

Desarrollo de aplicaciones en MATLAB para el estudio de señales RADAR y de señales GNSS

Ferran Catalán Ruiz, 07 de Enero de 2015

TFM – Màster Universitari en Enginyeria de
Telecomunicacions (UOC-URL)

1. El proyecto

Objetivos / Estructura / Entregables

2. Aplicación #1. Prestaciones de diferentes señales RADAR

3. Aplicación #2. Caracterización de las prestaciones de los lazos de seguimiento de un receptor GNSS

4. Aplicación #3. Representación de señales Galileo

5. Conclusiones

Desarrollar tres aplicaciones utilizando las interfaces de usuario gráficas (GUI) de MATLAB:

- Prestaciones de diferentes señales RADAR
- Caracterización de las prestaciones de los lazos de seguimiento de un receptor GNSS
- Representación de señales Galileo

Por cada aplicación desarrollada:

- Revisión de la teoría
- Implementación
- Interpretación de los resultados

Documentación generada:

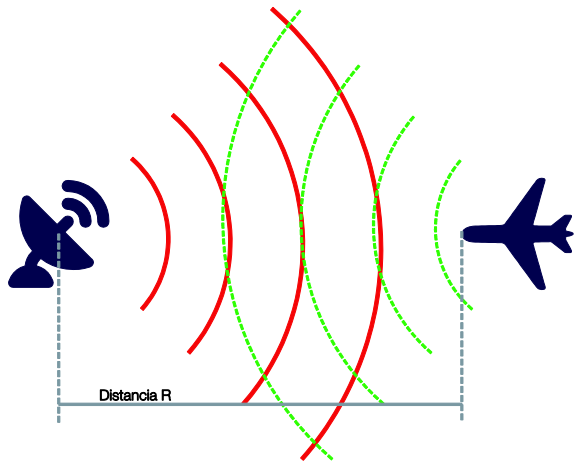
- Informe final del proyecto con manuales de las aplicaciones desarrolladas.
- Código fuente de cada aplicación y nuevo lanzador de aplicaciones.
- Presentación.
- Video presentación.

Aplicación #1

Prestaciones de diferentes señales RADAR

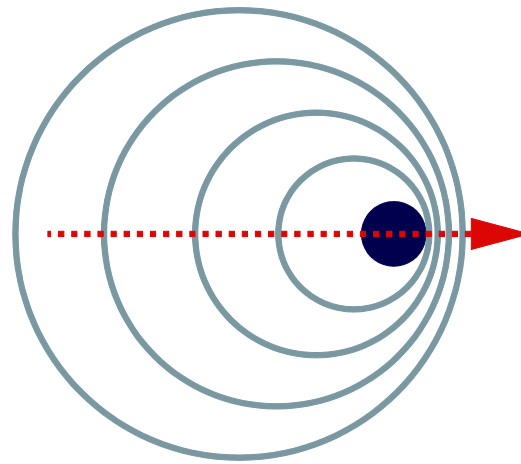
2. Prestaciones de diferentes señales RADAR

Radio Detection And Ranging



Retardo

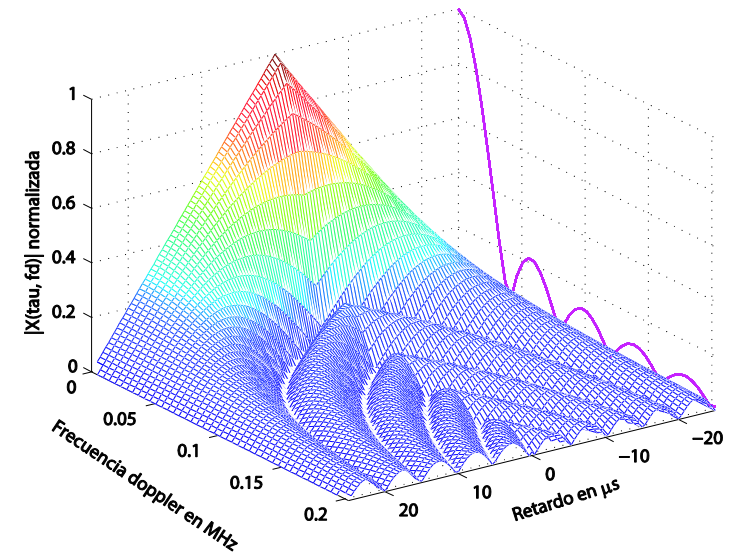
Mide
distancias



Frecuencia
Doppler

Mide
velocidades

Salida del filtro



Función de
ambigüedad

2. Prestaciones de diferentes señales RADAR

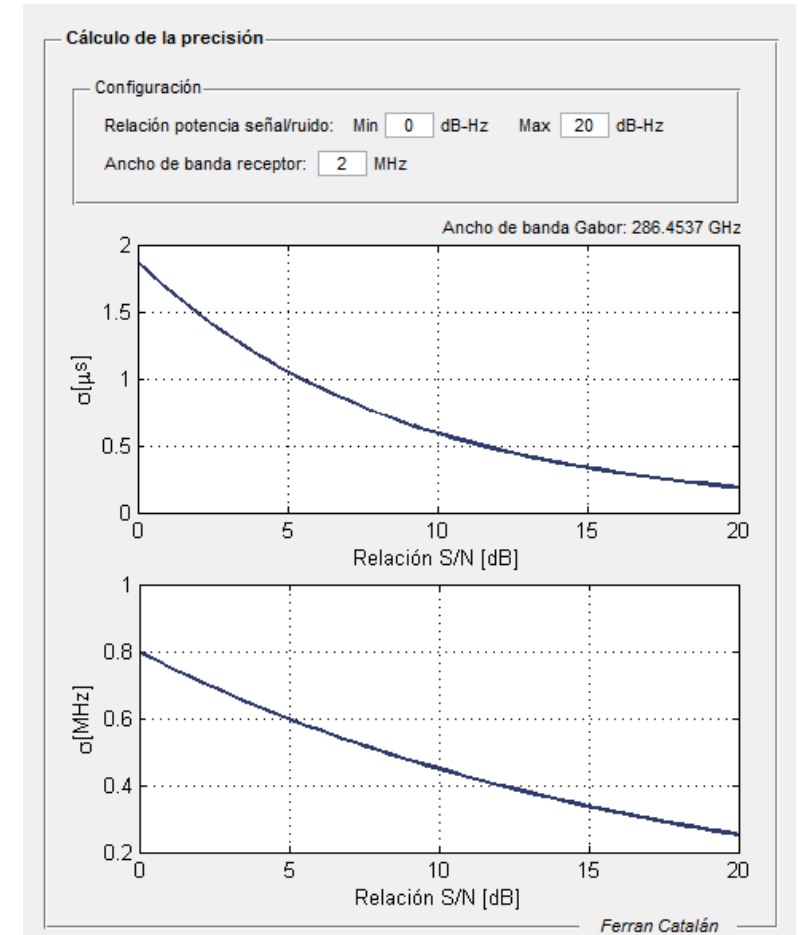
¿Qué precisión proporciona cada señal en la estimación del retardo y de la frecuencia *Doppler*?

Cota de Cramér-Rao (CRB)

Proporciona la mejor precisión que se puede obtener en la estimación del tiempo de retardo o de la frecuencia *Doppler*.

