

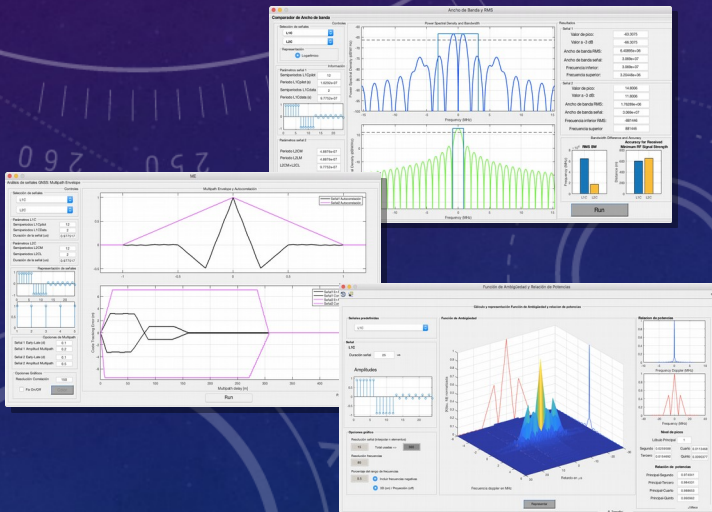
ANÁLISIS DE LAS PRESTACIONES DE LAS SEÑALES GNSS MODERNIZADAS

JUAN MECO RODRÍGUEZ

TFM - MASTER DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

TECNOLOGÍAS DE RADIOCOMUNICACIÓN

13 DE ENERO DE 2020



CONTENIDO

- **Proyecto.**
 - **Objetivos**
 - **Estructura.**
 - **Entregables.**
- **Aplicación de análisis y comparación de Anchos de banda RMS.**
- **Aplicación de análisis y comparación de Multipath envelope.**
- **Aplicación de función de ambigüedad y relación de picos.**
- **Conclusiones.**

PROYECTO: OBJETIVOS

- El principal objetivo del trabajo fin de máster es el de desarrollar una GUI en MATLAB que permita representar y analizar las características y prestaciones básicas de las señales GNSS modernizadas.
 - Comparador del ancho de banda efectivo o RMS.
 - Cálculo de la envolvente Multipath envelope.
 - Cálculo de la relación picos en la curva de correlación.

