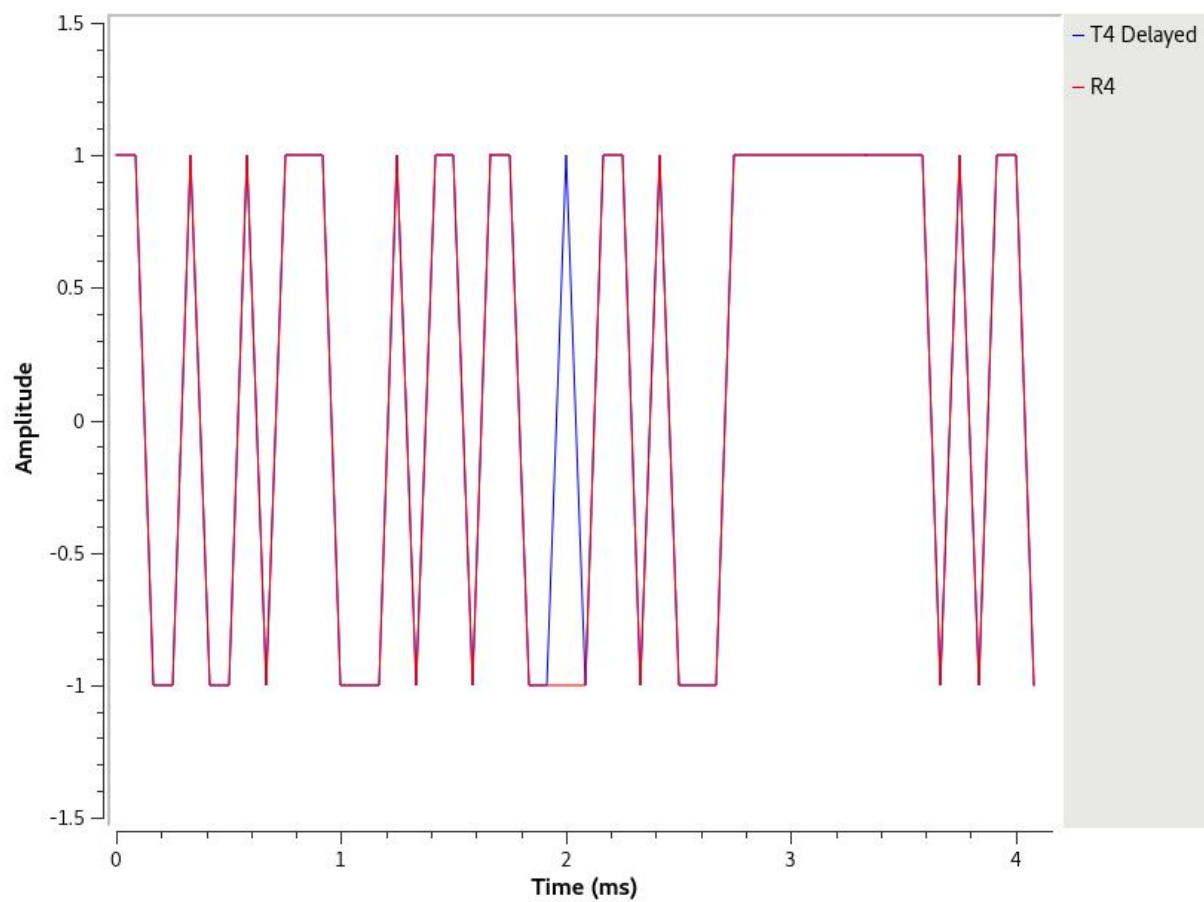
❖ **la calidad de sistema: es decir, que se pueden presentar diferencias entre la señal transmitida y la recibida (en T4 y en R4)**

Para esto se presenta el diagrama de ojo de la señal formada con filtro de coseno alzado, con BW = 6 [kHz]:

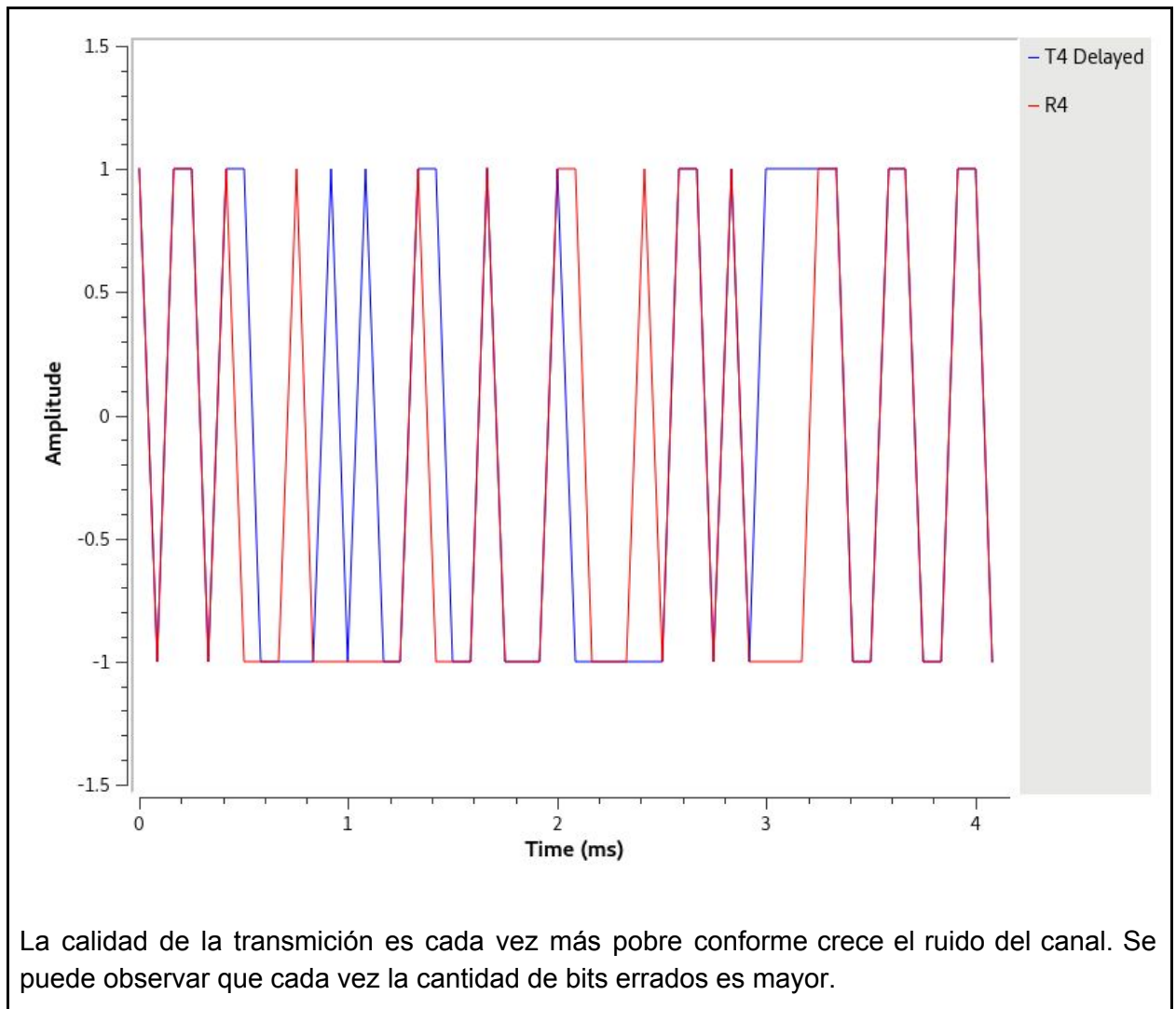
7. W.Noise = -100 dB:



8. W.Noise = -40 dB:



9. W.Nose = -30 dB:



La calidad de la transmisión es cada vez más pobre conforme crece el ruido del canal. Se puede observar que cada vez la cantidad de bits errados es mayor.