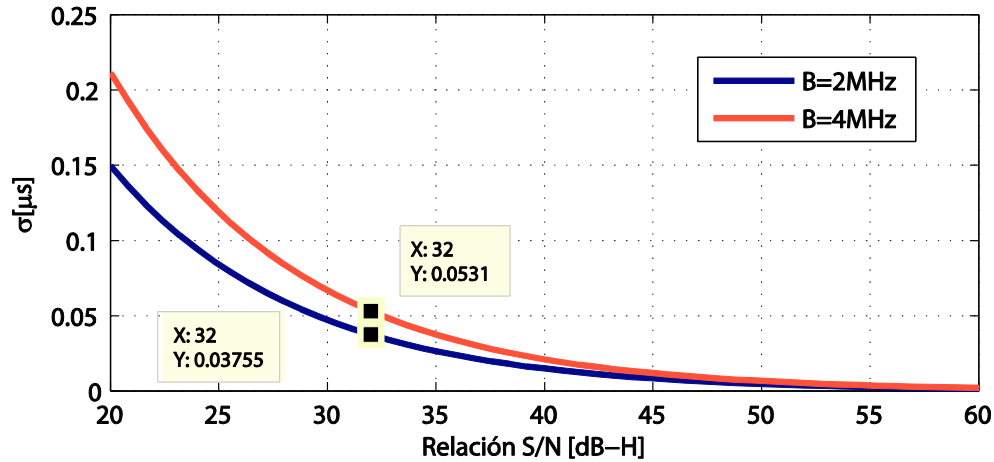
Ancho de banda de Gabor

Ancho de banda cuadrático medio



2. Prestaciones de diferentes señales RADAR

Retardo



$$\sqrt{B}$$

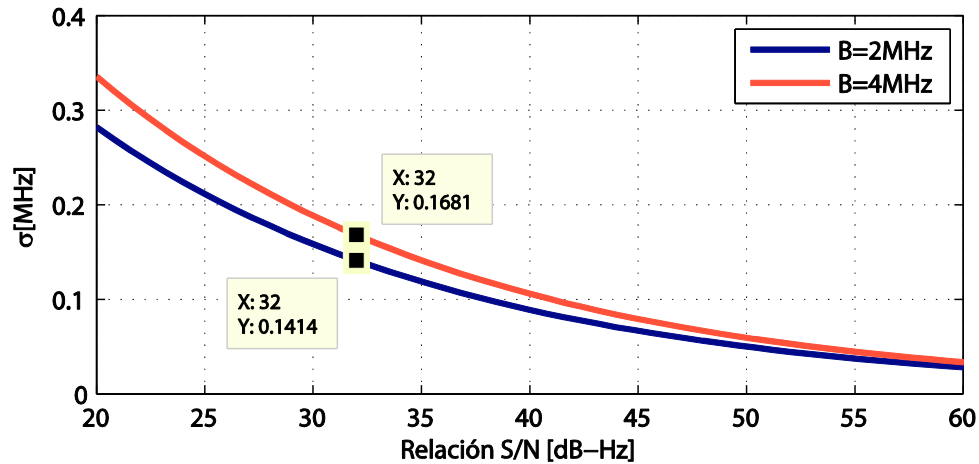


Ancho de banda



en el receptor

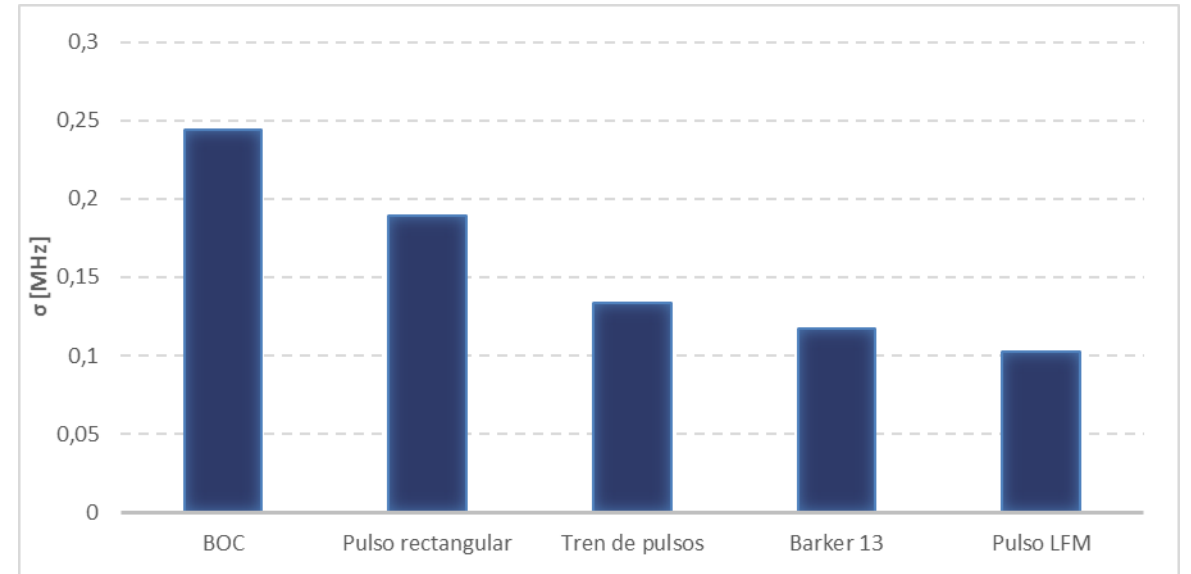
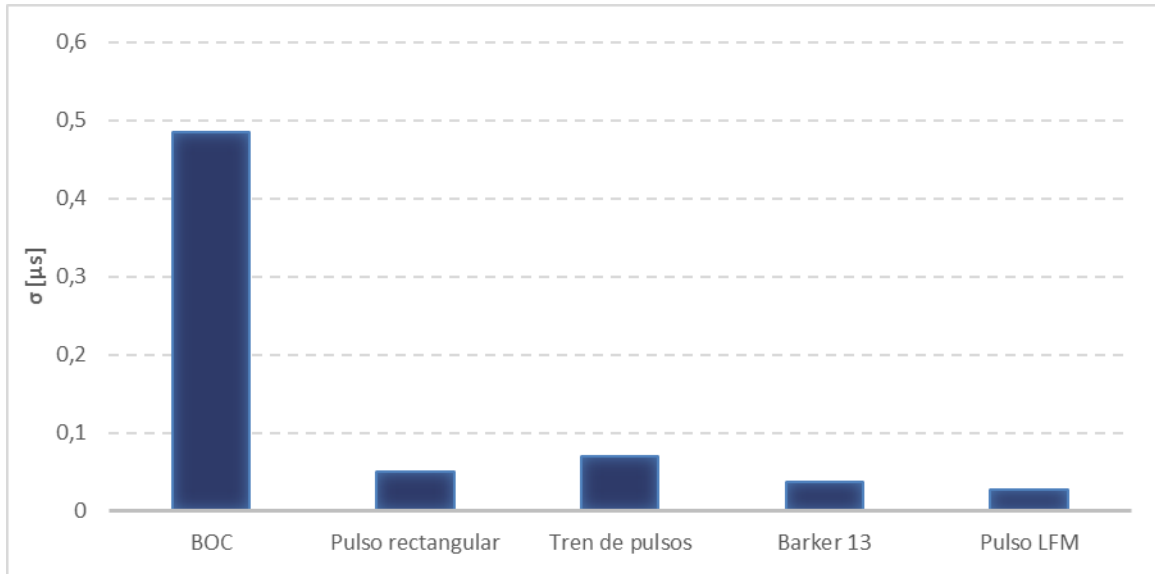
Frecuencia Doppler