PROYECTO: ESTRUCTURA

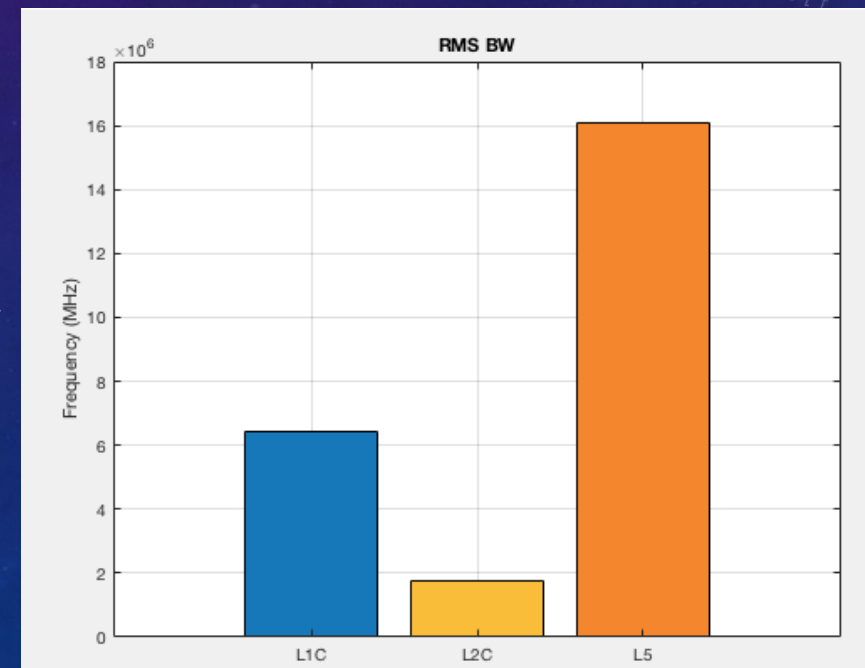
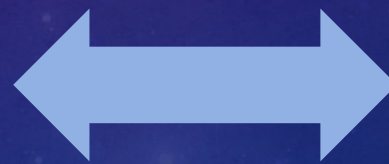
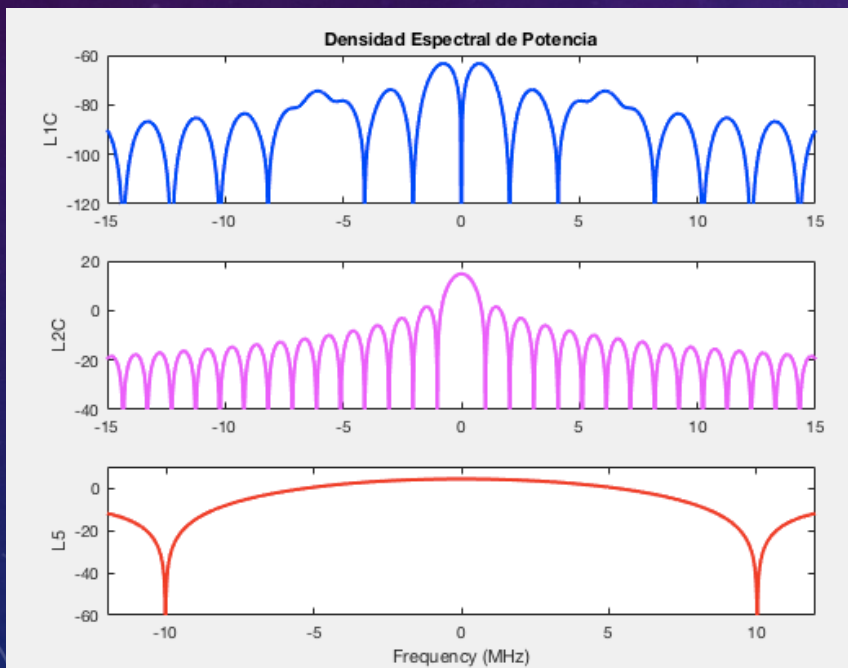
- **Para el desarrollo de cada aplicación se ha estructurado de la siguiente forma:**
 - **Conceptos teóricos.**
 - **Implementación de la solución en MATLAB.**
 - **Interpretación de los resultados.**

DOCUMENTACIÓN GENERADA

- Memoria del proyecto, donde se explica con detenimiento el desarrollo de la interfaz grafica de usuario HERMES.
- Código fuente del la interfaz grafica de usuario: lanzador y aplicaciones.
- Presentación.
- Video presentación.

COMPARADOR DEL ANCHO DE BANDA RMS

- Para ayudar a un mejor análisis al poder comparar anchos de banda de señales GNSS de su espectro en frecuencias complementándolo con el espectro de estas con el cálculo del ancho de banda efectivo o RMS (Root Mean Square)