$$\sqrt[4]{B}$$

2. Prestaciones de diferentes señales RADAR

SNR = 25 dB-Hz, **B** = 2 MHz



Mejor
precisión

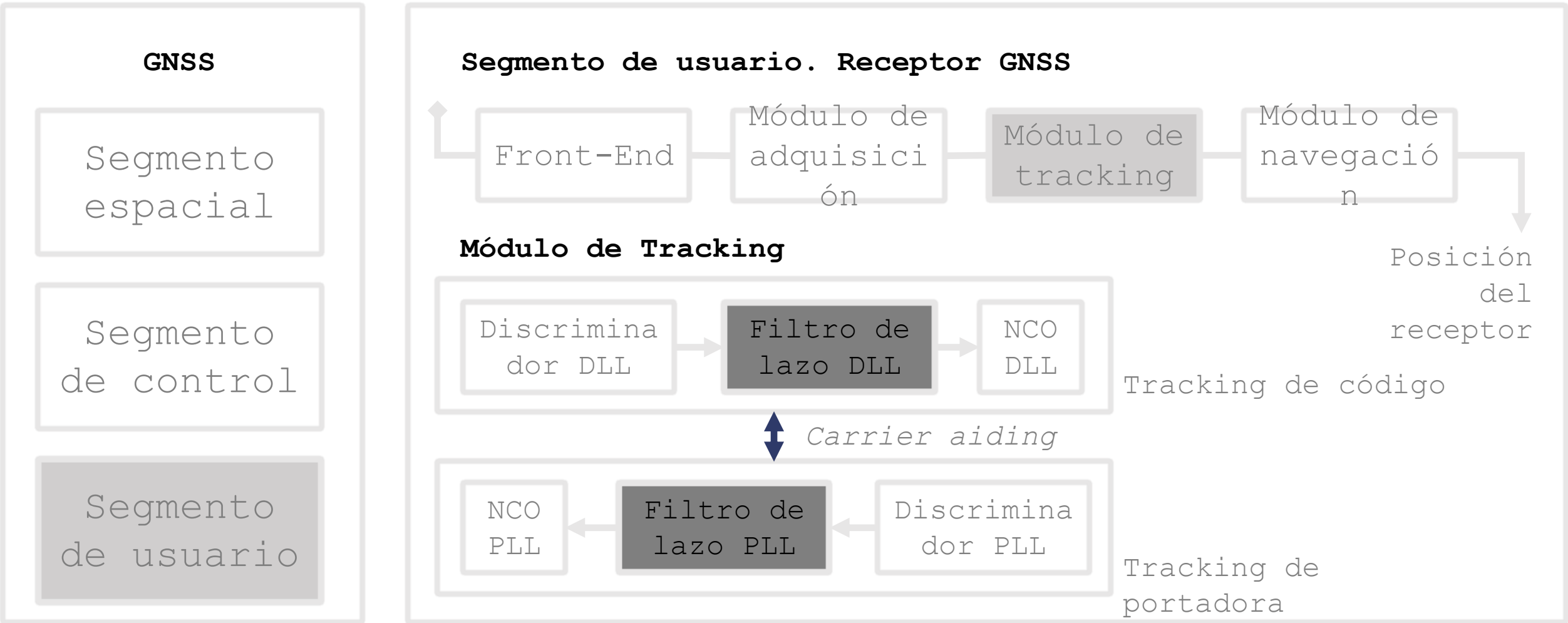


Señal Barker
13
Señal Pulso
LFM

Aplicación #2

Caracterización de las prestaciones de los lazos de seguimiento de un receptor GNSS

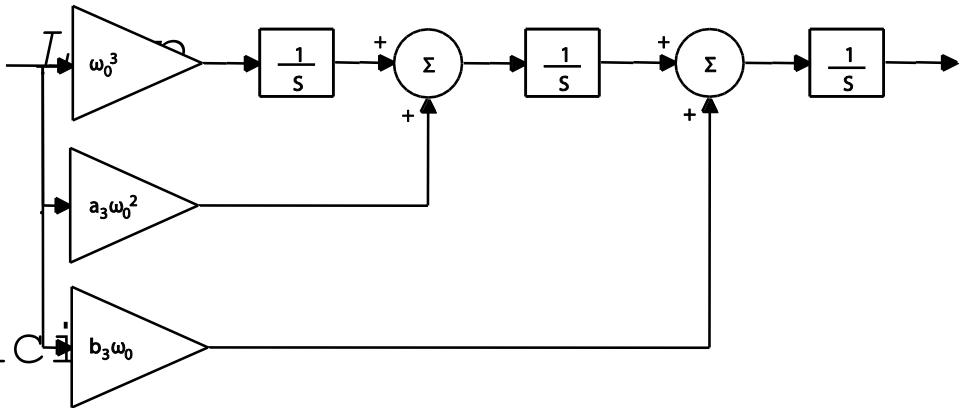
3. Caracterización de las prestaciones de los lazos de seguimiento de un receptor GNSS



3. Caracterización de las prestaciones de los lazos de seguimiento de un receptor GNSS

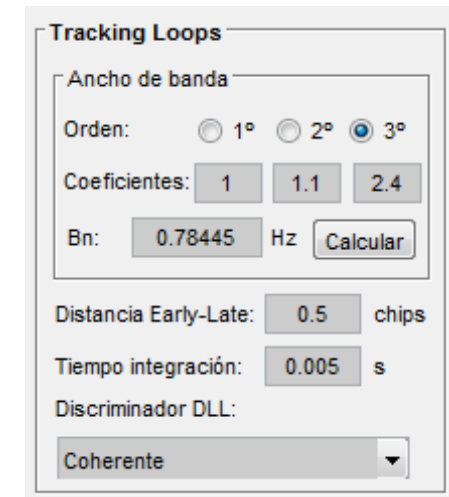
Errores de medida en *Carrier tracking* (PLL)

- Ancho de banda del lazo del PLL
- Tiempo de predetección de integración



Errores de medida en *Code tracking Loop* (DLL)

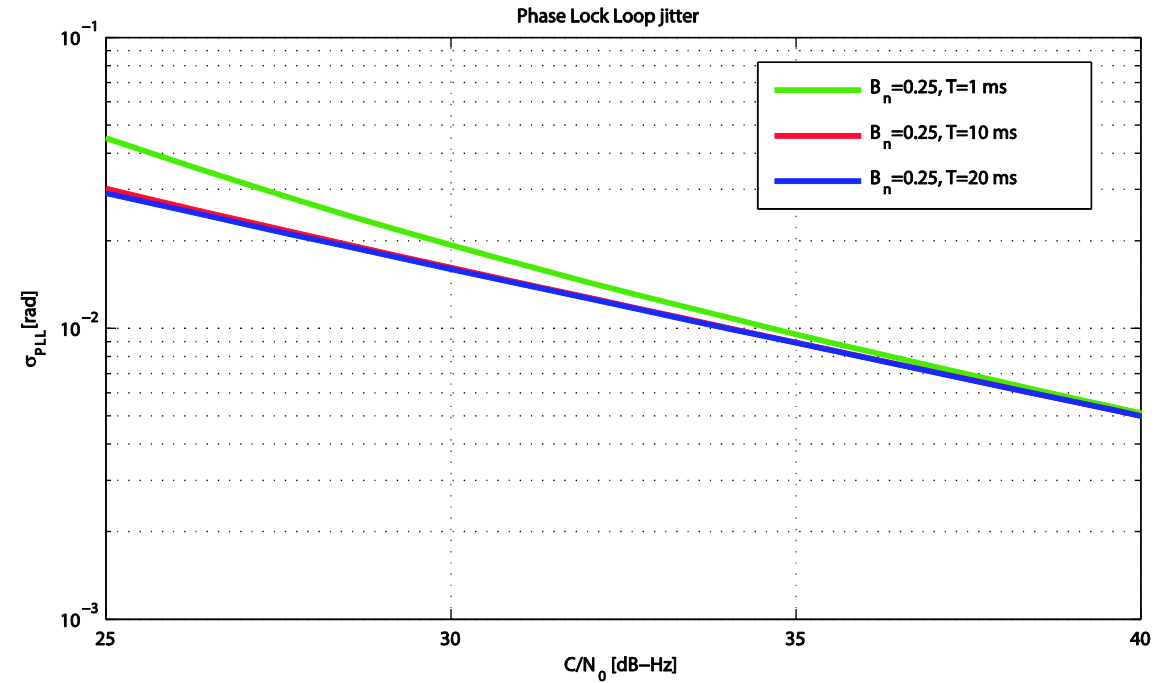
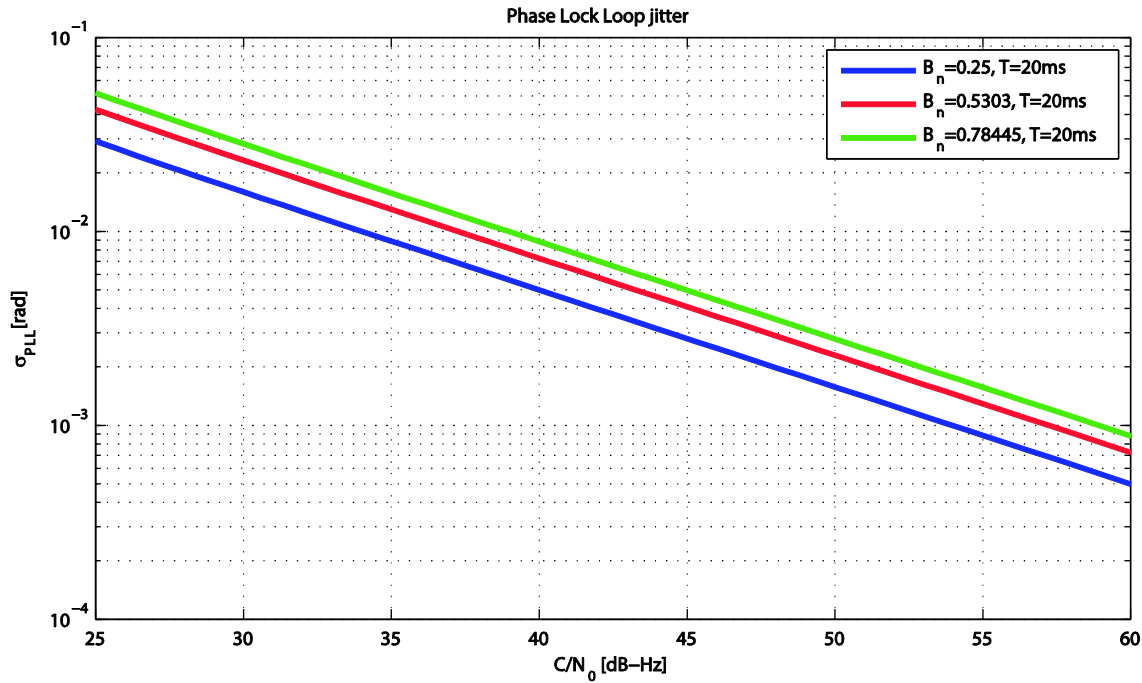
- Ancho de banda del lazo del PLL
- Tipo discriminador
- Distancia *Early-Late*
- Densidad espectral de la señal,



periodo del chip y el ancho de banda del filtro en el receptor

3. Caracterización de las prestaciones de los lazos de seguimiento de un receptor GNSS

Carrier Tracking Loop (PLL)

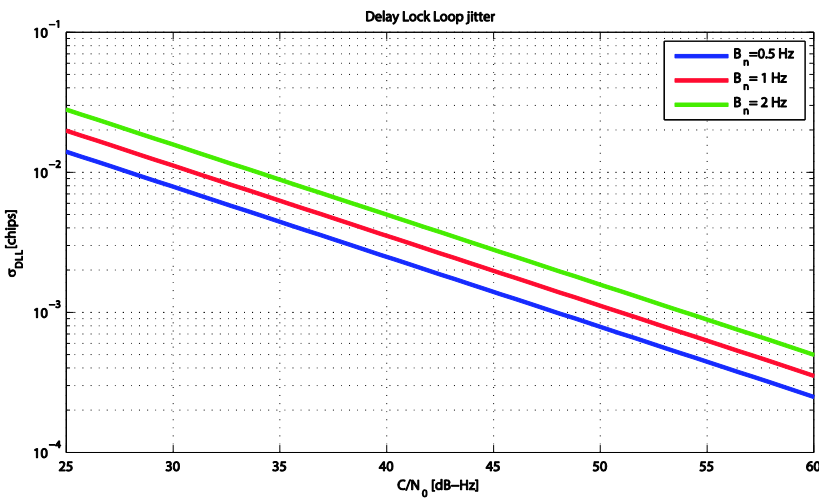


Ancho de banda de ruido de lazo
 $\sqrt{B_n}$

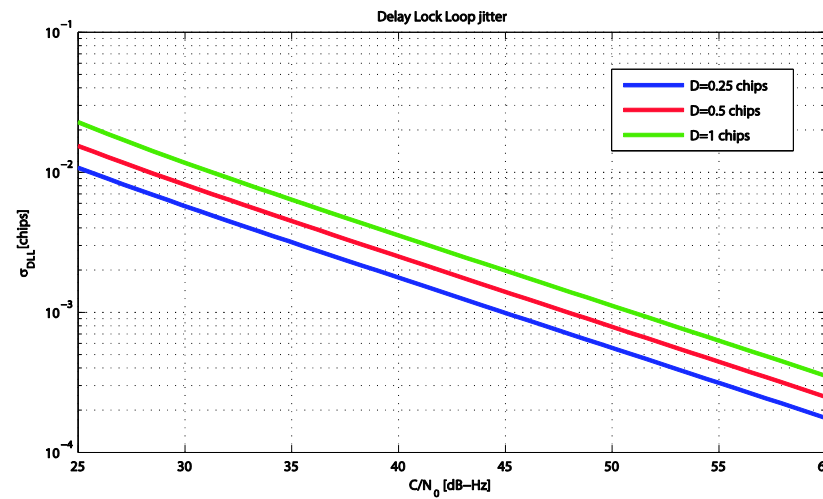
Tiempo de integración \rightarrow
Squaring Loss

3. Caracterización de las prestaciones de los lazos de seguimiento de un receptor GNSS

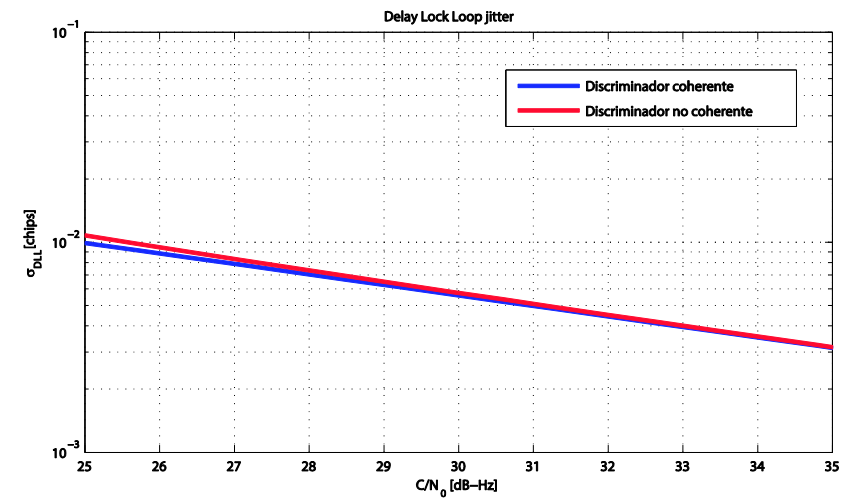
Code Tracking Loop (DLL)