COMPARADOR DEL ANCHO DE BANDA RMS

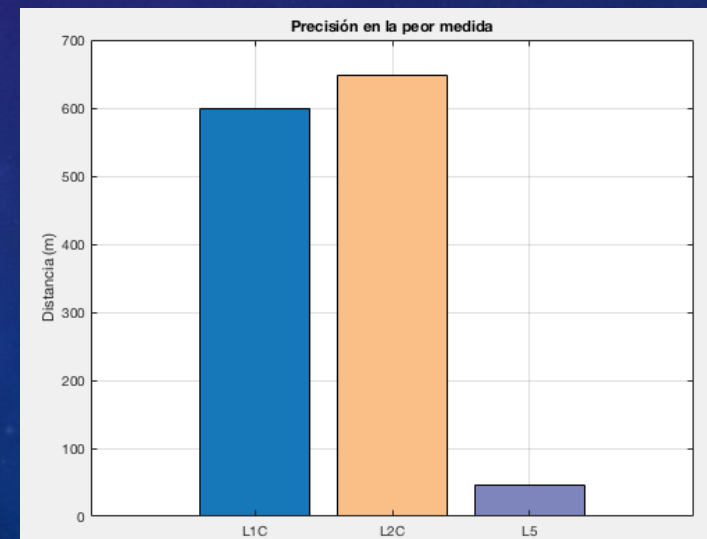
- Para el cálculo del ancho de banda efectivo o ancho de banda cuadrático medio se ha realizado mediante las expresiones de la cota de Cramèr-Rao y el ancho de banda de Gabor.
- La Cota de Cramèr-Rao nos indica acerca de la mejor precisión que puede obtenerse en la estimación del tiempo de retardo, la cual puede entenderse como una cota inferior en la varianza de cualquier estimador insesgado.