Ancho de banda de ruido de lazo



Distancia Early-Late



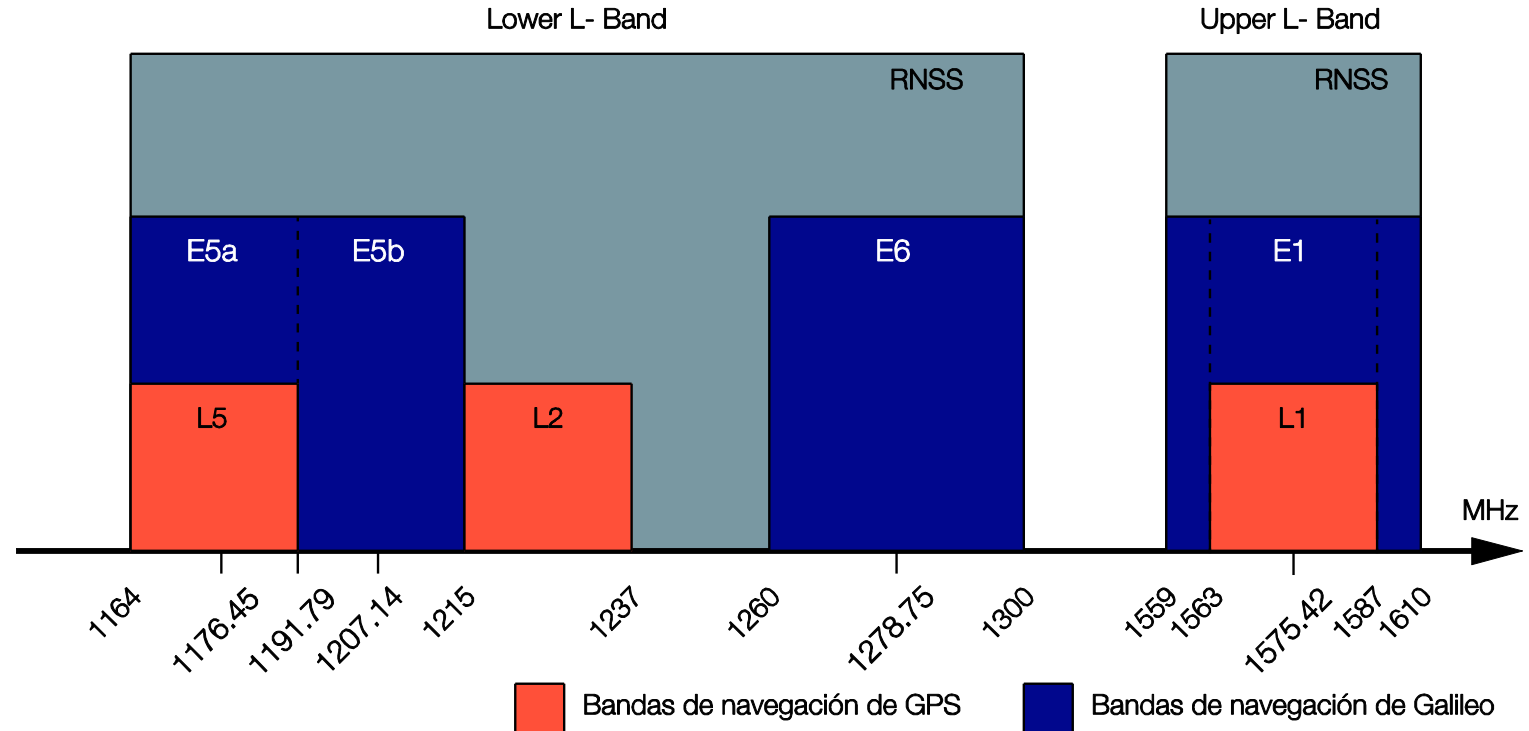
Discriminador

Aplicación #3

Representación de señales Galileo

Señal GALILEO

- Open Service (OS)
E1, E5a y E5b
- Safety of Life (SoL)
E1, E5a y E5b
- Comercial Service (CS)
E6
- Public Regulated Service (PRS)
E1 y E6
- Search and Rescue Service (SAR)
E1 y E6



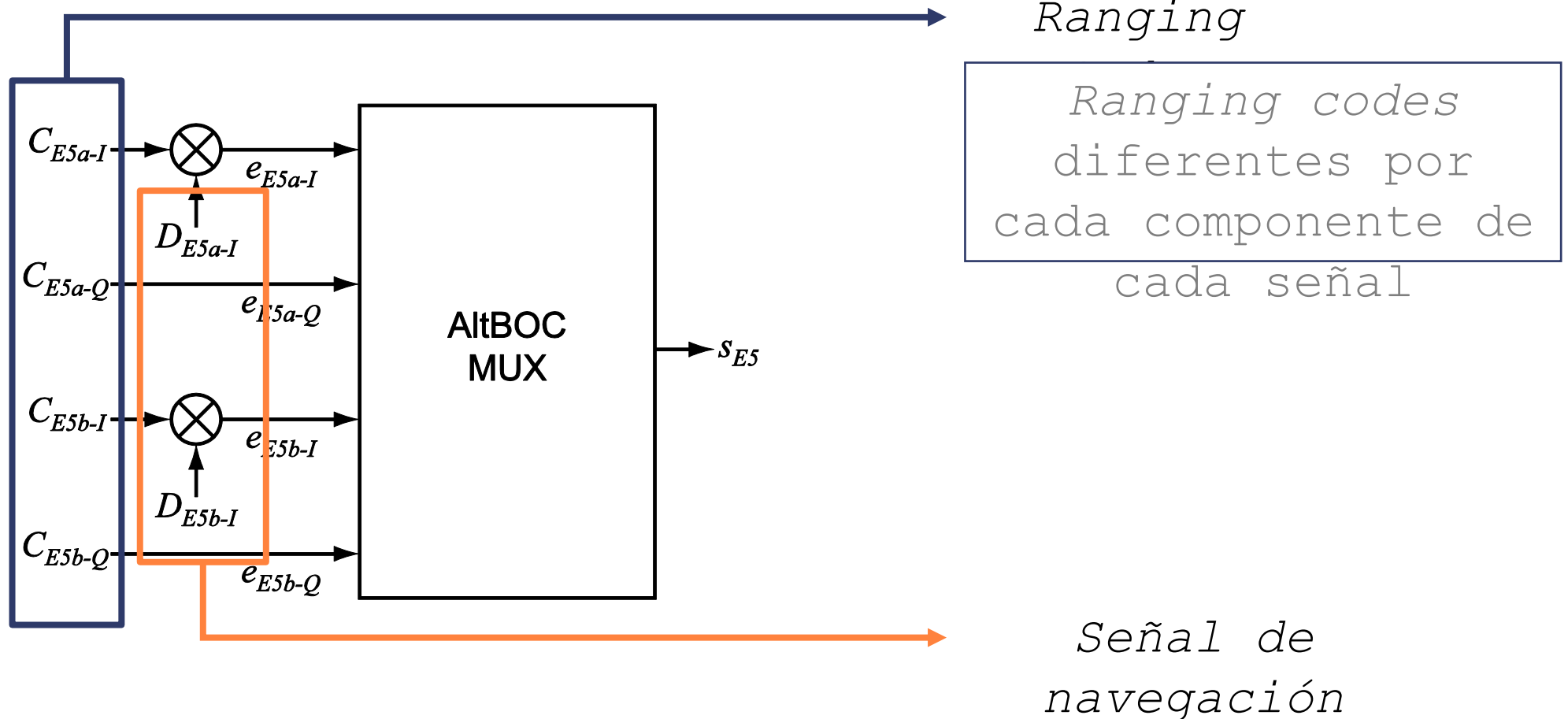
European GNSS (Galileo) Open Service
Signal In Space Interface Control



Document

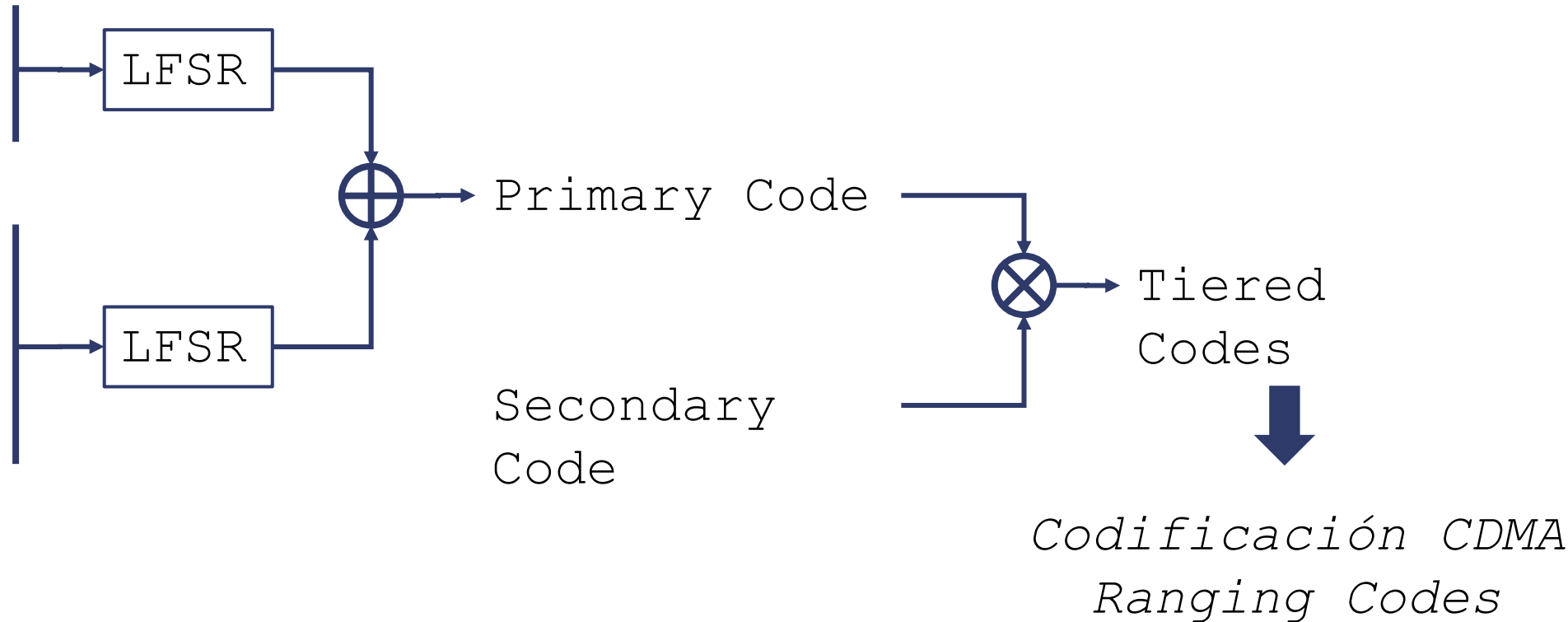
4. Representación de las señales Galileo

Señal GALILEO E5

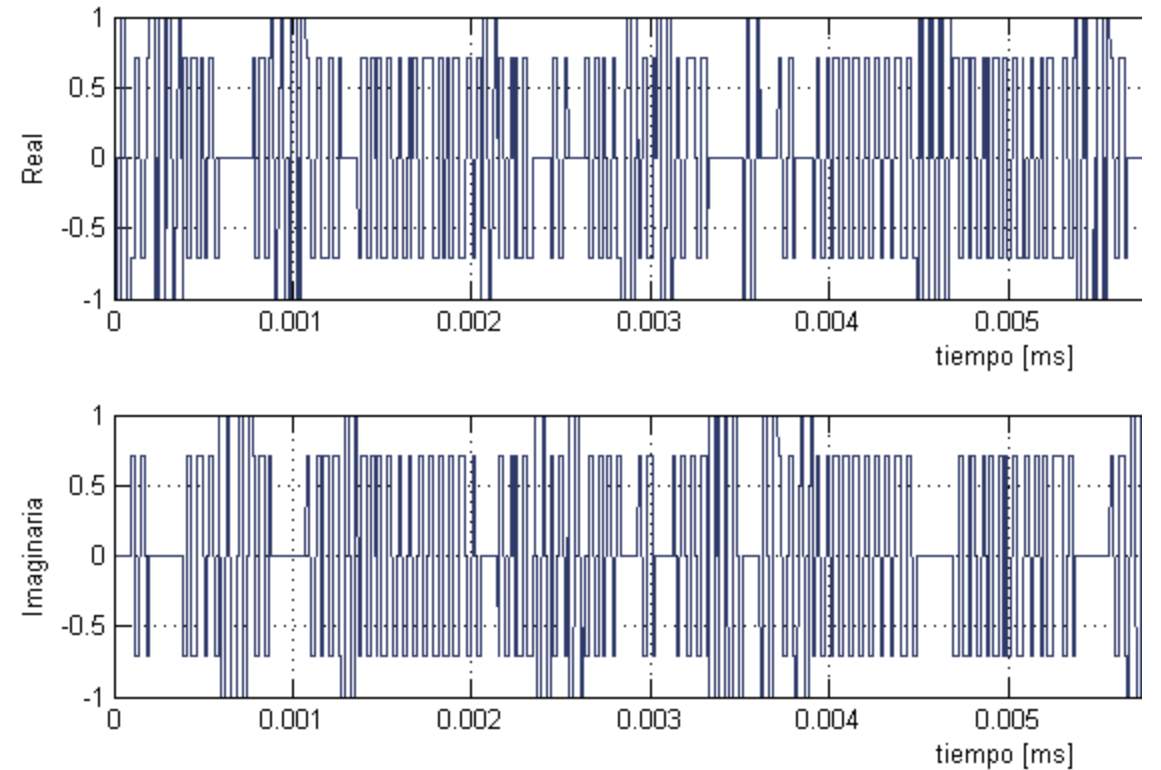
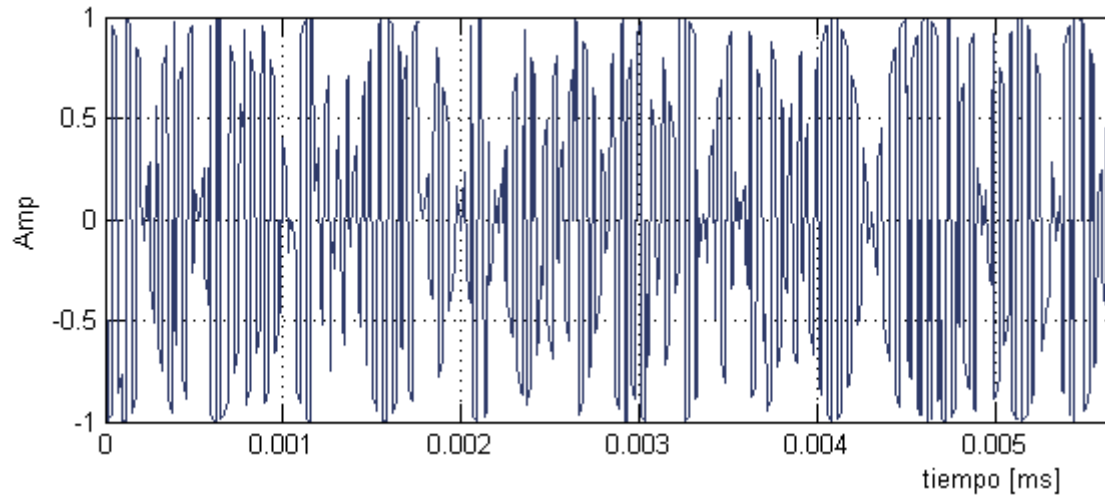