$$\text{var}(\tau) \geq \text{CRB}(\tau) = \frac{1}{2 \frac{E_s}{N_0} B m s^2}$$

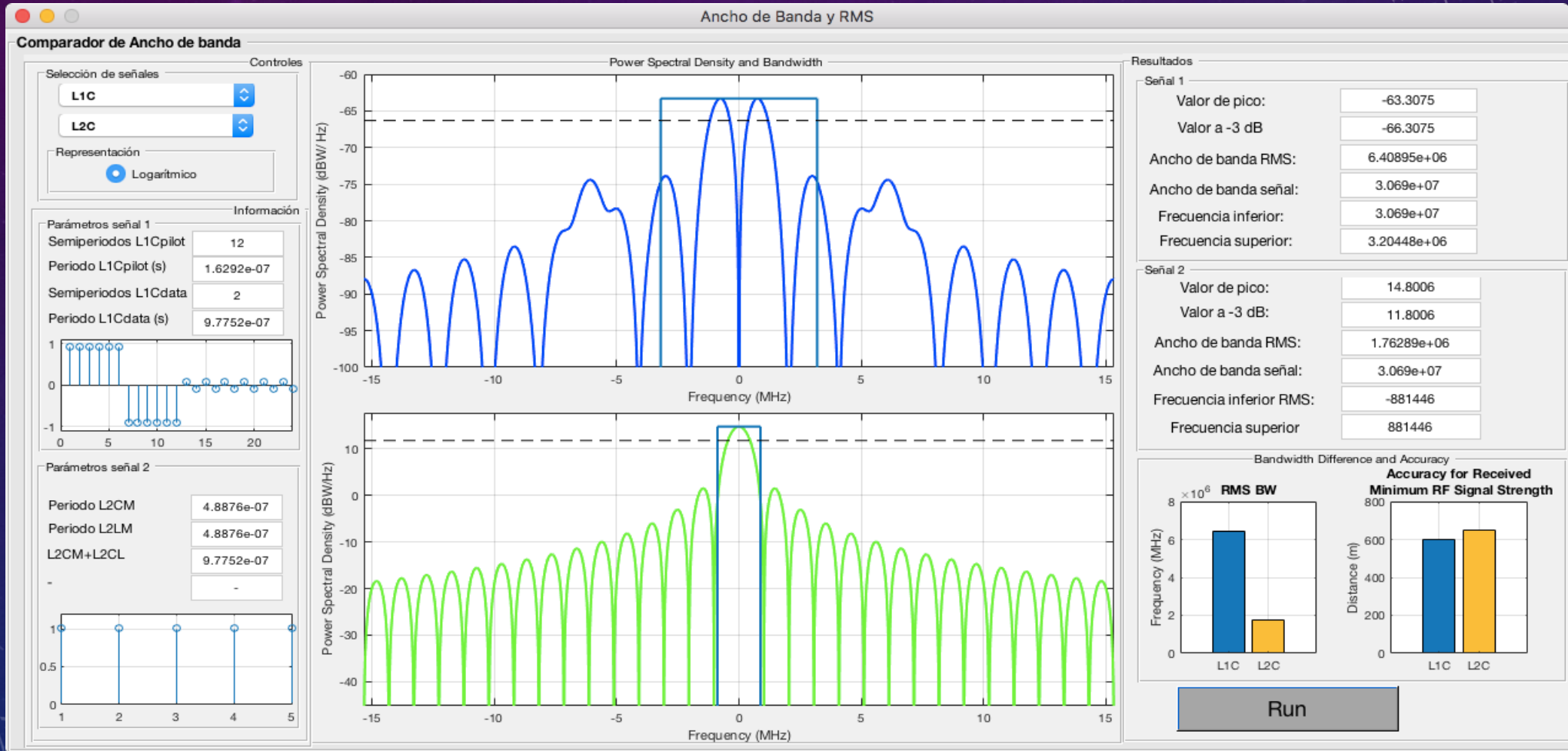
COMPARADOR DEL ANCHO DE BANDA RMS

- En Ancho de banda cuadrático medio o RMS es una medida de ancho de banda que aumenta cuadráticamente y nos sugiere que las señales con buenas propiedades para la estimación del retardo son aquellas que, dada una energía determinada, la distribuyen en los extremos del espectro con las frecuencias altas. Distribuyendo así esa misma energía de manera uniforme en toda la banda. como las señales BOC. A mayor Ancho de banda, mejor precisión.

$$B_{rms}^2 = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} (2\pi f)^2 |S(f)|^2 df}{\int_{-\infty}^{\infty} |S(f)|^2 df} \quad \text{Hz}^2$$

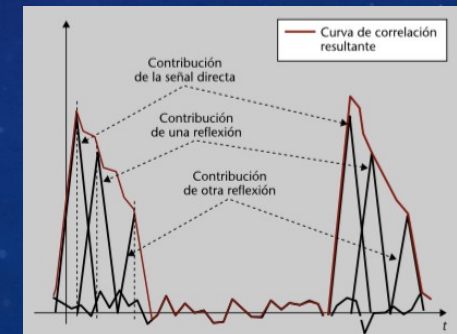


COMPARADOR DEL ANCHO DE BANDA RMS



COMPARADOR DE MULTIPATH ENVELOPE

- Actualmente, el multipath es la mayor fuente de error en los sistemas GNSS.
- Para comparar que señal GNSS modernizada presenta más robustez al problema del multipath, habitualmente se comprobaba cual tiene más ancho de banda.
- Además se puede complementar cualitativamente representando de una manera eficaz, rápida y visual la curva conocida como Multipath envelope.
- El problema del multipath consiste en que la señal transmitida por el satélite llega al receptor a través de varios caminos: señal directa y varias versiones retardadas y atenuadas de ella en diferentes tiempos causando problemas en la recepción de la señal, debido a la interacción entre las señales recibidas.