Galileo Spreading Codes

- Start values = 1
- Taps Values
- Taps Values
- Start Values
- Initial sequence



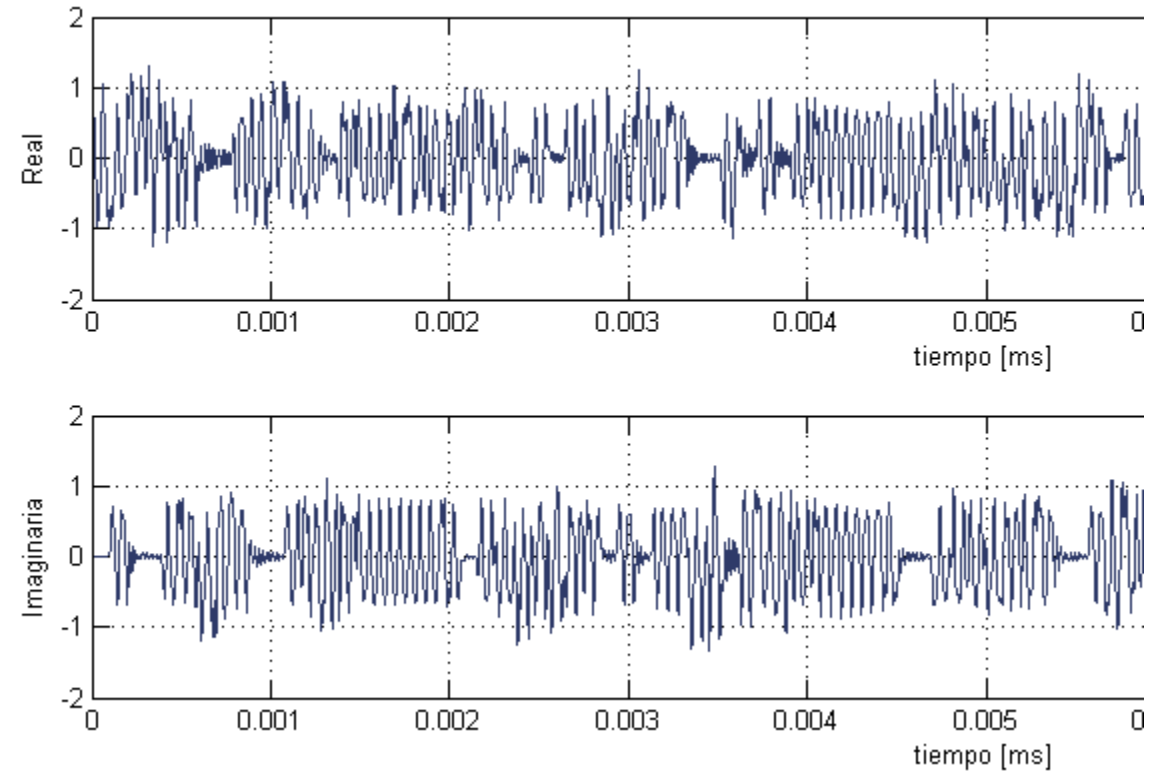
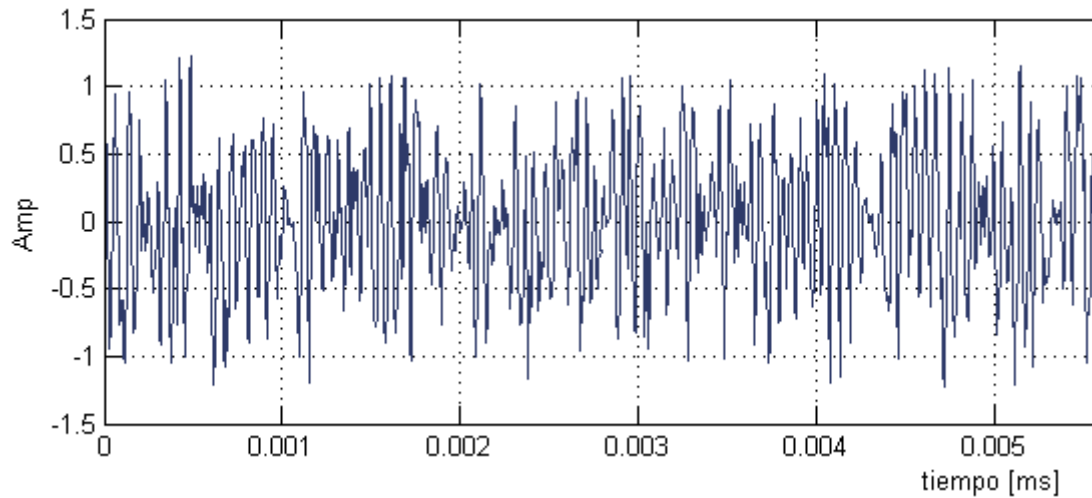
Señal Galileo E5



4. Representación de las señales Galileo

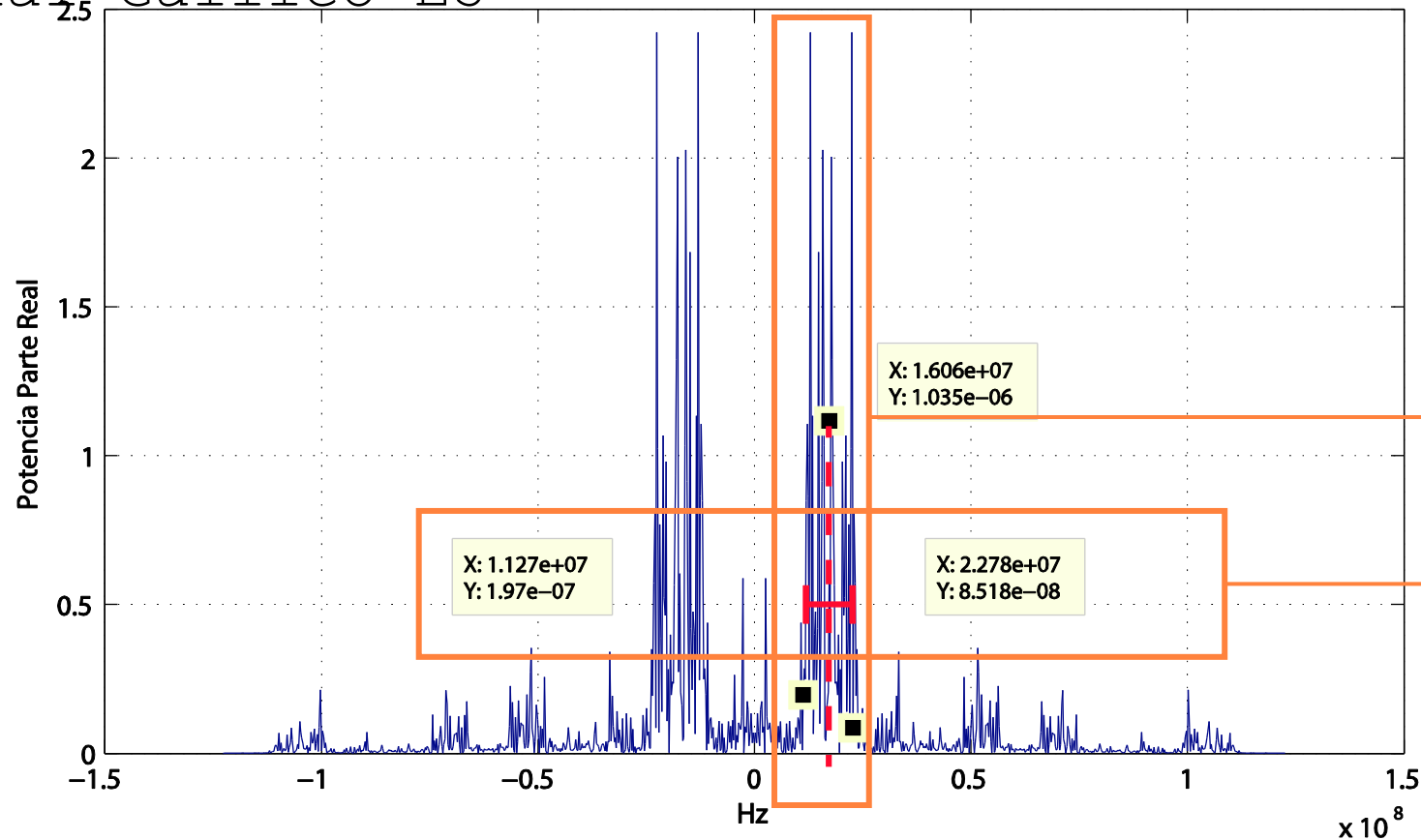
Galileo

Señal Galileo E5 en el receptor



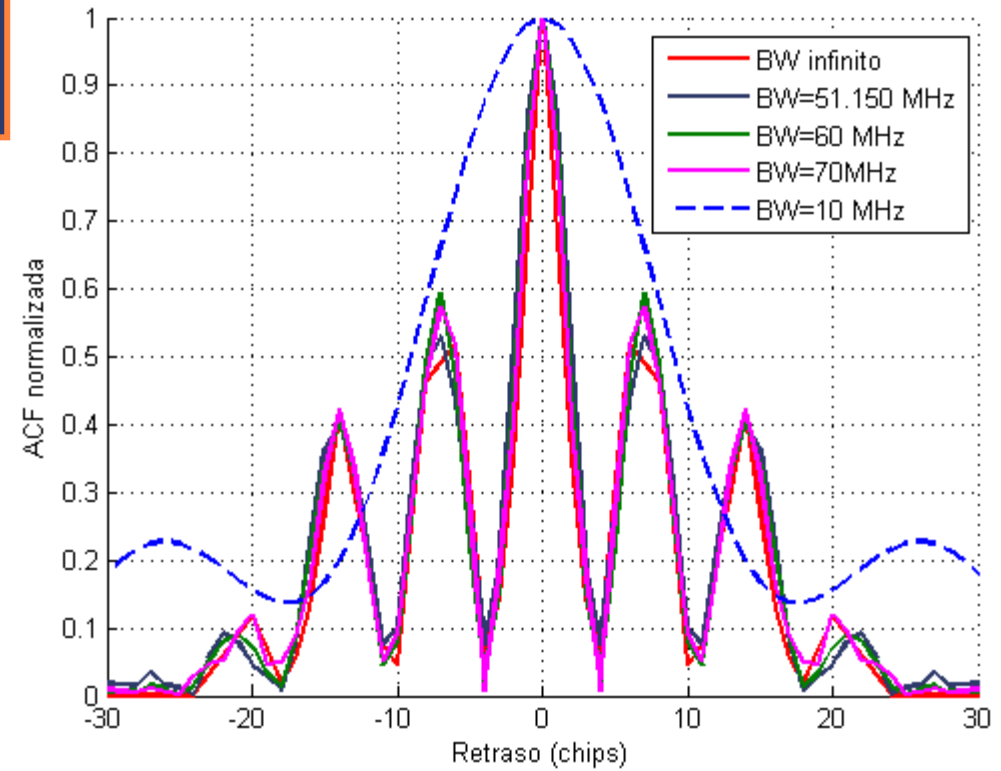
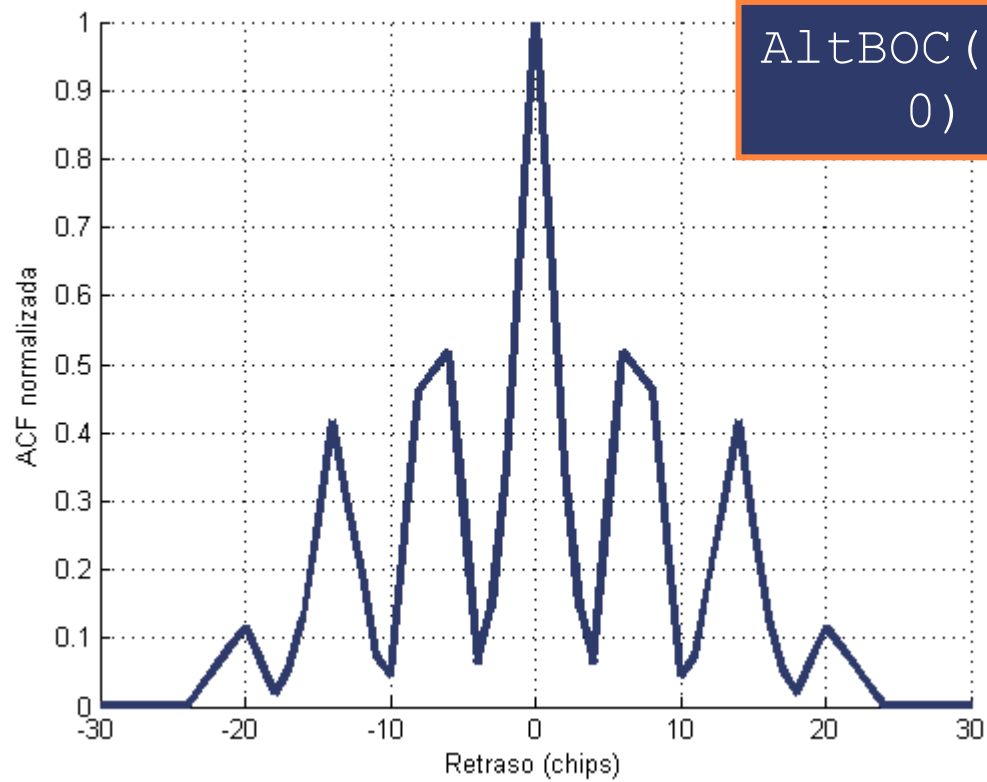
4. Representación de las señales Galileo

Densidad espectral de potencia de la Señal Galileo E5



Subfrecuencia de muestreo: 15 x 1.023 MHz
Tasa de chip E5 y E5b: 10 x 1.023 Mchips/s

Función de autocorrelación de la Señal Ga



- Se han desarrollado las tres aplicaciones inicialmente marcadas como objetivo en el trabajo.
 - Se ha verificado el resultado de cada desarrollo, interpretando y validando los gráficos obtenidos.
 - Se ha aprendido a realizar interfaces de usuario gráficas en MATLAB.
- Trabajo futuro
- Aplicación #2: Añadir el ruido de vibración, estrés y dinámico y diferentes discriminadores en el cálculo del *jitter*.
 - Aplicación #3: Añadir el resto de señales y

utilizar mensajes de navegación según las

Gracias por su atención.

Ferran Catalán