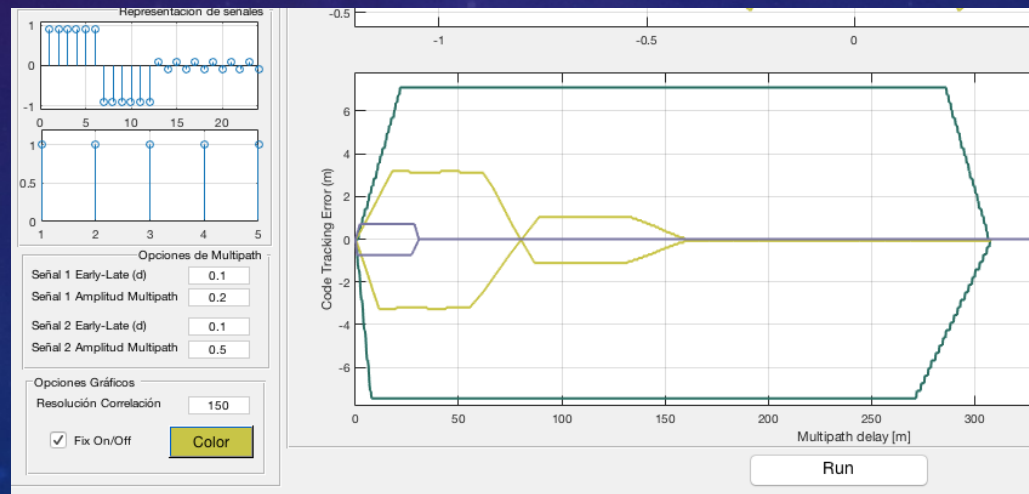


COMPARADOR DE MULTIPATH ENVELOPE

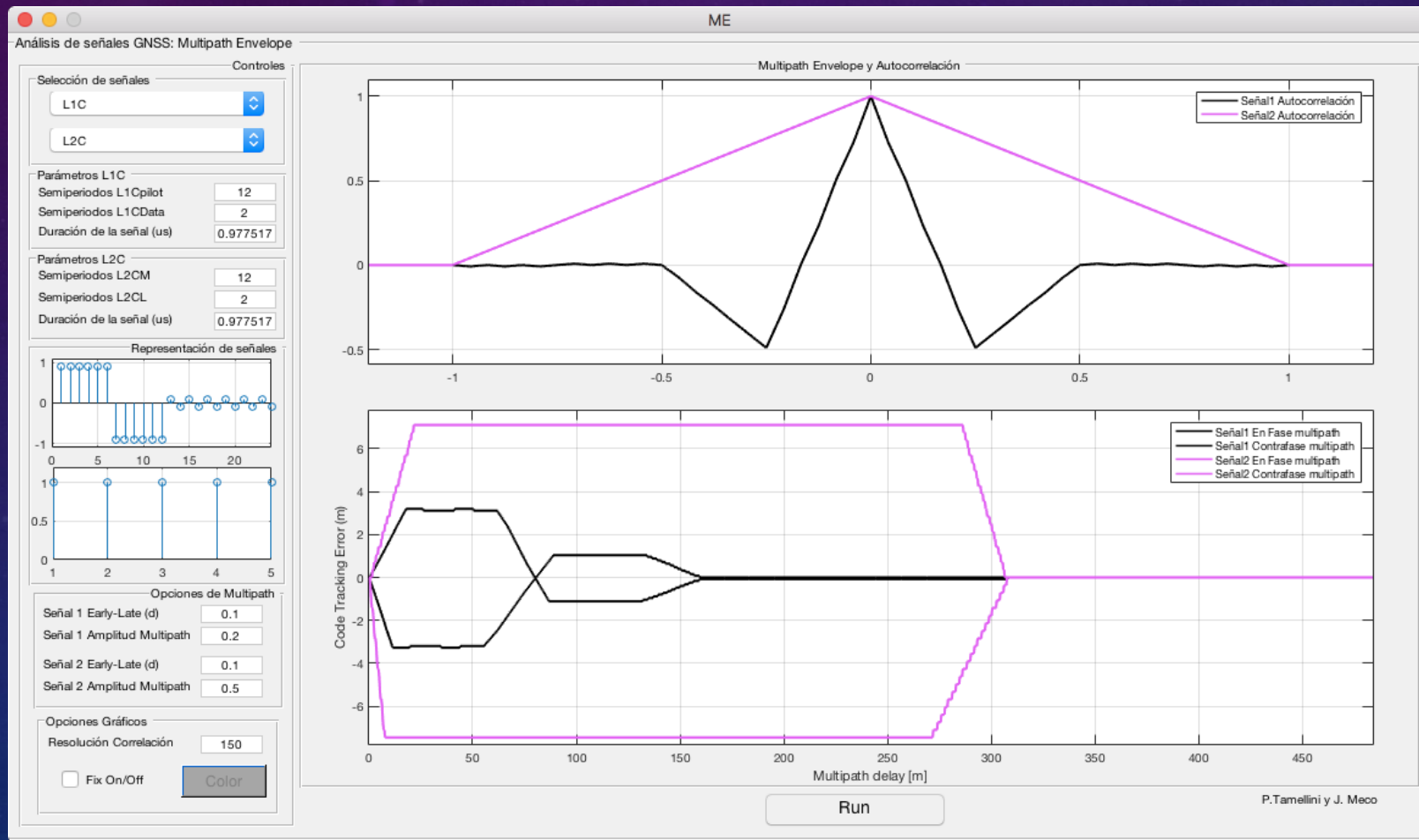
- Para solucionarlo, se correla la señal recibida por el receptor con una señal replica generada localmente.
- Esto mostrará una diferencia temporal que se tiene que corregir en el receptor, el responsable es el discriminador.
- El discriminador genera la señal de error que sirve como referencia para aplicar las medidas correctivas necesarias y así alinear la señal recibida con la replica local.
- Se definen dos puntos temporales: Early y Late, en donde la separación Δ entre early-late suele ser habitualmente igual a T_c .
- Se calcula la correlación con varios valores de retardo y se realiza la diferencia para todos los retardos de la reflexión, así podríamos representar en cada caso el error que obtendríamos en la medida y obtendríamos la envolvente, el multipath envelope.

COMPARADOR DE MULTIPATH ENVELOPE

- De esta forma se pueden comparar el multipath envelope de las distintas señales GNSS y ver cual es mas robusta frente a este tipo de error.
- Nos interesa tener una frecuencia de chip f_c alta tal que el tiempo de chip T_c sea pequeño y así reducir el tamaño de la envolvente, consiguiendo así que solo afecten los errores de multicamino para reflexiones con retardos pequeños y que nuestra señal sea más robusta frente al multicamino.



COMPARADOR DE MULTIPATH ENVELOPE

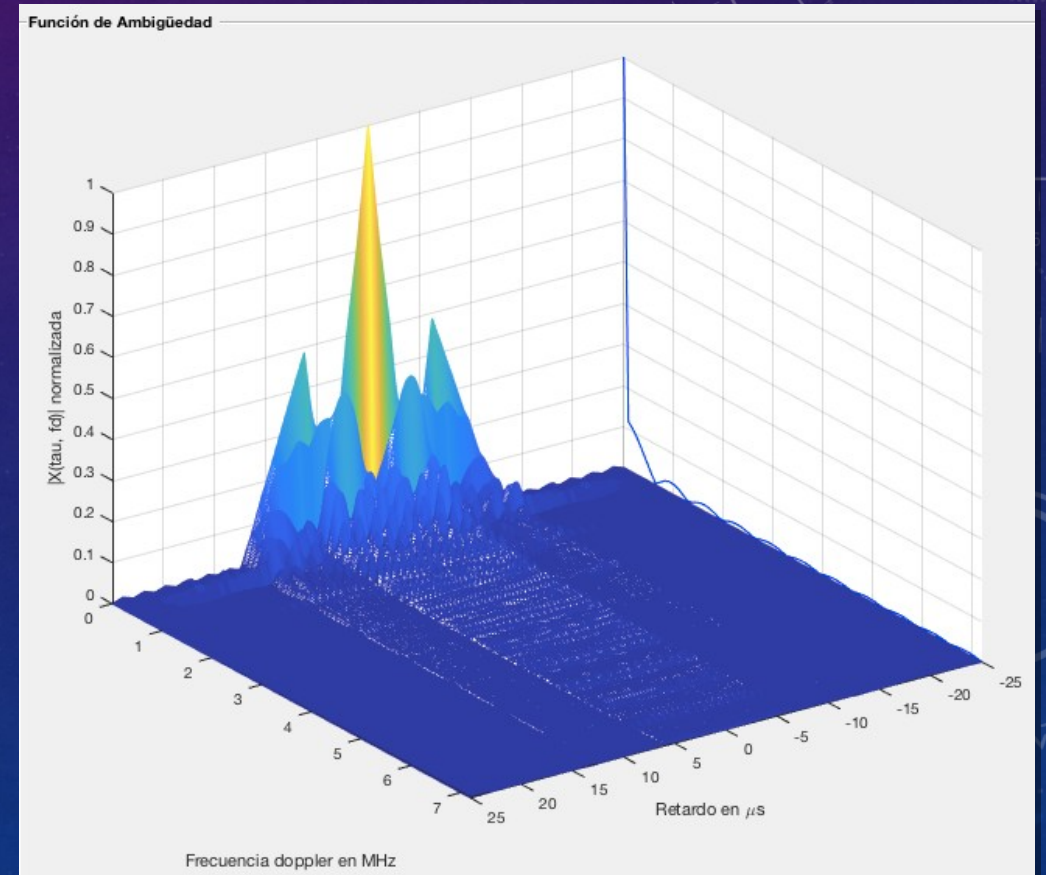


CALCULO RELACIÓN DE PICOS EN LA CURVA DE CORRELACIÓN.

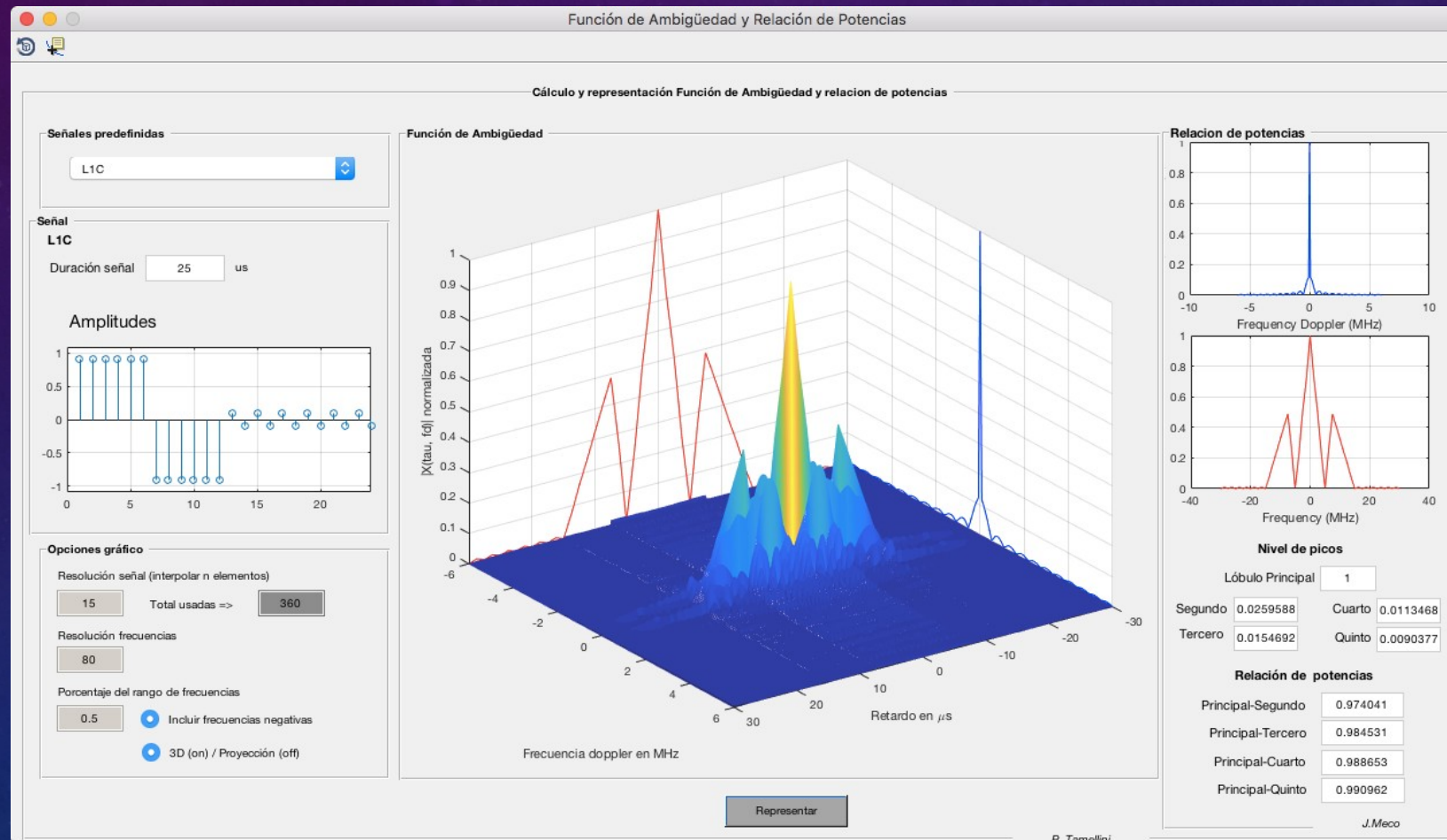
- Para obtener una máxima precisión no debe haber ninguna ambigüedad en la detección de la señal y del instante de tiempo y así evitar adquisiciones ambiguas debido a múltiples picos en la curva de correlación y evitar *false locks*.
- Con el fin de evitar adquisiciones ambiguas debido a múltiples picos en la curva de correlación; presentamos una forma de cuantificar esto que es dar la relación entre el pico principal y el conjunto de picos secundarios.
- Para ello calculamos la función de ambigüedad y la curva de correlación y mediante MATLAB medimos el valor de los picos y realizamos una serie de relaciones del pico principal y los picos secundarios

CÁLCULO RELACIÓN DE PICOS EN LA CURVA DE CORRELACIÓN.

- Función de ambigüedad de la señal L1C



CÁLCULO RELACIÓN DE PICOS EN LA CURVA DE CORRELACIÓN.



CONCLUSIONES.

- Se han desarrollado una GUI en MATLAB que mediante las tres aplicaciones desarrolladas representar y analiza las características y prestaciones básicas de las señales GNSS modernizadas del sistema GPS: L1C, L2C y L5.
- Se ha aprendido a realizar interfaces en MATLAB y a analizar y entender el material de apoyo aportado en el enunciado.
- Se han reforzado e incluso aumentado los conocimientos de sistemas GNSS vistos durante la realización de los estudios del Master de Telecomunicaciones.

TRABAJO FUTURO

- Se pueden y deben añadir nuevas señales de otros sistemas para completar los análisis con todas las señales GNSS disponibles y poder comparar todas sus prestaciones: Señales de Beidou, Señales de Glonass, Señales de INRSS y Señales de QZSS
- Se pueden añadir nuevas funciones a medida que se vayan desarrollando nuevas versiones de Matlab.
- Mejora del tiempo de ejecución de las representaciones y análisis. Sería muy interesante realizar esta interfaz gráfica en otros lenguajes más rápidos, potentes y no tan limitados como Matlab, por ejemplo, en C/C++; u otros lenguajes de programación que pudiesen procesar las señales un tiempo real.
- Se podría añadir el guardado y carga de parámetros, configuraciones de análisis para agilizar el tratamiento de los mismos.

- Gracias por su atención.